



El ambiente  
es de todos

Minambiente

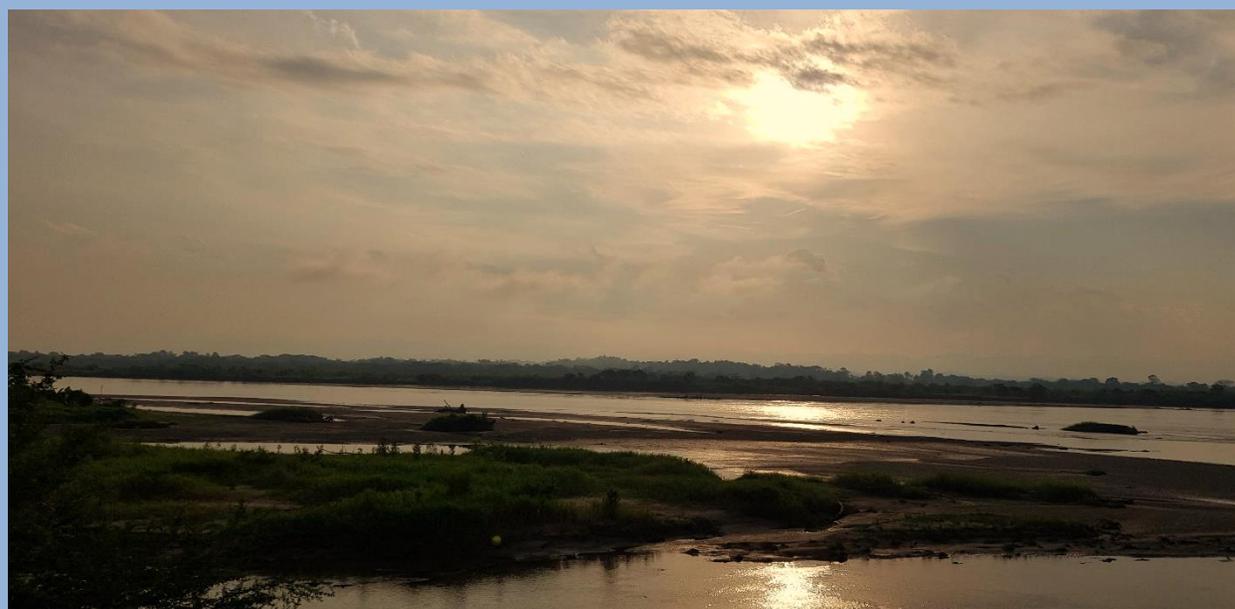


Foto: Río Magdalena - Puerto Triunfo (Antioquia) 15 de enero 2020

## INFORMACIÓN HIDROLÓGICA Y DE CALIDAD DEL AGUA DEL VMM OBTENIDA EN EL PERÍODO 2021 - 2023

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES  
SUBDIRECCIÓN DE HIDROLOGÍA  
GRUPO DE EVALUACIÓN HIDROLÓGICA.  
GRUPO MODELACIÓN HIDROLÓGICA.  
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL.  
AREA OPERATIVA No. 8

# 2023



Bogotá, D.C. Colombia - Sur América  
Sede correspondencia  
Calle 25 D No. 96 B - 70 Bogotá D.C. Código postal: 110911  
PBX (571) 3527160 Fax Server: 3075621 - 3527160 Opc.2  
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 3527180  
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B - 44 Bogotá D.C. PBX. 2681070  
- [www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co)

# Acuerdo de Cooperación ECOPETROL – IDEAM – AC No. 4 (3034153)

## PRODUCTO FINAL Información hidrológica y de calidad del agua del VMM obtenida en el período 2021 - 2023



	Versión	Nombre	Cargo	Fecha
Autor(es)	1.0	Luz Consuelo Orjuela Orjuelal Juan José Montoya Monsalve	Contratistas IDEAM	08/08/2023
Revisó		Juan José Montoya Monsalve	Contratista IDEAM – Líder técnico	08/08/2023
Aprobó		Nelson Omar Vargas	Subdirector de Hidrología - IDEAM	08/08/2023





## Tabla de Contenidos

1	Introducción	8
2	Aspectos conceptuales y metodológicos relacionados con la información de calidad.	9
2.1	Descripción de las principales variables de calidad del agua	9
2.2	Aspectos metodológicos	18
2.3	Flujo de trabajo	21
2.4	Control de los datos	22
2.5	Gestión de la información	23
2.6	Visor FEWS de las variables de calidad que hacen parte del ICA	29
3	Monitoreo de calidad del agua efectuado	35
3.1	Comisión de campo	35
3.2	Medición de variables in situ	38
3.3	Resultados de las mediciones in situ	45
3.4	Análisis de muestras en el laboratorio	46
3.5	Resultados y análisis de los monitoreos.	66
4	Aspectos conceptuales y metodológicos relacionados con la información hidrológica.	71
5	Información hidrológica obtenida en lo corrido del acuerdo, años 2021, 2022 y 2023	72

## CONVENCIONES

>	Mayor que
A. A.	Aguas arriba
a. a.	Aguas abajo
AF S/P	Aforo por suspensión desde puente
AF S/TB	Aforo por suspensión desde tarabita
AF V	Aforo por vadeo
AF	Suspensión
Al	Aluminio
°C	Grado Centígrado
CAM	Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena
C.E.	Conductividad eléctrica
Cd	Cadmio
Cr	Cromo
CT	Coliformes Totales
Cu	Cobre
C.V	Coefficiente de variación o desviación estándar relativa
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
D S	Desviación estándar
ej.	Ejemplo
E.coli	Escherichia coli
Fe	Hierro
hab/Km <sup>2</sup>	Habitantes por kilómetro cuadrado
Hg	Mercurio
ICA	Índice de Calidad del Agua
ILCAG	Índice Lótico de Capacidad Ambiental General

IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IGAC	Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”
Ingeominas	Instituto Colombiano de Geología y Minería
Invías	Instituto Nacional de Vías
ISST	Índice de Calidad por Sólidos Suspendidos Totales
GLCA	Grupo Laboratorio de Calidad Ambiental
kg	kilogramo
km <sup>2</sup>	kilómetro cuadrado
L/s	litro por segundo
LG	Estación de categoría limnigráfica
LM	Estación de categoría limnimétrica
mg/L	miligramo por litro
µg/L	microgramo por litro
mg/kg	miligramo por kilogramo
µS/cm	micro siemens por centímetro (unidad de medida conductividad)
Mn	Manganeso
m. s. n. m.	metros sobre el nivel del mar
m/s	metro por segundo
m	metro
m <sup>3</sup> /s	metro cúbico por segundo
NA	No aplica
Ni	Níquel
Nº	Número
NT	Nitrógeno Total
NW	Noroeste
NTU	Unidad Nefelométrica de Turbiedad (unidad de medida de turbiedad)
O.D	Oxígeno disuelto
° ‘ “	Indicador de posicionamiento en grados – minutos – segundos
Pb	Plomo
PR	punto de referencia
PT	Fósforo Total

Q	Caudal
SC	Sin categoría
SO	Suroriente
SST	Sólidos Suspendidos totales
ST	Sólidos Totales
SW	Suroccidente
TB	Tarabita
V	Vadeo
Zn	Cinc

## 1 Introducción

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM- y ECOPELROL firmaron el acuerdo de cooperación AC No. 4 3034153 de 2020 con objeto “Actualización y seguimiento de la línea base ambiental hidrológica y de calidad de agua superficial del Valle Medio del Magdalena – VMM” bajo el Convenio Marco No. 52112957 cuyo objeto es “Aunar esfuerzos técnicos, administrativos y financieros para el intercambio de conocimiento científico e información, y el desarrollo de productos y servicios que contribuyan al cumplimiento de las funciones, objetivos e intereses de las partes”, suscrito por ECOPELROL y el IDEAM el 22 de enero de 2014 y con un plazo de diez (10) años, esto es hasta el 22 de enero de 2024.

El Otrosí No. 1 del acuerdo de cooperación AC 4 contiene el documento técnico – Anexo 1 que define, entre otros, los productos a entregar y los contenidos de estos productos. El producto final establece la entrega de los contenido denominados “Información hidrológica y de calidad de agua superficial del VMM actualizada en las plataformas y bases de datos institucionales (incluyendo la información recopilada durante la ejecución del Acuerdo de Cooperación AC 4 (3034153) en la medida que los procesos de gestión del dato y los rezagos asociados a la validación de información hidrológica lo permitan, diferenciando información plenamente validada de la preliminar recientemente recopilada al final del acuerdo)” y “Información hidrológica y de calidad del agua del VMM actualizada al año 2023, incluyendo la información recopilada durante la ejecución del Acuerdo de Cooperación AC 4 (3034153). Diferenciando el estado de validación en función de los procesos de gestión de datos del IDEAM”. Este documento presenta estos contenidos desarrollados en conjunto por el grupo de laboratorio y las Áreas Operativas 8 y 6.

## **2 Aspectos conceptuales y metodológicos relacionados con la información de calidad.**

### **2.1 Descripción de las principales variables de calidad del agua**

La descripción de las principales variables de calidad se tomó del documento de la OMM “*Planning of Water Quality Monitoring Systems*” (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION - WMO, 2013).

#### **2.1.1. Temperatura**

La temperatura de las aguas superficiales está influenciada por la latitud, altitud, estación, hora del día, circulación del aire, nubosidad y flujo y profundidad del cuerpo de agua. A su vez, temperatura afecta los procesos físicos, químicos y biológicos en los cuerpos de agua y, por lo tanto, la concentración de muchas variables. A medida que aumenta la temperatura del agua, la tasa de las reacciones químicas generalmente aumenta, junto con la evaporación y la volatilización de las sustancias.

El aumento de la temperatura del agua también disminuye la solubilidad de los gases en el agua, como oxígeno (O<sub>2</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), nitrógeno (N<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y otros. La tasa metabólica de organismos acuáticos también está relacionada con la temperatura y, en aguas cálidas, las tasas de la respiración aumentan, lo que lleva a un mayor consumo de oxígeno y una mayor descomposición de materia orgánica. Las tasas de crecimiento también aumentan (esto es más notable para las bacterias y fitoplancton, que duplica su población en períodos de tiempo muy cortos), lo que lleva a un aumento de la turbidez del agua, crecimiento de macrófitas y floraciones de algas, cuando las condiciones de nutrientes son adecuadas.

Se requieren mediciones de temperatura en los estudios de auto-purificación de ríos y embalses y para el control de plantas de tratamiento de residuos. Son importantes en relación con la vida de los peces y otras actividades biológicas también son necesarias para fines de enfriamiento, para procesos de uso en la industria y almacenamiento de calor / frío para energía térmica. Identificación de la fuente de agua tales como pozos profundos, a menudo

es posible solo mediante la medición de temperatura. La temperatura del agua potable influye en su sabor. También es importante en relación con el baño y riego agrícola.

### **2.1.2. Residuos y sólidos suspendidos totales.**

El término "residuo" se aplica a las sustancias que quedan después de la evaporación del agua de una muestra y su posterior secado en un horno a una temperatura determinada. Es aproximadamente equivalente al contenido total de materia disuelta y suspendida en el agua ya que la mitad del bicarbonato (el anión dominante en la mayoría de las aguas) se transforma en CO<sub>2</sub> durante este proceso. El término "sólidos" se usa ampliamente para la mayoría de los compuestos que están presentes en aguas naturales y permanecen en estado sólido después de la evaporación (algunos compuestos orgánicos permanecerán en estado líquido después de que el agua se haya evaporado). TSS y TDS corresponden a Residuos no filtrables y filtrables, respectivamente.

### **2.1.3. Material suspendido, turbidez y transparencia**

El tipo y la concentración de materia suspendida controlan la turbidez y transparencia del agua. La materia suspendida consiste en limo, arcilla, partículas finas de materia orgánica e inorgánica, compuestos orgánicos solubles, plancton y otros organismos microscópicos. Dichas partículas varían en tamaño de aproximadamente 10 nm de diámetro a 0.1 mm de diámetro, aunque generalmente se acepta que la materia suspendida es la fracción que no pasará a través de un filtro de 0,45 µm de diámetro de poro. La turbidez resulta de la dispersión y absorción de luz incidente por las partículas y la transparencia es el límite de visibilidad en el agua.

Ambos pueden variar estacionalmente, de acuerdo con la actividad biológica en la columna de agua y la superficie de escorrentía con partículas de suelo. Las fuertes lluvias también pueden dar lugar a variaciones horarias en la turbidez.

En una estación fluvial dada, la turbidez a menudo puede estar relacionada con TSS, especialmente donde hay grandes fluctuaciones en la materia suspendida. Por lo tanto,

después de una calibración adecuada, la turbidez se usa a veces como una medida continua e indirecta para TSS.

#### **2.1.4. Conductividad**

La conductividad, o conductancia específica, es una medida de la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica. Es sensible a las variaciones en los sólidos disueltos y los iones principales, principalmente las sales minerales. Además de ser un indicador aproximado del contenido mineral cuando otros métodos no se pueden usar fácilmente, la conductividad se puede medir para establecer una zona de contaminación, p.ej. alrededor de una descarga de efluentes, o el grado de influencia de las aguas de escorrentía. Se mide in situ generalmente con un medidor de conductividad, y puede medirse y registrarse continuamente. Tales mediciones continuas son particularmente útiles en ríos y agua subterránea para el manejo de variaciones temporales en sólidos disueltos totales y iones mayoritarios.

#### **2.1.5. pH, acidez y alcalinidad**

El pH es una variable importante en la evaluación de calidad del agua ya que influye en muchos factores biológicos y procesos químicos dentro de un cuerpo de agua y todos los procesos asociados con el suministro y tratamiento de agua. Al medir los efectos de una descarga de efluentes, puede usarse para ayudar a determinar la extensión de la pluma del efluente en el cuerpo de agua.

El pH es una medida del equilibrio ácido de una solución. La escala de pH va de 0 a 14, (es decir, muy ácido a muy alcalino), el pH 7 que representa una condición neutra. A una determinada temperatura, el pH (o la actividad de iones de hidrógeno) indica la intensidad del carácter ácido o básico de una solución y está controlado por los compuestos químicos disueltos y los procesos bioquímicos en la solución. En aguas no contaminadas, el pH está controlado principalmente por el equilibrio entre los iones de dióxido de carbono, carbonato y bicarbonato, así como otros compuestos naturales como los ácidos húmicos y fúlvicos.

La alcalinidad es una medida de la capacidad de amortiguación del agua o la capacidad de bases para neutralizar ácidos. Medir la alcalinidad es importante para determinar la capacidad de una corriente de neutralizar la contaminación ácida de la lluvia o aguas residuales. La alcalinidad no se refiere a pH, sino más bien la capacidad del agua para resistir el cambio en el pH.

La presencia de materiales amortiguadores ayuda a neutralizar los ácidos a medida que se agregan al agua. Estos materiales de amortiguación son principalmente las bases bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) y carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), y ocasionalmente hidróxido ( $\text{OH}^-$ ), boratos, silicatos, fosfatos, amonio, sulfuros y ligandos orgánicos. Donde la caliza, las rocas sedimentarias y los suelos ricos en carbonato son predominantes, el agua subterránea a menudo tendrá alta alcalinidad.

Los valores de alcalinidad originales son muy pequeños (y pueden diferir para el agua subterránea o agua superficial salina) y la capacidad de amortiguación, por lo tanto, es extremadamente baja. A causa de relativamente altas concentraciones de sustancias húmicas naturales, el pH original suele ser claramente inferior a 7,0.

La carga en el aire de diferentes compuestos acidificantes como sulfatos y nitratos puede bajar los valores de pH más significativamente de modo que se produzcan consecuencias biológicas nocivas. Algunas especies de peces son especialmente sensibles a la acidificación.

#### **2.1.6. Condiciones de oxigenación**

El oxígeno es sin duda el gas más importante que se disuelve en el agua desde la atmósfera, debido al hecho de que es el factor biotopo dominante que regula la vida en las aguas. El contenido de oxígeno de las aguas naturales varía con la temperatura, la salinidad, la turbulencia, la actividad fotosintética de algas y plantas, y la presión atmosférica. La solubilidad del oxígeno disminuye a medida que aumenta la temperatura y la salinidad. OD también se puede expresar en términos de porcentaje de saturación y niveles de saturación inferiores al 80% en agua potable, por lo general, los consumidores lo detectan como un mal olor y sabor resultante.

Las variaciones en OD pueden ocurrir estacionalmente, o incluso durante períodos de 24 horas, en relación con la temperatura y actividad biológica (p.ej., fotosíntesis y respiración). La respiración biológica, incluida la relacionada con los procesos de descomposición, reduce las concentraciones de OD.

En aguas tranquilas, pueden ocurrir bolsas de altas y bajas concentraciones de OD, dependiendo de las tasas de procesos biológicos. Las descargas de desechos con alto contenido de materia orgánica y nutrientes pueden conducir a la disminución de las concentraciones de OD como resultado del aumento de la actividad microbiana (respiración) que ocurre durante la degradación de la materia orgánica. En casos severos de concentraciones de oxígeno reducido (ya sean naturales o artificiales), pueden ocurrir condiciones anaeróbicas, particularmente cerca de la interfaz sedimento-agua como resultado de la descomposición del material sedimentario.

#### **2.1.7. Nutrientes**

El nitrógeno y el fósforo son los principales nutrientes que causan la eutrofización de las aguas superficiales; estos nutrientes se originan parcialmente de fuentes naturales, pero principalmente de las fuentes antropogénicas en áreas afectadas por diversas actividades humanas. La carga de nitrógeno surge principalmente de fuentes difusas como la agricultura, mientras que la carga de fósforo está dominada por fuentes puntuales, como aguas residuales municipales o efluentes industriales, pero también por agricultura, en particular escorrentía superficial.

Ambos nutrientes pueden infiltrarse en el suelo y ser transportados por aguas subterráneas a zonas de descarga, por ejemplo, flujo base en ríos o tuberías de drenaje. Cuando son transportados por el agua subterránea, puede tener lugar reacciones químicas, p.ej. desnitrificación, dependiendo de la reactividad del subsuelo y las condiciones redox.

La carga excesiva de nitrógeno y fósforo puede cambiar drásticamente la estructura de la actividad biológica de un cuerpo de agua, que conduce a fenómenos indeseables como floraciones de la alga azul-verdosa, crecimiento excesivo de macrófitas o incluso muertes de peces causadas por descomposición intensiva de materia orgánica con subsiguiente

deficiencia de oxígeno en la columna de agua. El agua potable contaminada con nitrato representa un riesgo para la salud de los bebés.

En la mayoría de los casos, el fósforo es el nutriente limitante para el crecimiento de algas en lagos, especialmente en condiciones oligotróficas-mesotróficas. El papel regulador del nitrógeno se vuelve más importante en lagos eutróficos o hipertróficos y aguas marinas. La mayoría de los productores primarios (por ejemplo, fitoplancton, perifiton y macrófitas) solo pueden utilizar formas disueltas de nutrientes como amonio, nitrito, nitrato, urea y fosfato. Por lo tanto, las concentraciones totales de nitrógeno y fósforo no necesariamente revelan el nutriente limitante del ecosistema léntico.

### **2.1.8. Materia orgánica**

La materia orgánica, medida por OD, DBO y amonio, constituye indicadores clave del contenido de oxígeno de los cuerpos de agua. Las concentraciones de estos parámetros normalmente aumentan como resultado de la contaminación orgánica causada por descargas de plantas de tratamiento de aguas residuales, efluentes industriales y escorrentía agrícola. La contaminación orgánica severa puede conducir a una rápida desoxigenación del agua del río, una alta concentración de amoníaco y la desaparición de peces e invertebrados acuáticos.

Las fuentes más importantes de carga de desechos orgánicos son: aguas residuales domésticas; papel e industrias de procesamiento de alimentos (entre otros); y, ocasionalmente, efluentes de ensilaje y desechos de la producción agrícola. Un aumento de la producción industrial y agrícola, junto con un mayor porcentaje de la población que está conectada a sistemas de alcantarillado, inicialmente resultó en aumentos en la descarga de desechos orgánicos en aguas superficiales en la mayoría de los países desarrollados. Sin embargo, en los últimos 15-30 años, el tratamiento biológico de las aguas residuales se ha incrementado y las descargas orgánicas han disminuido consecuentemente.

La medición de COT o DQO es un medio mucho más rápido de determinar el contenido orgánico en el agua y en aguas residuales que la medida de DBO. Si las concentraciones relativas de compuestos orgánicos en las muestras no cambian sustancialmente, una relación

empírica se puede establecer entre COT y DBO o DQO para permitir estimaciones rápidas y convenientes de este último.

La medición de COT se puede usar para monitorear procesos para el tratamiento o remoción de contaminantes orgánicos sin dependencia indebida de los estados de oxidación, y es válido a bajas concentraciones.

El humus se forma por la descomposición química y bioquímica de los residuos vegetales y de la actividad sintética de microorganismos. El humus entra a los cuerpos de agua a partir del suelo y de turberas o puede formarse directamente dentro de cuerpos de agua como resultado de transformaciones bioquímicas. Se separa operacionalmente en fracciones de ácido fúlvico y húmico, cada una de las cuales es un agregado de muchos compuestos orgánicos de diferentes masas.

Los compuestos orgánicos naturales no suelen ser tóxicos, pero ejercen importantes efectos de control sobre los procesos hidroquímicos y bioquímicos en un cuerpo de agua. Algunos compuestos orgánicos naturales afectan significativamente la calidad del agua para ciertos usos, especialmente aquellos que dependen de las propiedades organolépticas (sabor y olor).

Durante la cloración para la desinfección del agua potable, los ácidos húmicos y fúlvicos actúan como sustancias precursoras en la formación de trihalometanos como el cloroformo. Además, las sustancias incluidas en el humus acuático determinan la especiación de metales pesados y algunos otros contaminantes debido a su alta capacidad complejante.

Como resultado, las sustancias húmicas afectan la toxicidad y movilidad de complejos metálicos. La medición de las concentraciones de estas sustancias, por lo tanto, pueden ser importantes para determinar los impactos antropogénicos en los cuerpos de agua. La materia orgánica en las aguas subterráneas juega un papel importante en el control de los procesos geoquímicos actuando como donante / aceptor de protones y como amortiguadores de pH, al afectar el transporte y degradación de contaminantes y participando en las reacciones de disolución mineral / precipitación.

#### **2.1.9. Metales**

Los metales existen naturalmente y se integran en organismos acuáticos a través de los alimentos y agua. Los metales traza como el mercurio, el cobre, el selenio y el zinc son componentes metabólicos esenciales en bajas concentraciones. Sin embargo, los metales tienden a bioacumularse en los tejidos y la exposición prolongada o la exposición a concentraciones más altas pueden provocar enfermedades.

Las concentraciones elevadas de metales traza pueden tener consecuencias negativas para la vida silvestre y los humanos, en particular, el arsénico, un elemento semimetálico que existe naturalmente en algunas fuentes de agua superficial y subterránea: pueden conducir al desarrollo de lesiones cutáneas y cáncer en personas expuestas a concentraciones excesivas a través del agua potable, el baño o la comida. Las actividades humanas como la minería y la industria pesada pueden dar lugar a mayores concentraciones que las que se encontrarían naturalmente.

Como resultado del drenaje ácido de la minería por la salida de agua ácida, entre otros, por la minería de metales se pueden liberar al medio ambiente altas concentraciones de metales.

Los metales tienden a estar fuertemente asociados con sedimentos en ríos, lagos y embalses y su liberación al agua circundante es en gran medida una función del pH, estado de oxidación-reducción y contenido de materia orgánica del agua (y lo mismo también es cierto para nutrientes y compuestos orgánicos).

Por lo tanto, el monitoreo de calidad del agua para metales también debe examinar las concentraciones de sedimentos, de modo de no pasar por alto una fuente potencial de contaminación por metales en las aguas superficiales. La evaluación de la contaminación por metales es un aspecto importante de la mayoría de las evaluaciones de programas de calidad del agua.

#### **2.1.10. Contaminantes orgánicos**

Se encuentran numerosas sustancias peligrosas derivadas del uso de sustancias químicas en el medio acuático. La contaminación más extendida en el medio ambiente acuático se deriva de pesticidas y residuos de pesticidas. Las aguas residuales contienen muchas sustancias

peligrosas derivadas de detergentes y otras sustancias arrojadas a las alcantarillas; además, muchas sustancias se utilizan en la producción industrial y en el sector del transporte.

Al seleccionar una lista de variables para una vigilancia de contaminantes orgánicos, deben incluirse los parámetros de COT, DQO y DBO. En vigilancias intensivas, se deben identificar las siguientes clases de contaminantes orgánicos: hidrocarburos (incluidos los aromáticos y poliaromáticos), halocarbonos purgables, hidrocarburos clorados, diferentes grupos de pesticidas, bifenilos policlorados (PCB), fenoles, ésteres de ftalato, nitrosaminas, nitroaromáticos, haloéteres, derivados de bencidina y dioxinas.

#### **2.1.11. Sedimentación**

El transporte de sedimentos hacia los sistemas acuáticos resulta de casi todo el uso del suelo por parte del ser humano y de actividades industriales, incluyendo agricultura, silvicultura, urbanización y minería. Se observan aumentos en el transporte de sedimentos a los sistemas acuáticos generalmente a medida que el banco de vegetación lateral se degrada o remueve, los ríos se canalizan para permitir un desarrollo más cercano a las orillas de las corrientes, y la cobertura natural del suelo se elimina o reemplaza por una cobertura de suelo construida por el hombre (por ejemplo, carreteras y edificios).

La construcción de embalses también genera sedimentos y altera el régimen de sedimentación natural de muchos cursos de agua: los sedimentos tienden a acumularse en los reservorios y a menudo los ecosistemas aguas abajo de los reservorios se merman en su flujo natural de sedimentos y se incrementa la abrasión (fricción) de la ribera.

El transporte de sedimentos a las aguas superficiales tiene consecuencias tanto físicas como químicas para la calidad del agua y la salud del ecosistema acuático. La alta turbidez puede disminuir la cantidad de luz solar disponible, lo que limita la producción de algas y macrófitas; los hábitats de peces pueden degradarse a medida que la grava de desove se llena de partículas finas, lo que restringe el oxígeno disponible para los huevos enterrados. Las aguas turbias también pueden dañar a los peces directamente por irritación o abrasión de sus agallas o reduciendo el éxito de los depredadores visuales. La acción de abrasión de aguas turbias también puede dañar algunos macroinvertebrados bentónicos.

El sedimento muy fino (menos de 63  $\mu\text{m}$ ) a menudo es químicamente activo. El fósforo y los metales tienden a sentirse altamente atraídos por los sitios de intercambio iónico asociados con las coberturas de hierro y el manganeso que se producen en partículas pequeñas. Muchos contaminantes orgánicos tóxicos, como los pesticidas o sus productos de descomposición están fuertemente asociados con limo, arcilla y carbono orgánicos transportados por los ríos. Por lo tanto, los sedimentos actúan como un agente en el proceso de eutrofización y toxicidad en organismos acuáticos. Altas cargas de sedimentos en aguas superficiales también pueden aumentar la contaminación térmica al aumentar la absorción de luz, que aumenta por lo tanto la temperatura del agua.

Finalmente, las altas cargas de sedimentos pueden afectar la navegación y las instalaciones de retención de agua mediante sedimentación en cursos de agua y llenado de los reservorios, necesitando por lo tanto dragados costosos o acortando su vida útil. El dragado de embalses, cursos de agua, puertos y lagos también tienen serias implicaciones para la ecología de estos sistemas.

Debido al dragado, se pueden liberar químicos tóxicos (metales pesados o PCB) desde el fondo sedimentos a la columna de agua.

## **2.2 Aspectos metodológicos**

Los aspectos metodológicos de la información de calidad del agua generada en el laboratorio en cuanto a procesos, procedimientos, información documentada y responsabilidades organizacionales considerados para la planeación de monitoreos, ejecución y obtención de resultados y salidas de información, se enmarcan en la implementación de un Sistema de Gestión de Calidad en cumplimiento de la Norma Técnica Colombiana NTC/ISO/IEC 17025-2017 “Requisitos generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración” (ICONTEC, 2017) aplicable, para garantizar la generación de información técnicamente válida. Este Sistema de Gestión se ha armonizado debidamente con el que se aplica al IDEAM como Entidad pública. El repositorio utilizado por el Laboratorio de Calidad Ambiental del IDEAM con sede en Bogotá para las bases de datos y sus metadatos

relacionados, es el aplicativo Aquarius Samples AQS el cual se describe más adelante en el literal Gestión de la Información.

Entre los requisitos técnicos aplicables (sin limitarse a los aquí expuestos), se garantiza:

- Un equipamiento de medición, de laboratorio y de campo, incluyendo las sondas multiparámetro empleadas durante los monitoreos de calidad del agua, calibrado (cuando aplica) y verificado con patrones para garantizar la trazabilidad metrológica deseada; los equipos de laboratorio se someten a comprobaciones intermedias del desempeño adecuado con patrones en cada lote de análisis y se mantiene el registro en el servidor de laboratorio de las cartas de control aplicables y correspondientes a cada técnica analítica, según lo estipulado en el método de referencia respectivo, como soporte estadístico para evaluar las tendencias de los datos y verificar el cumplimiento de los requisitos de aseguramiento de calidad definidos.
- Trazabilidad metrológica de los resultados de las mediciones, mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones (cuando aplica) y una estimación razonable de la incertidumbre para cada técnica analítica en el rango de medición
- Selección, verificación y validación de métodos para cada técnica analítica, de modo que se confirman atributos como: exactitud, precisión, rango lineal (cuando aplica), límite de detección, límite de cuantificación, una estimación razonable de la incertidumbre de medición en el rango de trabajo, entre otros.

Los métodos de referencia aplicados en el laboratorio se adoptaron de agencias internacionales y nacionales como *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23th Edition* (APHA - AWWA - WEF, 2017); EPA Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (por sus siglas en inglés); ASTM, Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales, por sus siglas en inglés; Normas NTC de ICONTEC Instituto Colombiano de Normas Técnicas.

- Comparaciones interlaboratorio: El Laboratorio de Calidad Ambiental del IDEAM participa cada año en dos rondas de pruebas interlaboratorio con la Asociación

Canadiense para la Acreditación de Laboratorios CALA (por sus siglas en inglés) para las variables de calidad en el alcance del acuerdo C4 y dispone del reporte de los respectivos resultados, en su mayoría con un puntaje superior al 90%, como parte del soporte de la competencia técnica del personal.

- Método de muestreo y plan de muestreo (**Anexo 1 y Anexo 2**) que cumplen con la información requerida; se incluyó en cada campaña controles de calidad de campo en el 45% (en promedio) de los puntos monitoreados y para diferentes variables con el fin de evaluar en el laboratorio posibles interferencias de “matriz” y de las condiciones ambientales en el momento de muestreo; dichos controles consisten en blancos, testigos (muestra sintética con una cantidad conocida del analito o variable, para evaluar en la “recuperación” la presencia de posibles interferencias por condiciones ambientales) y adicionados (se adiciona a la muestra una concentración conocida del analito para evaluar en la “recuperación” la presencia de posibles interferencias de matriz). En el Anexo 1 se relaciona el consolidado de los planes de muestreo de las campañas 1 a 8, aclarando que para la Campaña 4 Ruta 1 se contó con acompañamiento y el apoyo para el transporte por parte de CDMB y para la Ruta 2 con el acompañamiento y el apoyo para el transporte por parte de la CAS; así mismo para la Etapa 1 de la Campaña 8, se contó con el acompañamiento y el apoyo para el transporte por parte de la CAS para visitar en itinerario terrestre 5 estaciones en jurisdicción de esta autoridad ambiental del departamento de Santander.
- Una manipulación adecuada de las muestras o ítems de ensayo: se registra en la cadena de custodia el tipo de preservante utilizado según la variable, la temperatura de la nevera en el envío, en el momento de la recepción en el laboratorio, las posibles desviaciones de las condiciones especificadas y se les almacena en cuarto frío en las instalaciones del Laboratorio a temperatura controlada para proteger su integridad y evitar el deterioro.
- Registros técnicos para cada actividad de campo y de laboratorio que permitan comprobar las observaciones primarias, datos y cálculos originales con fechas e

identidad de los responsables, que facilitan identificar los factores que afectan la medición y las modificaciones ó correcciones si es el caso.

- Aseguramiento de la validez de los resultados. En cada lote de ensayo se utilizan materiales de referencia y de control de calidad para hacer comprobaciones funcionales del equipamiento; se designa un líder fisicoquímico responsable de verificar los datos y su reporte (redondeo, cifras significativas), que también verifica si hay una correlación entre variables (cuando aplica) para detectar tendencias y posibles errores en las magnitudes de modo que, si se hace necesario repetir un ensayo, se haga dentro de los tiempos de vida útil de la muestra. También el Laboratorio cuenta con un líder técnico que orienta la solución y decisión sobre los desafíos analíticos cuando se presentan desviaciones ó trabajos no conformes, además realiza una verificación aleatoria de los resultados y es quien se responsabiliza de la liberación del dato definitivo que se ingresa a la base de datos.

### **2.3 Flujo de trabajo**

Para hacer el seguimiento a la calidad de los recursos biofísicos en matrices ambientales como agua superficial, agua lluvia (precipitación), suelos, sedimentos, a través de monitoreos, se realiza la medición de variables In Situ (en el caso del agua superficial se miden las variables fisicoquímicas pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y temperatura), la toma de muestra y la realización de los análisis (ó ensayos) en el laboratorio; el flujo de trabajo en el Laboratorio de Calidad Ambiental LCA se da en tres fases como se indica a continuación a manera de flujogramas (IDEAM, 2019). Fase 1 Planeación del muestreo. Fase 2 Ejecución del muestreo y Fase 3 Obtención de resultados y salidas de información.

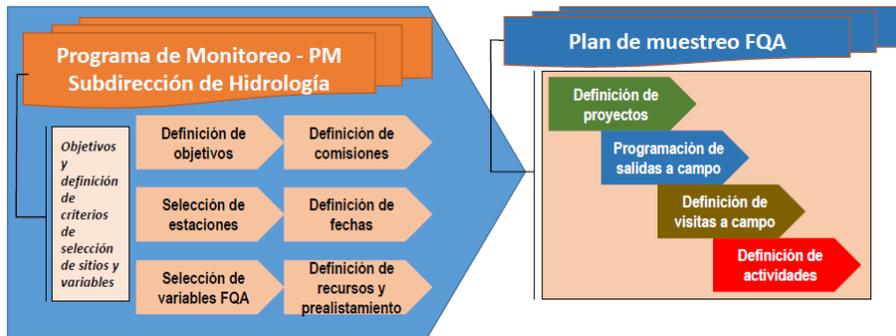


Figura 1. Fase 1 Planeación del Muestreo

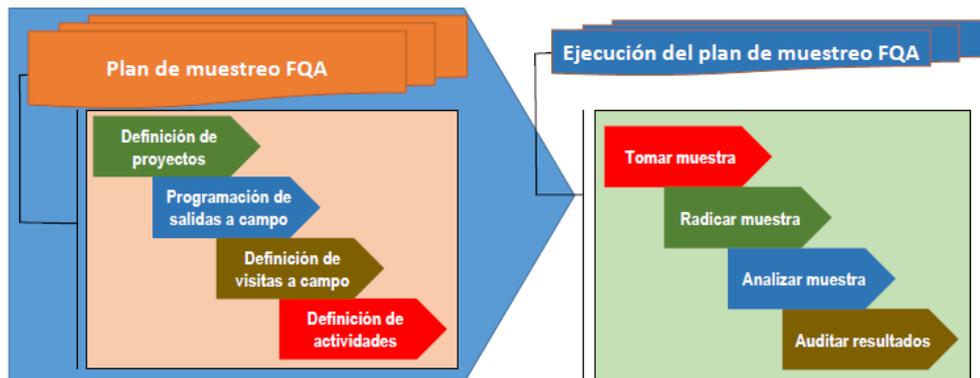


Figura 2. Fase 2 Ejecución del Plan de muestreo



Figura 3. Fase 3 Obtención de resultados y salidas de información

## 2.4 Control de los datos

Para las actividades de recopilación, procesamiento, registro, almacenamiento y recuperación de información, el control de datos y registros se da en cada una de las tres fases. En la fase

1 de planeación, una vez definidos los sitios (denominados ubicaciones en el aplicativo AQS) a visitar para el monitoreo, se lleva a cabo toda la logística adecuada para contar con los equipos y materiales necesarios. Desde el alistamiento y verificación de Formatos de campo y de las sondas multiparámetro; el lavado, secado y rotulado de los envases y neveras, baldes y recipientes para integración de muestras, alistamiento de preservantes, patrones y controles de campo, pilas de refrigeración, elementos de protección personal EPP y de bioseguridad, otros insumos de muestreo como frascos lavadores, toallas de papel, agua destilada en cantidad suficiente, recipientes para disposición de residuos sólidos y líquidos peligrosos, etc.

En la fase 2 de ejecución, al radicar el ingreso, se realizan verificaciones a los registros de variables In Situ, controles de campo (cuando aplica), cantidad y estado de las matrices y recipientes recibidos en el laboratorio y al registro de todos los ensayos aplicables en la cadena de custodia.

Así mismo, se hacen verificaciones de equipo y método en cada etapa de los análisis de laboratorio por lote procesado, incluye los patrones aplicables de aseguramiento de la calidad de los datos (exactitud, precisión, límite de cuantificación, análisis de duplicados y de muestras fortificadas, revisión de ecuación vigente, etc) y de los registros técnicos, completando las actividades de auditoría de datos, para liberar el resultado a ingresar a la base de datos (Aplicativo AQS con todos los metadatos solicitados).

En la fase 3 Obtención de resultados y salidas de información, se realizan verificaciones de la transcripción (digitación) de los resultados en la base de datos y se generan consultas para verificar la validación y el avance en los ensayos.

## **2.5 Gestión de la información**

Las tres (3) Fases se registran en el aplicativo AQS que es uno de los módulos de DHIME, al que se accede desde el vínculo indicado a continuación.

<http://dhime.ideam.gov.co/webgis/home/>

DHIME es el Sistema de Información para la gestión de datos Hidrológicos y Meteorológicos del IDEAM. Este portal permite el acceso a las herramientas de gestión de series temporales, datos de laboratorio (mediante el aplicativo Aquarius Samples – AQS), acceso bajo demanda a datos oficiales, apoyado en mapas inteligentes, herramientas analíticas y geoinformación del IDEAM. El Ingreso a las aplicaciones se autoriza únicamente a servidores públicos IDEAM.

AQUARIUS Samples es una aplicación comercial (licenciada) de administración de muestras que almacena y valida, de manera segura, todos los datos discretos de entorno en la Nube para análisis y visualización de la información generada en el Laboratorio de Calidad Ambiental, el cual se empezó a usar a partir del segundo trimestre de 2019. Se accede desde el vínculo indicado a continuación, a través de correos de Gmail.

<https://ideam.aqsamples.com/login>

### PROCEDIMIENTO: PROGRAMAR SALIDAS A CAMPO



Figura 4. Información de la Planeación de las salidas de campo que se ingresa al Aplicativo AQS.

En la **Figura 4** se muestra parte de la información que se ingresa y la denominación del campo en el aplicativo AQS, que va a corresponder al nombre del encabezado de columna una vez que se genera la salida de información (Observaciones) ó Consulta AQS en Excel

(hace parte del **Anexo 3**. AQS-Consulta-AC4-CAMP 1 A 8-2023-07-31, que acompaña el presente informe<sup>1</sup>), como parte de la metadata que soporta los resultados analíticos. Se tiene en cuenta:

- La creación del punto geográfico, denominado ubicación en el aplicativo
- Detalles de la ubicación del muestreo
- Creación del Proyecto (por ejemplo 2023 ECOPETROL – IDEAM)
- Selección de las ubicaciones para el proyecto
- Creación de la salida de campo (por ejemplo 2023 ECOPETROL-IDEAM CAMPAÑA 8)
- Visita a ubicaciones. Distingue estados: planificado, en progreso y finalizado
- Fecha y hora de inicio y finalización de las actividades (de monitoreo).
- El personal que realiza las actividades, denominado Participantes en el aplicativo.
- Se describe si se van a tomar datos de campo (ej. Variables In Situ: pH, COND, OD, TEMP).
- Se señalan las variables que se van a coleccionar para su posterior análisis en el laboratorio, denominadas Propiedad Observada en el aplicativo.
- Se anota la preservación de las muestras, en el aplicativo se llama Nombre del espécimen.
- Se señala si se van a realizar Estudios de Campo y la(s) Comunidad(es) hidrobiológica(s) a evaluar.

---

<sup>1</sup> Se aclara que la Consulta entregada no contiene todos los campos ingresados al aplicativo AQS, sino aquellos que son de utilidad para el usuario final de los resultados de calidad del muestreo; los demás metadatos son de uso interno del sistema de gestión de calidad del laboratorio.

- Se señala si se van a realizar Perfiles verticales.
- Se crean las muestras, distingue entre muestras de rutina, réplicas (duplicados) y controles de calidad del muestreo (blanco, réplica, testigo, adicionado).
- Asigna un código único, en el aplicativo se llama Nombre de la actividad, obedece a la asignación de un consecutivo único que se lleva desde que se inició en el LCA el ingreso de muestras en medio digital, actualmente es alfa numérico, la parte numérica es el consecutivo y la parte alfabética una letra que se asigna al proyecto; incluye medio (por ej. Agua superficial), método de recolección, comentarios (por ej. Actividades económicas aledañas al sitio), se crea el Nombre del espécimen (que corresponde a los envases ó recipientes – con su correspondiente preservación), equivale a la descripción de submuestra en el FORMATO CAPTURA DE DATOS EN CAMPO PARA AGUA SUPERFICIAL Código: M-S-LC-F001 donde se registra la información del muestreo de cada estación ó punto de monitoreo, para discriminar todas las variables específicas a determinar de cada recipiente, en el aplicativo se denomina a este campo Propiedad observada; en el menú detalles del espécimen del aplicativo se ingresan las correspondientes solicitudes de análisis, es decir la Propiedad (variable), el método de análisis (ó ensayo) usado, el método de preparación (si aplica), el tiempo de retención (en horas) que se refiere a los tiempos recomendados para la ejecución del análisis, contabilizados desde el momento del muestreo y comentarios.
- Se realiza la digitación de resultados de campo y laboratorio (avalados técnicamente), que en la consulta exportada corresponde al campo “Clasificación de datos” (en la salida ó Consulta las opciones son FIELD y LAB); se indican las unidades de medida; los límites de detección y cuantificación del método LDM y LCM respectivamente. Cuando el resultado está por debajo de dichos límites se selecciona la opción NO DETECTADO (NOT\_DETECTED), se deja registro del responsable (analista) en el campo denominado Indicador de calidad y del estado de revisión del dato según el estado de auditoría analítica (radicado, analizado, reprocesado, revisado, digitado,

aprobado), los campos indicador de calidad y estado del resultado no se incluyen en la consulta entregada.

En química analítica el registro del resultado, cuando está por debajo del límite de cuantificación del método, se lee < LCM, por ejemplo, para DQO: < 10 mgO<sub>2</sub>/L; esta simbología no la recibe el aplicativo, ya que no identifica el símbolo menor que (<) como un carácter numérico; esto generaría conflicto en el momento de requerirse la realización de cálculos entre las magnitudes numéricas de los resultados. Por esta razón en la Consulta en Excel el campo “Valor del resultado” aparece en ese caso como un registro vacío, e intencionalmente se ubicaron a la derecha de este, los campos “Unidad del resultado”, “Condición de detección” en la que se evidencia la condición “NOT\_DETECTED”, y los campos “Laboratorio:LDM” y “Laboratorio:LCM”, para que el usuario de la información identifique claramente este tipo de registros.

Por lo anterior, las tablas 6 a 21 en el cuerpo del presente informe, contienen registros de resultados precedidos del símbolo menor que (<) en los casos aplicables.

- Se procede a la exportación de datos (en CSV) desde el menú OBSERVACIONES, con los filtros deseados de fechas, proyecto, salidas de campo, ubicaciones, etc.
- Se organiza la exportación en Excel con los campos autorizados para entrega a los usuarios, con el aval del Líder Técnico.

El acceso distingue tres niveles de usuarios según roles y privilegios para la protección contra uso no autorizado y salvaguardando la información contra manipulación indebida.

Los permisos para los usuarios están configurados, asignando usuarios a uno o más Roles y Grupos de acceso.

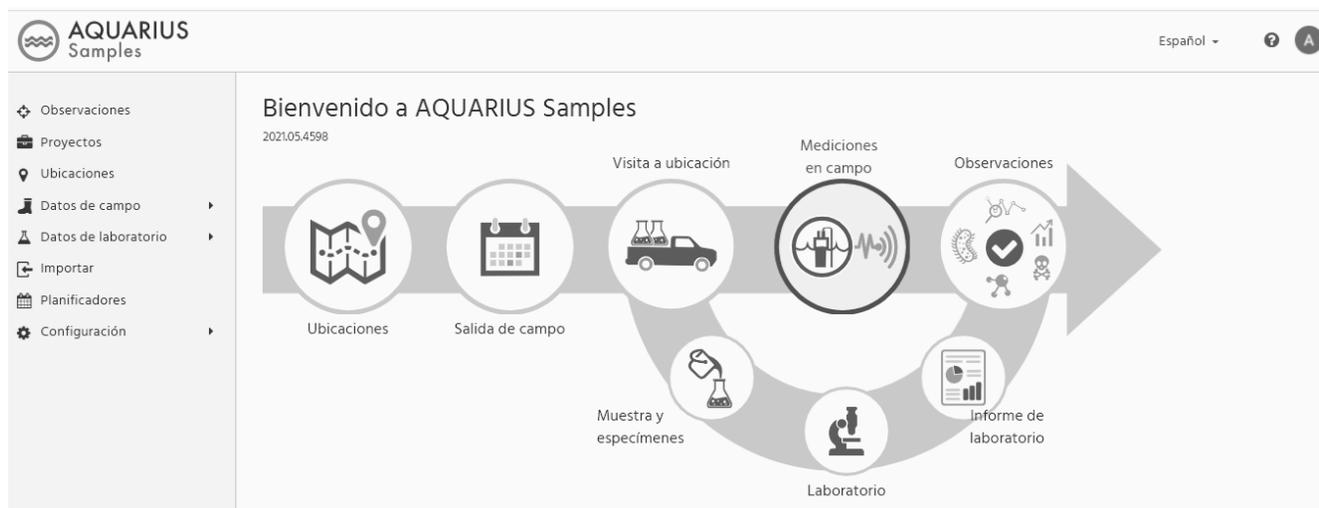
Las acciones que pueden realizar son Ver, Crear nuevo, Editar, Eliminar. Los roles de usuario y los permisos asociados están definidos por el sistema. Las formas de acceso según los roles son:

- Rol 1: Técnico de campo encargado de realizar la Planeación de las visitas. El técnico de campo se encarga de crear los proyectos, las ubicaciones, las propiedades observadas, las salidas de campo, las visitas, las muestras y los especímenes.
- Rol 2: Analistas del laboratorio, designados para efectuar la digitación de los resultados obtenidos en sus marchas analíticas.
- Rol 3: Líderes de Calidad responsables de la verificación y auditoría de los datos producidos por el laboratorio.

El alcance del diligenciamiento del aplicativo inicia en la creación de un proyecto; para la planificación de una salida de campo que puede contener una o más visitas, incluye la creación de las ubicaciones asociadas (sitios), la selección de especímenes (recipientes) según la definición de las propiedades (variables) observadas, la digitación de resultados de campo y de ensayos en laboratorio, la revisión y aprobación de los registros y la generación de reportes.

La

**Figura 5** muestra los íconos de las secciones que se diligencian en el Aplicativo AQS en las tres fases del flujo de trabajo en el laboratorio: planeación, ejecución y obtención de resultados.



*Figura 5. Secciones del Aplicativo AQS: ubicaciones, salidas de campo, visita a ubicación, mediciones en campo, observaciones, muestras y especímenes y salidas de información.*

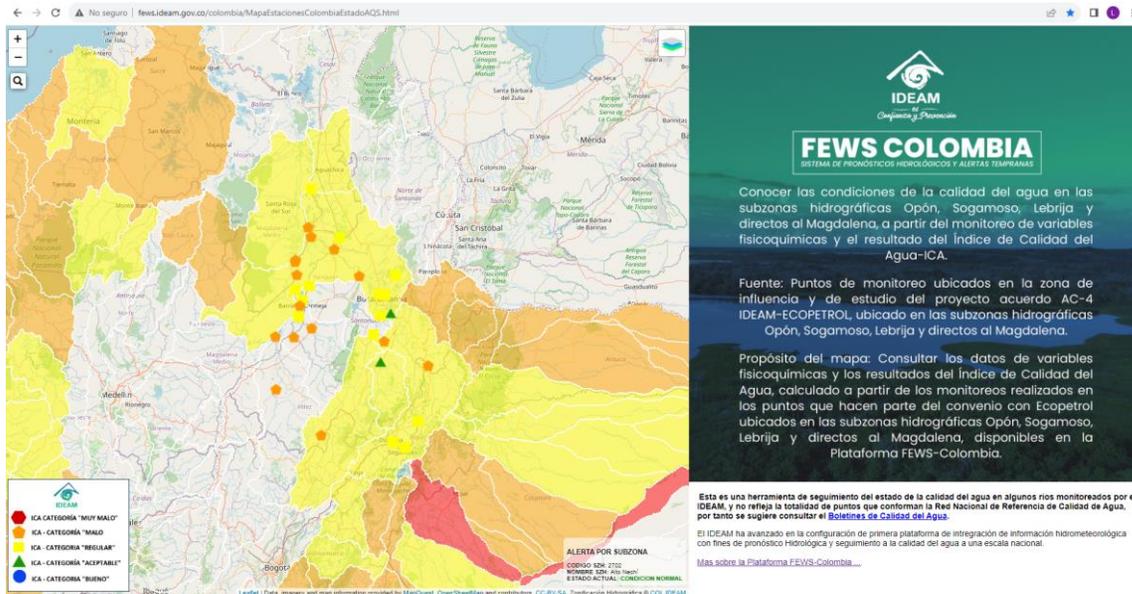
## 2.6 Visor FEWS de las variables de calidad que hacen parte del ICA

El IDEAM desde 2014 ha implementado el Sistema Operacional de Pronóstico Hidrológico para Colombia - **Plataforma FEWS-Colombia**. Mediante esta plataforma, el IDEAM gestiona los procesos de pronóstico hidrológico (modelación hidrológica, hidráulica y estadística) e integra los datos de series de tiempo de diferentes fuentes y formatos provenientes del IDEAM y las Corporaciones Autónomas Regionales del Valle del Cauca (CVC) y la de Cundinamarca (CAR).

Para facilitar el acceso web de usuarios externos a los registros de variables básicas de calidad obtenidos en las ocho campañas de monitoreo en el Valle medio del Magdalena VMM en el marco del Acuerdo AC4 Ecopetrol-IDEAM, el Grupo de Evaluación Hidrológica ha dispuesto dichos datos en un visor en la Plataforma FEWS-Colombia, que se puede consultar en el siguiente vínculo,

<http://fews.ideam.gov.co/colombia/MapaEstacionesColombiaEstadoAQS.html>

La vista general de entrada con su reseña se muestra en la **Figura 6**, a continuación.



*Figura 6. Vista general visor FEWS-Colombia para consultar resultados de variables básicas de calidad de agua superficial del índice de calidad ICA en la zona de influencia del Acuerdo Ac4 Ecopetrol-IDEAM en el valle medio del Magdalena VMM*

El visor es una herramienta de seguimiento al estado de la calidad durante la vigencia del Acuerdo AC4 en el período 2021-2023. Las variables cargadas en el visor para cada visita ejecutada a cada uno de los puntos de monitoreo y que están involucradas en el cálculo del ICA son: i) porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (% SAT OD), el cual responde a la concentración de equilibrio de oxígeno (mg/l), a una presión no estándar y depende de la concentración de oxígeno disuelto medido en campo (mg/l) asociado a la elevación, caudal y capacidad de reoxigenación de la fuente; ii) sólidos suspendidos totales (SST); iii) demanda química de oxígeno (DQO); iv) conductividad eléctrica (CE); v) La relación nitrógeno total/fósforo total (NT/PT) y vi) pH.

La Hoja metodológica para el cálculo del Índice de calidad del agua en corrientes superficiales ICA, se puede consultar en la dirección electrónica enunciada a continuación,

<http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/agua>

Según se explica en la hoja metodológica, los valores optativos que puede llegar a tomar el indicador han sido clasificados en cinco (5) categorías. De acuerdo con ello se califica la calidad del agua de las corrientes superficiales a la altura de un punto de monitoreo, a la cual se le ha asociado un color como señal de alerta y un símbolo para su espacialización. En la Tabla 2-1 se registra la relación entre descriptor de calidad, símbolo, rango de valores y calificación.

*Tabla 2-1. Calificación de la calidad del agua según los valores que tome el ICA*

<b>Descriptor</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Rango</b>	<b>Color</b>
Bueno	Círculo	0.91 – 1.00	Azul
Aceptable	Triángulo	0.71 – 0.90	Verde
Regular	Cuadrado	0.50 – 0.70	Amarillo
Malo	Pentágono	0.26 – 0.50	Naranja
Muy malo	Hexágono	0.00 – 0.25	Rojo

En el visor, los puntos de monitoreo según su descriptor se muestran con el símbolo y color correspondiente, el rótulo de calificación ó categoría de calidad se observa en la parte inferior izquierda del mapa, desde cualquier menú.

Una vez se ubica el cursor en el símbolo de una estación de la cual se quiere consultar la información disponible, se puede navegar ingresando al menú disponible en la parte superior derecha a través de las pestañas: General, Reporte, Datos, SZH, que emergen en la parte superior derecha de la pantalla (Figura 8)

Concretamente en la pestaña Datos, el gráfico superior muestra en el eje “Y” la categoría de ICA, en el eje “X” la fecha de monitoreo y según la categoría, cada punto correspondiente al ICA como indicador sintético del estado de la corriente superficial en cada estación en una fecha de monitoreo particular (día/mes/año hora), se muestra al ubicar el cursor sobre dicho punto; según el color de fondo del gráfico, este da cuenta de la calificación de calidad de la fuente, que señala la leyenda a la derecha del gráfico, de modo que se puede visualizar la variación del indicador en cada campaña (Figura 7).

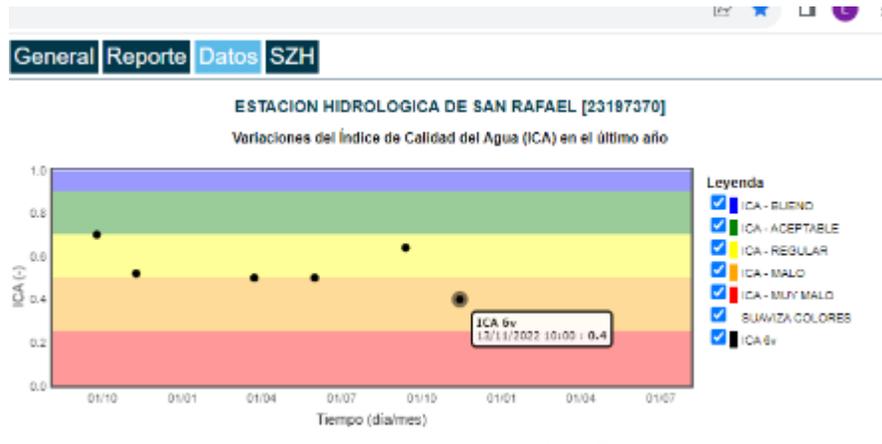


Figura 7. Ejemplo de visualización en visor FEWS-Colombia de variación del ICA en la estación Lebrija-San Rafael en seis campañas de monitoreo realizadas en el marco del Acuerdo AC4.

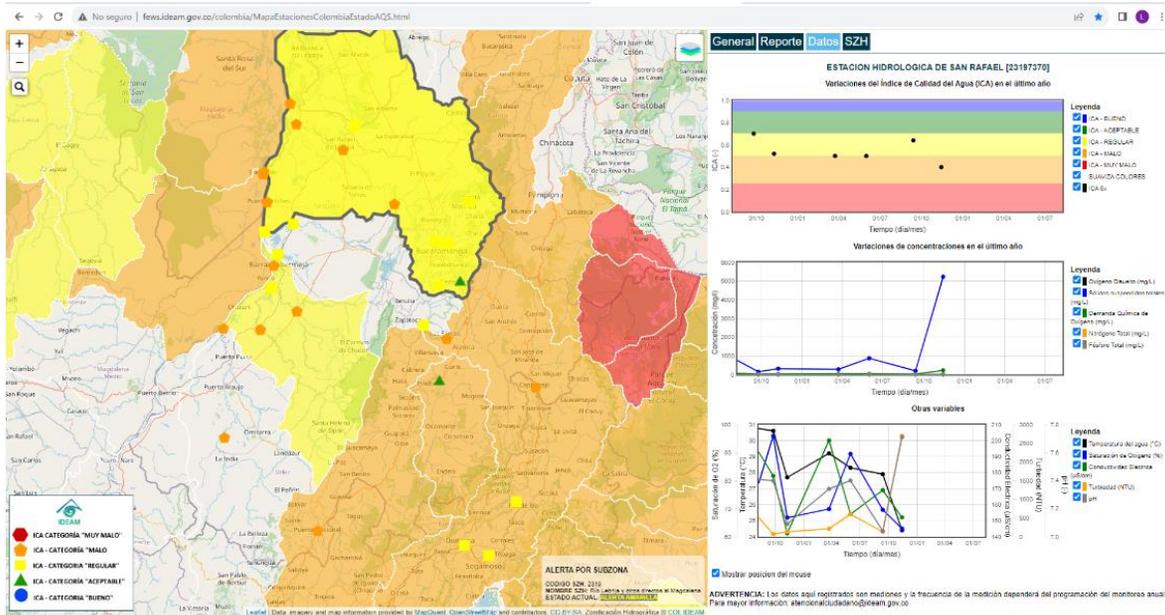


Figura 8. Estado de alerta amarilla de inundación en la SZH Río Lebrija y variación en seis monitoreos de las magnitudes de las variables de calidad sólidos suspendidos totales (gráfico central), temperatura, saturación de oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, pH y turbiedad (gráfico inferior) en la estación San Rafael.

Si el cursor se mueve alrededor del punto que representa la estación, se muestra el borde de un polígono cuyo contorno se muestra en color negro, el cual corresponde a la subzona hidrográfica SZH a la que pertenece dicha estación, el rótulo inferior derecho en el área del mapa contiene el código, nombre y estado actual de la alerta (de inundación) en la subzona con su correspondiente color (ver **Figura 8**).

En la parte inferior derecha de la página al mover la barra de desplazamiento vertical hacia abajo, se puede acceder a la Tabla de datos, que muestra para cada fecha de visita al punto, los resultados obtenidos del índice de calidad del agua ICA, y las variables: temperatura T(°C), oxígeno disuelto (OD), saturación de oxígeno SO (%), conductividad eléctrica CE (µS/cm), turbiedad Tur (NTU), pH, sólidos suspendidos totales SST (mg/L), demanda química de oxígeno DQO (mg/L), nitrógeno total NT (mg/L) y fósforo total PT (mg/L). Cabe aclarar que las fechas no están en estricto orden cronológico y que la tabla se puede exportar a formato CSV y JSON haciendo click en el botón respectivo (Ver Figura 9).

TABLA DE DATOS											
Exportar a: <input checked="" type="button" value="CSV"/> <input type="button" value="JSON"/>											
Mostrar <input type="text" value="10"/> registros por pagina <span style="float: right;">Buscar: <input type="text"/></span>											
Fecha	ICA (-)	T (°C)	OD (mg/L)	SO (%)	CE (um)	Tur (l)	pH (l)	SST (mg/L)	DQO (mg/L)	NT (mg/L)	PT (mg/L)
31/05/2022 13:00	0.5	28.3	6.9	89.53	154	600	7.4	868	34	2.57	1.4
24/09/2021 12:20	0.7	30.6	7.1	95.89	178	70	7.4	147	15	3.06	0.3
23/03/2022 10:35	0.5	29.2	5.3	69.86	200	210	7.34	277	36	3.46	0.4
19/07/2021 15:15	0.38	30.8	5.3	71.82	199	700	7.41	1012	83	2.63	2.2
13/11/2022 10:25	0.4	24.4	5.2	62.87	152	2700	7.71	5230	223	2.81	2.7

Mostrando la pagina 1 de 1 Anterior  Siguiente

*Figura 9. Tabla de datos de calidad para cada fecha de monitoreo en la estación Lebrija-San Rafael con opción de exportar a formatos CSV y JSON.*

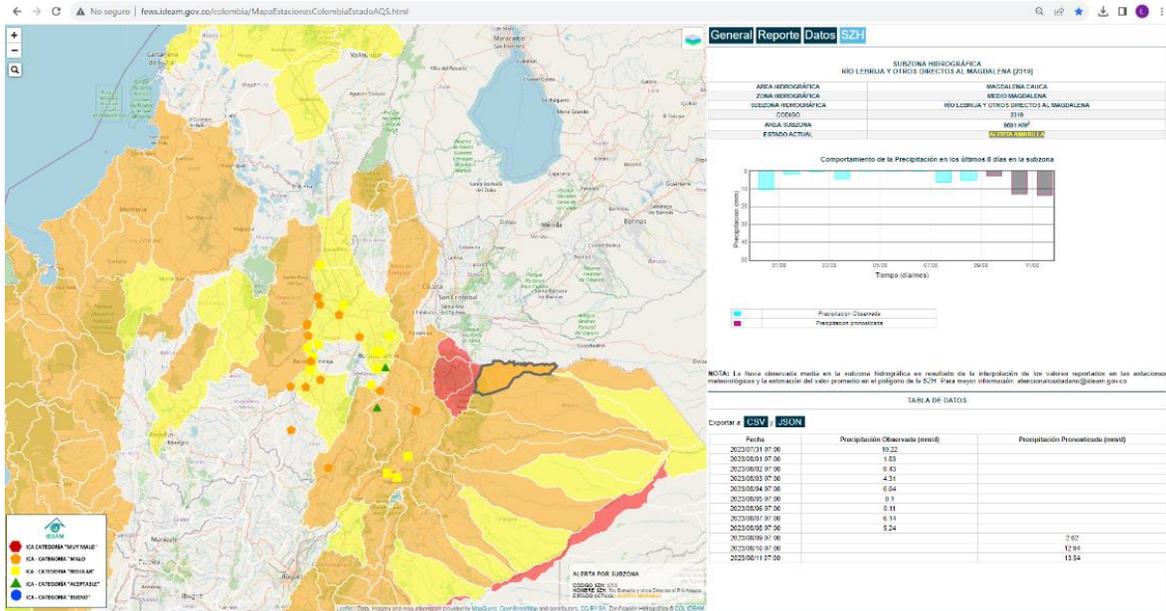


Figura 10. Estado de alerta de inundación en la SZH Lebrija, gráfico del comportamiento de la precipitación en los últimos ocho días y de la precipitación pronosticada para tres días y tabla de datos de dichas observaciones y pronósticos con opción de exportación a formatos CSV y JSON.

Cuando se ubica el cursor dentro del polígono de una SZH dada, La **Figura 10** muestra que al seleccionar la pestaña SZH se despliega en la parte superior derecha la información de dicha Subzona hidrográfica y el estado de alerta de inundación; en la parte central el gráfico el comportamiento de la precipitación en los últimos ocho días y de la precipitación pronosticada para tres días y en la parte inferior tabla de datos de dichas observaciones y pronósticos con opción de exportación a formatos CSV y JSON.

Al navegar por la pestaña opción Reporte, se puede observar en forma de tabla resumen la información de ubicación de la estación, su categoría, coordenadas, incluso la categoría de calidad que representa el estado según valor de ICA calculado para la fecha de la última campaña de monitoreo, como se observa en la **Figura 11** a continuación.

ESTACION HIDROLOGICA  
SAN RAFAEL [23197370]

Categoría	Limnométrica
Coordenadas	Latitud: 7° 34' 41" N, Longitud: 73° 33' 38" W
Altitud	70 m. s.n.m
Cota Cero	70.558 m. s.n.m
Area aferente	4329.32424208
Zona Hidrográfica	Medio Magdalena
Subzona Hidrográfica	Río Lebrija y otros directos al Magdalena
Corriente	LEBRIJA
Centro Poblado	SABANA DE TORRES
Municipio	SABANA DE TORRES
Departamento	SANTANDER
Estado	● MALO
Ultimo valor de ICA	0.40 m
Fecha de la Campaña	13-11-2022 10:25 m
Imagen	 SAN RAFAEL [23197370]

Figura 11. Información de coordenadas y categoría de la estación, categoría de calidad y valor del ICA correspondiente a la fecha de la última campaña de monitoreo.

### 3 Monitoreo de calidad del agua efectuado

#### 3.1 Comisión de campo

Para realizar las campañas de monitoreo de referencia de cantidad y calidad de agua superficial de los ríos Sogamoso, Opón y Lebrija Medio – Bajo y tramo del río Magdalena se contó con dos frentes de trabajo, en las denominadas Ruta 1 y Ruta 2, cada uno de los cuales estuvo integrada por:

- Dos vehículos con conductor.
- Dos técnicos o profesionales de hidrología para realizar los aforos líquidos en los puntos de monitoreo y entre otras, actividades de
- Inspección de la sección de miras para determinar el acceso, el estado o la ausencia del Limnómetro (soportes y miras).
- Rocería y limpieza de la sección de miras.
- Chequeo de cotas y nivelación de empalme.

- Instalación de tramos de miras faltantes o deteriorados.
- El registro fotográfico de dicha campaña
- Un profesional ó técnico del Grupo Laboratorio de Calidad Ambiental para realizar las mediciones In Situ y la toma de muestras para el análisis de variables de calidad en el Laboratorio.

Las fechas de ejecución en campo de las actividades de monitoreo se señalan a continuación:

Campaña 1: 13/07/2021 a 6/08/2021

Campaña 2: 24/09/2021 a 12/10/2021

Campaña 3: 25/10/2021 a 25/11/2021

Campaña 4: 14/03/2022 a 26/03/2022 [Cobertura 16 estaciones – 52%]

Campaña 5: 17/05/2022 a 14/07/2022

Campaña 6: 08/09/2022 a 28/09/2022

Campaña 7: 10/11/2022 a 18/11/2022 [Cobertura 20 estaciones – 65%]

Campaña 8: 08/05/2023 a 26/06/2023 [Cobertura 30 estaciones – 97%]

La **Tabla 3-1** muestra la ubicación de los puntos de monitoreo propuestos en el acuerdo, discriminados por las Rutas 1 y 2, que a la vez corresponden a los dos frentes de trabajo; sin embargo en la cuarta campaña quedaron sin visitar 15 estaciones, entre ellas la parte alta del río Chicamocha (departamento de Boyacá), de las restantes la mayoría correspondientes al tramo fluvial, particularmente el tramo del río Magdalena, las cuatro desembocaduras de los afluentes Sogamoso, Carare, Opón y Cimitarra y la cuenca media y baja del río Lebrija. En la campaña 7, quedaron sin visitar 10 puntos de monitoreo; el criterio de priorización para los puntos visitados obedeció a la evaluación de los cierres de subzona hidrográfica y puntos que presentaron señales de mayor presión antrópica por haber presentado niveles más bajos de oxígeno disuelto y en consecuencia de porcentajes de saturación de oxígeno disuelto, niveles cuantificables de hidrocarburos en alguna de las campañas anteriores, y niveles más altos de nutrientes.

La **Figura 13** muestra la distribución espacial de los puntos de monitoreo. La ubicación corresponde a la indicada en el catálogo nacional de estaciones del IDEAM (CNE) para el caso de los puntos de monitoreo de calidad que coinciden con estaciones hidrológicas, en ese caso el código de estación se relaciona en el nombre de la ubicación entre corchetes cuadrados.

En el caso de las desembocaduras de los ríos Opón, Lebrija, Sogamoso y Cimitarra, de interés en la zona de estudio, las coordenadas corresponden a las obtenidas en campo con geoposicionador en campañas de años anteriores, particularmente en el marco de convenios suscritos en el pasado con Cormagdalena.

Cada funcionario del Grupo Laboratorio de Calidad Ambiental, se encargó de registrar en los formatos de captura de datos en campo para agua superficial (M-S-LC-F001) los resultados de la medición de las variables *In Situ* (ver Figura 12), pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, tipo de muestreo y datos relacionados con la cadena de custodia de las muestras de agua y sedimento; la verificación del desempeño de los equipos de medición y del llenado de las botellas para el análisis posterior en el laboratorio, de las variables fisicoquímicas acordadas en el Plan Operativo.

Dichas variables a monitorear por estación se presentan más adelante en la **Tabla 3-2**, y en la **Tabla 3-3** se presenta la técnica analítica ó variable con el método de determinación, preservación, rango de detección, las unidades respectivas y el límite de cuantificación.



*Figura 12. Llenado de recipientes, medición de variables In Situ, medición de oxígeno disuelto por titulación y preservación de muestras en estación Puente Nacional*

### **3.2 Medición de variables in situ**

Para obtener muestras representativas del agua del río para la lectura de los parámetros *in situ* se utilizó un balde plástico en el que se integraron las muestras superficiales recogidas en las tres verticales,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{4}$  del ancho de la corriente, es decir, a lo largo de la sección transversal del respectivo punto de monitoreo.

Posteriormente, la muestra era integrada y bien mezclada para obtener una correcta y confiable medición de la conductividad, pH, oxígeno disuelto y temperatura in situ. Las mediciones se realizaron con sonda multiparámetro previamente verificada, excepto para OD el cual se determinó por titulación.

Tabla 3-1. Ubicación de los puntos de monitoreo, discriminados por Frentes de Trabajo denominados Ruta 1 y Ruta 2

# PUNTOS	Id de la ubicación AQS	Nombre de la ubicación	Departamento	Municipio	Latitud	Longitud	Dato de referencia horizontal	Dato de referencia vertical
<b>RUTA 1</b>								
1	31076	RCA_CHICAMOCHA_BOY_SOGAMOSO_PTE.CHAMEZA [24037290]	BOYACÁ	SOGAMOSO	5,7598889	-72,9065278	5°45'35.6"N 72°54'23.5"W	2490
2	31077	RCA_CHICAMOCHA_BOY_TIBASOSA_SAN RAFAEL [24037190]	BOYACÁ	TIBASOSA	5,8076111	-73,0138056	5°48'27.4"N 73°00'49.7"W	2500
3	31074	RCA_CHICAMOCHA_BOY_PAZ DE RIO_PAZ DE RIO [24037510]	BOYACÁ	PAZ DE RIO	6,0002778	-72,7822222	6°00'01.0"N 72°46'56.0"W	2217
4	31175	RCA_CHICAMOCHA_BOY_COVARACHIA_CAPITANEJO [24037390]	BOYACÁ	COVARACHIA	6,5133890	-72,6926110	6°30'47.55" N 72°41'43.63" W	1160
5	27565	RCA_DE ORO_SAN_GIRON_PALOGORDO [23197690]	SANTANDER	GIRON	6,9691667	-73,1305556	6°58'09.0"N 73°07'50.0"W	690
6	100000	RCA_DE ORO_SAN_PIEDECUESTA_PIEDECUESTANA [2319700100]	SANTANDER	PIEDRECUESTA	6,9930722	-73,0354694	6°59'22.00" N 73°02'28.00" W	1096
7	3418	RCA_VETAS_SAN_SURATA_PUENTE PANEGA [23197270]	SANTANDER	SURATA	7,3430980	-72,9918680	7°20'35.2"N 72°59'30.7"W	1620
8	2064	RCA_SURATA_SAN_BUCARAMANGA_MAJADAS [23197700]	SANTANDER	BUCARAMANGA	7,1602778	-73,0930556	7°09'37.0"N 73°05'35.0"W	760
9	27684	RCA_LEBRIJA_SAN_GIRON_CAFE MADRID [23197290]	SANTANDER	GIRON	7,1663333	-73,1464444	7°9'58.80" N 73°8'47.20" W	600
10	29872	SAN ALBERTO_CES_SAN ALBERTO_EL HOYO [23197410]	CESAR	SAN ALBERTO	7,6847222	-73,5088889	7°41'5.00" N 73°30'32.00" W	80
11	4267	RCA_SOGAMOSO_SAN_LOS SANTOS_EL JUNCAL [2405700149]	SANTANDER	LOS SANTOS	6,7937778	-73,1986389	6°47'37.6"N 73°11'55.1"W	329
12	31176	RCA_CHICAMOCHA_SAN_JORDAN_JORDAN EL [24037360]	SANTANDER	JORDAN	6,7331694	-73,0956278	6°43'59.41" N 73°5'44.26" W	441
13	31181	RCA_FONCE_SAN_SAN GIL_SAN GIL [24027010]	SANTANDER	SAN GIL	6,5466667	-73,1280556	6°32'48.0"N 73°07'41.0"W	1113
14	31178	RCA_SUAREZ_SAN_PUENTE NACIONAL_PTE.NACIONAL [24017590]	SANTANDER	PUENTE NACIONAL	5,8727778	-73,6777778	5°52'22.0"N 73°40'40.0"W	1650
<b>RUTA 2</b>								
15	31180	RCA_LEBRIJA_SAN_SABANA DE TORRES_SAN RAFA EL [23197370]	SANTANDER	SABANA DE TORRES	7,5780556	-73,5605556	7°34'41.0"N 73°33'38.0"W	78
16	3459	LEBRIJA_SAN_LEBRIJA_ANGOSTURAS [23197400]	SANTANDER	LEBRIJA	7,3352778	-73,3308333	7°20'07.0"N 73°19'51.0"W	331
17	4232	LEBRIJA_SAN_PUERTO WILCHES_SAN JUAN DE LOS CHORROS [2319700096]	SANTANDER	PUERTO WILCHES	7,6928056	-73,7740556	7°41'34.1"N 73°46'26.6"W	55
18	8569	LEBRIJA_CES_AGUACHICA_DESEMBOCADURA DEL RIO LEBRIJA	CESAR	AGUACHICA	8,1311111	-73,7730556	8°7'52.00" N 73°46'23.00" W	41
19	27859	MAGDALENA_SAN_PUERTO WILCHES_SITIO NUEVO R-11 [23187280]	SANTANDER	PUERTO WILCHES	7,7840000	-73,8019167	7°47'2.40" N 73°48'6.90" W	58
20	8559	CIMITARRA_BOL_SAN PABLO_DESEMBOCADURA RIO CIMITARRA	BOLÍVAR	SAN PABLO	7,4675000	-73,9238889	7°28'3.00" N 73°55'26.00" W	70
21	196	MAGDALENA_BOL_SAN PABLO_SAN PABLO RIO MAGDALENA - AUT [23207040]	BOLÍVAR	SAN PABLO	7,4803333	-73,9185556	7°28'49.2"N 73°55'06.8"W	62
22	27771	MAGDALENA_SAN_PUERTO WILCHES_PTO.WILCHES [23187010]	SANTANDER	PUERTO WILCHES	7,3443889	-73,9050556	7°20'39.80" N 73°54'18.20" W	66
23	8586	SOGAMOSO_SAN_PUERTO WILCHES_DESEMBOCADURA DEL RIO SOGAMOSO	SANTANDER	PUERTO WILCHES	7,2111111	-73,9158333	7°12'40.00" N 73°54'57.00" W	68
24	31179	RCA_SOGAMOSO_SAN_PUERTO WILCHES_PTE.SOGAMOSO [24067020]	SANTANDER	PUERTO WILCHES	7,2441667	-73,7875000	7°14'39.0"N 73°47'15.0"W	90
25	29902	RCA_MAGDALENA_SAN_BARRANCABERMEJA_BARRANCABERMEJA [23157030]	SANTANDER	BARRANCABERMEJA	7,0601944	-73,8760000	7°03'36.7"N 73°52'33.6"W	76
26	8576	OPON_SAN_BARRANCABERMEJA_DESEMBOCADURA RIO OPON	SANTANDER	BARRANCABERMEJA	6,9598890	-73,8868060	6°57'35.6"N 73°53'12.5"W	73
27	31182	RCA_OPON_SAN_SIMACOTA_PTE.FERROCARRIL [23147020]	SANTANDER	SIMACOTA	6,7736111	-73,9350000	6°46'25.0"N 73°56'06.0"W	90
28	19682	CARARE_SAN_PUERTO PARRA_CARARE_DESEMBOCADURA	SANTANDER	PUERTO PARRA	6,7956940	-74,0934840	6°47'44.50" N 74°5'36.54" W	83
29	27628	CÑO.SAN SILVESTRE_SAN_BARRANCABERMEJA_PTE.FERROCARRIL CGA.SAN SILVESTRE [24057070]	SANTANDER	BARRANCABERMEJA	7,1094444	-73,8547222	7°6'34.00" N 73°51'17.00" W	75
30	27655	RCA_LA COLORADA_SAN_SIMACOTA_AYACUCHO [23147040]	SANTANDER	SIMACOTA	6,8558056	-73,7693333	6°51'20.9"N 73°46'09.6"W	95
31	31174	RCA_CARARE_SAN_CIMITARRA_STA.ROSA [23127060]	SANTANDER	CIMITARRA	6,2919444	-74,0983333	6°17'31.0"N 74°05'54.0"W	154

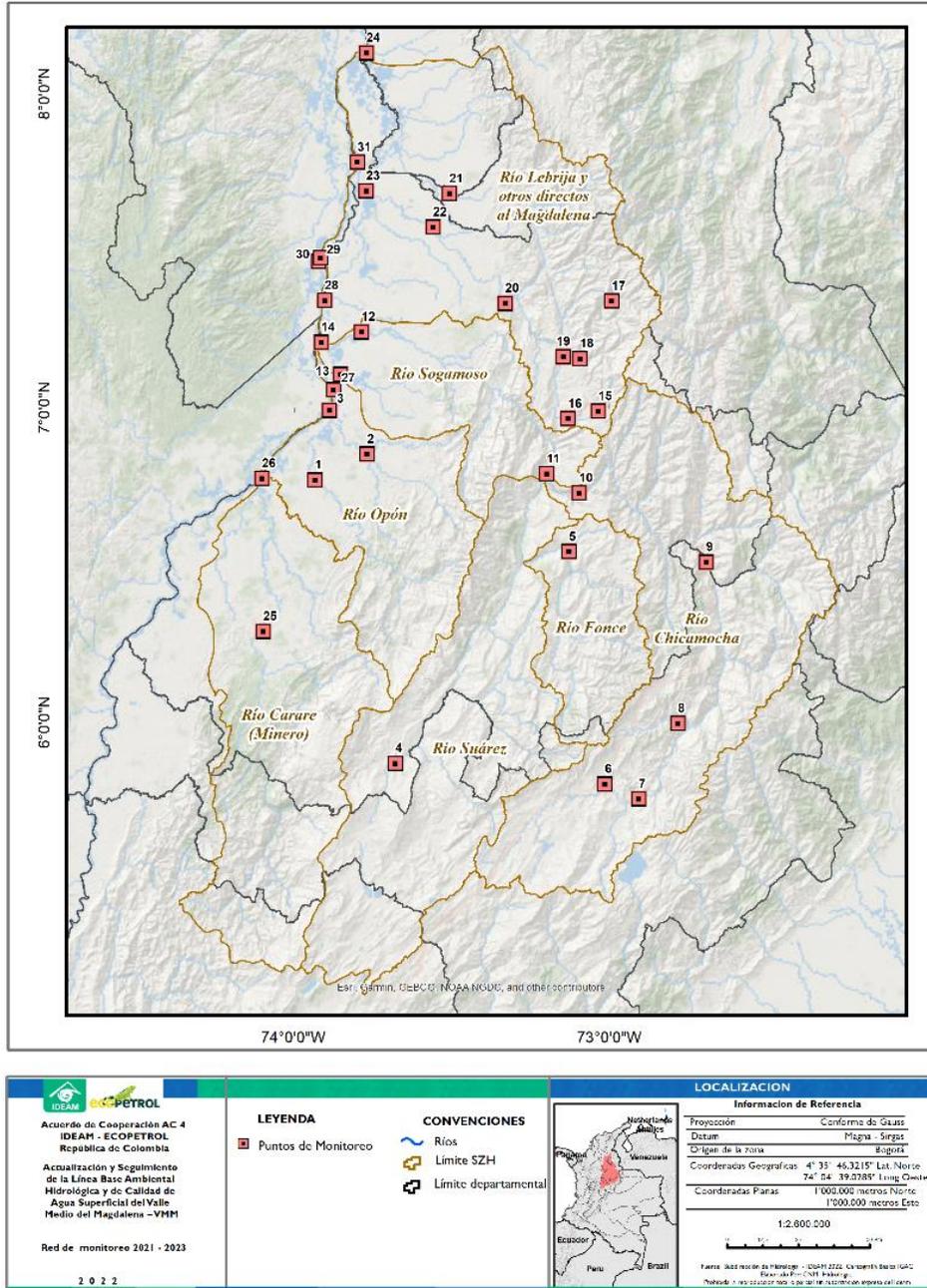


Figura 13. Distribución espacial de los puntos de monitoreo

Tabla 3-2. Variables fisicoquímicas de calidad a monitorear por estación

Id de la ubicación	Nombre	OD	pH	COND	TEMP	SST	ST	SO4	TURB	DQO	NO3	N-NH3	NT	COT	PT	PO4	NO2	9 METALES TOTALES EN AGUA	9 METALES BD EN SED Y Hg Total	9 METALES BD EN SED	HC	PEST O-Cl	PEST O-P	
31076	RCA_CHICAMOCCHA_BOY_SOGAMOSO_PTE.CHAMEZA [24037290]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
31077	RCA_CHICAMOCCHA_BOY_TIBASOSA_SAN RAFAEL [24037190]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
31074	RCA_CHICAMOCCHA_BOY_PAZ DE RIO_PAZ DE RIO [24037510]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
31175	RCA_CHICAMOCCHA_BOY_COVARACHIA_CAPITANEJO [24037390]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
27565	RCA_DE ORO_SAN GIRON_PALOGORDO [23197690]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
27684	LEBRIJA_SAN GIRON_CAFE MADRID [23197290]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
3418	RCA_VETAS_SAN SURATA_PUENTE PANEGA [23197270]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
2064	RCA_SURATA_SAN BUCARAMANGA_MAJADAS [23197700]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
29872	SAN ALBERTO_CES_SAN ALBERTO_EL HOYO [23197410]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
100000	RCA_DE ORO_SAN PIEDECUESTA_PIEDECUESTANA [2319700100]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
31180	RCA_LEBRIJA_SAN SABANA DE TORRES_SAN RAFA EL [23197370]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
3459	LEBRIJA_SAN LEBRIJA_ANGOSTURAS [23197400]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
4232	LEBRIJA_SAN PUERTO WILCHES_SAN JUAN DE LOS CHORROS [2319700096]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
4267	RCA_SOGAMOSO_SAN LOS SANTOS_EL JUNCAL [2405700149]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
31176	RCA_CHICAMOCCHA_SAN JORDAN_JORDAN EL [24037360]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
31181	RCA_FONCE_SAN SAN GIL_SAN GIL [24027010]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
31178	RCA_SUAREZ_SAN PUENTE NACIONAL_PTE.NACIONAL [24017590]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
8569	LEBRIJA_CES_AGUACHICA_DESEMBOCADURA RIO LEBRIJA EN EL MAGDALENA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
27859	MAGDALENA_SAN PUERTO WILCHES_SITIO NUEVO R-11 [23187280]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
196	MAGDALENA_BOL_SAN PABLO_SAN PABLO RIO MAGDALENA - AUT [23207040]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
8559	CIMITARRA_BOL_SAN PABLO_DESEMBOCADURA RIO CIMITARRA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
27771	MAGDALENA_SAN PUERTO WILCHES_PTO.WILCHES [23187010]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
31179	RCA_SOGAMOSO_SAN PUERTO WILCHES_PTE.SOGAMOSO [24067020]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
19682	MAGDALENA_SAN PUERTO PARRA_CARARE_DESEMBOCADURA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
31182	RCA_OPON_SAN SIMACOTA_PTE.FERROCARRIL [23147020]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
8586	SOGAMOSO_SAN PUERTO WILCHES_ANTES DE DESEMBOCADURA EN EL MAGDALENA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
8576	MAGDALENA_SAN BARRANCABERMEJA_DESEMBOCADURA RIO OPON	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
29902	RCA_MAGDALENA_SAN BARRANCABERMEJA_BARRANCABERMEJA [23157030]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
27628	CNO.SAN SILVESTRE_SAN BARRANCABERMEJA_PTE.FERROCARRIL.CGA.SAN SILVESTRE [24057070]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
31174	RCA_CARARE_SAN CIMITARRA_STA. ROSA [23127060]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
27655	RCA_LA COLORADA_SAN SIMACOTA_AYACUCHO [23147040]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X

Los nueve (9) metales totales determinados en agua son: Al, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb y Zn.

Los Pesticidas Organo clorados que se determinan en agua, son dieciocho de interés toxicológico para la OMS:  $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH,  $\gamma$ -HCH,  $\delta$ -HCH, cloratolnil, propanil, heptacloro, trans-heptacloro-endo-epoxi (isómero A),  $\alpha$ -endosulfan, dieldrin, aldrin, p,p'-DDE,  $\beta$ -endosulfan, p,p'-DDD, endosulfan sulfato, p,p'-DDT, aldrin cetona y metoxicloro.

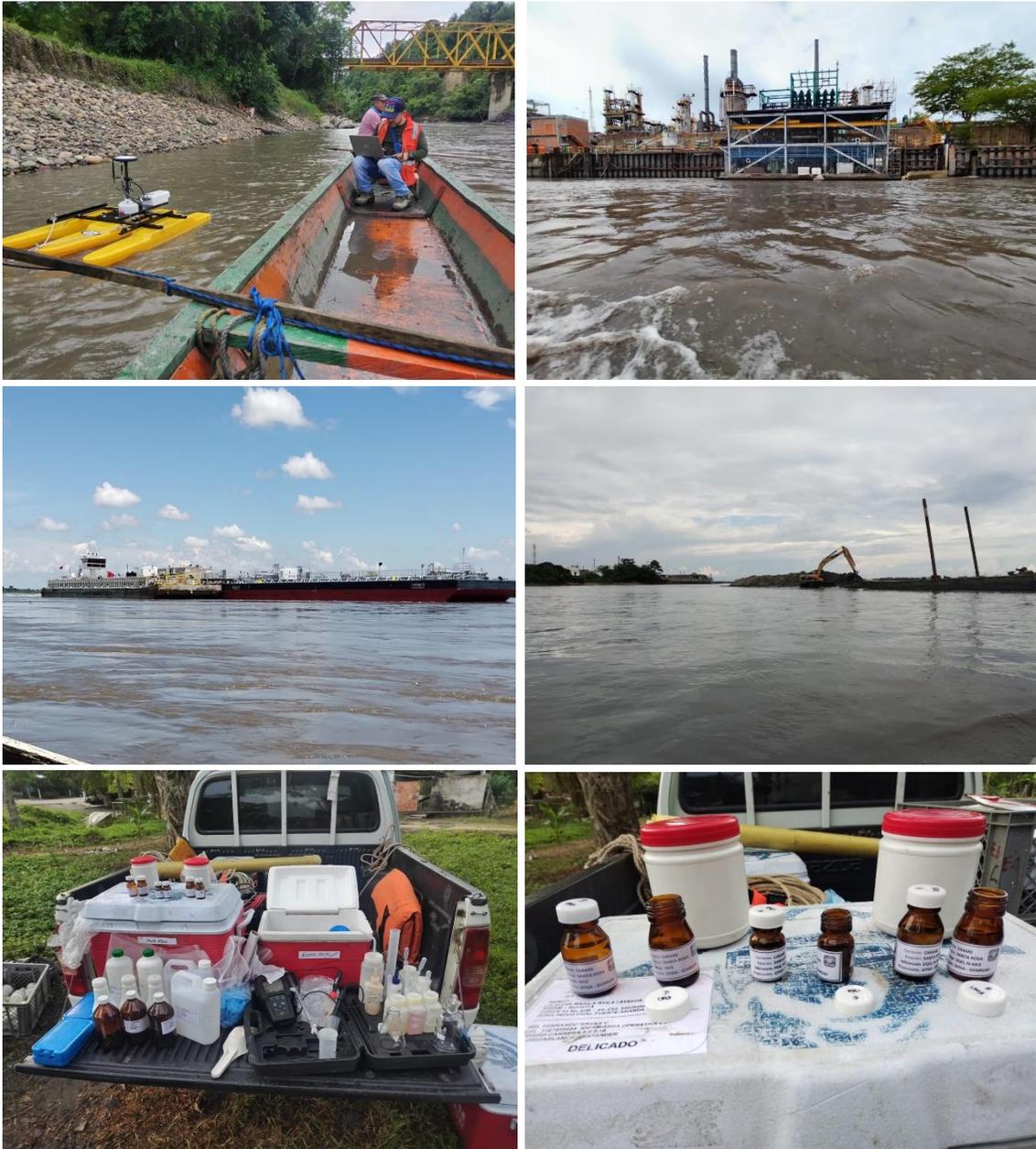
Los pesticidas organofosforados a determinar en agua para el año 2022 fueron: metil paratión y clorpirifos para el año 2023 se contó adicionalmente con el patrón de malatión.; la triazina a determinar fue: atrazina y se contó adicionalmente con el patrón de ametrina en 2023.

*Tabla 3-3. Técnicas analíticas, método, unidades y límite de cuantificación*

# Acuerdo de Cooperación ECOPETROL – IDEAM AC No. 4 (3034153)

TECNICA	MÉTODO	PRESERVACIÓN	RANGO DE DETECCIÓN	UNIDADES	LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN					
ALCALINIDAD	Standard Methods 23th 2320 B	Refrigerar ≤6°C	5.0-600	mg CaCO <sub>3</sub> /L	5					
AMONIO	Standard Methods 23th 4500-NH3-D	H2SO4 pH<2, refrigerar a ≤6°C	0.1-100	mg NH <sub>3</sub> -N/L	0.1					
CLORUROS	Standard Methods 23th 4500 Cl- B	No requiere	3.0-500	mg Cl-/L	3.0					
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods 23th 9223 B	Refrigerar ≤6°C	1-2419.6	NMP/100 mL	1					
CONDUCTIVIDAD	Standard Methods 23th 2510 B	In Situ / Refrigerar ≤6°C	0.1 a 2765	µS/cm	0.1					
CALCIO	Standard Methods 23th 3500-Ca B	HNO3 o H2SO4 pH < 2	1.0-400	mg Ca/L	1.0					
COT	EPA9060 A/EPA415.1	H2SO4 pH < 2, refrigerar ≤6°C	1.5-200	mg/L	1.5					
DBO5	Standard Methods 23th 5210 B	Refrigerar ≤6°C	2-3300	mg O <sub>2</sub> /L	2					
DQO	Standard Methods 23th 5220 C	H2SO4 pH < 2, refrigerar ≤ 6°C	10-1000	mg O <sub>2</sub> /L	10					
DUREZA TOTAL	Standard Methods 23th 2340 C	HNO3 o H2SO4 pH < 2	3.0-1000	mg CaCO <sub>3</sub> /L	3					
Escherichia coli	Standard Methods 23th 9223 B	Refrigerar ≤6°C	1-2419.6	NMP/100 mL	1					
FÓSFORO REACTIVO SOLUBLE	Standard Methods 23th 4500 P. E	Refrigerar ≤6°C	0.030 – 1.00	mg P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /L	0.03					
FÓSFORO TOTAL	Standard Methods 23th 4500-P B.E	H2SO4 pH<2, refrigerar a ≤6°C	0.05-1.00	mg P total/L	0.05					
G Y A	NTC 3362. C	HCl o H2SO4 pH<2, refrigerar a ≤6°C	1.00 – 30.00	mg/L	1					
H.T.	NTC 3362. C y F	HCl o H2SO4 pH<2, refrigerar a ≤6°C	1.00 – 30.00	mg/L	1					
MAGNESIO	Standard Methods 23th 3500-Mg A	HNO3 o H2SO4 pH < 2	0.6-250	mg Mg/L	0.6					
MERCURIO AGUAS	EPA200.7 S.M. 23th 3120 B modificado	HNO3 pH<2, refrigerar a ≤6°C	5 - 1000	µg/L	5					
MERCURIO SEDIMENTOS	EPA200.7 S.M. 23th 3120 B modificado	Refrigerar ≤6°C	500 - 10000	µg/Kg	500					
NITRATOS	Standard Methods 23th 4500-NO3- B	H2SO4 pH<2, refrigerar a ≤6°C	0.1-5.0	mg N-NO <sub>3</sub> -L	0.1					
NITRATOS	EPA9056 A	Refrigerar ≤6°C	0.023 - 11.3	mg N-NO <sub>3</sub> -L	0.023					
NITRITOS	Standard Methods 23th 4500- NO2 B	Refrigerar ≤6°C	0.006-0.20	mg N-NO <sub>2</sub> -L	0.006					
NKT	Standard Methods 23th 4500-Norg-C	H2SO4 pH<2, refrigerar a ≤6°C	0.5-50	mg N-NH3/L	0.5					
NT	ASTM D 8083-16	H2SO4 pH < 2, refrigerar ≤6°C	0.5-50	mg/L	0.5					
pH	Standard Methods 23th 4550 H+	Análisis inmediato	0 - 14	unidades de pH	No aplica					
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	Standard Methods 23th 2540 D	Refrigerar ≤6°C	5-20000	mg SST/L	5					
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods 23th 2540 B	Refrigerar ≤6°C	25-8000	mg ST/L	25					
SÓLIDOS DISUELTOS	Standard Methods 23th 2540 C	Refrigerar ≤6°C	12- 10000	mg SDT/L	12					
TURBIEDAD	Standard Methods 23th 2130 B	Refrigerar ≤6°C	0.8-1000	NTU	2					
SULFATOS	Standard Methods 23th 4500 E	Refrigerar ≤6°C	3-300	mg/L	3					
SULFATOS	EPA9056 A	Refrigerar ≤6°C	0.1 - 50	mg/L	0.1					
OXÍGENO DISUELTTO	Standard Methods 23th 4500 O-C	In Situ / Refrigerar ≤6°C	0-8.0	mg O <sub>2</sub> /L	0					
TEMPERATURA	Standard Methods 2550 E	No aplica	No aplica	°C	No aplica					
METALES TOTALES EN AGUA	EPA 200.7.	Adicionar HNO <sub>3</sub> pH<2, refrigerar a ≤6°C	Aluminio Total	0.200 - 10	mg/L	0.2				
			Cobre Total	0.200 - 10		0.2				
			Manganeso Total	0.200 - 10		0.2				
			Piombo Total	0.0250 - 1.00		0.025				
			Cadmio Total	0.0100 - 1.00		0.01				
			Cromo Total	0.0250 - 1.00		0.025				
			Hierro Total	0.200 - 10		0.2				
			Niquel Total	0.0250 - 1.00		0.025				
			Zinc Total	0.200 - 10		0.2				
			METALES BIODISPONIBLES EN SEDIMENTOS	EXTRACCIÓN HCl 1N y SM. 3120B MODIFICADO.		Refrigerar ≤6°C	Aluminio	10.0 - 750	mg/Kg	10
Cobre	1.0 - 250	1								
Manganeso	1.0 - 250	1								
Piombo	1.0 - 250	1								
Cadmio	1.0 - 250	1								
Cromo	1.0 - 250	1								
Hierro	10.0 - 750	10								
Niquel	1.0 - 250	1								
Zinc	1.0 - 250	1								
PESTICIDAS EN AGUA	EPA 8270E	EDTA 0.35 g/L Ascorbico 0.10 g/L citratro de potasio 9.4 g/L Ácido Hidrogen Refrigerar ≤6°C			α-HCH		0.4-200	µg/L		0.4
			Atrazina	0.4-200	0.4					
			β-HCH	0.4-200	0.4					
			γ-HCH	0.4-200	0.4					
			δ-HCH	0.4-200	0.4					
			Clorotolaniil	1.0-200	1.0					
			Propanil	1.0-200	1.0					
			Heptacloro	0.4-200	0.4					
			Metil paratión	1.0-200	1.0					
			Aldrin	0.4-200	0.4					
			Malatión	0.4-200	0.4					
			Clorpirifos	0.4-200	0.4					
			trans-Heptacloro-endo-epoxi (isómero A)	0.4-200	0.4					
			α-Endosulfan	0.4-200	0.4					
			Dieldrin	0.4-200	0.4					
			p,p'-DDE	0.4-200	0.4					
			β-Endosulfan	0.4-200	0.4					
			p,p'-DDD	0.4-200	0.4					
			Endosulfan sulfato	0.4-200	0.4					
			p,p'-DDT	0.4-200	0.4					
			Endrin celona	0.4-200	0.4					
			Metoxicloro	0.4-200	0.4					
			PESTICIDAS EN SEDIMENTOS	DETERMINACIÓN DE PESTICIDAS EN SEDIMENTOS MEDIANTE EXTRACCIÓN POR DISPERSIÓN DE LA MATRIZ EN FASE SÓLIDA (MSPD) Y ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA DE GASES ACOPLADA A ESPECTROMETRÍA DE MASAS TRIPLE CUADRUPOLO (GC-QqQ). Método propio	Refrigerar ≤6°C	α-HCH	5-75		µg/kg	5
						Desilil atrazina	15-100			15
						β-HCH + γ-HCH	10-150			10
Atrazina	15-100	15								
δ-HCH	5-75	5								
Clorotolaniil	5-75	5								
Heptacloro	5-75	5								
Aldrin	5-75	5								
Malatión	5-75	5								
Clorpirifos	5-75	5								
trans-Heptacloro-endo-epoxi (isómero A)	5-75	5								
α-Endosulfan	5-75	5								
Dieldrin	5-75	5								
Endrin	5-75	5								
p,p'-DDE	5-75	5								
Endrin aldehido	5-75	5								
β-Endosulfan	5-75	5								
p,p'-DDD	5-75	5								
Endosulfan sulfato	5-75	5								
p,p'-DDT	5-75	5								
Endrin celona	5-75	5								
Metoxicloro	5-75	5								
metil-paration	15-100	15								





*Figura 14. Tramo del Magdalena. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: medición de caudal en Carare-Santa Rosa, Refinería en Barrancabermeja, transporte fluvial de carga en Pto Wilches, operaciones de dragado en Barrancabermeja, estación de monitoreo de calidad y controles de campo en Cimitarra.*

La integración de las muestras de agua se realizó en balde plástico dotado de llave plástica para facilitar el llenado de botellas, las cuales previamente se purgaron con parte de muestra que se descartó, y ya tenían colocados los rótulos de identificación. Para la homogenización de la muestra integrada, en el momento de dispensar las submuestras en las botellas, se empleó un tubo plástico de PVC como dispositivo de agitación lenta. Una vez dispensadas las muestras se procedió a realizar la preservación química en los casos aplicables y al embalaje en neveras de poliuretano a las cuales se les colocaba hielo y/o pilas de gel refrigerante para la conservación de las muestras bajo refrigeración, renovándolo hasta encontrar el medio de transporte para envío a las instalaciones del laboratorio en Bogotá.

Los valores reportados por cada equipo de medición se consignaron en formatos previamente diseñados para tal fin, acondicionados con espacios para las anotaciones de las actividades económicas aledañas al punto, climatológicas como precipitación y nubosidad y particularidades relevantes que se presentaran en el transcurrir de la campaña de monitoreo. Como evidencia de los registros en el **Anexo 2** se puede ver el Consolidado Formatos de Campo AC4 Campañas 1 a 8, realizadas entre 2021 y 2023.

### 3.3 Resultados de las mediciones in situ

Dado que en el período 2021 - 2023 se han ejecutado las campañas de monitoreo uno a ocho, en la Tabla 3-4 se muestran las fechas en que se visitó cada punto de monitoreo por campaña y el código que se le asignó al set de muestras de cada uno de dichos puntos. Estos dos registros no se van a incluir en las demás tablas, pues se van a mostrar por variable los resultados para las ocho campañas colocando al lado de la sigla de la variable los números 1 a 8 según corresponda, para poder visualizar en conjunto las magnitudes de los valores.

Los resultados de las variables in situ que se midieron en campo posterior a la homogenización de la muestra integrada, se presentan en la **Tabla 3-5**. Estas mediciones dan cuenta del estado de la fuente en el momento de la toma de muestra. El dato de porcentaje de saturación de oxígeno se calcula teniendo en cuenta el OD y la temperatura medidos in situ, así como tomando el dato de la elevación en la ubicación.

A partir de la **Tabla 3-5**, el orden de los puntos de monitoreo se ubica en el sentido aguas arriba hacia aguas abajo por subzonas hidrográficas de interés iniciando con la SZH Opón cuyos puntos se designan con los números 1 a 3. La SZH Sogamoso contiene 11 puntos que corresponden a las filas 4 a 14; La SZH Lebrija consta de 10 puntos identificados con los encabezados de fila 15 a 24 y el tramo Magdalena incluye 7 puntos indicados mediante las filas numeradas del 25 a 31.

Los valores de alarma se distinguen porque las celdas están sombreadas de color rojo, cuando hay desviaciones respecto de los valores establecidos como referencia u objetivo. Según (United Nations Water, 2017) Los valores objetivo pueden ser de tres tipos dependiendo del parámetro a ser medido. i) Un valor “máximo” que no debe ser excedido (ej. En Irlanda no debe excederse el objetivo para fosfatos que es de 0,035 mg P/L); ii) valores “mínimos”, significa que el valor del parámetro no debe caer por debajo del objetivo (ej. El oxígeno disuelto); iii) parámetros que tienen un “rango” de aceptación como valores normales (ej. Un rango de pH entre 6 y 9), una desviación de dicho rango puede ser sintomática de un problema de calidad del agua que puede requerir una investigación más exhaustiva.

El **Apéndice A** muestra el criterio propuesto por el Grupo de Evaluación Hidrológica para establecer niveles de Alarma, en general basado en el valor más restrictivo establecido en la normatividad colombiana, según diferentes usos del recurso.

### **3.4 Análisis de muestras en el laboratorio**

El análisis de las muestras que ingresan al Laboratorio de Calidad Ambiental del IDEAM sigue un Plan de aseguramiento de la calidad según los lineamientos del *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23th Edition (2017)*, en sus secciones 1060 Colección y preservación de muestras; 1020. Aseguramiento de la Calidad que incluye en el apartado 1020A el Plan de aseguramiento de Calidad; apartado 1020B Controles de calidad; apartado 1020C Auditorías analíticas. Adicionalmente se cumplen los requisitos técnicos mencionados en este documento en la sección ASPECTOS METODOLÓGICOS.

El procesamiento de los ensayos de las variables fisicoquímicas de laboratorio para las muestras tomadas en las ocho campañas de monitoreo ejecutadas entre 2021 y 2023 con corte al 31 de julio de 2023 es del 100% para los 31 puntos visitados en las campañas 1,2,3,5 y 6, los 16 puntos visitados en la campaña 4, los 20 puntos visitados en la campaña 7 y los 30 puntos visitados en la campaña 8. La consulta consolidada realizada en el módulo AQS de los ocho monitoreos para los Proyectos 2021, 2022 y 2023 Ecopetrol – IDEAM se encuentran en el **Anexo 3** del presente informe y se denomina AQS-Consulta-AC4-CAMP 1 A 8-2023-07-31.

Los resultados de los ensayos ejecutados se presentan a continuación por grupos de variables, en la **Tabla 3-5** se presentan los resultados de las variables medidas In Situ y el porcentaje de saturación de OD. **Tabla 3-6** Resultados de variables de materia orgánica, turbiedad y sólidos. La **Tabla 3-7** muestra los resultados para las especies nitrogenadas. En la **tabla 3-8** se pueden observar los resultados para fósforo soluble y total, sulfatos e hidrocarburos totales. En la

**Tabla 3-9** se presentan los resultados para cadmio, cromo y níquel total en agua; en la **Tabla 3-10** cobre, plomo y zinc total en agua; en la **Tabla 3-11** manganeso, aluminio y hierro total en agua; en las tablas 12 a 14 se muestran los resultados de metales biodisponibles en sedimentos excepto el mercurio que se determina como total, así, la **Tabla 3-12** muestra mercurio, cadmio y cromo; **Tabla 3-13** níquel, cobre y plomo biodisponibles en sedimentos; La **Tabla 3-14**, zinc, manganeso aluminio y hierro biodisponibles en sedimentos; cuatro de los 18 pesticidas organoclorados y de interés toxicológico para la OMS se muestran en la **Tabla 3-15**; cuatro pesticidas organoclorados adicionales se muestran en la **Tabla 3-16**; tres pesticidas organoclorados adicionales en la **Tabla 3-17**; tres pesticidas organoclorados adicionales en la **Tabla 3-18**; tres pesticidas organoclorados adicionales en la **Tabla 3-19**; se aprecia el resultado para 1 pesticida organoclorado restante y dos triazinas, la atrazina y ametrina en la **Tabla 3-20** y tres pesticidas organofosforados ampliamente usados en Colombia, clorpirifos metil paratión y malatión, en la **Tabla 3-21**.

# Acuerdo de Cooperación ECOPELROL – IDEAM AC No. 4 (3034153)

*Tabla 3-4. Fechas de visita y códigos asignados a las muestras provenientes de los Puntos de monitoreo en las ocho campañas 2021-2023*

# PUNTO POR SZH	Id de la ubicación	Nombre	Departamento	Municipio	Latitud	Longitud	Dato de referencia horizontal	Elevación m.s.n.m.	FECHA Y HORA DE MUESTREO 1	CÓDIGO 1	FECHA Y HORA DE MUESTREO 2	CÓDIGO 2	FECHA Y HORA DE MUESTREO 3	CÓDIGO 3	FECHA Y HORA DE MUESTREO 4	CÓDIGO 4	FECHA Y HORA DE MUESTREO 5	CÓDIGO 5	FECHA Y HORA DE MUESTREO 6	CÓDIGO 6	FECHA Y HORA DE MUESTREO 7	CÓDIGO 7	FECHA Y HORA DE MUESTREO 8	CÓDIGO 8
1	31182	RCA OPON SAN SIMACOTA PTE.FERROCARRIL (23147020)	SANTANDER	SIMACOTA	6.773611	-73.935000	6°46'25.0"N 73°56'06.0"W	90	31/07/2021 11:30	28429 C	6/10/2021 10:20	28518 C	21/11/2021 11:00	28602 C	22/03/2022 9:00	28736 C	14/06/2022 10:00	28914 C	23/09/2022 10:30	29047 C			18/06/2023 10:31	29421 C
2	27655	RCA LA COLOMADA SAN SIMACOTA AYACUCHO (23147040)	SANTANDER	SIMACOTA	6.855895	-73.769333	6°51'20.9"N 73°46'59.5"W	95	01/08/2021 9:00	28435 C	10/10/2021 9:00	28529 C	24/11/2021 10:15	28642 C	24/03/2022 10:00	28739 C	14/07/2022 12:00	28972 C	27/09/2022 13:10	29066 C	14/11/2022 13:30	29193 C	10/05/2023 10:30	29372 C
3	8576	MAGDALENA SAN BARRANCABERMEJA DESEMBOCADURA RIO OPON	SANTANDER	BARRANCABERMEJA	6.994139	-73.889194	6°59'38.90" N 73°53'21.10" W	73	2/08/2021 9:50	28431 C	7/10/2021 10:00	28522 C	20/11/2021 10:20	28601 C			16/09/2022 10:00	28920 C	25/09/2022 10:45	29055 C	17/11/2022 14:20	29206 C	22/06/2023 12:40	29429 C
4	31178	RCA SUAREZ SAN PUENTE NACIONAL PTE.NACIONAL (24017590)	SANTANDER	PUENTE NACIONAL	5.872778	-73.677778	5°52'22.0"N 73°40'40.0"W	1650	26/07/2021 12:00	28415 C	12/10/2021 8:30	28540 C	3/11/2021 11:35	28572 C	20/03/2022 10:40	28734 C	10/06/2022 12:45	28905 C	17/09/2022 9:05	29020 C			11/05/2023 10:00	29374 C
5	31181	RCA FONCE SAN SAN GIL (24027010)	SANTANDER	SAN GIL	6.546667	-73.128956	6°32'48.0"N 73°07'41.0"W	1113	25/07/2021 9:15	28414 C	11/10/2021 9:45	28534 C	1/11/2021 9:30	28565 C	16/03/2022 10:20	28731 C	8/06/2022 10:30	28902 C	12/09/2022 9:30	28999 C			15/06/2023 16:00	29415 C
6	31077	RCA CHICAMOCHA BOY TIBASOSA SAN RAFAEL (24037190)	BOYACÁ	TIBASOSA	5.807611	-73.013806	5°48'27.4"N 73°00'49.7"W	2500	13/07/2021 14:40	28374 C	28/09/2021 8:30	28491 C	5/11/2021 10:00	28573 C			17/05/2022 12:00	28838 C	16/09/2022 13:10	29008 C			22/06/2023 8:00	29427 C
7	31076	RCA CHICAMOCHA BOY SOGAMOSO PTE.CHAMEZA (24037290)	BOYACÁ	SOGAMOSO	5.759889	-72.906528	5°45'35.6"N 72°54'23.5"W	2490	13/07/2021 9:40	28373 C	27/09/2021 10:50	28490 C	4/11/2021 9:00	28571 C			18/05/2022 10:15	28839 C	15/09/2022 8:45	29007 C			21/06/2023 10:15	29426 C
8	31074	RCA CHICAMOCHA BOY PAZ DE RIO PAZ DE RIO (24037510)	BOYACÁ	PAZ DE RIO	6.002028	-72.782222	6°00'01.0"N 72°46'56.0"W	2217	14/07/2021 10:00	28382 C	29/09/2021 9:30	28506 C	6/11/2021 10:00	28575 C			7/07/2022 10:40	28954 C	14/09/2022 9:30	29003 C			20/06/2023 11:00	29425 C
9	31175	RCA CHICAMOCHA BOY COVARACHIA CARTIANO (24037390)	BOYACÁ	COVARACHIA	6.513389	-72.892611	6°30'47.55" N 72°44'43.63" W	1160	15/07/2021 7:08	28383 C	30/09/2021 9:40	28507 C	7/11/2021 11:00	28576 C	18/03/2022 12:00	28732 C	4/07/2022 15:30	28953 C	13/09/2022 9:30	29002 C			19/06/2023 8:30	29423 C
10	31176	RCA CHICAMOCHA SAN JORDAN JORDAN EL (24037360)	SANTANDER	JORDAN	6.733169	-73.095628	6°43'59.41" N 73°54'44.26" W	441	24/07/2021 11:30	28413 C	10/10/2021 7:45	28533 C	31/10/2021 10:00	28564 C	15/03/2022 10:40	28730 C	7/06/2022 12:35	28901 C	11/09/2022 10:00	28998 C			12/05/2023 10:00	29373 C
11	4267	RCA SOGAMOSO SAN LOS SANTOS EL JUNCAL (2405700149)	SANTANDER	LOS SANTOS	6.793778	-73.198639	6°47'37.6"N 73°11'55.4"W	329	23/07/2021 11:30	28411 C	8/10/2021 12:45	28532 C	2/11/2021 11:30	28566 C	14/03/2022 12:20	28729 C	6/06/2022 12:26	28883 C	9/09/2022 10:15	28993 C			15/06/2023 12:20	29413 C
12	31179	RCA SOGAMOSO SAN PUERTO WILCHES PTE.SOGAMOSO (24067020)	SANTANDER	PUERTO WILCHES	7.244167	-73.787600	7°14'39.0"N 73°47'15.0"W	90	29/07/2021 14:35	28427 C	2/10/2021 11:40	28509 C	17/11/2021 11:30	28596 C			11/06/2022 10:00	28907 C	20/09/2022 10:45	29034 C	15/11/2022 8:42	29194 C	15/06/2023 11:20	29414 C
13	27628	CNO SAN SILVESTRE SAN BARRANCABERMEJA PTE.FERROCARRIL CGA SAN SILVESTRE (24057070)	SANTANDER	BARRANCABERMEJA	7.109444	-73.854722	7°6'34.00" N 73°51'17.00" W	75	4/08/2021 9:20	28433 C	8/10/2021 10:30	28527 C	23/11/2021 9:30	28641 C	26/03/2022 12:00	28742 C	13/06/2022 9:15	28909 C	26/09/2022 9:00	29056 C	14/11/2022 7:35	29191 C	8/05/2023 12:15	29368 C
14	8586	SOGAMOSO SAN PUERTO WILCHES DESEMBOCADURA RIO SOGAMOSO	SANTANDER	PUERTO WILCHES	7.211111	-73.919633	7°12'40.00" N 73°54'57.00" W	68	1/08/2021 11:45	28430 C	3/10/2021 9:30	28511 C	18/11/2021 11:30	28599 C			12/06/2022 11:20	28906 C	21/09/2022 11:55	29041 C	16/11/2022 10:30	29196 C	16/06/2023 10:55	29417 C
15	100000	RCA DE ORO SAN PIEDECUESTA PIEDECUESTANA (2319700100)	SANTANDER	PIEDICUESTA	6.993072	-73.035469	6°59'22.00" N 73°02'28.00" W	1096	22/07/2021 9:30	28390 C	7/10/2021 10:10	28523 C	25/10/2021 11:00	28549 C	23/03/2022 10:00	28737 C	31/05/2022 11:30	28852 C	21/08/2022 10:05	29040 C			26/06/2023 10:00	29434 C
16	27565	RCA LEBRUA SAN GIRÓN PALOGORDO (23197690)	SANTANDER	GIRÓN	6.969167	-73.130556	6°58'09.0"N 73°07'50.0"W	690	16/07/2021 10:15	28384 C	2/10/2021 9:30	28508 C	26/10/2021 11:00	28556 C	22/03/2022 10:30	28743 C	3/06/2022 11:35	28879 C	20/09/2022 10:00	29035 C	17/11/2022 11:05	29205 C	25/06/2023 10:00	29433 C
17	3418	RCA VETAS SAN SURATA PUENTE PANEGA (23197270)	SANTANDER	SURATA	7.343098	-72.991668	7°20'35.2"N 72°59'30.7"W	1620	17/07/2021 10:45	28387 C	3/10/2021 9:40	28510 C	29/10/2021 9:30	28561 C	24/03/2022 10:20	28740 C	4/06/2022 10:30	28880 C	18/09/2022 10:30	29022 C	16/11/2022 13:30	29195 C	23/06/2023 11:30	29430 C
18	2064	RCA SURATA SAN BUCARAMANGA MAJADAS (23197700)	SANTANDER	BUCARAMANGA	7.160278	-73.093056	7°09'37.0"N 73°05'35.0"W	760	18/07/2021 11:05	28388 C	4/10/2021 8:30	28512 C	28/10/2021 9:20	28559 C	25/03/2022 9:30	28745 C	2/06/2022 11:46	28888 C	18/09/2022 10:00	29021 C	16/11/2022 10:50	29197 C	24/06/2023 10:00	29432 C
19	27684	LEBRUA SAN GIRÓN CAFE MADRID (23197290)	SANTANDER	GIRÓN	7.166333	-73.146444	7°9'58.80" N 73°8'47.20" W	600	19/07/2021 11:06	28386 C	5/10/2021 9:00	28515 C	30/10/2021 10:30	28562 C	26/03/2022 9:30	28765 C	1/06/2022 10:45	28868 C	10/09/2022 8:35	28994 C	18/11/2022 10:00	29209 C	16/06/2023 10:00	29418 C
20	3459	LEBRUA SAN LEBRUA ANGOSTURAS (23197400)	SANTANDER	LEBRUA	7.335278	-73.330833	7°20'07.0"N 73°19'51.0"W	331	21/07/2021 10:10	28396 C	25/09/2021 10:55	28493 C	9/11/2021 10:30	28584 C			1/06/2022 11:00	28875 C	13/09/2022 11:05	29017 C	11/11/2022 10:45	29185 C		
21	29872	SAN ALBERTO CES. SAN ALBERTO EL HOYO (23197410)	CESAR	SAN ALBERTO	7.684722	-73.908889	7°41'5.00" N 73°30'32.00" W	80	21/07/2021 10:25	28389 C	6/10/2021 10:00	28521 C	27/10/2021 11:00	28558 C			5/06/2022 11:02	28862 C	8/09/2022 12:00	28992 C	10/11/2022 13:10	29183 C	17/06/2023 9:00	29419 C
22	31180	RCA LEBRUA SAN SABANA DE TORRES SAN RAFAEL (23197370)	SANTANDER	SABANA DE TORRES	7.578056	-73.605056	7°34'41.0"N 73°33'38.0"W	78	19/07/2021 15:15	28392 C	24/09/2021 12:20	28492 C	8/11/2021 11:55	28583 C	23/03/2022 10:35	28738 C	31/05/2022 13:00	28874 C	12/09/2022 12:40	29016 C	13/11/2022 10:25	29190 C	9/06/2023 9:45	29371 C
23	4232	LEBRUA SAN PUERTO WILCHES SAN JUAN DE LOS CHORROS (2319700096)	SANTANDER	PUERTO WILCHES	6.992806	-73.774056	7°41'34.1"N 73°46'23.0"W	55	23/07/2021 8:50	28410 C	26/09/2021 10:00	28494 C	8/11/2021 9:30	28585 C			2/06/2022 11:00	28876 C	14/09/2022 10:30	29018 C	12/11/2022 10:10	29188 C	10/06/2023 10:45	29408 C
24	8569	LEBRUA CES AGUACHICA DESEMBOCADURA RIO LEBRUA	CESAR	AGUACHICA	8.131111	-73.773056	8°17'52.00" N 73°46'23.00" W	41	24/07/2021 9:50	28416 C	27/09/2021 11:00	28496 C	11/11/2021 10:15	28587 C			4/06/2022 10:35	28881 C	15/09/2022 11:05	29019 C	11/11/2022 9:00	29184 C	11/06/2023 11:15	29409 C
25	31174	RCA CARARE SAN CIMITARRA STAROSA (23127060)	SANTANDER	CIMITARRA	6.291944	-74.098333	6°17'31.0"N 74°05'54.0"W	154	5/08/2021 9:30	28434 C	9/10/2021 9:30	28528 C	25/11/2021 9:45	28663 C	21/03/2022 10:00	28735 C	13/07/2022 11:30	28969 C	28/09/2022 10:15	29067 C			19/06/2023 8:15	29422 C
26	19682	MAGDALENA SAN PUERTO PARRA DESEMBOCADURA RIO CARARE	SANTANDER	PUERTO PARRA	6.776956	-74.103333	6°46'41.00" N 74°6'12.00" W	81	30/07/2021 10:00	28428 C	5/10/2021 11:00	28517 C	18/11/2021 10:30	28600 C			15/06/2022 10:45	28919 C	24/09/2022 8:45	29048 C	17/11/2022 9:15	29204 C	21/06/2023 9:30	29428 C
27	29902	RCA MAGDALENA SAN BARRANCABERMEJA BARRANCABERMEJA (23157030)	SANTANDER	BARRANCABERMEJA	7.060194	-73.876000	7°03'36.7"N 73°52'33.6"W	76	3/08/2021 10:45	28432 C	4/10/2021 11:20	28513 C	22/11/2021 8:45	28603 C	25/03/2022 8:30	28741 C	13/06/2022 14:20	28911 C	22/09/2022 10:30	29046 C	18/11/2022 9:30	29207 C	20/05/2023 8:20	29424 C
28	27771	MAGDALENA SAN PUERTO WILCHES PTO.WILCHES (23187010)	SANTANDER	PUERTO WILCHES	7.344389	-73.905056	7°20'39.80" N 73°54'18.20" W	66	28/07/2021 9:00	28426 C	1/10/2021 10:59	28500 C	16/11/2021 9:35	28595 C			9/06/2022 10:00	28904 C	19/09/2022 9:30	29033 C	14/11/2022 9:00	29192 C	17/06/2023 8:50	29420 C
29	8559	CIMITARRA BOL SAN PABLO DESEMBOCADURA RIO CIMITARRA	BOLIVAR	SAN PABLO	7.467500	-73.923889	7°28'39.80" N 73°55'26.00" W	70	27/07/2021 9:00	28419 C	30/09/2021 9:00	28502 C	14/11/2021 9:30	28593 C			7/06/2022 10:50	28897 C	17/09/2022 9:45	29031 C	12/11/2022 8:30	29187 C	14/06/2023 12:00	29412 C
30	196	MAGDALENA BOL SAN PABLO SAN PABLO RIO MAGDALENA - AUT (23207040)	BOLIVAR	SAN PABLO	7.480333	-73.818556	7°28'49.2"N 73°55'06.8"W	62	26/07/2021 14:05	28418 C	30/09/2021 11:20	28499 C	15/11/2021 11:00	28594 C			8/06/2022 10:10	28903 C	18/09/2022 11:00	29032 C	13/11/2022 9:30	29189 C	13/06/2023 12:30	29411 C
31	27859	MAGDALENA SAN PUERTO WILCHES SITIO NUEVO R-11 (23187280)	SANTANDER	PUERTO WILCHES	7.784000	-73.801917	7°47'2.40" N 73°48'6.90" W	58	25/07/2021 11:15	28417 C	28/09/2021 12:00	28498 C	12/11/2021 11:30</											

Tabla 3-5. Resultado de las mediciones In Situ y Porcentaje de saturación de OD

Id de la ubicación AQS	Nombre de la ubicación	OD (mg O2/L)								% SAT OD								COND (µS/cm)								TEMP (°C)																
		OD1	OD2	OD3	OD4	OD5	OD6	OD7	OD8	% SAT OD1	% SAT OD2	% SAT OD3	% SAT OD4	% SAT OD5	% SAT OD6	% SAT OD7	% SAT OD8	pH1	pH2	pH3	pH4	pH5	pH6	pH7	pH8	COND 1	COND 2	COND 3	COND 4	COND 5	COND 6	COND 7	COND 8	TEMP 1	TEMP 2	TEMP 3	TEMP 4	TEMP 5	TEMP 6	TEMP 7	TEMP 8	
31182	RCA OPON SAN SIMACOTA PTE.FERROCARRIL [23147020]	4.5	4.9	5.5	4.9	5.5	5.4		5.5	60	62	70	61	69	67		74	7.57	8.12	6.96	7.04	8.11	7.58		7.67	210	149	167	213	214	192		310	29.8	26.5	27.4	25.7	26.3	25.5		30.5	
27655	RCA LA COLORADA SAN SIMACOTA AYACUCHO [23147040]	3.1	6.2	4.5	6.5	5.9	5.8	5.8	5.5	40	80	56	89	99	74	73	67	7.41	7.15	6.26	8.05	7.41	7.54	7.97	8.41	176	168	85.4	246	121	163	147	224	27.9	27.6	25.9	31	27.6	27.4	26.1	24.8	
8576	OPON SAN BARRANCABERMEJA DESEMBOCADURA RIO OPON	3.1	5.9	4.2		5.3	4.9	6.5	5.5	41	75	60		68	62	83	70	6.71	7.42	6.41		7.8	7.27	7.5	7.73	181	126	154		188	174	199	283	30.1	27.2	29		27.5	27	27.6	27.1	
31178	RCA SUAREZ SAN PUENTE NACIONAL PTE.NACIONAL [24017590]	7	6.7	4.9	5.1	6.2	5.9		5.9	96	87	54	69	82	79		77	8.34	8.18	7.59	8.25	7.98	8.17		7.74	237	179	212	171	183	211		234	20.5	18.1	18.3	19.7	19	19.6		18.3	
31181	RCA FONCE SAN SAN GIL SAN GIL [24027010]	7.5	6.8	5.9	6.3	8.2	6.5		6.5	95	86	67	81	100	84		84	7.86	7.7	8.14	7.22	7.64	8.02		7.79	89.2	60.6	54.1	88	66	89		63	20.3	20	20.9	21	18.2	21		21.3	
31077	RCA CHICAMOCHA BOY TIBASOSA SAN RAFAEL [24037190]	4.7	5.1	4.4		5.7	5.1		5.8	66	70	52		88	74		86	7.18	7.26	6.39		6.88	6.99		7.3	479	443	288		401	532		618	16.9	15.9	16.5		21.4	17.9		19.1	
31076	RCA CHICAMOCHA BOY SOGAMOSO PTE.CHAMEZA [24037290]	2.3	2.9	4.9		4.9	3.3		3.3	32	41	63		68	48		45	7.22	7.2	7.38		7.1	7.3		7	631	698	348		404	575		558	16.8	17.5	20.6		16.3	18.6		15.3	
31074	RCA CHICAMOCHA BOY PAZ DE RIO PAZ DE RIO [24037510]	6.5	6.8	6.1		7.5	7.1		6.7	86	92	64		99	95		88	7.54	6.79	7.19		6.67	7.74		7.83	223	253	237		161	381		385	15.7	16.4	17.6		19.1	16		15.3	
31175	RCA CHICAMOCHA BOY COVARACHIA CAPITANEJO [24037390]	7	6.5	4.9	6.3	6.9	6.4		7.1	86	83	56	87	86	82		90	8.24	8.2	6.68	8.2	7.7	8.59		7.81	190	270	446	346	201	241		207	18.5	20.1	19.6	24.3	23.8	20.2		19.7	
31176	RCA CHICAMOCHA SAN JORDAN JORDAN EL [24037360]	7.4	7.7	3.4	4.9	7.7	6.9		5.7	92	95	49	63	96	86		69	8.16	8.28	7.84	7.82	8.14	8.22		8.14	213	236	202	192	223	231		332	23.3	23	23.1	25.2	23.8	23.6		21.9	
4267	RCA SOGAMOSO SAN LOS SANTOS EL JUNCAL [2405700149]	7.4	7	4.5	5.5	7.2	6.7		5.5	95	86	53	71	86	87		68	8.16	8.19	7.65	7.45	8.19	8.14		8.33	179	140	149	184	145	140		224	25.9	23.8	23.1	26.6	21.8	26.8		23.6	
31179	RCA SOGAMOSO SAN PUERTO WILCHES PTE.SOGAMOSO [24067020]	3.9	6.5	6.3		6.7	6.7	6.7	6.9	50	80	105		81	81	81	88	8.06	7.69	6.77		7.61	7.57	7.6	7.96	189	177	169		180	158	179	209	27.5	25.6	25.3		24.5	24.6	24.1	27.4	
27628	CÑO.SAN SILVESTRE SAN BARRANCABERMEJA PTE.FERROCARRIL CGA.SAN SILVESTRE [24057070]	4.9	5.5	5.3	6.8	4.5	5.1	5.4	6	64	72	75	95	59	66	70	73	6.16	6.39	5.22	8.32	6.14	6.11	6.49	7.64	36.3	34.8	29.3	49	28	24	32	182	28.6	29.2	28.7	32.8	29.1	28.3	28.3	24.5	
8586	SOGAMOSO SAN PUERTO WILCHES DESEMBOCADURA DEL RIO SOGAMOSO	3.3	6.7	5.7		6.9	6	6.2	6.9	42	85	72		86	75	75	89	7.98	7.54	6.89		7.86	7.45	7.95	7.93	176	169	151		175	141	180	209	27.5	26.8	26.7		25.9	26.1	24.2	28.2	
100000	RCA DE ORO SAN PIEDECUESTA PIEDECUESTANA [2319700100]	7.4	7.4	7.1	7.4	6.6	7.1		6.9	90	89	78	101	80	83		84	8.06	7.95	7.11	7.96	8	7.96		8.04	83.3	85.8	88.7	80	93	126		87	18.1	17.9	19.4	24.1	17.9	16.4		18.2	
27565	RCA DE ORO SAN GIRON PALOGORDO [23197690]	4.5	5.9	4.5	5.1	5.6	6.1	5.1	6.1	64	73	60	76	69	79	62	72	7.44	7.41	7.04	7.56	7.44	8.06	7.63	7.66	194	132	181	173	195	217	169	157	28.9	21.3	22.5	31.6	21.2	24	21	19.2	
3418	RCA VETAS SAN SURATA PUENTE PANEGA [23197270]	6.5	6.9	6.2	4.9	7.9	6.9	6	7.6	83	89	63	78	96	87	76	101	7.96	7.84	7.24	8.04	7.88	7.7	7.77	8.1	135	203	149	257	180	188	122	167	17.3	17.7	15.6	28.6	15	16.7	16.9	19.5	
2064	RCA SURATA SAN BUCARAMANGA MAJADAS [23197700]	7.7	7.2	5	6.9	7.7	6.7	6.2	7.1	95	88	54	97	91	83	75	91	7.96	8.25	8.04	8.17	8.16	8.89	8.17	8.6	150	164	123	175	172	236	155	184	21.2	20.5	18.9	27.8	19	21	19.7	23.1	
27684	RCA LEBRIJA SAN GIRON CAFE MADRID [23197290]	6.4	6.1	4.5	4.5	6	3.9	6.6	7.2	82	79	68	68	74	48	80	88	7.76	7.89	7.22	7.63	7.88	7.97	7.94	7.89	201	274	379	340	281	290	203	287	23.9	24.6	21.8	33.6	22.3	22.4	20.8	21.6	
3459	LEBRIJA SAN LEBRIJA ANGOSTURAS [23197400]	4.2	6.5	5.3		5.8	5.8	6.4		53	85	65		74	71	77		7.07	7.06	7.54		7.57	7.68	7.91		190	159	177		407	152	155		25	27.1	24.8		25.9	23.7	22.6		
29872	SAN ALBERTO CES SAN ALBERTO EL HOYO [23197410]	6.4	5.5	5.1		5.1	6.2	5.1	6.4	85	69	86		64	80	65	78	7.82	7.43	6.99		6.99	7.1	7.22	7.87	161	113	129		80	125	92	184	29.3	26.6	25.9		26.2	28.3	27	24.5	
31180	RCA LEBRIJA SAN SABANA DE TORRES SAN RAFA EL [23197370]	5.3	7.1	5.2	5.3	6.9	5.4	5.2	5.5	72	96	67	70	90	70	63	69	7.41	7.4	7.09	7.34	7.4	7.04	7.71	7.63	199	178	142	200	154	169	152	183	30.8	30.6	27.9	29.2	28.3	27.9	24.4	26.5	
4232	LEBRIJA SAN PUERTO WILCHES SAN JUAN DE LOS CHORROS [2319700096]	4.2	6	5.3		5.5	5.7	5.2	5.7	56	81	68		72	46	65	73	7.36	7.26	6.84		7.8	7.11	7.37	7.58	161	173	131		165	187	117	159	29.6	30.4	27.9		29.3	26.5	26.8	27.5	
8569	LEBRIJA CES AGUACHICA DESEMBOCADURA DEL RIO LEBRIJA	3.1	6.2	4.5		5.9	4.9	5.9	5.3	42	85	73		77	65	76	70	7	7.07	6.67			7.13	7.16	7.44	7.26	138	277	134		156	125	176	198	30.6	32.1	30		29	29.5	28.2	29.4
31174	RCA CARARE SAN CIMITARRA STA.ROSA [23127060]	3.8	4.9	6.2	4.3	5.7	6.1		5.1	50	62	77	54	95	75		64	7.61	7.66	7.42	7.56	7.43	7.86		7.93	389	299	230	320	260	320		288	28.9	26	25.8	26.2	27.1	24.8		25.7	
19682	CARARE SAN PUERTO PARRA CARARE DESEMBOCADURA	2.2	5.1	5.9		5.5	4.2	6.3	5.9	29	67	80		70	53	80	77	7.8	7.42	6.7		7.46	7.33	7.72	7.45	216	229	192		168	210	230	357	28.5	28.6	28.1		26.8	26.2	26.8	28.9	
29902	RCA MAGDALENA SAN BARRANCABERMEJA BARRANCABERMEJA [23157030]	3.3	5.5	6.2	5.1	4.9	4.6	4.5	5.1	43	73	80	68	62	58	57	69	6.93	7.49	6.78	6.99	7.89	7.37	7.8	7.6	141	312	149	261	170	122	157	204	28.9	29.6	27.9	30	26.5	26.5	27	30.7	
27771	MAGDALENA SAN PUERTO WILCHES PTO.WILCHES [23187010]	3.9	6.1	4.9		4.7	6.2	5.1	5.9	52	78	64		58	77	64	78	7.62	8.23	6.92		7.66	7.41	7.81	7.71	148	156	170		189	142	175	156	30.2	27.3	28		26	26.1	26.1	29.1	
8559	CIMITARRA BOL SAN PABLO DESEMBOCADURA RIO CIMITARRA	3.2	5.9	4.5		5.1	4.2	4.9	6.3	40	78	59		66	54	63	87	7.11	7.1	6.4		7.06	6.82	7.66	7.14	118	281	145		175	87	177	153	26.7	29.3	28.9		28.2	28	27.6	31.8	
196	MAGDALENA BOL SAN PABLO SAN PABLO RIO MAGDALENA - AUT [23207040]	4.3	6	5.2		5.1	4.8	4.7	6.1	57	79	68		65	61	59	83	7.35	7.52	6.99		7.83	7.28	8.02	7.76	169	333	159		169	128	196	173	29.8	29	28.7		27	27.6	26.4	31	
27859	MAGDALENA SAN PUERTO WILCHES SITIO NUEVO R-11 [23187280]	6	5.8	5.3		6	4.5	5.1	6.1	77	76	74		77	60	65	80	7.82		6.68		7.56	7.47	7.76	7.44	169	266	166		213	120	205	186	27.9	29.3	28.5		27.8	30.1	27.3	28.9	

OD: Oxígeno disuelto en mg O2/L  
 % SAT OD: Porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en porcentaje (%)  
 pH: (potencial de hidrógeno) en Unidades de pH  
 COND: Conductividad eléctrica en µS/cm  
 TEMP: Temperatura en °C (grados celsius ó centígrados)



Tabla 3-7. Resultados de análisis para las especies nitrogenadas

Id de la ubicación AQS	Nombre de la ubicación	Resultados de análisis																														
		NO2 1	NO2 2	NO2 3	NO2 4	NO2 5	NO2 6	NO2 7	NO2 8	NO3 1	NO3 2	NO3 3	NO3 4	NO3 5	NO3 6	NO3 7	NO3 8	N-NH3 1	N-NH3 2	N-NH3 3	N-NH3 4	N-NH3 5	N-NH3 6	N-NH3 7	NT 1	NT 2	NT 3	NT 4	NT 5	NT 6	NT 7	NT 8
31182	RCA OPON SAN SIMACOTA PTE.FERROCARRIL [23147020]	<0.006	<0.006	<0.006	0.009	0.0063	<0.006	<0.006	0.33	<0.1	0.3	0.26	0.28	0.45		0.149	<0.1	<0.1	<0.1	0.49	<0.1	<0.1		<0.8	<0.8	<0.8	<0.5	<0.5	0.63		<0.5	
27655	RCA LA COLORADA SAN SIMACOTA AYACUCHO [23147040]	<0.006	<0.006	0.009	0.01	0.01	<0.006	0.023	0.009	0.49	0.64	0.69	0.23	0.21	0.43	3.81	0.033	<0.1	0.11	0.11	0.33	<0.1	<0.1	<0.1	<0.8	1.03	1.44	<0.5	1.94	0.76	4.57	<0.5
8576	OPON SAN BARRANCABERMEJA DESEMBOCADURA RIO OPON	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	0.020	0.37	<0.1	0.26		0.31	0.35	0.31	0.231	<0.1	0.11	<0.1		<0.1	<0.1	<0.8	0.82	0.86		1.12	0.76	0.89	0.5	
31178	RCA SUAREZ SAN PUENTE NACIONAL PTE.NACIONAL [24017590]	0.018	0.015	0.039	0.04	0.01	<0.006		0.016	0.68	0.41	0.23	0.43	0.91	0.67		0.066	<0.1	0.16	0.36	0.32	0.12	0.24		0.94	1.22	1.74	0.9	0.94	3.27	0.6	
31181	RCA FONCE SAN SAN GIL SAN GIL [24027010]		<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	0.46	0.28	0.22	0.23	0.29	0.2		0.05	<0.1	<0.1	0.19	0.14	<0.1	0.19		<0.8	0.83	0.84	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
31077	RCA CHICAMOCHA BOY TIBASOSA SAN RAFAEL [24037190]	0.092	0.19	0.049		0.13	0.100		0.086	1.83	2.04	0.7		1.63	1.57		0.775	0.84	3.7	0.66		1.68	2.20		2.76	6.4	2.45		2.03	3.01	2.37	
31076	RCA CHICAMOCHA BOY SOGAMOSO PTE.CHAMEZA [24037290]		0.15	0.049		0.11	0.410		0.073	1.66	1.58	1.21		1.55	1.72		0.58	4.43	4.1	0.86		1.75	1.72		5.62	7.36	3.72		2.13	4.45	4.06	
31074	RCA CHICAMOCHA BOY PAZ DE RIO [24037510]		<0.006	0.25		0.02	0.082		0.100	0.77	1.11	0.95		0.52	1.41		0.308	0.71	1.6	0.5		<0.1	1.54		1.81	3.19	2.44		0.83	2.56	1.71	
31175	RCA CHICAMOCHA BOY COVARACHIA CAPITANEJO [24037390]	0.015	<0.006	0.023	0.042	0.02	0.009		0.018	0.62	0.48	0.53	1.58	1.03	0.56		0.176	0.16	0.21	0.28	0.14	<0.1	0.26		0.8	1.17	1.39	2.58	1.07	1.16	0.7	
31176	RCA CHICAMOCHA SAN JORDAN JORDAN EL [24037360]	0.007	<0.006	0.007	0.01	0.007	<0.006		0.009	0.66	2.42	0.14	1.13	0.93	0.87		0.161	0.12	<0.1	0.26	0.14	<0.1	0.32		1.56	1.13	1.07	1.49	0.74	0.94	1.14	
4267	RCA SOGAMOSO SAN LOS SANTOS EL JUNCAL [2405700149]	<0.006	<0.006	0.009	0.008	0.007	<0.006		<0.006	0.77	1.11	0.37	0.51	0.96	0.35		0.143	0.1	<0.1	0.15	0.13	<0.1	0.19		2.05	1.03	0.96	0.8	1.83	0.81	0.81	
31179	RCA SOGAMOSO SAN PUERTO WILCHES PTE.SOGAMOSO [24067020]	<0.006	<0.006	<0.006		<0.006	<0.006	<0.006	0.37	0.18	0.32		0.32	0.22	0.4		0.081	<0.1	0.14	0.14		<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1	0.59	0.5	0.69	0.72	
27628	CÑO.SAN SILVESTRE SAN BARRANCABERMEJA PTE.FERROCARRIL CGA.SAN SILVESTRE [24057070]	<0.006	<0.006	0.006	0.01	0.0170	<0.006	<0.006	0.006	0.17	0.2	0.22	0.22	0.13	0.19	0.25	<0.023	<0.1	0.14	<0.1	0.26	<0.1	<0.1	0.12	<0.8	1.12	1.06	1.08	0.71	0.75	0.59	0.57
8586	SOGAMOSO SAN PUERTO WILCHES DESEMBOCADURA DEL RIO SOGAMOSO	<0.006	<0.006	<0.006		<0.006	0.046	<0.006	<0.006	0.35	0.16	0.32		0.31	0.23	0.41	0.108	<0.1	<0.1	<0.1		<0.1	<0.1	<0.1	<0.8	0.83	1.04		0.55	0.6	0.65	0.63
100000	RCA DE ORO SAN PIEDECUUESTA PIEDECUESTANA [2319700100]	0.016	0.018	0.012	0.016	0.021	0.006		<0.006	0.4	0.32	0.35	0.56	0.35	0.39		0.13	<0.1	<0.1	0.17	0.4	<0.1	<0.1		<0.8	0.95	0.96	0.8	0.62	0.69	0.7	
27565	RCA DE ORO SAN GIRON PALOGORDO [23197690]	0.45	0.1	0.29	0.28	0.54	0.330	0.32	0.310	0.14	1.78	0.29	0.56	0.72	0.47	1.05	0.702	4.05	0.9	3.86	2.27	3.23	1.43	2.12	5.23	2.12	5.59	2.94	4.54	2.32	3.92	1.99
3418	RCA VETAS SAN SURATA PUENTE PANEGA [23197270]		0.01	<0.006	0.073	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	0.2	<0.1	0.2	0.34	<0.1	0.24	0.47	0.068	0.12	0.12	0.14	0.31	0.12	0.27	<0.1	<0.8	<0.8	<0.8	0.57	<0.5	<0.5	0.83	<0.5
2064	RCA SURATA SAN BUCARAMANGA MAJADAS [23197700]	0.008	<0.006	<0.006	0.062	0.007	0.008	<0.006	<0.006	0.12	<0.1	0.25	0.2	<0.1	0.21	0.42	0.114	<0.1	<0.1	0.28	0.23	<0.1	0.20	<0.1	<0.8	<0.8	<0.8	0.66	<0.5	<0.5	0.66	<0.5
27684	RCA LEBRIJA SAN GIRON CAFE MADRID [23197290]	0.169	0.43	<0.006	0.39	0.28	<0.006	0.13	0.780	1.42	0.68	0.69	1.04	0.62	0.87	0.9	0.171	4.37	3.9	8.1	7.94	4.04	3.51	2.14	6.25	6.3	11.4	9.96	5	5.15	3.68	7.55
3459	LEBRIJA SAN LEBRIJA ANGOSTURAS [23197400]	1.15	0.2	0.21		0.22	0.110	0.073		0.51	1.78	1.8		1.69	2.38	1.65		1.42	0.56	0.29		0.46	0.79	0.35	3.28	3.07	3.07		2.56	9.64	1.95	
29872	SAN ALBERTO CES SAN ALBERTO EL HOYO [23197410]	<0.006	0.006	0.014		<0.006	0.011	<0.006	<0.006	0.3	<0.1	0.51		0.28	0.36	2.88	0.073	<0.1	0.11	0.29		<0.1	0.24	<0.1	<0.8	0.88	1.67		0.5	1.03	3.1	<0.5
31180	RCA LEBRIJA SAN SABANA DE TORRES SAN RAFA EL [23197370]	0.027	0.043	0.015	0.031	<0.006	0.072	0.019	0.027	2.55	2.5	0.97	2.51	1.38	2.4	<0.1	<0.023	0.18	<0.1	0.25	0.34	<0.1	0.35	0.11	2.63	3.06	1.43	3.46	1.33	3.04	2.81	2.5
4232	LEBRIJA SAN PUERTO WILCHES SAN JUAN DE LOS CHORROS [2319700096]	<0.006	0.008	0.011		0.021	0.130	0.007	<0.006	1.8	1.54	0.95		1.43	2.37	1.39	0.398	<0.1	<0.1	0.32		<0.1	0.20	<0.1	2.43	1.96	1.44		1.75	8.91	1.46	2.44
8569	LEBRIJA CES AGUACHICA DESEMBOCADURA DEL RIO LEBRIJA	<0.006	<0.006	<0.006		<0.006	0.006	<0.006	<0.006	0.41	0.31	<0.1		0.41	0.46	0.43	0.131	<0.1	<0.1	0.18		<0.1	0.24	<0.1	<0.8	0.89	0.8		0.65	0.84	0.76	0.96
31174	RCA CARARE SAN CIMITARRA STA.ROSA [23127060]	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006		<0.006	0.25	0.28	0.33	0.58	0.15	0.35		0.09	<0.1	<0.1	0.18	0.26	<0.1	<0.1		<0.8	<0.8	1.43	0.86	1.59	<0.5		<0.5
19682	CARARE SAN PUERTO PARRA CARARE DESEMBOCADURA	<0.006	<0.006	<0.006		<0.006	<0.006	<0.006	0.006	0.65	<0.1	<0.1		0.24	0.36	0.41	0.645	<0.1	<0.1	<0.1		<0.1	<0.1	<0.1	<0.8	<0.8	1.15	0.82	0.62	0.72	1.17	1.29
29902	RCA MAGDALENA SAN BARRANCABERMEJA BARRANCABERMEJA [23157030]	<0.006	<0.006	<0.006	0.007	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	0.68	0.36	0.57	0.79	0.72	0.59	1	0.308	<0.1	<0.1	0.1	0.29	<0.1	<0.1	<0.1	0.83	1.14	1.29	0.82	1.96	0.8	2.76	1.18
27771	MAGDALENA SAN PUERTO WILCHES PTO.WILCHES [23187010]	<0.006	<0.006	<0.006		<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	0.73	0.54	0.71		0.69	0.8	1.19	0.229	<0.1	<0.1	0.14		<0.1	0.11	0.1	<0.8	0.96	1.38		0.71	0.78	2.08	0.96
8559	CIMITARRA BOL SAN PABLO DESEMBOCADURA RIO CIMITARRA	<0.006	<0.006	<0.006		<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	0.46	0.23	0.28		0.52	0.37	0.79	0.121	<0.1	<0.1	0.17		<0.1	<0.1	<0.1	1.1	0.88	0.99		0.77	0.6	1.31	0.81
196	MAGDALENA BOL SAN PABLO SAN PABLO RIO MAGDALENA - AJUT [23207040]	<0.006	<0.006	<0.006		<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	0.6	0.52	0.55		0.54	0.63	1.38	0.13	<0.1	0.11	0.13		<0.1	<0.1	<0.1	<0.8	1.32	1.06		0.67	0.8	2.43	0.85
27859	MAGDALENA SAN PUERTO WILCHES SITIO NUEVO R-11 [23187280]	<0.006	<0.006	<0.006		<0.006	0.009	<0.006	<0.006	0.72	0.59	0.58		0.68	0.55	1.24	0.131	<0.1	<0.1	0.22		<0.1	0.10	0.11	0.84	0.88	1.97		0.76	0.78	2.1	0.83

NO2: Nitrito en mg N-NO2-/L

NO3: Nitrato en mg N-NO3-/L

N-NH3: Nitrógeno amoniacal en mg N-NH3-/L

NT: Nitrógeno total en mg/L



Tabla 3-9. Resultado del análisis de cadmio, cromo y níquel total en agua

Id de la ubicación AQS	Nombre de la ubicación	Cd	Cr	Ni																					
		TOTAL AGUA 1 mg Cd/L	TOTAL AGUA 2 mg Cd/L	TOTAL AGUA 3 mg Cd/L	TOTAL AGUA 4 mg Cd/L	TOTAL AGUA 5 mg Cd/L	TOTAL AGUA 6 mg Cd/L	TOTAL AGUA 7 mg Cd/L	TOTAL AGUA 8 mg Cd/L	TOTAL AGUA 1 mg Cr/L	TOTAL AGUA 2 mg Cr/L	TOTAL AGUA 3 mg Cr/L	TOTAL AGUA 4 mg Cr/L	TOTAL AGUA 5 mg Cr/L	TOTAL AGUA 6 mg Cr/L	TOTAL AGUA 7 mg Cr/L	TOTAL AGUA 8 mg Cr/L	TOTAL AGUA 1 mg Ni/L	TOTAL AGUA 2 mg Ni/L	TOTAL AGUA 3 mg Ni/L	TOTAL AGUA 4 mg Ni/L	TOTAL AGUA 5 mg Ni/L	TOTAL AGUA 6 mg Ni/L	TOTAL AGUA 7 mg Ni/L	TOTAL AGUA 8 mg Ni/L
31182	RCA OPON SAN SIMACOTA PTE.FERROCARRIL [23147020]																								
27655	RCA LA COLORADA SAN SIMACOTA AYACUCHO [23147040]	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	
8576	OPON SAN BARRANCABERMEJA DESEMBOCADURA RIO OPON																								
31178	RCA SUAREZ SAN PUENTE NACIONAL PTE.NACIONAL [24017590]																								
31181	RCA FONCE SAN SAN GIL SAN GIL [24027010]																								
31077	RCA CHICAMOCHA BOY TIBASOSA SAN RAFAEL [24037190]																								
31076	RCA CHICAMOCHA BOY SOGAMOSO PTE.CHAMEZA [24037290]	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01		<0.01	<0.025	<0.025	<0.025		<0.025	<0.025		<0.025	<0.025	<0.025	<0.025		<0.025	<0.025	<0.025	
31074	RCA CHICAMOCHA BOY PAZ DE RIO PAZ DE RIO [24037510]	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01		<0.01	<0.025	<0.025	<0.025		<0.025	<0.025		<0.025	<0.025	<0.025	<0.025		<0.025	<0.025	<0.025	
31175	RCA CHICAMOCHA BOY COVARACHIA CAPITANEJO [24037390]																								
31176	RCA CHICAMOCHA SAN JORDAN JORDAN EL [24037360]																								
4267	RCA SOGAMOSO SAN LOS SANTOS EL JUNCAL [2405700149]	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025		<0.025	<0.025	<0.025	<0.025		<0.025	<0.025	<0.025	
31179	RCA SOGAMOSO SAN PUERTO WILCHES PTE.SOGAMOSO [24067020]	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.025	<0.025	<0.025		<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025		<0.025	<0.025	<0.025	
27628	CÑO.SAN SILVESTRE SAN BARRANCABERMEJA PTE.FERROCARRIL CGA.SAN SILVESTRE [24057070]																								
8586	SOGAMOSO SAN PUERTO WILCHES DESEMBOCADURA DEL RIO SOGAMOSO																								
100000	RCA DE ORO SAN PIEDECUESTA PIEDECUESTANA [2319700100]	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025		<0.025	<0.025	<0.025	<0.025		<0.025	<0.025	<0.025	
27565	RCA DE ORO SAN GIRON PALOGORDO [23197690]	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025		<0.025	<0.025	<0.025	
3418	RCA VETAS SAN SURATA PUENTE PANEGA [23197270]																								
2064	RCA SURATA SAN BUCARAMANGA MAJADAS [23197700]																								
27684	RCA LEBRIJA SAN GIRON CAFE MADRID [23197290]																								
3459	LEBRIJA SAN LEBRIJA ANGOSTURAS [23197400]																								
29872	SAN ALBERTO CES SAN ALBERTO EL HOYO [23197410]																								
31180	RCA LEBRIJA SAN SABANA DE TORRES SAN RAFA EL [23197370]																								
4232	LEBRIJA SAN PUERTO WILCHES SAN JUAN DE LOS CHORROS [2319700096]																								
8569	LEBRIJA CES AGUACHICA DESEMBOCADURA DEL RIO LEBRIJA																								
31174	RCA CARARE SAN CIMITARRA STA. ROSA [23127060]	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		<0.01	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025		<0.025	<0.025	<0.025	<0.025		<0.025	<0.025	<0.025	
19682	CARARE SAN PUERTO PARRA CARARE DESEMBOCADURA																								
29902	RCA MAGDALENA SAN BARRANCABERMEJA BARRANCABERMEJA [23157030]	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025		<0.025	<0.025	<0.025	
27771	MAGDALENA SAN PUERTO WILCHES PTO.WILCHES [23187010]																								
8559	CIMITARRA BOL SAN PABLO DESEMBOCADURA RIO CIMITARRA																								
196	MAGDALENA BOL SAN PABLO SAN PABLO RIO MAGDALENA - AUT [23207040]																								
27859	MAGDALENA SAN PUERTO WILCHES SITIO NUEVO R-11 [23187280]																								

Cd: cadmio

Cr: cromo

Ni: níquel



Tabla 3-11. Resultado del análisis de manganeso, aluminio y hierro total en agua

Id de la ubicación AQS	Nombre de la ubicación	Mn	Al	Fe																					
		TOTAL AGUA 1 mg Mn/L	TOTAL AGUA 2 mg Mn/L	TOTAL AGUA 3 mg Mn/L	TOTAL AGUA 4 mg Mn/L	TOTAL AGUA 5 mg Mn/L	TOTAL AGUA 6 mg Mn/L	TOTAL AGUA 7 mg Mn/L	TOTAL AGUA 8 mg Mn/L	TOTAL AGUA 1 mg Al/L	TOTAL AGUA 2 mg Al/L	TOTAL AGUA 3 mg Al/L	TOTAL AGUA 4 mg Al/L	TOTAL AGUA 5 mg Al/L	TOTAL AGUA 6 mg Al/L	TOTAL AGUA 7 mg Al/L	TOTAL AGUA 8 mg Al/L	TOTAL AGUA 1 mg Fe/L	TOTAL AGUA 2 mg Fe/L	TOTAL AGUA 3 mg Fe/L	TOTAL AGUA 4 mg Fe/L	TOTAL AGUA 5 mg Fe/L	TOTAL AGUA 6 mg Fe/L	TOTAL AGUA 7 mg Fe/L	TOTAL AGUA 8 mg Fe/L
31182	RCA_OPON_SAN_SIMACOTA_PTE.FERROCARRIL [23147020]																								
27655	RCA_LA_COLORADA_SAN_SIMACOTA_AYACUCHO [23147040]	<0.2	<0.2	0.31	<0.2	0.236	<0.2	0.4	0.222	2.033	4.093	10	0.497	0.612	1.58	7.62	0.906	4.65	8.513	16.3	1.18	1.387	3.36	15.3	1.984
8576	OPON_SAN_BARRANCABERMEJA_DESEMBOCADURA RIO OPON																								
31178	RCA_SUAREZ_SAN_PUENTE NACIONAL_PTE.NACIONAL [24017590]																								
31181	RCA_FONCE_SAN_SAN_GIL_SAN_GIL [24027010]																								
31077	RCA_CHICAMOCHA_BOY_TIBASOSA_SAN_RAFAEL [24037190]																								
31076	RCA_CHICAMOCHA_BOY_SOGAMOSO_PTE.CHAMEZA [24037290]	0.208	<0.2	0.219		0.221	<0.2		0.218	0.451	<0.2	1.132		0.994	0.467		1.465	2.97	1.935	4.075		3.977	2.44		3.085
31074	RCA_CHICAMOCHA_BOY_PAZ_DE RIO_PAZ_DE RIO [24037510]	<0.2	<0.2	<0.2		<0.2	<0.2		<0.2	0.275	0.351	0.872		0.56	0.356		1.054	1.13	1.304	3.131		2.42	1.96		1.17
31175	RCA_CHICAMOCHA_BOY_COVARACHIA_CAPITANEJO [24037390]																								
31176	RCA_CHICAMOCHA_SAN_JORDAN_SAN_GIL [24037360]																								
4267	RCA_SOGAMOSO_SAN_LOS_SANTOS_EL_JUNCAL [2405700149]	0.693	0.357	0.278	<0.2	<0.2	<0.2		0.705	8.62	6.747	5.84	4.06	1.69	2.08		4.57	20.8	<0.2	12.6	9.05	4.57	3.91		9.429
31179	RCA_SOGAMOSO_SAN_PUERTO_WILCHES_PTE.SOGAMOSO [24067020]	<0.2	<0.2	<0.2		<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.588	0.273	0.433		0.861	0.556	1.14	1.598	1.08	0.366	0.87		1.51	0.969	2.21	1.418
27628	CÑO_SAN_SILVESTRE_SAN_BARRANCABERMEJA_PTE.FERROCARRIL CGA.SAN_SILVESTRE [24057070]																								
8586	SOGAMOSO_SAN_PUERTO_WILCHES_DESEMBOCADURA DEL RIO SOGAMOSO																								
100000	RCA_DE_ORO_SAN_PIEDECUESTA_PIEDECUESTANA [2319700100]	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2		0.212	0.3	0.211	0.285	0.274	0.532	0.973		1.38	0.413	0.427	0.475	0.397	0.745	1.24		2.08
27565	RCA_DE_ORO_SAN_GIRON_PALOGORDO [23197690]	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.253	<0.2	<0.2	0.558	0.602	0.325	0.819	0.932	1.45	2.84	1.4	0.668	0.789	0.515	1.06	1.17	1.63	3.55	1.07
3418	RCA_VETAS_SAN_SURATA_PUENTE PANEGA [23197270]																								
2064	RCA_SURATA_SAN_BUCARAMANGA_MAJADAS [23197700]																								
27684	RCA_LEBRIJA_SAN_GIRON_CAFE MADRID [23197290]																								
3459	LEBRIJA_SAN_LEBRIJA_ANGOSTURAS [23197400]																								
29872	SAN_ALBERTO_CES_SAN_ALBERTO_EL_HOYO [23197410]																								
31180	RCA_LEBRIJA_SAN_SABANA_DE_TORRES_SAN_RAFA_EL [23197370]																								
4232	LEBRIJA_SAN_PUERTO_WILCHES_SAN_JUAN_DE_LOS_CHORROS [2319700096]																								
8569	LEBRIJA_CES_AGUACHICA_DESEMBOCADURA DEL RIO LEBRIJA																								
31174	RCA_CARARE_SAN_CIMITARRA_STA.ROSA [23127060]	<0.2	<0.2	<0.2	0.757	<0.2	<0.2		<0.2	0.71	0.411	4.79	18.9	0.237	3.42		2.655	1.37	0.883	8.62	49.7	0.615	8.48		2.272
19682	CARARE_SAN_PUERTO_PARRA_CARARE_DESEMBOCADURA																								
29902	RCA_MAGDALENA_SAN_BARRANCABERMEJA_BARRANCABERMEJA [23157030]	<0.2	<0.2	0.217	0.33	0.3	0.246	0.4	<0.2	3.66	0.767	4.59	8.22	<0.2	2.57	5.07	2.045	5.93	1.69	6.59	14.8	10.2	5.17	12.3	2.31
27771	MAGDALENA_SAN_PUERTO_WILCHES_PTO.WILCHES [23187010]																								
8559	CIMITARRA_BOL_SAN_PABLO_DESEMBOCADURA RIO CIMITARRA																								
196	MAGDALENA_BOL_SAN_PABLO_SAN_PABLO RIO MAGDALENA - AUT [23207040]																								
27859	MAGDALENA_SAN_PUERTO_WILCHES_SITIO NUEVO R-11 [23187280]																								

Mn: manganeso

Al: aluminio

Fe: hierro

Tabla 3-12. Resultados de mercurio total, cadmio y cromo biodisponibles en sedimentos

Id de la ubicación AQS	Nombre de la ubicación	Hg Total SED 1 mg Hg/Kg	Hg Total SED 2 mg Hg/Kg	Hg Total SED 3 mg Hg/Kg	Hg Total SED 4 mg Hg/Kg	Hg Total SED 5 mg Hg/Kg	Hg Total SED 6 mg Hg/Kg	Hg Total SED 7 mg Hg/Kg	Hg Total SED 8 mg Hg/Kg	Cd SED1 mg/Kg	Cd SED2 mg/Kg	Cd SED3 mg/Kg	Cd SED4 mg/Kg	Cd SED5 mg/Kg	Cd SED6 mg/Kg	Cd SED7 mg/Kg	Cd SED8 mg/Kg	Cr SED1 mg/Kg	Cr SED2 mg/Kg	Cr SED3 mg/Kg	Cr SED4 mg/Kg	Cr SED5 mg/Kg	Cr SED6 mg/Kg	Cr SED7 mg/Kg	Cr SED8 mg/Kg
31182	RCA OPON SAN SIMACOTA_PTE.FERROCARRIL [23147020]	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	1.34	1.15	<1.0	1.33	1.16	<1.0		1.01	12.9	5.9	5.45	2.97	14.1	15.6		4.34
27655	RCA LA COLORADA SAN SIMACOTA_AYACUCHO [23147040]	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.28	1.07	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	7.1	3.85	2.45	2.02	4.52	7.67	3	2.8
8576	OPON SAN BARRANCABERMEJA_DESEMBOCADURA RIO OPON	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.84	1.43	1.18		1.38	1.04	<1.0	1.02	11.7	6.15	5.74		12.3	13.7	4.39	4.33
31178	RCA SUAREZ SAN PUENTE NACIONAL_PTE.NACIONAL [24017590]									3.84		<1.0	1.23		2.63		1.8	6.17		7.35	2.67		6.95		4.61
31181	RCA FONCE SAN SAN GIL SAN GIL [24027010]	0.716	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0		<1.0	3.51	2.414	3.03	1.56	6.46	3.49		1.59
31077	RCA CHICAMOCHA_BOY TIBASOSA SAN RAFAEL [24037190]	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	<0.5		<0.5	<1.0	<1.0	<1.0		<1.0	<1.0		<1.0	6.54	2.52	4.74		12.4	4.57		2.44
31076	RCA CHICAMOCHA_BOY SOGAMOSO_PTE.CHAMEZA [24037290]	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	<0.5		0.83	<1.0	<1.0	<1.0		<1.0	<1.0		<1.0	11.6	18.4	6.17		10.9	8.79		1.62
31074	RCA CHICAMOCHA_BOY PAZ DE RIO PAZ DE RIO [24037510]	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	<1.0	<1.0	<1.0		<1.0	0.118		<1.0	9.46	8.12	5.43		24.3	8.79		3.26
31175	RCA CHICAMOCHA_BOY COVARACHIA_CAPITANEJO [24037390]									<1.0	1.2	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0		<1.0	9.72	8.27	8.9	4.82	15.5	10.6		8.37
31176	RCA CHICAMOCHA_SAN JORDAN JORDAN EL [24037360]									<1.0		<1.0	<1.0	<1.0	<1.0		<1.0	9.63		6.77	4.04	12.5	7.82		4.81
4267	RCA SOGAMOSO_SAN LOS SANTOS_EL JUNCAL [2405700149]	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	<0.5		<0.5	<1.0	<1.0	<1.0		<1.0	<1.0		<1.0	7.99	3.469	5.71		9.96	4.84		1.26
31179	RCA SOGAMOSO_SAN PUERTO WILCHES_PTE.SOGAMOSO [24067020]	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<1.0	<1.0	<1.0		<1.0	<1.0	1.03	<1.0	7.61	4.78	3.83		8.59	12.4	3.73	3.07
27628	CÑO.SAN SILVESTRE SAN BARRANCABERMEJA_PTE.FERROCARRIL CGA.SAN SILVESTRE [24057070]	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	4.66	3.589	2.31	1.95	2.91	5.51	2.86	3.45
8586	SOGAMOSO_SAN PUERTO WILCHES_DESEMBOCADURA DEL RIO SOGAMOSO	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	0.921	<1.0	<1.0	<1.0		<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	12.6	5	4.55		9.69	11.4	3.79	2.98
100000	RCA_DE ORO_SAN PIEDECUESTA_PIEDECUESTANA [2319700100]	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0		<1.0	7.48	5.351	5.79	4.29	9.99	8.42		6.94
27565	RCA_DE ORO_SAN GIRON PALOGORDO [23197690]	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.689	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	8.97	6	7.48	5.1	7.37	9.02	5.13	8.01
3418	RCA VETAS_SAN SURATA_PUENTE PANEGA [23197270]	1.46	0.619	2.19	1.04	<0.5	3.39	<0.5	1.374	<1.0	<1.0	2.19	<1.0	1.49	<1.0	1.03	<1.0	13.2	14.5	12.1	8.06	12.9	11.3	6.53	6.26
2064	RCA SURATA_SAN BUCARAMANGA MAJADAS [23197700]	5.38	<0.5	1.42	<0.5	<0.5	1.53	<0.5	1.249	<1.0	<1.0	1.42	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	10.8	7.76	8.83	5.03	10.4	8.69	4.89	4.37
27684	RCA LEBRIJA_SAN GIRON_CAFE MADRID [23197290]	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.52	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	5.41	5.66	6.72	2.7	12.5	7.21	4.38	2.74
3459	LEBRIJA_SAN LEBRIJA_ANGOSTURAS [23197400]	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5		<1.0	<1.0	<1.0		<1.0	<1.0	<1.0		5.15	1.55	2.98		5.21	3.45	2.38	
29872	SAN ALBERTO_CES_SAN ALBERTO_EL HOYO [23197410]	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<1.0	<1.0	<1.0		<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	5.86	5.81	9.05		12.1	7.31	5.45	8.69
31180	RCA LEBRIJA_SAN SABANA DE TORRES_SAN RAFA EL [23197370]	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2.11	<0.5	<0.5	<0.5	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	2.86	2.06	2.87	2.3	7.6	3.66	2.85	2.87
4232	LEBRIJA_SAN PUERTO WILCHES_SAN JUAN DE LOS CHORROS [2319700096]	<0.5	0.64	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	0.656	<1.0	<1.0	<1.0		<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	5.63	2.58	4.63		5.21	6.1	3.86	2.87
8569	LEBRIJA_CES_AGLUACHICA_DESEMBOCADURA DEL RIO LEBRIJA	<0.5	0.59	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	0.817	<1.0	0.25	<1.0		<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	6.44	3.11	11.6		12.7	5.38	5.8	4.44
31174	RCA CARARE_SAN CIMITARRA_STA.ROSA [23127060]	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	2.33	1.69	1.65	3.12	1.88	1.8		2.27	8.85	4.614	4.44	1.94	8	13.1		7.77
19682	CARARE_SAN PUERTO PARRA_CARARE_DESEMBOCADURA	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2.75	2.06	2.01		1.84	1.48	1.34	1.81	9.24	6.31	4.89		12.6	14.9	4.39	4.41
29902	RCA MAGDALENA_SAN BARRANCABERMEJA_BARRANCABERMEJA [23157030]	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.182	1.08	1.54	1.89	1.63	1.75	1.27	<1.0	1.28	8.56	6.13	5.62	3.29	12.4	13.6	4.29	8
27771	MAGDALENA_SAN PUERTO WILCHES_PTO.WILCHES [23187010]	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.08	1.6	2.01		1.59	<1.0	1.1	<1.0	8.57	6.16	5.22		12.5	10.2	4.55	3.67
8559	CIMITARRA_BOL_SAN PABLO_DESEMBOCADURA RIO CIMITARRA	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	0.663	1.68	1.4	1.23		<1.0	1.42	1.76	1.74	6.58	6.87	5.83		15.1	17.07	6.11	8.77
196	MAGDALENA_BOL_SAN PABLO_SAN PABLO RIO MAGDALENA - AUT [23207040]	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2.15	<1.0	1.23		1.7	1.81	1.08	1.25	5.93	3.19	4.84		14	15.6	4.71	4
27859	MAGDALENA_SAN PUERTO WILCHES_SITIO NUEVO R-11 [23187280]	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.65	1.96	1.71		1.74	1.8	<1.0	1.14	6.49	7.93	5.51		16.3	16.4	5.27	3.69

Hg: mercurio.

Cd: cadmio

Cr: cromo

Tabla 3-13. Resultados de níquel, cobre y plomo biodisponibles en sedimentos

Id de la ubicación AQS	Nombre de la ubicación	Ni SED1 mg/Kg	Ni SED2 mg/Kg	Ni SED3 mg/Kg	Ni SED4 mg/Kg	Ni SED5 mg/Kg	Ni SED6 mg/Kg	Ni SED7 mg/Kg	Ni SED8 mg/Kg	Cu SED1 mg/Kg	Cu SED2 mg/Kg	Cu SED3 mg/Kg	Cu SED4 mg/Kg	Cu SED5 mg/Kg	Cu SED6 mg/Kg	Cu SED7 mg/Kg	Cu SED8 mg/Kg	Pb SED1 mg/Kg	Pb SED2 mg/Kg	Pb SED3 mg/Kg	Pb SED4 mg/Kg	Pb SED5 mg/Kg	Pb SED6 mg/Kg	Pb SED7 mg/Kg	Pb SED8 mg/Kg
31182	RCA OPON SAN SIMACOTA PTE.FERROCARRIL [23147020]	7.1	6.61	5.67	7.15	7.16	6.03		4.51	2.58	3.77	3.63	3.98	2.49	<1.0		3.58	7.24	7.01	6.11	6.49	6.37	5.33		5.3
27655	RCA LA COLORADA SAN SIMACOTA AYACUCHO [23147040]	5.85	4.834	3.13	4.38	3.59	4.08	4.25	5.06	4.56	6.01	6.68	4.86	4.92	<1.0	4.62	4.03	5.03	4.545	4.78	3.19	3.29	3.89	3.98	3.94
8576	OPON SAN BARRANCABERMEJA DESEMBOCADURA RIO OPON	7.89	7.91	6.6		7.02	6.54	4.74	5.11	6.04	6.54	4.48		5.38	<1.0	3.73	6.12	8.08	7.66	6.72		5.84	5.55	4.59	5.84
31178	RCA SUAREZ SAN PUENTE NACIONAL PTE.NACIONAL [24017590]	11.8		8.4	4.92		8.89		7.1	7.34		3.6	1.55		3.93		5.79	11.8		11.7	8.57		8.84		9.11
31181	RCA FONCE SAN SAN GIL SAN GIL [24027010]	2.6	1.983	2.26	1.98	2	1.93		1.66	3.45	2.896	3.42	2.75	2.44	1.91		2.96	5.59	6.918	5.24	4.23	4.92	5.36		4.47
31077	RCA CHICAMOCCHA BOY TIBASOSA SAN RAFAEL [24037190]	2.89	2.06	2.26		2.37	1.73		1.6	7.97	5.21	7.77		6.42	3.47		7.38	5.51	4.31	4.84		5.84	3.34		3.74
31076	RCA CHICAMOCCHA BOY SOGAMOSO PTE.CHAMEZA [24037290]	4.71	3.85	8.58		2.12	3.51		1.62	7.19	10	5.96		4.16	7.42		3.65	10.2	14.4	8.58		5.53	11		3.63
31074	RCA CHICAMOCCHA BOY PAZ DE RIO PAZ DE RIO [24037510]	4.42	3.86	2.87		4.89	3.61		2.29	2.96	5.35	3.02		4.1	2.98		2.36	7.78	7.54	5.36		9.36	6.34		3.86
31175	RCA CHICAMOCCHA BOY COVARACHIA CAPITANEJO [24037390]	4.58	4.56	4.86	4.68	6.13	4.67		3.32	1.06	3.98	2.74	2.82	2.82	1.67		4.29	7.77	10.1	15.3	7.89	17.8	18		10.2
31176	RCA CHICAMOCCHA SAN JORDAN JORDAN EL [24037360]	4.01		4.15	3.62	3.35	3.58		3.89	1.45		3.2	2.2	1.58	1.56		3.56	7.83		11.6	6.96	6.73	9.44		14.7
4267	RCA SOGAMOSO SAN LOS SANTOS EL JUNCAL [2405700149]	4.41	3.977	4.02		2.54	3.44		1.48	2.09	2.139	1.97		1.07	2.27		2.82	10.1	7.139	10.1		5.65	6.2		3.21
31179	RCA SOGAMOSO SAN PUERTO WILCHES PTE.SOGAMOSO [24067020]	3.13	5.11	3		3.41	2.32	3.24	3.63	5.75	7.34	4.09		5.47	<1.0	5.19	6.5	4.26	8.1	5.01		6.66	8.14	4.63	7.31
27628	CÑO.SAN SILVESTRE SAN BARRANCABERMEJA PTE.FERROCARRIL CGA.SAN SILVESTRE [24057070]	3.09	2.25	2.87	1.9	<1.0	1.46	1.16	3.61	3.66	18.31	6.26	11.8	2.07	<1.0	5.59	7.43	6.61	9.912	4.47	6.91	3.62	4.9	9.74	11.1
8586	SOGAMOSO SAN PUERTO WILCHES DESEMBOCADURA DEL RIO SOGAMOSO	6.09	4.75	4.88		4.99	4.94	4.12	3.25	7.07	6.04	5.53		6.41	<1.0	7.39	5.89	8.08	6.52	7.58		7.35	6.99	8.22	5.95
100000	RCA DE ORO SAN PIEDECUESTA PIEDECUESTANA [2319700100]	3.87	2.882	3.25	2.94	3.07	2.16		2.38	3.78	3.111	4.84	2.14	1.75	<1.0		3.5	6.5	7.548	10.3	5.3	4.23	11.3		6.27
27565	RCA DE ORO SAN GIRON PALOGORDO [23197690]	4.98	3.04	3.71	3.74	2.15	3.26	2.93	3.62	13.1	5.63	9.61	7.38	3.41	<1.0	3.56	6.87	6.16	5.82	8.1	6.75	4.42	4.98	4.35	5.31
3418	RCA VETAS SAN SURATA PUENTE PANEGA [23197270]	3.94	4.91	4.68	3.79	4.95	4.7	4.93	3.55	19.3	31.7	34	25.8	14.3	121	33.4	58.5	51.1	27.8	34.6	24.02	6.87	16	10.2	16.6
2064	RCA SURATA SAN BUCARAMANGA MAJADAS [23197700]	5.3	4.86	5.09	3.69	3.06	3.92	3.6	3.15	21.8	13.7	15	14.8	8.44	27.3	18.7	16.39	14.5	11.14	13.3	9.31	5.41	9.66	11	5.98
27684	RCA LEBRIJA SAN GIRON CAFE MADRID [23197290]	3.16	3.3	4.06	2.23	3.95	3.51	2.4	1.9	5.37	8.13	12.2	6.51	13.3	12.7	11.7	6.32	5.41	9.55	8.99	4.76	8.67	8.79	9.3	5.79
3459	LEBRIJA SAN LEBRIJA ANGOSTURAS [23197400]	2.88	1.83	2.25		1.78	1.89	1.74		8.4	2.15	3.94		3.17	4.81	3.77		6.72	5.03	6.68		4.35	4.28	4.72	
29872	SAN ALBERTO CES SAN ALBERTO EL HOYO [23197410]	2.95	3.16	4.58		2.9	3.16	3.17	3.03	4.06	4.4	9.92		3.86	4.66	4.23	6.18	1.9	2.37	2.21		1.4	2.01	1.47	3.26
31180	RCA LEBRIJA SAN SABANA DE TORRES SAN RAFA EL [23197370]	1.72	1.44	2.25	2.34	2.24	2.1	1.94	2.75	3.76	3.02	3.67	5.46	5.27	4.67	5.06	5.82	3.28	2.89	3.88	4.52	4.22	4.1	4.16	4.74
4232	LEBRIJA SAN PUERTO WILCHES SAN JUAN DE LOS CHORROS [2319700096]	3.1	2.65	3.46		1.76	2.96	2.33	2.52	9.86	4.06	8.35		2.77	8.12	6.42	6.36	6.07	3.85	7.16		3.03	6.8	5.33	5.81
8569	LEBRIJA CES AGUACHICA DESEMBOCADURA DEL RIO LEBRIJA	3.21	3.55	6.16		2.98	2.91	3.38	3.55	9.01	7.08	69.8		6.04	6.25	7.02	26.8	5.44	6.88	6.88		4.46	5.31	6.3	9.48
31174	RCA CARARE SAN CIMITARRA STA. ROSA [23127060]	7.69	6.221	5.52	8.5	7.63	7.07		7.43	4.37	3.782	4.02	7.05	3.72	<1.0		6.43	5.6	5.828	7.89	7.74	7.34	5.23		6.9
19682	CARARE SAN PUERTO PARRA CARARE DESEMBOCADURA	9.14	8.46	7.12		6.75	6.66	5.04	7.27	7.78	8.08	5.42		3.72	<1.0	3.88	8.5	8.19	7.31	6.28		6.67	5.29	5.72	6.57
29902	RCA MAGDALENA SAN BARRANCABERMEJA BARRANCABERMEJA [23157030]	5.27	7.24	7.36	5.67	7.28	5.57	3.39	5.13	6.3	6.4	7.99	7.39	6.19	<1.0	4.23	10	4.72	7.34	6.4	4.73	6.38	4.17	3.25	5.43
27771	MAGDALENA SAN PUERTO WILCHES PTO.WILCHES [23187010]	4.87	6.32	6.79		5.21	5.24	4.13	3.36	3.73	9.7	8.55		5.26	<1.0	4.48	5.24	4.27	5.6	5.59		4.45	3.09	3.82	3.79
8559	CIMITARRA BOL SAN PABLO DESEMBOCADURA RIO CIMITARRA	5.97	6.14	6.16		2.69	8	5.89	6	9.09	8.75	11.7		6.33	1.69	9.1	10.9	4.96	5.41	7.21		4.24	5.85	5.92	5.93
196	MAGDALENA BOL SAN PABLO SAN PABLO RIO MAGDALENA - AUT [23207040]	6.93	5.45	4.97		5.93	8.16	4.48	3.57	9.11	4.42	5.91		5.64	1.32	4.52	5	4.95	3.88	4.14		5.13	5.9	4.12	4.32
27859	MAGDALENA SAN PUERTO WILCHES SITIO NUEVO R-11 [23187280]	6.32	7.93	6.45		7.59	8.45	5.61	5.33	8.71	10.7	8.39		8.54	2.5	6.76	8.57	5.34	6.5	6.22		6.91	6.49	5.38	6.56

Ni: níquel

Cu: cobre

Pb: plomo

Tabla 3-14. Resultados de zinc, manganeso, aluminio y hierro biodisponibles en sedimentos

Id de la ubicación AQS	Nombre de la ubicación	Zn SED1 mg/Kg	Zn SED2 mg/Kg	Zn SED3 mg/Kg	Zn SED4 mg/Kg	Zn SED5 mg/Kg	Zn SED6 mg/Kg	Zn SED7 mg/Kg	Zn SED8 mg/Kg	Mn SED1 mg/Kg	Mn SED2 mg/Kg	Mn SED3 mg/Kg	Mn SED4 mg/Kg	Mn SED5 mg/Kg	Mn SED6 mg/Kg	Mn SED7 mg/Kg	Mn SED8 mg/Kg	Al SED1 mg/Kg	Al SED2 mg/Kg	Al SED3 mg/Kg	Al SED4 mg/Kg	Al SED5 mg/Kg	Al SED6 mg/Kg	Al SED7 mg/Kg	Al SED8 mg/Kg	Fe SED1 mg/Kg	Fe SED2 mg/Kg	Fe SED3 mg/Kg	Fe SED4 mg/Kg	Fe SED5 mg/Kg	Fe SED6 mg/Kg	Fe SED7 mg/Kg	Fe SED8 mg/Kg
31182	RCA_OPON_SAN_SIMACOTA_PTE.FERROCARRIL [23147020]	32.6	47	36.6	44.6	53.4	35.3		32.1	126	132	117	133	120	81.8		97.5	795	1145	1026	1086	1344	1331		1063	8359	7543	7075	7490	9522	5532		5803
27655	RCA_LA_COLORADA_SAN_SIMACOTA_AYACUCHO [23147040]	20.7	38.8	22.5	29.1	26.3	23.3	22.9	29.6	156	134	15.5	121	125	104	110	127	824	1178	956	892	907	918	1034	1576	4218	4704	2628	4248	3612	3123	3461	6017
8576	OPON_SAN_BARRANCABERMEJA_DESEMBOCADURA RIO OPON	27.8	54.8	42.6		49.2	35.3	27.5	23.7	201	174	139		153	149	127	145	1070	1463	1233		2039	1428	1147	1082	6639	7787	7616		10558	5677	5186	4792
31178	RCA_SUAREZ_SAN_PUENTE NACIONAL_PTE.NACIONAL [24017590]	92.7		57.3	44.2		70.7		56.6	176		141	149		116			153	1265		921	909		939	1266	6861		10440	10679		8017		12216
31181	RCA_FONCE_SAN_SAN_GIL_SAN_GIL [24027010]	16.2	15.9	14.2	13.7	11.5	11.7		9.41	136	111	96.3	117	123	131		150	1100	923	890	1022	1003	974		1110	3178	2800	3142	3118	2896	4597	2907	
31077	RCA_CHICAMOCHA_BOY_TIBASOSA_SAN RAFAEL [24037190]	43.5	28.9	37.6		26.7	23.2		21.7	120	65.3	132		166	118		118	1126	636	906		1738	696		1043	7445	4353	5519		6509	4931	5316	
31076	RCA_CHICAMOCHA_BOY_SOGAMOSO_PTE.CHAMEZA [24037290]	71	174	59.3		32.7	74.7		23.2	101	146	147		89.5	198		75.8	1640	1455	1425		1051	7251		585	9567	6580	5904		4575	7251	4606	
31074	RCA_CHICAMOCHA_BOY_PAZ_DE RIO_PAZ_DE RIO [24037510]	78.9	75.3	74.9		45.7	87		16.66	322	209	169		378	246		181	1579	1651	864		2649	997		1088	8508	8059	4980		21295	10218	5093	
31175	RCA_CHICAMOCHA_BOY_COVARACHIA_CAPITANEJO [24037390]	52.3	47.5	46.6	42	62.5	37.5		24.2	150	225	246	278	306	182		205	1893	1458	1768	1891	2442	1727		1877	8917	9840	8580	8217	11215	11613	7187	
31176	RCA_CHICAMOCHA_SAN_JORDAN_JORDAN EL [24037360]	40.4		36.4	30.2	25.2	25.2		23.9	161		227	211	194	175		224	2026		2094	1676		2301		1209	8595		6233	7058	5898	13526	8153	
4267	RCA_SOGAMOSO_SAN_LOS SANTOS_EL JUNCAL [2405700149]	38.7	36.4	32		14.1	19.7		8.03	188	143	147		124	172		65.3	1722	975	1121		1212	873		485	7279	5098	6235		5206	6350	1433	
31179	RCA_SOGAMOSO_SAN_PUERTO WILCHES_PTE.SOGAMOSO [24067020]	21.2	33.8	27.7		25.3	14.6	22.1	18	97.7	175	114		73	116	147	385	956	1967	1006		2100	1710	1164	2072	4233	3676	3916		5389	4588	4045	4413
27628	CÑO_SAN_SILVESTRE_SAN_BARRANCABERMEJA_PTE.FERROCARRIL CGA.SAN SILVESTRE [24057070]	13.6	29.8	21	20.7	10.3	13.4	14.4	15.3	20.6	74.9	14.8	67.3	31.8	38.9	89.7	14.8	507	973	942	560	583	669	1419	857	1760	2620	2632	5992	1435	1825	2440	4656
8586	SOGAMOSO_SAN_PUERTO WILCHES_DESEMBOCADURA DEL RIO SOGAMOSO	25.8	35.7	30.7		41.3	25.7	30.7	18.6	243	164	178		175.4	130	157	176	1299	1285	1648		1917	1670	1484	1508	7765	5427	5636		6698	3808	4242	4138
100000	RCA_DE_ORO_SAN_PIEDECUESTA_PIEDECUESTANA [2319700100]	16.7	18.6	21	14	9.53	11.7		10.4	276	174	220	202	159	106		141	2581	2283	2547	1915	2697	4438		2154	3991	3759	4668	3256	3453	4662	3271	
27565	RCA_DE_ORO_SAN_GIRON_PALOGORDO [23197690]	62.8	20.5	34	23.4	9.54	13.7	9.79	13.1	159	85.3	94.6	189	59.1	86.9	139	223	2239	1700	2517	2305	1654	1687	2160	2737	5608	3344	4942	5034	2605	2486	2711	4343
3418	RCA_VETAS_SAN_SURATA_PUENTE PANEGA [23197270]	49.5	78	55.5	63.7	28.5	59	34.8	39.4	1164	1153	1015	941	170	543	446	686	1378	1317	1702	1264	2755	1863	3997	1735	8735	9539	9557	7644	5632	7252	7205	6519
2064	RCA_SURATA_SAN_BUCARAMANGA_MAJADAS [23197700]	63.3	39.5	41.4	63.5	16.8	32.4	19.7	18.9	517	394	485	496	145	340	159	216	2135	2232	2153	1487	1835	1460	2389	1780	6965	6627	7655	5992	4391	6027	4136	4580
27684	RCA_LEBRIJA_SAN_GIRON_CAFE MADRID [23197290]	18.4	26.2	35.7	20.5	30.5	24.2	14.1	12.7	103	158	323	105	101.1	184	135	107	1466	1381	1355	961	1802	1129	1780	1180	2698	3861	5194	1827	4650	5547	3728	2213
3459	LEBRIJA_SAN_LEBRIJA_ANGOSTURAS [23197400]	26.1	13.1	15		9.11	15.3	7.62		182	179	117		96.2	93.8	119		1484	1141	990		1236	872	1277		3189	2352	2402		2381	1889	2011	
29872	SAN ALBERTO_CES_SAN ALBERTO_EL HOYO [23197410]	12.5	13.4	16.2		9.27	12.5	8.5	10	76.5	86.2	183		134	120	103	113	2712	2772	4139		3434	2435	2840	3738	3547	3393	6404		5371	6468	3575	5589
31180	RCA_LEBRIJA_SAN_SABANA DE TORRES_SAN RAFA EL [23197370]	12	9.74	13.8	19.4	12.5	15.3	12.5	16.5	101	94.1	118	148	116	98.8	111	128	961	1152	1093	1269	1763	1082	1287	1971	2033	2857	2229	3180	3376	2678	2597	4300
4232	LEBRIJA_SAN_PUERTO WILCHES_SAN JUAN DE LOS CHORROS [2319700096]	22.7	17.7	20.5		8.17	20.3	11.6	13.4	241	113	367		71.6	249	216	144	2186	1450	2143		1223	1553	1854	2126	4478	3369	4260		2508	5326	3819	3855
8569	LEBRIJA_CES_AGUACHICA_DESEMBOCADURA DEL RIO LEBRIJA	18.7	52.9	21.2		16.1	20.3	19.9	24.9	323	264	236		162	187	144	220	2558	1752	1401		2018	1534	2117	2328	6116	6365	8315		6263	4960	7195	9530
31174	RCA_CARARE_SAN_CIMITARRA_STA. ROSA [23127060]	37.2	66.83	57.5	69.4	66.9	61.9		82	118	141	108	118	140	106		158	905	1051	895	989	1108	1081		2578	5630	7099	5653	5404	7191	5868		12080
19682	CARARE_SAN_PUERTO PARRA_CARARE_DESEMBOCADURA	41.7	64.1	62.8		60.3	46.5	38.3	46.2	141	130	113		129	86.5	117	141	1181	1346	1122		1676	1272	1171	1431	6013	6867	6294		9610	5690	6230	7491
29902	RCA_MAGDALENA_SAN_BARRANCABERMEJA_BARRANCABERMEJA [23157030]	25.7	48.3	54.3	47.2	55.6	41.7	4.23	33.2	131	160	162	146	153	107	76.1	214	1569	1609	1564	1890	1893	2509	1558	2563	4350	7638	6234	5364	7953	4339	4133	6217
27771	MAGDALENA_SAN_PUERTO WILCHES_PTO. WILCHES [23187010]	24.4	50.8	58		47.5	31.8	31.9	24.7	83.1	189	139		108	86.7	95	112	1103	2508	1750		1632	1381	1545	1426	4460	6238	5290		5961	3408	4823	4550
8559	CIMITARRA_BOL_SAN_PABLO_DESEMBOCADURA RIO CIMITARRA	50.9	52.6	61.1		21.8	58.4	40.6	40.9	173	170	169		437	166	172	213	1140	2076	2310		2659	2698	2445	2586	3535	6161	5943		7168	6610	6378	7175
196	MAGDALENA_BOL_SAN_PABLO_SAN_PABLO RIO MAGDALENA - AUT [23207040]	61.6	44.2	44		49.8	56.8	32	28	148	82.9	106		143	164	98.3	98.9	2022	1616	1485		1648	2376	1443	1442	5660	6007	4894		6913	5871	4929	3561
27859	MAGDALENA_SAN_PUERTO WILCHES_SITIO NUEVO R-11 [23187280]	51.9	63.5	53.3		56.9	58	37	29.5	168	198	175		193	193	139	188	2130	2663	1652		2205	2427	1948	2285	6430	8290	5244		7569	6195	5567	4649

Zn: zinc

Mn: manganeso

Al: aluminio

Fe: hierro

Tabla 3-15. Resultados de cuatro pesticidas órgano clorados de los 18 de interés toxicológico OMS

Id de la ubicación AQS	Nombre de la ubicación	α-HCH	α-HCH	α-HCH	α-HCH	α-HCH	α-HCH	β-HCH	β-HCH	β-HCH	β-HCH	β-HCH	β-HCH	γ-HCH	γ-HCH	γ-HCH	γ-HCH	γ-HCH	γ-HCH	δ-HCH	δ-HCH	δ-HCH	δ-HCH	δ-HCH	δ-HCH
		1-2-3 µg/L	4 µg/L	5 µg/L	6 µg/L	7 µg/L	8 µg/L	1-2-3 µg/L	4 µg/L	5 µg/L	6 µg/L	7 µg/L	8 µg/L	1-2-3 µg/L	4 µg/L	5 µg/L	6 µg/L	7 µg/L	8 µg/L	1-2-3 µg/L	4 µg/L	5 µg/L	6 µg/L	7 µg/L	8 µg/L
31182	RCA_OPON_SAN_SIMACOTA_PTE.FERROCARRIL [23147020]																								
27655	RCA_LA_COLORADA_SAN_SIMACOTA_AYACUCHO [23147040]	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<0.4	
8576	OPON_SAN_BARRANCABERMEJA_DESEMBOCADURA RIO OPON	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10					<10	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<0.4	
31178	RCA_SUAREZ_SAN_PUENTE NACIONAL_PTE.NACIONAL [24017590]																								
31181	RCA_FONCE_SAN_SAN_GIL_SAN_GIL [24027010]	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10			<0.4	<10	<10	<10	<10	<0.4	
31077	RCA_CHICAMOCHA_BOY_TIBASOSA_SAN_RAFAEL [24037190]																								
31076	RCA_CHICAMOCHA_BOY_SOGAMOSO_PTE.CHAMEZA [24037290]																								
31074	RCA_CHICAMOCHA_BOY_PAZ DE RIO_PAZ DE RIO [24037510]																								
31175	RCA_CHICAMOCHA_BOY_COVARACHIA_CAPITANEJO [24037390]	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10	<0.4	
31176	RCA_CHICAMOCHA_SAN_JORDAN_JORDAN EL [24037360]																								
4267	RCA_SOGAMOSO_SAN_LOS SANTOS_EL JUNCAL [2405700149]	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10	<0.4	
31179	RCA_SOGAMOSO_SAN_PUERTO WILCHES_PTE.SOGAMOSO [24067020]	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<0.4	
27628	CÑO.SAN SILVESTRE_SAN_BARRANCABERMEJA_PTE.FERROCARRIL CGA.SAN SILVESTRE [24057070]																								
8586	SOGAMOSO_SAN_PUERTO WILCHES_DESEMBOCADURA DEL RIO SOGAMOSO																								
100000	RCA_DE ORO_SAN_PIEDECUESTA_PIEDECUESTANA [2319700100]																								
27565	RCA_DE ORO_SAN_GIRON_PALOGORDO [23197690]																								
3418	RCA_VETAS_SAN_SURATA_PUENTE PANEGA [23197270]																								
2064	RCA_SURATA_SAN_BUCARAMANGA_MAJADAS [23197700]																								
27684	RCA_LEBRIJA_SAN_GIRON_CAFE MADRID [23197290]																								
3459	LEBRIJA_SAN_LEBRIJA_ANGOSTURAS [23197400]																								
29872	SAN ALBERTO_CES_SAN ALBERTO_EL HOYO [23197410]																								
31180	RCA_LEBRIJA_SAN_SABANA DE TORRES_SAN RAFA EL [23197370]																								
4232	LEBRIJA_SAN_PUERTO WILCHES_SAN JUAN DE LOS CHORROS [2319700096]																								
8569	LEBRIJA_CES_AGUACHICA_DESEMBOCADURA DEL RIO LEBRIJA																								
31174	RCA_CARARE_SAN_CIMITARRA_STA. ROSA [23127060]																								
19682	CARARE_SAN_PUERTO PARRA_CARARE_DESEMBOCADURA	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<0.4	
29902	RCA_MAGDALENA_SAN_BARRANCABERMEJA_BARRANCABERMEJA [23157030]	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<0.4	
27771	MAGDALENA_SAN_PUERTO WILCHES_PTO.WILCHES [23187010]	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<0.4	
8559	CIMITARRA_BOL_SAN_PABLO_DESEMBOCADURA RIO CIMITARRA																								
196	MAGDALENA_BOL_SAN_PABLO_SAN_PABLO RIO MAGDALENA - AUT [23207040]																								
27859	MAGDALENA_SAN_PUERTO WILCHES_SITIO NUEVO R-11 [23187280]	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<0.4	

Acuerdo de Cooperación ECOPETROL – IDEAM AC No. 4 (3034153)

Tabla 3-16. Resultados de cuatro pesticidas organoclorados adicionales, subtotal 8 de 18

Id de la ubicación AQS	Nombre de la ubicación	CLORO TALONIL 1-2-3 µg/L	CLORO TALONIL 4 µg/L	CLORO TALONIL 5 µg/L	CLORO TALONIL 6 µg/L	CLORO TALONIL 7 µg/L	CLORO TALONIL 8 µg/L	PROPANIL 1-2-3 µg/L	PROPANIL 4 µg/L	PROPANIL 5 µg/L	PROPANIL 6 µg/L	PROPANIL 7 µg/L	PROPANIL 8 µg/L	HEPTA CLORO 1-2-3 µg/L	HEPTA CLORO 4 µg/L	HEPTA CLORO 5 µg/L	HEPTA CLORO 6 µg/L	HEPTA CLORO 7 µg/L	HEPTA CLORO 8 µg/L	ALDRIN 1-2-3 µg/L	ALDRIN 4 µg/L	ALDRIN 5 µg/L	ALDRIN 6 µg/L	ALDRIN 7 µg/L	ALDRIN 8 µg/L
31182	RCA_OPON_SAN_SIMACOTA_PTE.FERROCARRIL [23147020]																								
27655	RCA_LA_COLORADA_SAN_SIMACOTA_AYACUCHO [23147040]	<10	<10	<10	<10	<10	<1.0	<10	<10	<10	<10	<10	<1.0	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4
8576	OPON_SAN_BARRANCABERMEJA_DESEMBOCADURA RIO OPON	<10		<10	<10	<10	<1.0	<10		<10	<10	<10	<1.0	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4
31178	RCA_SUAREZ_SAN_PUENTE NACIONAL_PTE.NACIONAL [24017590]																								
31181	RCA_FONCE_SAN_SAN_GIL_SAN_GIL [24027010]	<10	<10	<10	<10		<1.0	<10	<10	<10	<10		<1.0	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4
31077	RCA_CHICAMOCHA_BOY_TIBASOSA_SAN_RAFAEL [24037190]																								
31076	RCA_CHICAMOCHA_BOY_SOGAMOSO_PTE.CHAMEZA [24037290]																								
31074	RCA_CHICAMOCHA_BOY_PAZ_DE RIO_PAZ_DE RIO [24037510]																								
31175	RCA_CHICAMOCHA_BOY_COVARACHIA_CAPITANEIO [24037390]	<10	<10	<10	<10		<1.0	<10	<10	<10	<10		<1.0	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4
31176	RCA_CHICAMOCHA_SAN_JORDAN_JORDAN EL [24037360]																								
4267	RCA_SOGAMOSO_SAN_LOS SANTOS_EL JUNCAL [2405700149]	<10	<10	<10	<10		<1.0	<10	<10	<10	<10		<1.0	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4
31179	RCA_SOGAMOSO_SAN_PUERTO WILCHES_PTE.SOGAMOSO [24067020]	<10		<10	<10	<10	<1.0	<10		<10	<10	<10	<1.0	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4
27628	CÑO.SAN SILVESTRE_SAN_BARRANCABERMEJA_PTE.FERROCARRIL CGA.SAN SILVESTRE [24057070]																								
8586	SOGAMOSO_SAN_PUERTO WILCHES_DESEMBOCADURA DEL RIO SOGAMOSO																								
100000	RCA_DE ORO_SAN_PIEDECUESTA_PIEDECUESTANA [2319700100]																								
27565	RCA_DE ORO_SAN_GIRON_PALOGORDO [23197690]																								
3418	RCA_VETAS_SAN_SURATA_PUENTE PANEGA [23197270]																								
2064	RCA_SURATA_SAN_BUCARAMANGA_MAJADAS [23197700]																								
27684	RCA_LEBRIJA_SAN_GIRON_CAFE MADRID [23197290]																								
3459	LEBRIJA_SAN_LEBRIJA_ANGOSTURAS [23197400]																								
29872	SAN ALBERTO_CES_SAN ALBERTO_EL HOYO [23197410]																								
31180	RCA_LEBRIJA_SAN_SABANA DE TORRES_SAN RAFA EL [23197370]																								
4232	LEBRIJA_SAN_PUERTO WILCHES_SAN JUAN DE LOS CHORROS [2319700096]																								
8569	LEBRIJA_CES_AGUACHICA_DESEMBOCADURA DEL RIO LEBRIJA																								
31174	RCA_CARARE_SAN_CIMITARRA_STA.ROSA [23127060]																								
19682	CARARE_SAN_PUERTO PARRA_CARARE_DESEMBOCADURA	<10		<10	<10	<10	<1.0	<10		<10	<10	<10	<1.0	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4
29902	RCA_MAGDALENA_SAN_BARRANCABERMEJA_BARRANCABERMEJA [23157030]	<10	<10	<10	<10	<10	<1.0	<10	<10	<10	<10	<10	<1.0	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4
27771	MAGDALENA_SAN_PUERTO WILCHES_PTO.WILCHES [23187010]	<10		<10	<10	<10	<1.0	<10		<10	<10	<10	<1.0	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4
8559	CIMITARRA_BOL_SAN PABLO_DESEMBOCADURA RIO CIMITARRA																								
196	MAGDALENA_BOL_SAN PABLO_SAN PABLO RIO MAGDALENA -AUT [23207040]																								
27859	MAGDALENA_SAN_PUERTO WILCHES_SITIO NUEVO R-11 [23187280]	<10		<10	<10	<10	<1.0	<10		<10	<10	<10	<1.0	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4

Tabla 3-17. Resultados de tres pesticidas organoclorados adicionales, subtotal 11 de 18

Id de la ubicación AQS	Nombre de la ubicación	trans-HEPTA CLORO-endo-EPOXIDO (isomero A) 1-2-3 µg/L	trans-HEPTA CLORO-endo-EPOXIDO (isomero A) 4 µg/L	trans-HEPTA CLORO-endo-EPOXIDO (isomero A) 5 µg/L	trans-HEPTA CLORO-endo-EPOXIDO (isomero A) 6 µg/L	trans-HEPTA CLORO-endo-EPOXIDO (isomero A) 7 µg/L	trans-HEPTA CLORO-endo-EPOXIDO (isomero A) 8 µg/L	α- ENDOSUL FAN 1-2-3 µg/L	α- ENDOSUL FAN 4 µg/L	α- ENDOSUL FAN 5 µg/L	α- ENDOSUL FAN 6 µg/L	α- ENDOSUL FAN 7 µg/L	α- ENDOSUL FAN 8 µg/L	pp'-DDE 1-2-3 µg/L	pp'-DDE 4 µg/L	pp'-DDE 5 µg/L	pp'-DDE 6 µg/L	pp'-DDE 7 µg/L	pp'-DDE 8 µg/L
31182	RCA_OPON_SAN_SIMACOTA_PTE.FERROCARRIL [23147020]																		
27655	RCA_LA COLORADA_SAN_SIMACOTA_AYACUCHO [23147040]	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4
8576	OPON_SAN_BARRANCABERMEJA_DESEMBOCADURA RIO OPON	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4
31178	RCA_SUAREZ_SAN_PUENTE NACIONAL_PTE.NACIONAL [24017590]																		
31181	RCA_FONCE_SAN_SAN GIL_SAN GIL [24027010]	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4
31077	RCA_CHICAMOCHA_BOY_TIBASOSA_SAN RAFAEL [24037190]																		
31076	RCA_CHICAMOCHA_BOY_SOGAMOSO_PTE.CHAMEZA [24037290]																		
31074	RCA_CHICAMOCHA_BOY_PAZ DE RIO_PAZ DE RIO [24037510]																		
31175	RCA_CHICAMOCHA_BOY_COVARACHIA_CAPITANEJO [24037390]	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4
31176	RCA_CHICAMOCHA_SAN_JORDAN_JORDAN EL [24037360]																		
4267	RCA_SOGAMOSO_SAN_LOS SANTOS_EL JUNCAL [2405700149]	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4
31179	RCA_SOGAMOSO_SAN_PUERTO WILCHES_PTE.SOGAMOSO [24067020]	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4
27628	CÑO.SAN SILVESTRE_SAN_BARRANCABERMEJA_PTE.FERROCARRIL CGA.SAN SILVESTRE [24057070]																		
8586	SOGAMOSO_SAN_PUERTO WILCHES_DESEMBOCADURA DEL RIO SOGAMOSO																		
100000	RCA_DE ORO_SAN_PIEDECUESTA_PIEDECUESTANA [2319700100]																		
27565	RCA_DE ORO_SAN_GIRON_PALOGORDO [23197690]																		
3418	RCA_VETAS_SAN_SURATA_PUENTE PANEGA [23197270]																		
2064	RCA_SURATA_SAN_BUCARAMANGA_MAJADAS [23197700]																		
27684	RCA_LEBRIJA_SAN_GIRON_CAFE MADRID [23197290]																		
3459	LEBRIJA_SAN_LEBRIJA_ANGOSTURAS [23197400]																		
29872	SAN ALBERTO_CES_SAN ALBERTO_EL HOYO [23197410]																		
31180	RCA_LEBRIJA_SAN_SABANA DE TORRES_SAN RAFA EL [23197370]																		
4232	LEBRIJA_SAN_PUERTO WILCHES_SAN JUAN DE LOS CHORROS [2319700096]																		
8569	LEBRIJA_CES_AGUACHICA_DESEMBOCADURA DEL RIO LEBRIJA																		
31174	RCA_CARARE_SAN_CIMITARRA_STA.ROSA [23127060]																		
19682	CARARE_SAN_PUERTO PARRA_CARARE_DESEMBOCADURA	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4
29902	RCA_MAGDALENA_SAN_BARRANCABERMEJA_BARRANCABERMEJA [23157030]	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4
27771	MAGDALENA_SAN_PUERTO WILCHES_PTO.WILCHES [23187010]	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4
8559	CIMITARRA_BOL_SAN PABLO_DESEMBOCADURA RIO CIMITARRA																		
196	MAGDALENA_BOL_SAN PABLO_SAN PABLO RIO MAGDALENA - AUT [23207040]																		
27859	MAGDALENA_SAN_PUERTO WILCHES_SITIO NUEVO R-11 [23187280]	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4

Tabla 3-18. Resultados de tres pesticidas organoclorados adicionales, subtotal 14 de 18

Id de la ubicación AQS	Nombre de la ubicación	DIELDRIN 1-2-3 µg/L	DIELDRIN 4 µg/L	DIELDRIN 5 µg/L	DIELDRIN 6 µg/L	DIELDRIN 7 µg/L	DIELDRIN 8 µg/L	β- ENDOSUL FAN 1-2-3 µg/L	β- ENDOSUL FAN 4 µg/L	β- ENDOSUL FAN 5 µg/L	β- ENDOSUL FAN 6 µg/L	β- ENDOSUL FAN 7 µg/L	β- ENDOSUL FAN 8 µg/L	pp'-DDD 1-2-3 µg/L	pp'-DDD 4 µg/L	pp'-DDD 5 µg/L	pp'-DDD 6 µg/L	pp'-DDD 7 µg/L	pp'-DDD 8 µg/L
31182	RCA OPON SAN SIMACOTA PTE.FERROCARRIL [23147020]																		
27655	RCA LA COLORADA SAN SIMACOTA AYACUCHO [23147040]	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4
8576	OPON SAN BARRANCABERMEJA DESEMBOCADURA RIO OPON	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4
31178	RCA SUAREZ SAN PUENTE NACIONAL PTE.NACIONAL [24017590]																		
31181	RCA FONCE SAN SAN GIL SAN GIL [24027010]	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4
31077	RCA CHICAMOCHA BOY TIBASOSA SAN RAFAEL [24037190]																		
31076	RCA CHICAMOCHA BOY SOGAMOSO PTE.CHAMEZA [24037290]																		
31074	RCA CHICAMOCHA BOY PAZ DE RIO PAZ DE RIO [24037510]																		
31175	RCA CHICAMOCHA BOY COVARACHIA CAPITANEJO [24037390]	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4
31176	RCA CHICAMOCHA SAN JORDAN JORDAN EL [24037360]																		
4267	RCA SOGAMOSO SAN LOS SANTOS EL JUNCAL [2405700149]	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4
31179	RCA SOGAMOSO SAN PUERTO WILCHES PTE.SOGAMOSO [24067020]	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4
27628	CÑO.SAN SILVESTRE SAN BARRANCABERMEJA PTE.FERROCARRIL CGA.SAN SILVESTRE [24057070]																		
8586	SOGAMOSO SAN PUERTO WILCHES DESEMBOCADURA DEL RIO SOGAMOSO																		
100000	RCA DE ORO SAN PIEDECUESTA PIEDECUESTANA [2319700100]																		
27565	RCA DE ORO SAN GIRON PALOGORDO [23197690]																		
3418	RCA VETAS SAN SURATA PUENTE PANEGA [23197270]																		
2064	RCA SURATA SAN BUCARAMANGA MAJADAS [23197700]																		
27684	RCA LEBRIJA SAN GIRON CAFE MADRID [23197290]																		
3459	LEBRIJA SAN LEBRIJA ANGOSTURAS [23197400]																		
29872	SAN ALBERTO CES SAN ALBERTO EL HOYO [23197410]																		
31180	RCA LEBRIJA SAN SABANA DE TORRES SAN RAFA EL [23197370]																		
4232	LEBRIJA SAN PUERTO WILCHES SAN JUAN DE LOS CHORROS [2319700096]																		
8569	LEBRIJA CES AGUACHICA DESEMBOCADURA DEL RIO LEBRIJA																		
31174	RCA CARARE SAN CIMITARRA STA.ROSA [23127060]																		
19682	CARARE SAN PUERTO PARRA CARARE DESEMBOCADURA	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4
29902	RCA MAGDALENA SAN BARRANCABERMEJA BARRANCABERMEJA [23157030]	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4
27771	MAGDALENA SAN PUERTO WILCHES PTO.WILCHES [23187010]	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4
8559	CIMITARRA BOL SAN PABLO DESEMBOCADURA RIO CIMITARRA																		
196	MAGDALENA BOL SAN PABLO SAN PABLO RIO MAGDALENA - AUT [23207040]																		
27859	MAGDALENA SAN PUERTO WILCHES SITIO NUEVO R-11 [23187280]	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4

Tabla 3-19. Resultados de tres pesticidas organoclorados adicionales, subtotal 17 de 18

Id de la ubicación AQS	Nombre de la ubicación	ENDOSUL FAN SULFATO 1-2-3 µg/L	ENDOSUL FAN SULFATO 4 µg/L	ENDOSUL FAN SULFATO 5 µg/L	ENDOSUL FAN SULFATO 6 µg/L	ENDOSUL FAN SULFATO 7 µg/L	ENDOSUL FAN SULFATO 8 µg/L	pp'-DDT 1-2-3 µg/L	pp'-DDT 4 µg/L	pp'-DDT 5 µg/L	pp'-DDT 6 µg/L	pp'-DDT 7 µg/L	pp'-DDT 8 µg/L	ENDRIN CETONA 1-2-3 µg/L	ENDRIN CETONA 4 µg/L	ENDRIN CETONA 5 µg/L	ENDRIN CETONA 6 µg/L	ENDRIN CETONA 7 µg/L	ENDRIN CETONA 8 µg/L
31182	RCA OPON SAN SIMACOTA PTE.FERROCARRIL [23147020]																		
27655	RCA LA COLORADA SAN SIMACOTA AYACUCHO [23147040]	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4
8576	OPON SAN BARRANCABERMEJA DESEMBOCADURA RIO OPON	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4
31178	RCA SUAREZ SAN PUENTE NACIONAL PTE.NACIONAL [24017590]																		
31181	RCA FONCE SAN SAN GIL SAN GIL [24027010]	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4
31077	RCA CHICAMOCHA BOY TIBASOSA SAN RAFAEL [24037190]																		
31076	RCA CHICAMOCHA BOY SOGAMOSO PTE.CHAMEZA [24037290]																		
31074	RCA CHICAMOCHA BOY PAZ DE RIO PAZ DE RIO [24037510]																		
31175	RCA CHICAMOCHA BOY COVARACHIA CAPITANEJO [24037390]	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4
31176	RCA CHICAMOCHA SAN JORDAN JORDAN EL [24037360]																		
4267	RCA SOGAMOSO SAN LOS SANTOS EL JUNCAL [2405700149]	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4	<10	<10	<10	<10		<0.4
31179	RCA SOGAMOSO SAN PUERTO WILCHES PTE.SOGAMOSO [24067020]	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4
27628	CÑO.SAN SILVESTRE SAN BARRANCABERMEJA PTE.FERROCARRIL CGA.SAN SILVESTRE [24057070]																		
8586	SOGAMOSO SAN PUERTO WILCHES DESEMBOCADURA DEL RIO SOGAMOSO																		
100000	RCA DE ORO SAN PIEDECUESTA PIEDECUESTANA [2319700100]																		
27565	RCA DE ORO SAN GIRON PALOGORDO [23197690]																		
3418	RCA VETAS SAN SURATA PUENTE PANEGA [23197270]																		
2064	RCA SURATA SAN BUCARAMANGA MAJADAS [23197700]																		
27684	RCA LEBRIJA SAN GIRON CAFE MADRID [23197290]																		
3459	LEBRIJA SAN LEBRIJA ANGOSTURAS [23197400]																		
29872	SAN ALBERTO CES SAN ALBERTO EL HOYO [23197410]																		
31180	RCA LEBRIJA SAN SABANA DE TORRES SAN RAFA EL [23197370]																		
4232	LEBRIJA SAN PUERTO WILCHES SAN JUAN DE LOS CHORROS [2319700096]																		
8569	LEBRIJA CES AGUACHICA DESEMBOCADURA DEL RIO LEBRIJA																		
31174	RCA CARARE SAN CIMITARRA STA.ROSA [23127060]																		
19682	CARARE SAN PUERTO PARRA CARARE DESEMBOCADURA	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4
29902	RCA MAGDALENA SAN BARRANCABERMEJA BARRANCABERMEJA [23157030]	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4
27771	MAGDALENA SAN PUERTO WILCHES PTO.WILCHES [23187010]	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4
8559	CIMITARRA BOL SAN PABLO DESEMBOCADURA RIO CIMITARRA																		
196	MAGDALENA BOL SAN PABLO SAN PABLO RIO MAGDALENA - AUT [23207040]																		
27859	MAGDALENA SAN PUERTO WILCHES SITIO NUEVO R-11 [23187280]	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4	<10		<10	<10	<10	<0.4

Tabla 3-20. Resultados de un pesticida organoclorado adicional, subtotal 18 de 18 y dos triazinas

Id de la ubicación AQS	Nombre de la ubicación	METOXI CLORO 1-2-3 µg/L	METOXI CLORO 4 µg/L	METOXI CLORO 5 µg/L	METOXI CLORO 6 µg/L	METOXI CLORO 7 µg/L	METOXI CLORO 8 µg/L	Atrazina 1-2-3 µg/L	Atrazina 4 µg/L	Atrazina 5 µg/L	Atrazina 6 µg/L	Atrazina 7 µg/L	Atrazina 8 µg/L	Ametrina 8 µg/L
31182	RCA_OPON_SAN_SIMACOTA_PTE.FERROCARRIL [23147020]													
27655	RCA_LA COLORADA_SAN_SIMACOTA_AYACUCHO [23147040]	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<30	<10	<10	<10	<10	<0.4	<0.4
8576	OPON_SAN_BARRANCABERMEJA_DESEMBOCADURA RIO OPON	<10		<10	<10	<10	<0.4	<30		<10	<10	<10	<0.4	<0.4
31178	RCA_SUAREZ_SAN_PUENTE NACIONAL_PTE.NACIONAL [24017590]													
31181	RCA_FONCE_SAN_SAN GIL_SAN GIL [24027010]	<10	<10	<10	<10		<0.4	<30	<10	<10	<10		<0.4	<0.4
31077	RCA_CHICAMOCHA_BOY_TIBASOSA_SAN RAFAEL [24037190]													
31076	RCA_CHICAMOCHA_BOY_SOGAMOSO_PTE.CHAMEZA [24037290]													
31074	RCA_CHICAMOCHA_BOY_PAZ DE RIO_PAZ DE RIO [24037510]													
31175	RCA_CHICAMOCHA_BOY_COVARACHIA_CAPITANEJO [24037390]	<10	<10	<10	<10		<0.4	<30	<10	<10	<10		<0.4	<0.4
31176	RCA_CHICAMOCHA_SAN_JORDAN_JORDAN EL [24037360]													
4267	RCA_SOGAMOSO_SAN_LOS SANTOS_EL JUNCAL [2405700149]	<10	<10	<10	<10		<0.4	<30	<10	<10	<10		<0.4	<0.4
31179	RCA_SOGAMOSO_SAN_PUERTO WILCHES_PTE.SOGAMOSO [24067020]	<10		<10	<10	<10	<0.4	<30		<10	<10	<10	<0.4	<0.4
27628	CÑO.SAN SILVESTRE_SAN_BARRANCABERMEJA_PTE.FERROCARRIL CGA.SAN SILVESTRE [24057070]													
8586	SOGAMOSO_SAN_PUERTO WILCHES_DESEMBOCADURA DEL RIO SOGAMOSO													
100000	RCA_DE ORO_SAN_PIEDECUESTA_PIEDECUESTANA [2319700100]													
27565	RCA_DE ORO_SAN_GIRON_PALOGORDO [23197690]													
3418	RCA_VETAS_SAN_SURATA_PUENTE PANEGA [23197270]													
2064	RCA_SURATA_SAN_BUCARAMANGA_MAJADAS [23197700]													
27684	RCA_LEBRIJA_SAN_GIRON_CAFE MADRID [23197290]													
3459	LEBRIJA_SAN_LEBRIJA_ANGOSTURAS [23197400]													
29872	SAN ALBERTO_CES_SAN ALBERTO_EL HOYO [23197410]													
31180	RCA_LEBRIJA_SAN_SABANA DE TORRES_SAN RAFA EL [23197370]													
4232	LEBRIJA_SAN_PUERTO WILCHES_SAN JUAN DE LOS CHORROS [2319700096]													
8569	LEBRIJA_CES_AGUACHICA_DESEMBOCADURA DEL RIO LEBRIJA													
31174	RCA_CARARE_SAN_CIMITARRA_STA.ROSA [23127060]													
19682	CARARE_SAN_PUERTO PARRA_CARARE_DESEMBOCADURA	<10		<10	<10	<10	<0.4	<30		<10	<10	<10	<0.4	<0.4
29902	RCA_MAGDALENA_SAN_BARRANCABERMEJA_BARRANCABERMEJA [23157030]	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<30	<10	<10	<10	<10	<0.4	<0.4
27771	MAGDALENA_SAN_PUERTO WILCHES_PTO.WILCHES [23187010]	<10		<10	<10	<10	<0.4	<30		<10	<10	<10	<0.4	<0.4
8559	CIMITARRA_BOL_SAN PABLO_DESEMBOCADURA RIO CIMITARRA													
196	MAGDALENA_BOL_SAN PABLO_SAN PABLO RIO MAGDALENA - AUT [23207040]													
27859	MAGDALENA_SAN_PUERTO WILCHES_SITIO NUEVO R-11 [23187280]	<10		<10	<10	<10	<0.4	<30		<10	<10	<10	<0.4	<0.4

Acuerdo de Cooperación ECOPETROL – IDEAM AC No. 4 (3034153)

Tabla 3-21. Resultados de tres pesticidas organofosforados

Id de la ubicación AQS	Nombre de la ubicación	Clorpi rifos 1-2-3 µg/L	Clorpi rifos 4 µg/L	Clorpi rifos 5 µg/L	Clorpi rifos 6 µg/L	Clorpi rifos 7 µg/L	Clorpi rifos 8 µg/L	Metil paration 1-2-3 µg/L	Metil paration 4 µg/L	Metil paration 5 µg/L	Metil paration 6 µg/L	Metil paration 7 µg/L	Metil paration 8 µg/L	Malatión 8 µg/L
31182	RCA_OPON_SAN_SIMACOTA_PTE.FERROCARRIL [23147020]													
27655	RCA_LA COLORADA_SAN_SIMACOTA_AYACUCHO [23147040]	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<30	<10	<10	<10	<10	<1.0	<0.4
8576	OPON_SAN_BARRANCABERMEJA_DESEMBOCADURA RIO OPON	<10		<10	<10	<10	<0.4	<30		<10	<10	<10	<1.0	<0.4
31178	RCA_SUAREZ_SAN_PUENTE NACIONAL_PTE.NACIONAL [24017590]													
31181	RCA_FONCE_SAN_SAN GIL_SAN GIL [24027010]	<10	<10	<10	<10		<0.4	<30	<10	<10	<10		<1.0	<0.4
31077	RCA_CHICAMOCHA_BOY_TIBASOSA_SAN RAFAEL [24037190]													
31076	RCA_CHICAMOCHA_BOY_SOGAMOSO_PTE.CHAMEZA [24037290]													
31074	RCA_CHICAMOCHA_BOY_PAZ DE RIO_PAZ DE RIO [24037510]													
31175	RCA_CHICAMOCHA_BOY_COVARACHIA_CAPITANEJO [24037390]	<10	<10	<10	<10		<0.4	<30	<10	<10	<10		<1.0	<0.4
31176	RCA_CHICAMOCHA_SAN_JORDAN_JORDAN EL [24037360]													
4267	RCA_SOGAMOSO_SAN_LOS SANTOS_EL JUNCAL [2405700149]	<10	<10	<10	<10		<0.4	<30	<10	<10	<10		<1.0	<0.4
31179	RCA_SOGAMOSO_SAN_PUERTO WILCHES_PTE.SOGAMOSO [24067020]	<10		<10	<10	<10	<0.4	<30		<10	<10	<10	<1.0	<0.4
27628	CÑO.SAN SILVESTRE_SAN_BARRANCABERMEJA_PTE.FERROCARRIL CGA.SAN SILVESTRE [24057070]													
8586	SOGAMOSO_SAN_PUERTO WILCHES_DESEMBOCADURA DEL RIO SOGAMOSO													
100000	RCA_DE ORO_SAN_PIEDECUESTA_PIEDECUESTANA [2319700100]													
27565	RCA_DE ORO_SAN_GIRON_PALOGORDO [23197690]													
3418	RCA_VETAS_SAN_SURATA_PUENTE PANEGA [23197270]													
2064	RCA_SURATA_SAN_BUCARAMANGA_MAJADAS [23197700]													
27684	RCA_LEBRIJA_SAN_GIRON_CAFE MADRID [23197290]													
3459	LEBRIJA_SAN_LEBRIJA_ANGOSTURAS [23197400]													
29872	SAN ALBERTO_CES_SAN ALBERTO_EL HOYO [23197410]													
31180	RCA_LEBRIJA_SAN_SABANA DE TORRES_SAN RAFA EL [23197370]													
4232	LEBRIJA_SAN_PUERTO WILCHES_SAN JUAN DE LOS CHORROS [2319700096]													
8569	LEBRIJA_CES_AGUACHICA_DESEMBOCADURA DEL RIO LEBRIJA													
31174	RCA_CARARE_SAN_CIMITARRA_STA.ROSA [23127060]													
19682	CARARE_SAN_PUERTO PARRA_CARARE_DESEMBOCADURA	<10		<10	<10	<10	<0.4	<30		<10	<10	<10	<1.0	<0.4
29902	RCA_MAGDALENA_SAN_BARRANCABERMEJA_BARRANCABERMEJA [23157030]	<10	<10	<10	<10	<10	<0.4	<30	<10	<10	<10	<10	<1.0	<0.4
27771	MAGDALENA_SAN_PUERTO WILCHES_PTO.WILCHES [23187010]	<10		<10	<10	<10	<0.4	<30		<10	<10	<10	<1.0	<0.4
8559	CIMITARRA_BOL_SAN PABLO_DESEMBOCADURA RIO CIMITARRA													
196	MAGDALENA_BOL_SAN PABLO_SAN PABLO RIO MAGDALENA - AUT [23207040]													
27859	MAGDALENA_SAN_PUERTO WILCHES_SITIO NUEVO R-11 [23187280]	<10		<10	<10	<10	<0.4	<30		<10	<10	<10	<1.0	<0.4

### 3.5 Resultados y análisis de los monitoreos.

Para la actualización y seguimiento de la línea base ambiental hidrológica y de calidad de agua superficial del Valle Medio del Magdalena – VMM se visitaron 30 puntos ubicados en cuerpos de agua lóticos, y uno sólo de ellos en cuerpo léntico (Ciénaga San Silvestre), cuya distribución espacial se mostró en la **Figura 13**. Para cada punto se realizaron máximo 8 monitoreos en el período 2021 – 2023.

Tanto las operaciones de monitoreo para la recolección de muestras como los ensayos de laboratorio realizados para evaluar las condiciones (el estado) de calidad del recurso cumplieron con la rigurosidad requerida para garantizar en sus registros, la trazabilidad metrológica, la validez técnica y la confiabilidad de la información.

Para efectos de este estudio, se tuvo la intención de hacer seguimiento a diferentes regímenes hidrológicos y estacionales (aguas altas y aguas bajas), aunque desafortunadamente el período coincidió con un fenómeno de La Niña prolongado (agosto 2020 a marzo 2023) (IDEAM, 2023), con lluvias por encima de los promedios históricos 1991-2020. De otra parte, ningún punto se puede considerar de referencia natural sin intervención, un sitio prístino (o menos impactado posible), relativamente libre de presiones a la calidad debidas a agricultura, efluentes de aguas residuales o de minería pues de tiempo atrás todos han seguido una tendencia de intervención antrópica.

De las 60 variables determinadas, 22 cuentan con valores criterio de alarma propuestos por el Grupo de Evaluación Hidrológica (Ver Apéndice A, Tabla A1) en el marco del Acuerdo AC 4 para algún uso del recurso (40%); de estas, 12 variables presentaron valor de alarma en al menos uno de los monitoreos, y para cada uno de los 31 puntos visitados se calculó el porcentaje de alarma, según el número de veces que la magnitud presentó un valor que excedió el criterio de admisibilidad. Para las salidas gráficas (Figuras 22, 23 y 24), dicho porcentaje se representa en forma de círculos alrededor del punto, cuyo tamaño e intensidad de color incrementa en la medida en que la frecuencia de excedencia aumenta, dando un indicio de mayor persistencia en la condición de presión a la calidad. Así mismo, un menor tamaño e intensidad, indica presiones más esporádicas que obedecen a alteraciones puntuales cercanas al momento de muestreo.

Las condiciones de oxigenación presentaron alteración con mayor frecuencia en las SZH Opón y tramo del Magdalena y en menor proporción en las SZH Sogamoso y Lebrija (**Figura 15**), de modo

que las estaciones más presionadas coinciden con valores más altos de sólidos suspendidos que a su vez se correlacionan con magnitudes mayores de demanda química de oxígeno, indicativa de presencia de material no biodegradable, ó conductividad (que refleja más sales minerales disueltas), ó carbono orgánico y nitrógeno amoniacal (**Figura 16**), estos dos últimos indicativos de descargas de aguas residuales.

En el caso de los hidrocarburos totales HCT (**Figura 16**) los valores en condición de alarma fueron ocasionales, se presentaron mayormente con una frecuencia inferior del 20% (excepto para desembocadura río Cimitarra con frecuencia de alarma del 29%), mostrando presiones puntuales en estaciones ubicadas en los municipios de Simacota, Barrancabermeja, Puerto Wilches y Puerto Parra en Santander; Aguachica en Cesar y San Pablo en Bolívar.

En cuanto a los metales totales en agua (**Figura 17**), el plomo excedió el criterio de alarma puntualmente en un solo monitoreo en punto ubicado en el municipio de cimitarra sobre el río Carare. Excedencias de manganeso Mn, aluminio Al y Hierro Fe, fueron coincidentes en el municipio de Simacota en el río La Colorada, municipio Los Santos río Sogamoso, municipio Cimitarra río Carare y río Magdalena en el municipio de Barrancabermeja.

En cuanto al posible origen de la presencia de estos metales pesados en el agua, según el IRT (Instituto de Recursos de Agua de Texas. Servicio de Extensión El Sistema Universitario Texas A&M. Cooperativa de Texas. M L, McFarland & M C, Dozier., 200?) el hierro y el manganeso son elementos comunes en la superficie de la tierra, son dos elementos similares. El hierro es más común que el manganeso, pero frecuentemente ocurren juntos. No son peligrosos para la salud, pero pueden darle al agua un sabor, olor y color indeseable.

Respecto del aluminio, García y Zúñiga (García, 2021) mencionan que, el aluminio es un componente natural del agua superficial y subterránea debido, principalmente, a que forma parte de la estructura de las arcillas y puede estar presente en forma soluble en sistemas coloidales responsables de la turbiedad; se encuentra ampliamente distribuido en el ambiente, considerándose tóxico para el crecimiento de las plantas en suelos ácidos. Es el tercer elemento más abundante en la corteza terrestre; en aquellos municipios donde no se realizó tratamiento del agua (para potabilización), la procedencia del aluminio se debió a que venía incorporado en su fuente hídrica abastecedora.

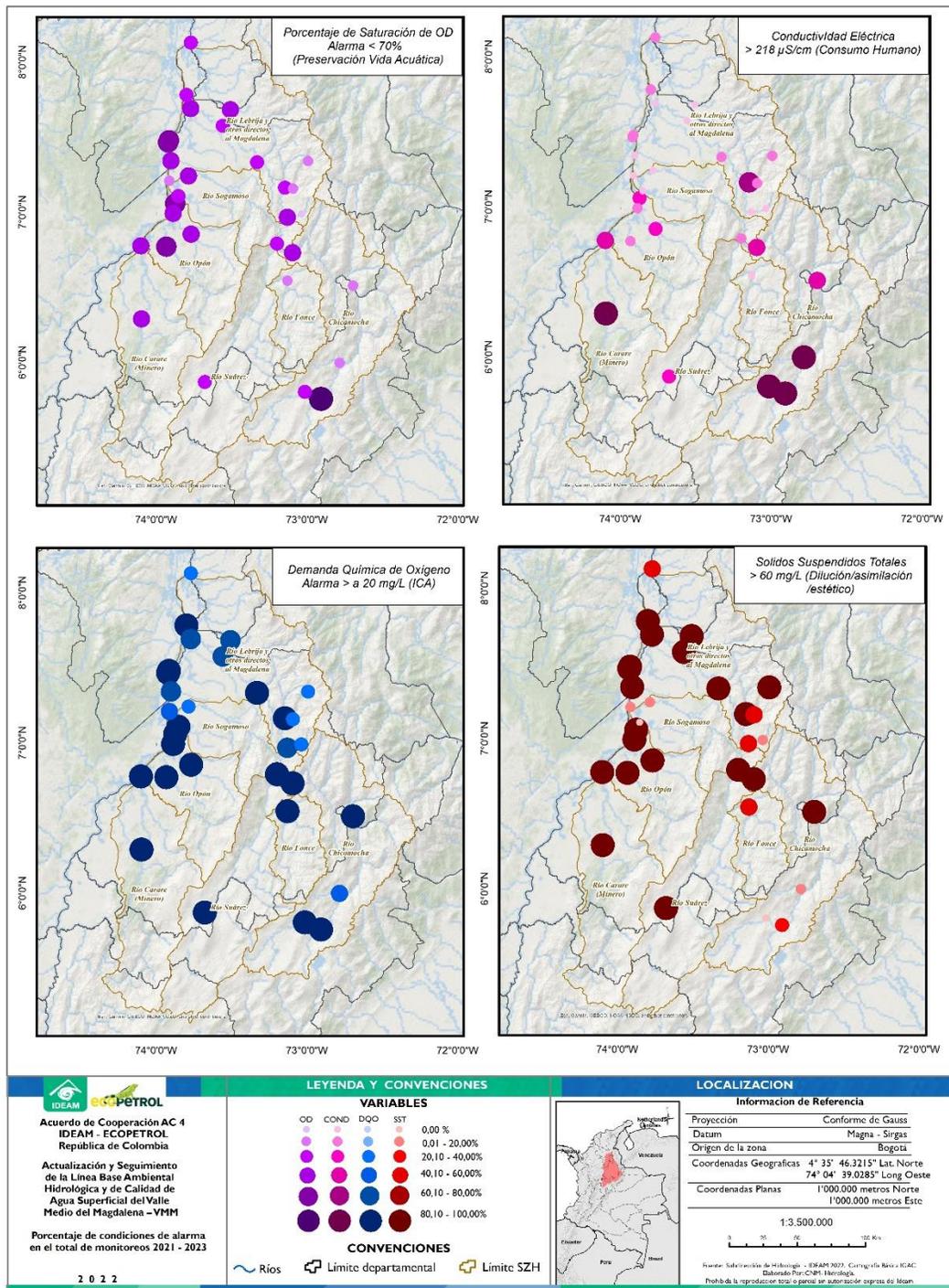


Figura 15. % de estado/condiciones de alarma en el total de monitoreos 2021 – 2023 para Variables de calidad del agua en los puntos de monitoreo a partir de % de saturación de OD, conductividad eléctrica, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales

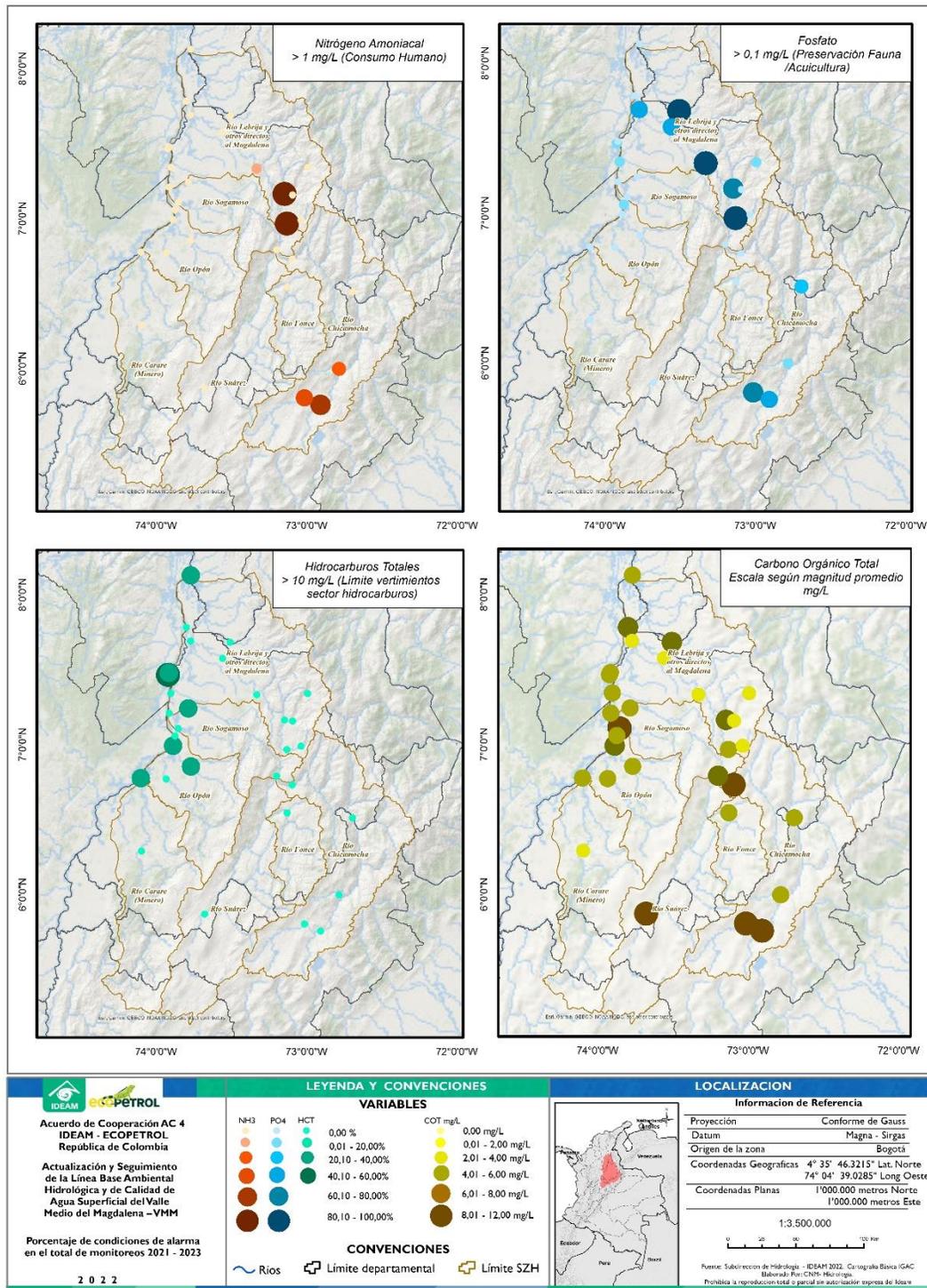


Figura 16. % de estado/condiciones de alarma en el total de monitoreos 2021 – 2023 para Variables de calidad del agua en los puntos de monitoreo a partir de concentración de nitrógeno amoniacal, fósforo soluble, hidrocarburos totales y carbono orgánico total

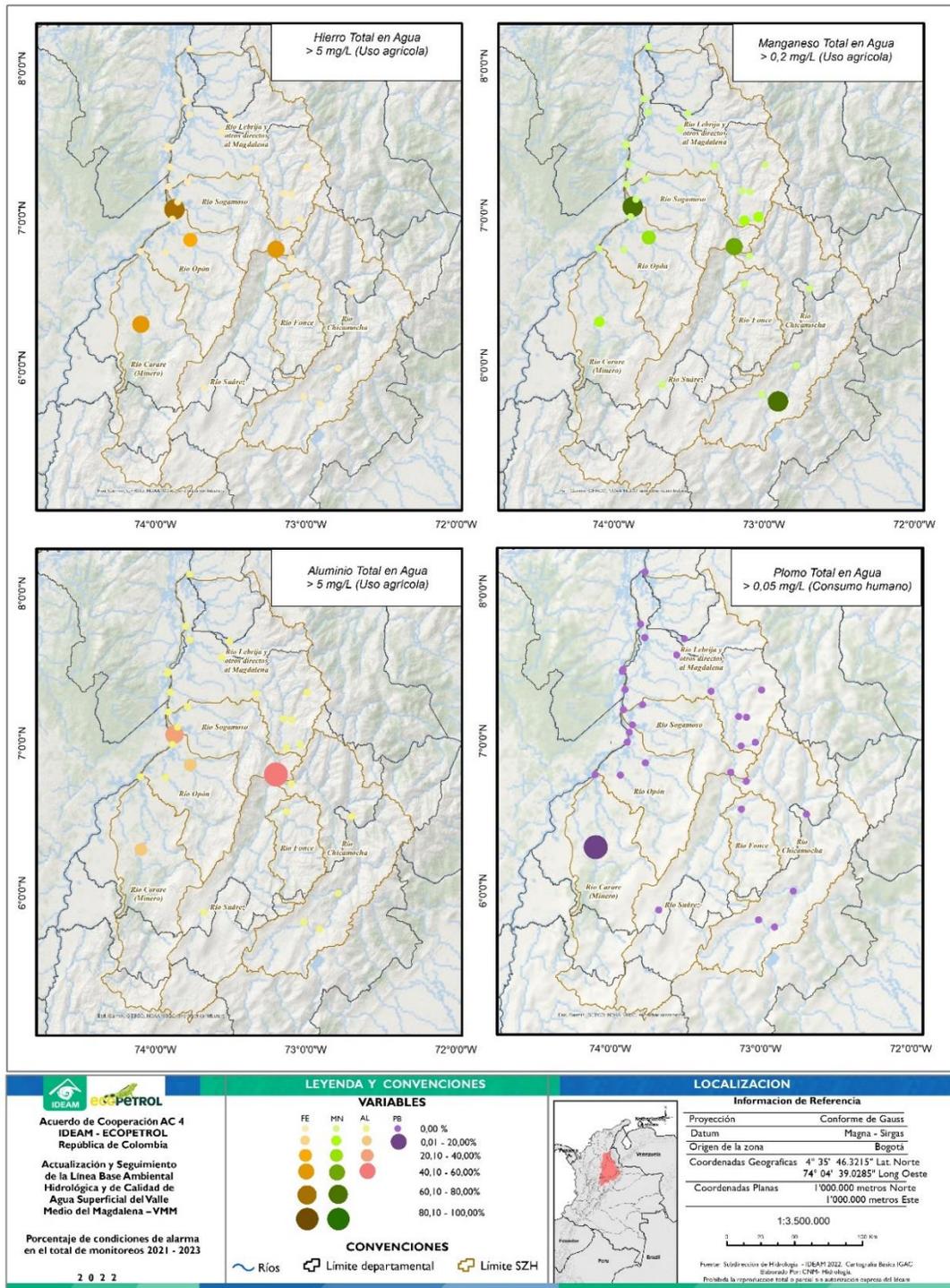


Figura 17. % de estado/condiciones de alarma en el total de monitoreos 2021 – 2023 para Variables de calidad del agua en los puntos de monitoreo a partir concentraciones totales en agua de hierro, manganeso, aluminio y plomo

En relación con el plomo, el Ministerio de Salud (Ministerio de Salud y Protección Social. Dirección de Promoción y Prevención – Subdirección de Salud Ambiental, 2022) señala en la información general sobre este metal que, el plomo (Pb) es un metal tóxico presente de forma natural en la corteza terrestre. Su uso generalizado ha dado lugar a una importante contaminación ambiental, a la exposición humana y a graves problemas de salud pública en muchas partes del mundo. Entre las principales fuentes de contaminación ambiental se destacan la explotación minera, la metalurgia, las actividades de fabricación y reciclaje y, en algunos países, el uso persistente de pinturas y combustibles, principalmente para la aviación.

El plomo es una sustancia tóxica versátil y ampliamente utilizada, este metal también se utiliza en muchos otros productos, como pigmentos, pinturas, soldaduras, vidrieras, vajillas de cristal, municiones, esmaltes cerámicos, joyas, juguetes y algunos productos cosméticos y medicamentos tradicionales. También puede contener plomo el agua potable canalizada a través de tuberías de plomo o soldadas con este metal. En la actualidad, gran parte del plomo comercializado mundialmente procede del reciclaje.

Es de anotar que en la campaña 8 se presentó la mayor presencia de mercurio total en sedimentos en niveles cuantificables ( $>0.5$  mg Hg/Kg), en el 33% de los puntos de monitoreo, en la desembocadura del río Sogamoso, en 6 de las 9 estaciones de la SZH Lebrija, en la desembocadura del río Cimitarra y en el río Magdalena en el municipio de Barrancabermeja, presumiblemente por tratarse del monitoreo en época de mayor estiaje.

#### **4 Aspectos conceptuales y metodológicos relacionados con la información hidrológica.**

Los aspectos conceptuales y metodológicos relativos al levantamiento, análisis, almacenamiento y disposición final de la información hidrológica de cantidad del agua se detallan en el documento metodológico “Estadísticas variables hidrológicas nivel de los ríos – caudal líquido” el cual se anexa. El documento detalla el diseño temático – metodológico, diseño estadístico, diseño de la ejecución, diseño de sistema, diseño de métodos y mecanismos para el control de la calidad, diseño de sistemas, diseño de pruebas piloto, diseño de análisis de resultados, diseño de difusión, control y seguimiento, diseño de la evaluación.

Además, se anexó el documento “Manual de Usuario Consulta y Descarga de datos hidrometeorológicos” el cual presenta el proceso de ingreso, consulta y descarga en el portal del DHIME”

## **5 Información hidrológica obtenida en lo corrido del acuerdo, años 2021, 2022 y 2023**

En la **Tabla 5.-1** se muestra el resumen de actividades efectuadas durante el transcurso del acuerdo, en los años 2021, 2022 y 2023 en el marco del acuerdo AC 04 en las estaciones localizadas dentro de la zona de interés e influencia. Se detallan las visitas de operación, supervisión, actividades de ajuste y los aforos efectuados.

La *Tabla 5-2* detalla el procesamiento de datos de nivel y caudal de aforos realizados durante lo corrido del acuerdo. En la tabla los meses con valor de 1 corresponden a los que ya se efectuó la validación de datos y están disponibles en la plataforma DHIME, los meses con valor de 0 corresponden a aquellos que no tienen datos completos o que no se han validado ni están disponibles en la plataforma DHIME.

La *Figura 18* muestra la distribución espacial de las estaciones a las que se le ha efectuado aforos líquidos y la *Figura 19* muestra la ubicación de las estaciones con series históricas de nivel y caudal. Los datos de caudal y nivel se encuentran disponibles en la carpeta de anexos de este producto.

Tabla 5-1. Resumen de actividades de la red hidrológica en el período del acuerdo AC 04 (2021 - 2034. Acuerdo AC 04

Nombre Estación	Código	Categoría	Visita operación	Visita supervisión	Aforo líquido convencional	Aforo líquido ADCP	Aforo sólido	Calidad de agua	Perfil transversal	Nivelación miras	Mantenimiento MIRAS	PINTURAS	DESMALEZADO
PTO BERRIO-	23097030	LG	3	0	0	2	0	0	1	2	2	2	1
BODEGA LA	23107020	LG	3	0	0	1	0	0	1	2	2	2	2
PTO ARAUJO	23127020	LG	3	0	1	1	2	0	1	2	2	2	2
BARREDERO F	23127050	LM	2	0	0	2	0	0	2	2	2	2	2
STA ROSA	23127060	LG	7	2	0	7	5	7	9	7	7	6	5
PTE FERROCA	23147020	LG	8	0	0	7	5	7	3	7	8	6	4
AYACUCHO	23147040	LM	8	0	2	6	0	7	7	7	7	5	5
BARRANCABER	23157030	LG	8	0	0	9	0	7	5	8	8	7	2
PENAS BLANC	23167010	LM	2	0	0	2	0	1	1	2	2	2	1
PTO WILCHES	23187010	LM	6	0	0	7	0	6	4	6	6	5	2
BADILLO	23187120	LM	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2

Acuerdo de Cooperación ECOPETROL – IDEAM AC No. 4 (3034153)

Nombre Estación	Código	Categoría	Visita operación	Visita supervisión	Aforo líquido convencional	Aforo líquido o ADCP	Aforo sólido	Calidad de agua	Perfil transversal	Nivelación de miras	Mantenimiento MIRAS	PINTURAS	DESMALEZADO
SITIO NUEVO	23187280	LM	8	0	0	9	0	6	6	8	8	8	7
PTE SARDINAS	23197130	LG	4	2	4	0	0	0	3	2	2	1	2
PTE PANEGA	23197270	LM	7	1	6	1	0	6	6	7	8	4	8
SAN RAFAEL	23197370	LM	7	1	1	6	3	7	7	7	7	4	5
HOYO EL	23197410	LM	6	1	4	2	0	4	5	6	7	3	7
PIEDRECUESTANA	2319700100	LM	5	2	5	1	0	5	5	5	6	4	7
PALOGORDO A	23197690	LG	7	0	5	2	0	6	7	7	8	4	8
MAJADAS	23197700	LG	8	1	7	1	0	6	7	7	8	4	6
SAN PABLO-A	23207040	LG	6	0	0	7	0	6	4	6	6	4	2
NOBLEZA LA	23207050	LM	2	0	0	2	0	0	1	2	2	2	2
CONTENTO EL	23217030	LM	2	0	0	2	0	0	1	2	2	2	2
GLORIA LA	23217060	LM	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1

Acuerdo de Cooperación ECOPETROL – IDEAM AC No. 4 (3034153)

Nombre Estación	Código	Categoría	Visita operación	Visita supervisión	Aforo líquido convencional	Aforo líquido o ADCP	Aforo sólido	Calidad de agua	Perfil transversal	Nivelación de miras	Mantenimiento MIRAS	PINTURA	DESMALEZADO
YEGUERITA 2	23217070	LM	4	0	3	0	0	0	3	4	4	2	4
GAMARRA-AUT	23217080	LG	4	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1
SAN BENITO	24017570	LG	4	0	1	1	3	0	2	4	4	3	5
JUSTO PASTO	24017580	LM	4	0	1	1	0	0	2	4	5	3	6
PTE NACIONAL	24017590	LG	10	0	6	2	8	8	8	7	9	5	9
CEIBA LA	24017640	LM	7	0	2	1	4	0	2	4	6	2	5
SAN GIL	24027010	LG	7	0	4	2	6	6	4	7	8	5	8
NEMIZAQUE	24027030	LG	4	0	2	1	4	0	3	3	5	3	6
PTE CABRA	24027040	LG	3	0	1	1	3	0	2	2	4	3	5
PTE LLANO	24027050	LG	4	0	2	1	4	0	3	3	5	3	6
PTE ARCO	24027060	LG	4	0	2	1	4	0	3	3	5	2	6
MERIDA	24027070	LG	5	0	2	1	4	0	3	3	5	2	6

Acuerdo de Cooperación ECOPETROL – IDEAM AC No. 4 (3034153)

Nombre Estación	Código	Categoría	Visita operación	Visita supervisión	Aforo líquido convencional	Aforo líquido o ADCP	Aforo sólido	Calidad de agua	Perfil transversal	Nivelación de miras	Mantenimiento MIRAS	PINTURAS	DESMALEZ
JORDAN EL	24037360	LM	7	0	5	1	5	7	4	5	8	5	8
LAS MINAS	2401700091	LG	5	0	0	2	1	0	0	1	4	2	4
PTE FERROCA	24057070	LM	6	0	0	1	0	5	0	6	6	4	3
PTE SOGAMOS	24067020	LM	7	0	0	8	4	5	5	6	7	6	3
REGIDOR	25027410	LM	2	0	0	2	0	0	1	2	2	2	2
SAN JOSÉ DE LOS CHORROS - AUT	2319700096	LG	7	2	1	6	0	6	5	6	7	5	3
ANGOSTURAS - AUT	23197400	LG	6	2	1	4	0	5	5	5	6	4	4
EL JUNCAL - AUT [2405700149]	1605700152	LG	5	1	0	2	0	5	2	4	6	4	6
CAFE MADRID	23197290		5	0	1	2	1	6	3	5	7	4	8
DESEMBRIO LEBRIJA	TEMPORAL		7	1	0	7	0	6	0	0	0	0	0

Acuerdo de Cooperación ECOPETROL – IDEAM AC No. 4 (3034153)

Nombre Estación	Código	Categoría	Visita operación	Visita supervisión	Aforo líquido convencional	Aforo líquido o ADCP	Aforo sólido	Calidad de agua	Perfil transversal	Nivelación miras	Mant MIRAS	PINTUR A	DESMALEZ
DESEMBRIO CIMITARRA	TEMPORAL		7	0	0	7	0	6	0	0	0	0	0
DESEMBRIO SOGAMOSO	TEMPORAL		7	0	0	7	0	6	0	0	0	0	0
DESEMBRIO OPON	TEMPORAL		7	0	0	7	0	6	0	0	0	0	0
DESEMBRIO CARARE	TEMPORAL		7	0	0	7	0	6	0	0	0	0	0

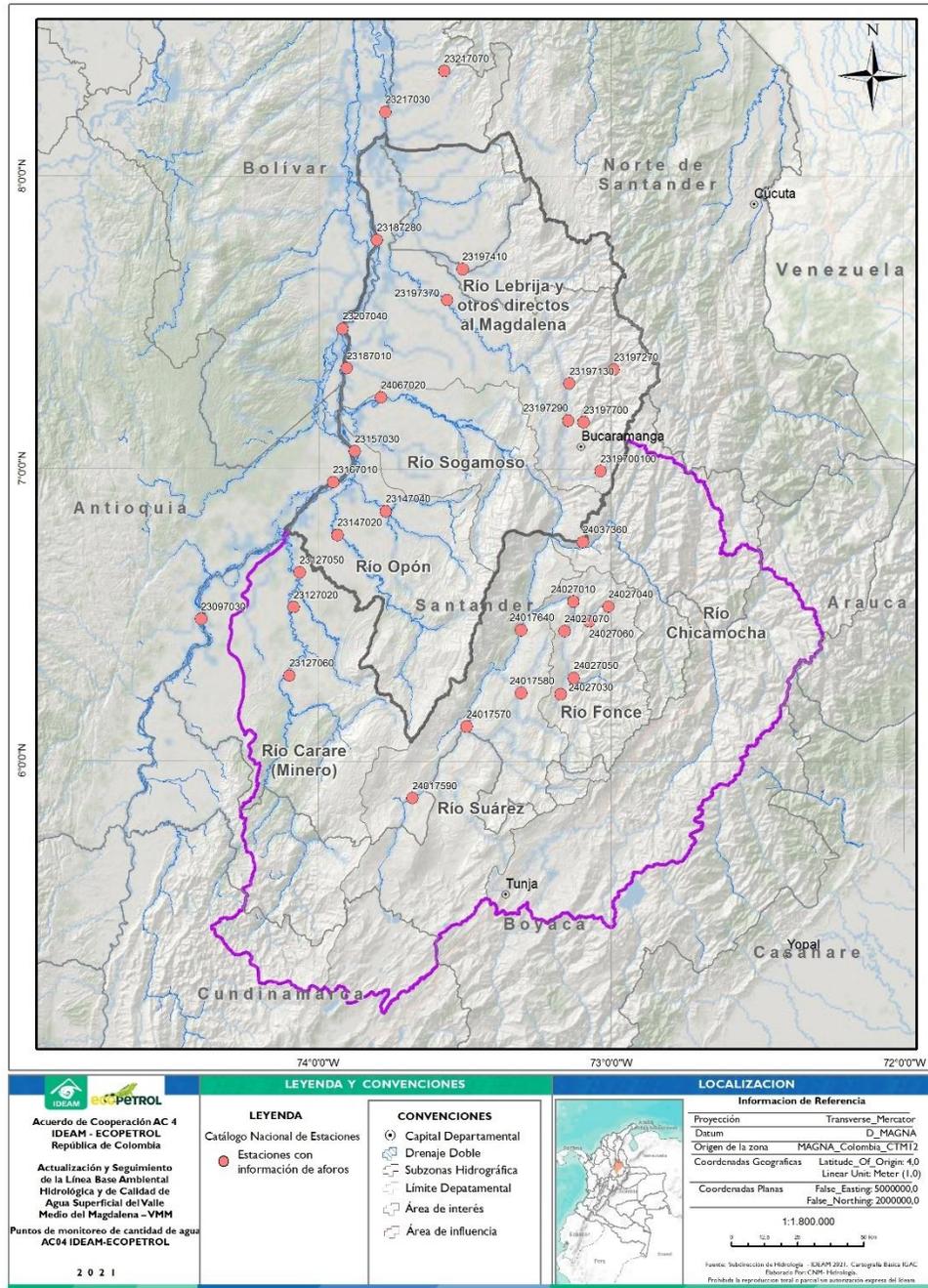


Figura 18. Estaciones con información de aforos obtenidos en el transcurso del acuerdo. Años 2021, 2022 y 2023

Tabla 5-2. Inventario de niveles y caudales efectuados durante lo corrido del acuerdo, años 2021, 2022 y 2023

PROCESAMIENTO DATOS NIVEL - CAUDAL															
CÓDIGO	TE	NOMBRE	CORRIENTE	2021											
				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
23197130	LG	PTE SARDINAS	SANTA CRUZ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
23197270	LM	PTE PANEGA	VETAS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2319700100	LM	PIEDRECUESTANA	DE ORO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
23197690	AU T	PALOGORDO	DE ORO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
23197700	LG	MAJADAS	SURATA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
24027040	LG	PTE CABRA	MOGOTICOS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
24037360	LG	JORDAN EL	CHICAMOCHA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
23107020	LG	LA BODEGA	REGLA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
23127020	AU T	PTO ARAUJO	CARARE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
23127060	LG	STA ROSA	CARARE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
23147040 Aquarius	LM	AYACUCHO / LA COLORADA	LA COLORADA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Acuerdo de Cooperación ECOPETROL – IDEAM AC No. 4 (3034153)

2314700159 polaris																
23197370	LM	SAN RAFAEL	LEBRIJA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23197400	LG	ANGOSTURAS - AUT	LEBRIJA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23197410	LM	HOYO EL	SAN ALBERTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24057070	LM	PPFF CIÉNAGA	SAN SILVESTRE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23097030	AU T	PTO BERRIO	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23127050	LM	BARREDERO FCA	CARARE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23147020	LG	PTE FERROCARRIL	OPON	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23157030	AU T	BARRANCABERMEJ A	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23167010	LM	PEÑAS BLANCAS	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2319700096	LG	SAN JUAN CHORROS - AUT	LEBRIJA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
23187010	LM	PTO WILCHES	MAGDALENA	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23187120	LM	BADILLO	MAGDALENA	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0
23187280	LM	SITIO NUEVO R-11	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23207040	AU T	SAN PABLO AUTOM.	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Acuerdo de Cooperación ECOPETROL – IDEAM AC No. 4 (3034153)

23207050	LM	<b>NOBLEZA LA</b>	BZO MORALES	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
23217030	LM	<b>CONTENTO EL</b>	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23217060	LM	<b>GLORIA LA</b>	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23217080	AU T	<b>GAMARRA AUT</b>	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24067020	LM	<b>PTE SOGAMOSO</b>	SOGAMOSO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25027410	LM	<b>REGIDOR</b>	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24017570	LG	<b>SAN BENITO</b>	SUAREZ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24017580	LM	<b>JUSTO PASTOR GOMEZ</b>	OIBITA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24017590	LG	<b>PTE NACIONAL</b>	SUAREZ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24017640	LM	<b>CEIBA LA</b>	SUAREZ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
2401700091	LG	<b>LAS MINAS - AUT</b>	<b>SUAREZ</b>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
2405700149	LG	<b>EL JUNCAL - AUT</b>	<b>SOGAMOSO</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24027010	LG	<b>SAN GIL</b>	FONCE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24027030	LG	<b>NEMIZAJUE</b>	PIENTA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24027050	LG	<b>PTE LLANO</b>	TAQUIZA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Acuerdo de Cooperación ECOPETROL – IDEAM AC No. 4 (3034153)

24027060	LG	<b>PTE ARCO</b>	MONCHIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24027070	LG	<b>MERIDA</b>	FONCE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23197290	LG	<b>CAFÉ MADRID</b>										1	1	1	1

PROCESAMIENTO DATOS NIVEL - CAUDAL															
CÓDIGO	TE	NOMBRE	CORRIENTE	2022											
				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
23197130	LG	<b>PTE SARDINAS</b>	SANTA CRUZ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23197270	LM	<b>PTE PANEGA</b>	VETAS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2319700100	LM	<b>PIEDRECUESTANA</b>	DE ORO	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
23197690	AU T	<b>PALOGORDO</b>	DE ORO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23197700	LG	<b>MAJADAS</b>	SURATA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
24027040	LG	<b>PTE CABRA</b>	MOGOTICOS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
23197290	LG	<b>CAFÉ MADRID</b>	LEBRIJA	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	
24037360	LG	<b>JORDAN EL</b>	CHICAMOCHA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
23217070	LM	<b>YEGUERITA N 2</b>	Q. BUTURAMA	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	

Acuerdo de Cooperación ECOPETROL – IDEAM AC No. 4 (3034153)

23107020	LG	LA BODEGA	REGLA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23127020	AU T	PTO ARAUJO	CARARE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23127060	LG	STA ROSA	CARARE	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
23147040 Aquarius 2314700159 polaris	LM	AYACUCHO / LA COLORADA	LA COLORADA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23197370	LM	SAN RAFAEL	LEBRIJA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23197400	LG	ANGOSTURAS - AUT	LEBRIJA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23197410	LM	HOYO EL	SAN ALBERTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24057070	LM	PPFF CIÉNAGA	SAN SILVESTRE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23097030	AU T	PTO BERRIO	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23127050	LM	BARREDERO FCA	CARARE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23147020	LG	PTE FERROCARRIL	OPON	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23157030	AU T	BARRANCABERMEJ A	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23167010	LM	PEÑAS BLANCAS	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2319700096	LG	SAN JUAN CHORROS - AUT	LEBRIJA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
23187010	LM	PTO WILCHES	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

23187120	LM	<b>BADILLO</b>	MAGDALENA	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
23187280	LM	<b>SITIO NUEVO R-11</b>	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23207040	AU T	<b>SAN PABLO AUTOM.</b>	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23207050	LM	<b>NOBLEZA LA</b>	BZO MORALES	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
23217030	LM	<b>CONTENTO EL</b>	MAGDALENA	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
23217060	LM	<b>GLORIA LA</b>	MAGDALENA	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23217080	AU T	<b>GAMARRA AUT</b>	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24067020	LM	<b>PTE SOGAMOSO</b>	SOGAMOSO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25027410	LM	<b>REGIDOR</b>	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24017570	LG	<b>SAN BENITO</b>	SUAREZ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24017580	LM	<b>JUSTO PASTOR GOMEZ</b>	OIBITA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24017590	LG	<b>PTE NACIONAL</b>	SUAREZ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24017640	LM	<b>CEIBA LA</b>	SUAREZ	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2401700091	LG	<b>LAS MINAS - AUT</b>	SUAREZ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2405700149	LG	<b>EL JUNCAL - AUT</b>	<b>SOGAMOSO</b>	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Acuerdo de Cooperación ECOPETROL – IDEAM AC No. 4 (3034153)

24027010	LG	SAN GIL	FONCE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24027030	LG	NEMIZAUQUE	PIENTA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24027050	LG	PTE LLANO	TAQUIZA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	
24027060	LG	PTE ARCO	MONCHIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
24027070	LG	MERIDA	FONCE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

PROCESAMIENTO DATOS NIVEL - CAUDAL																
CÓDIGO	TE	NOMBRE	CORRIENTE	2023												
				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
23197130	LG	PTE SARDINAS	SANTA CRUZ	1	0	0	0	0	0							
23197270	L M	PTE PANEGA	VETAS	1	1	1	1	0	0							
2319700100	L M	PIEDRECUES TANA	DE ORO	0	0	0	0	0	0							
23197690	A UT	PALOGORDO	DE ORO	1	1	1	1	1	1							
23197700	LG	MAJADAS	SURATA	1	1	0	0	0	0							
24027040	LG	PTE CABRA	MOGOTICOS	1	1	1	1	0	0							
23197290	LG	CAFÉ MADRID	LEBRUJA	1	1	1	1	0	0							

Acuerdo de Cooperación ECOPETROL – IDEAM AC No. 4 (3034153)

24037360	LG	<b>JORDAN EL</b>	CHICAMOCH A	1	1	0	0	0	0						
23217070	L M	<b>YEGUERITA N 2</b>	Q. BUTURAMA	1	1	1	1	0	0						
23107020	LG	<b>LA BODEGA</b>	REGLA	1	1	0	0	0	0						
23127020	A UT	<b>PTO ARAUJO</b>	CARARE	1	1	1	1	1	1						
23127060	LG	<b>STA ROSA</b>	CARARE	1	1	0	0	0	0						
23147040 Aquarius 2314700159 polaris	L M	<b>AYACUCHO / LA COLORADA</b>	LA COLORADA	1	1	0	0	0	0						
23197370	L M	<b>SAN RAFAEL</b>	LEBRIJA	1	1	1	1	1	1						
<b>23197400</b>	L G	<b>ANGOSTUR AS - AUT</b>	<b>LEBRIJA</b>	1	0	1	1	0	0						
23197410	L M	<b>HOYO EL</b>	SAN ALBERTO	1	1	0	1	0	0						
24057070	L M	<b>PPFF CIÉNAGA</b>	SAN SILVESTRE	1	1	1	0	0	0						
23097030	A UT	<b>PTO BERRIO</b>	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1						
23127050	L M	<b>BARREDER O FCA</b>	CARARE	1	1	1	1	1	1						
23147020	LG	<b>PTE FERROCAR RIL</b>	OPON	1	1	1	1	1	1						
23157030	A UT	<b>BARRANCA BERMEJA</b>	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1						

23167010	L M	PEÑAS BLANCAS	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1						
2319700096	L G	SAN JUAN CHORROS - AUT	LEBRIJA	0	0	0	0	0	0						
23187010	L M	PTO WILCHES	MAGDALENA	0	0	1	1	1	1						
23187120	L M	BADILLO	MAGDALENA	1	0	1	1	1	1						
23187280	L M	SITIO NUEVO R-11	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1						
23207040	A UT	SAN PABLO AUTOM.	MAGDALENA	1	0	1	1	1	1						
23207050	L M	NOBLEZA LA	BZO MORALES	0	0	1	1	1	1						
23217030	L M	CONTENTO EL	MAGDALENA	1	1	1	1	1	1						
23217060	L M	GLORIA LA	MAGDALENA	0	0	1	1	1	1						
23217080	A UT	GAMARRA AUT	MAGDALENA	1	1	1	1	1	0						
24067020	L M	PTE SOGAMOSO	SOGAMOSO	1	1	1	1	1	1						
25027410	L M	REGIDOR	MAGDALENA	1	0	0	0	0	0						
24017570	LG	SAN BENITO	SUAREZ	1	1	1	0	0	0						
24017580	L M	JUSTO PASTOR GOMEZ	OIBITA	1	1	1	1	0	0						
24017590	LG	PTE NACIONAL	SUAREZ	1	1	1	0	0	0						

24017640	L M	CEIBA LA	SUAREZ	1	1	1	0	0	0						
2401700091	L G	LAS MINAS - AUT	SUAREZ	1	0	0	0	0	0						
2405700149	L G	EL JUNCAL - AUT	SOGAMOSO	1	0	0	0	0	0						
24027010	LG	SAN GIL	FONCE	1	1	0	0	0	0						
24027030	LG	NEMIZAQUE	PIENTA	1	1	1	1	0	0						
24027050	LG	PTE LLANO	TAQUIZA	1	1	1	1	0	0						
24027060	LG	PTE ARCO	MONCHIA	1	1	1	1	0	0						
24027070	LG	MERIDA	FONCE	1	1	1	0	1	0						

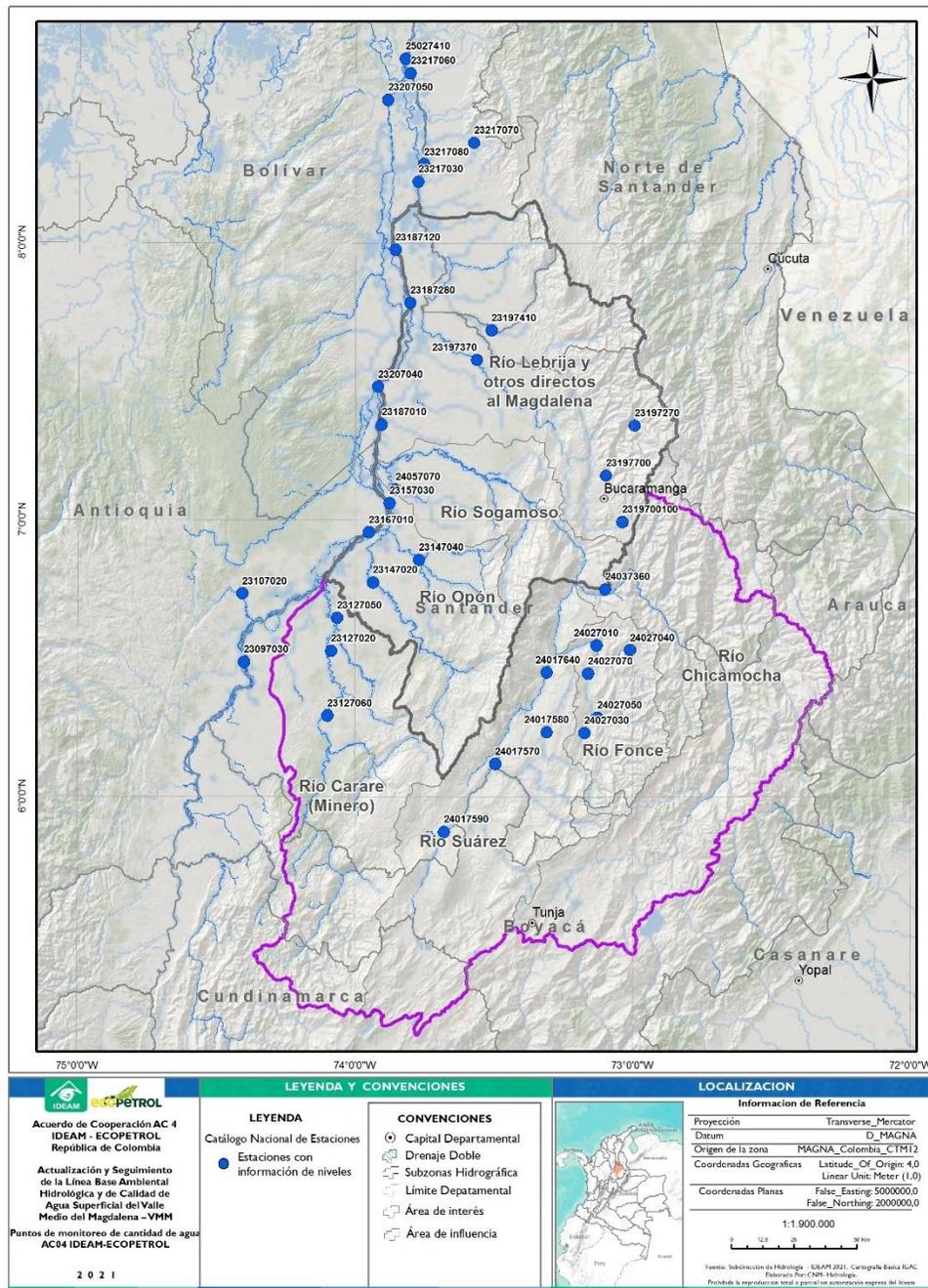


Figura 19. Estaciones con información de niveles y caudales obtenidos durante el acuerdo AC 04. Años 2021, 2022 y 2023

## BIBLIOGRAFÍA

- Alzate Velásquez, D., Araujo Carrillo, E., Rojas Barbosa, G., Gomez Latorre, D., & Martínez Maldonado, F. (2017). Interpolacion Regnie para lluvia y temperatura en las regiones andina, caribe y pacífica de Colombia. *Colombia forestal*, 102.
- APHA - AWWA - WEF. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. (23th Edition ed.). (T. A. American Public Health Association (APHA), Ed.)
- Arias, P., Garreaud, R., Poveda, G., Espinoza, J. C., Molina-Carpio, J., Masiokas, M., . . . van Oveelen, P. (2021). Hydroclimate of the Andes Part II: Hydroclimate Variability and Sub-Continental Patterns. *Frontiers in earth science*, 505467.
- Arnold, J. G., Kiniry, J. R., Srinivasan, R., Williams, J. R., Haney, E. B., & Neitsch, S. L. (2012). *SWAT input/output documentation*. Austin: Texas Water Resources Institute.
- Arnold, J. G., Moriasi, D. N., Gassman, P. W., Abbaspour, K., White, M., Srinivasan, R., . . . Jha, M. (2012). Swat: Model Use, Calibration, and Validation. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 1491-1508.
- Auerbach, D. A., Easton, Z. M., Walter, M. T., Flecker, A. S., & Fuka, D. R. (2016). Evaluating weather observations and the Climate Forecast System Reanalysis as inputs for hydrologic modelling in the tropics. *Hydrological processes*, 3466-3477.
- Beck, H., Van Dijk, A., Levizzani, V., Schellekens, J., Miralles, D., Martens, B., & de Roo, A. (30 de 1 de 2017). MSWEP: 3-hourly 0.25° global gridded precipitation (1979-2015) by merging gauge, satellite, and reanalysis data. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21(1), 589-615.
- Beven, K. (2012). *Rainfall runoff modelling: the primer*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Blöschl, G., & Sivapalan, M. (1995). Scale issues in hydrological modelling: A review. *Hydrological Processes*, 251-290.
- Castro, L., & Carvajal Escobar, Y. (2010). ANÁLISIS DE TENDENCIA Y HOMOGENEIDAD DE SERIES CLIMATOLÓGICAS. *Ingeniería de Recursos Naturales y del*, 15-25.

- Centro Nacional de Modelación - IDEAM. (2018). *Protocolo de modelación hidrológica e Hidráulica*. Bogotá D.C.: IDEAM.
- Chow, V., Maidment, D., & Mays, L. (1988). *Applied Hydrology*. Singapore: McGraw-Hill Book Co.
- Christanto, N., Setiawan, M. A., Nurkholis, A., Satohadi, J., & Hadi, M. P. (2020). The use of global datasets in the SWAT model for tropical watershed with limited ground data: A case study in serayu upper catchment. *Taiwan Water Conservancy*, 18-27.
- Claude E. Boyd, P. (13 de mayo de 2019). *Global Seafood Alliance*. Recuperado el 12 de diciembre de 2021, de Toxicidad de las sustancias químicas en la acuicultura: <https://www.globalseafood.org/advocate/toxicidad-de-las-sustancias-quimicas-en-la-acuicultura/>
- Cressie, N. (1993). *Statistics for Spatial Data (Revised Edition)*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Cucchi, M., Weedon, G., Amici, A., Bellouini, N., Lange, S., Müller Schmied, H., . . . Buontempo, C. (2020). WFDE5: bias-adjusted ERA5 reanalysis data for impact studies. *Earth System Science Data*, 2097–2120.
- de Oliveira Serrão, E. A., Silva, M. T., Ferreira, T. R., de Paulo Rodrigues da Silva, V., de Salviano de Sousa, F., de Lima, A. M., . . . Wanzeler, R. T. (2020). Land use change scenarios and their effects on hydropower energy in the Amazon. *Science of the total environment*, 140981.
- Di Baldassarre, G., Brandimarte, L., & Beven, K. (2016). The seventh facet of uncertainty: Wrong assumptions, unknowns and surprises in the dynamics of human–water systems. *Hydrological Sciences Journal*, 1748-1758.
- Duque-Gardeazábal, N. (2019). Estimación de campos de precipitación en cuencas hidrográficas colombianas con escasez de datos, combinando datos teledetectados y estaciones en tierra, usando funciones de kernel. Bogotá D.C., Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

- Duque-Gardeazabal, N., Zamora, D., & Rodríguez, E. (2018). Analysis of the Kernel Bandwidth Influence in the Double Smoothing Merging Algorithm to Improve Rainfall Fields in Poorly Gauged Basins. *13th International Conference on Hydroinformatics*, 635-626.
- Duque-Gardeazabal, N., Zamora, D., Vega, C., Arboleda, P., & Rodríguez, E. (2018). Analysis of precipitation features estimated by reanalysis datasets in the Magdalena Cauca Macrobasin, Colombia. *Revista hidrolatinoamericana de Jóvenes investigadores y profesionales*, 22-25.
- ECOPETROL - IDEAM. (Julio de 2020). Documento Técnico Anexo 1. Acuerdo de Cooperación AC 4 ECOPETROL - IDEAM. 12. (V. H. Ambiental, Ed.)
- ECOPETROL - IDEAM. (11 de Septiembre de 2020). Minuta Acuerdo de Cooperación, –AC No. 4 (3034153) Derivado del Convenio Marco de Colaboración No. 5212957. Bogotá.
- Falkenmark, M., & Rockström, J. (2004). *Balancing water for humans and nature: the new approach in ecohydrology*. Trowbridge, Wiltshire, UK: Earthscan.
- Ferrier, R., & Jenkins, A. (2010). *Handbook of Catchment Management*. Oxford: A John Wiley & Sons, Ltd.
- Flügel, W. (1995). Delineating hydrological response units by geographical information system analyses for regional hydrological modelling using PRMS/MMS in the drainage basin of the River Bröl, Germany. *Hydrological Processes*, 423-436.
- Funk, C., Verdin, A., Michaelsen, J., Peterson, P., Pedreros, D., & Husak, G. (2015). A global satellite-assisted precipitation climatology. *Earth System Science Data*, 275-287.
- García, O. Z. (Julio-Diciembre de 2021). Evaluación de la contaminación por aluminio del agua para consumo humano, región central de Colombia. *INGE CUC*, 17(2), 2. doi: <http://doi.org/10.17981/ingecuc.17.2.2021.04>
- Gassman, P., Reyes, M., Green, C., & Arnold, J. (2007). The soil and water assessment tool: Historical development, applications, and future research directions. *Transactions of the ASABE*, 1211-1250.
- GLOH2O. (Julio de 2021). *MSWX Multi-Source Weather*. Obtenido de <http://www.gloh2o.org/mswx/>

- He, J., Zhao, W., Li, A., Wen, F., & Yu, D. (2017). The impact of the terrain effect on land surface temperature variation based on Landsat-8 observations in mountainous areas. *International Journal of Remote Sensing*, 1808-1827.
- ICONTEC. (06 de 12 de 2017). NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC/ISO/IEC 17025. *REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN, Segunda actualización editada 2018-03-27*, 47. (ICONTEC, Ed.)
- IDEAM - SUBDIRECCIÓN DE HIDROLOGÍA. (Septiembre de 2020). Borrador Plan Operativo Convenio suscrito por ECOPETROL y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM con sujeción al Convenio Marco de Colaboración No. 5212957. Bogotá.
- IDEAM. (2008). *Mapa de cobertura de la tierra Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia*. Bogotá D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudio Ambientales (IDEAM).
- IDEAM. (2013). *Lineamientos conceptuales y metodológicos para la evaluación regional del agua - ERA*. Bogotá D.C.: Instituto de hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM. (2013). *Zonificación hidrográfica de Colombia*. Bogotá: IDEAM.
- IDEAM. (2015). *Estudio Nacional del Agua 2014*. Bogotá D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM. (2019). *Estudio Nacional del Agua 2018*. Bogotá: IDEAM.
- IDEAM. (3 de Mayo de 2019). PRESENTACIÓN-20190503\_DHIME\_PROCESOS\_AQS. 109. Bogotá.
- IIAMA. (Diciembre de 2020). *Instituto Universitario de Investigación de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente*. Obtenido de TETIS: <https://www.iiama.upv.es/iiama/en/technology-transfer/software/tetis-i.html>
- Instituto de Recursos de Agua de Texas. Servicio de Extensión El Sistema Universitario Texas A&M. Cooperativa de Texas. M L, McFarland & M C, Dozier. (200?). Problemas del agua

- potable: el hierro y el manganeso. (2-04), L-5451S, 6. Comunicaciones Agrícolas, El Sistema Universitario Texas A&M. Recuperado el 09 de 06 de 2023
- Kennessey, B. (1930). Lefolyasi tényezok és retenciok Vizugy. Koziemények.
- Kottegoda, N., & Rosso, R. (2008). *Applied Statistics for Civil and Environmental Engineers*. Singapore: Blackwell Publishing Ltd.
- Ladiray, D., & Quennenville, B. (2001). Desestacionalizar con el método X-11. *Methodologica*, 8-9.
- López López, P., Immerzeel, W., Rodríguez, E., Sterk, G., & Schellekens, J. (2018). Spatial downscaling of satellite-based precipitation and its impact on discharge simulations in the Magdalena River basin in Colombia Impact of high spatial resolution precipitation on streamflow simulations. *Frontiers in Earth Science*, 68.
- López López, P., Sutanudjaja, E., Schellekens, J., Sterk, G., & Bierkens, M. (2017). Calibration of a large-scale hydrological model using satellite-based soil moisture and evapotranspiration products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 3125-3144.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS. (31 de 03 de 2006). GUÍA METODOLÓGICA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS DE CALIDAD DE LOS CUERPOS DE AGUA EN AUSENCIA DE LOS PLANES DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO - PORH. *Metodología MESOCA*. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Salud y Protección Social. Dirección de Promoción y Prevención – Subdirección de Salud Ambiental. (Diciembre de 2022). Información sobre riesgos del plomo. Recuperado el 13 de 06 de 2023
- Miralles, D. G., Brutsaert, W., Dolman, A. J., & Gash, J. H. (2020). On the Use of the Term “Evapotranspiration”. *Water Resources Research*, 1-5.
- Moriasi, D., Arnold, J., Van Liew, M., Bingner, R., Harmel, R., & Veith, T. (2007). Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulations. *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 885-900.

- NASA/METI/AIST/Japan Spacesystems and U.S./Japan ASTER Science Team. (2019). *ASTER Global Digital Elevation Model V003 [Data set]*. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. doi:10.5067/ASTER/ASTGTM.003
- Neitsch, S. L., Arnold, J. G., Kiniry, J. R., & Williams, J. R. (2011). *Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation Version 2009*. Collage Station, Texas: Texas A&M University.
- NOAA climate prediction center. (Julio de 2021). *Cold & Warm Episodes by Season*. Obtenido de [https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v5.php](https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php)
- Poveda, G., Waylen, P., & Pulwarty, R. (2006). Annual and inter-annual variability of the present climate in northern South America and southern Mesoamerica. *Journal of Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 3-27.
- Rodríguez, E., Sánchez, I., Duque, N., Arboleda, P., Vega, C., Zamora, D., . . . Burke, S. (2020). Combined Use of Local and Global Hydro Meteorological Data with Hydrological Models for Water Resources Management in the Magdalena - Cauca Macro Basin – Colombia. *Water Resources Management*, 2179-2199. doi:10.1007/s11269-019-02236-5
- Rogelis, M. C., & Werner, M. G. (2013). Spatial Interpolation for Real-Time Rainfall Field Estimation in Areas with Complex Topography. *Journal of Hydrometeorology*, 85-104.
- Saha, S., Moorthi, S., Pan, H., Wu, X., Wang, J., Nadiga, S., . . . Stokes, D. (2010). The NCEP climate forecast system reanalysis. *Bulletin of American Meteorological Society*, 1015-1058.
- Sánchez-Lugo, A., Berrisford, P., Morice, C., & Argüez, A. (2018). Temperature [in State of the Climate in 2018]. *Bulletin of the American Meteorological Society*, S11–S12.
- Saxton, K. E., & Rawls, W. J. (2006). Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions. *Soil Science Society of America Journal*, 1569-1578.
- Shames, I. (1995). *Mecánica de fluidos*. Santa fé de Bogotá: McGRAW-HILL interamericana S.A.
- Sun, Q., Miao, C., Duan, Q., Ashouri, H., Sorooshian, S., & Hsu, K. (2017). A Review of Global Precipitation Data Sets: Data Sources, Estimation, and Intercomparisons. *Reviews in geophysics*, 79-107.

- Tan, M. L., Gassman, P. W., Liang, J., & Haywood, J. M. (2021). A review of alternative climate products for SWAT modelling: Sources, assessment and future directions. *Science of The Total Environment*, 148915.
- Tan, M., & Yang, X. (2020). Effect of rainfall station density, distribution and missing values on SWAT outputs in tropical region. *Journal of Hydrology*, 124660.
- Téllez Guío, P. (2020). *PROPUESTA DE CONTROLES DE CALIDAD PARA LAS VARIABLES PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA DEL AÍRE MEDIADAS EN ESTACIONES METEOROLÓGICAS CONVENCIONALES Y AUTOMÁTICAS*. Bogotá D.C.: Instituto de hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).
- United Nations Water. (2017). *Guía para el Monitoreo Integrado del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 sobre Agua y Saneamiento. Metas e Indicadores Mundiales*. New York: United Nations.
- Uribe, N., Srinivasan, R., Corzo, G., Arango, D., & Solomatine, D. (2020). Spatio-temporal critical source area patterns of runoff pollution from agricultural practices in the Colombian Andes. *Ecological Engineering*, 105810.
- Valencia, S., Salazar, J. F., & Villegas, J. C. (2018). IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO SWAT PARA REPRESENTAR CAUDALES MEDIOS Y EXTREMOS EN UNA CUENCA ANDINA TROPICAL: CASO DE ESTUDIO RÍO CHICO, ANTIOQUIA. *XXIII Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología*. Ibagué, Colombia.
- Vargas, A., Santos, A., Cardenas, E., & Obregón, N. (2011). Analysis of Distribution and Spatial Interpolation of Rainfall in Bogota, Colombia. *Dyna-Colombia*, 151-159.
- Wagner, T., Boyle, D., Lees, M., Wheeler, H., Gupta, H., & Sorooshian, S. (2001). A framework for development and application of hydrological models. *Hydrology and Earth System Sciences*, 13-26.
- Wagner, P., Fiener, F., Wilken, F., Kumar, S., & Schneider, K. (2012). Comparison and evaluation of spatial interpolation schemes for daily rainfall in data scarce regions. *Journal of Hydrology*, 388-400.

- Webster, R., & Oliver, M. (2007). *Geostatistics for Environmental Scientists*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Weedon, G., Balsamo, G., Bellouin, N., Gomes, S., Best, M., & Viterbo, P. (2014). The WFDEI meteorological forcing data set: WATCH Forcing Data methodology applied to ERA-Interim reanalysis data. *Water Resources Research*, 50(9), 7505-7514.
- Winchell, M., Srinivasan, R., Di Luzio, M., & Arnold, J. (2013). *ArcSWAT interface for SWAT2012 user's guide*. Temple, Texas: TEXAS AGRILIFE RESEARCH.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION - WMO. (2013). *Planning of Water Quality Monitoring Systems* (Vol. Vol. WMO No. 1113). Geneva 2., Switzerland: Chair, Publications Board WMO.

#### **ANEXOS DE LA INFORMACIÓN DE CALIDAD**

1. Consolidado Planes de Muestreo AC4 Campañas 1 a 8
2. Consolidado Formatos de Campo AC4 Campañas 1 a 8
3. AQS-Consulta-AC4-CAMP 1 A 8-2023-07-31

#### **ANEXOS DE LA INFORMACIÓN DE CANTIDAD**

1. CONSOLIDADO OPERACION RED.xlsx
2. CONSOLIDADO PROCESO DATOS.xlsx
3. Estadísticas variables hidrológicas nivel de los ríos – caudal líquido.pdf
4. Manual de Usuario Consulta y Descarga de datos hidrometeorológicos.pdf
5. CAUDALES
6. NIVELES

### **APÉNDICEA. Criterios de selección para definición de los valores de alarma para las variables de calidad de agua superficial**

En el marco del Acuerdo AC4 la evaluación de la calidad del agua estuvo a cargo del Grupo de Evaluación Hidrológica de la Subdirección de Hidrología. Para la definición de los criterios y valores de alarma, se sostuvieron varias mesas de trabajo en conjunto entre el grupo de trabajo mencionado y el Grupo Laboratorio de Calidad Ambiental, para llegar a la adopción de un criterio común, el cual se mantendrá en adelante, para lo que resta de la ejecución del acuerdo en el componente de calidad del recurso hídrico superficial. Para tal efecto, en primera instancia se revisó la normatividad nacional, en segunda instancia, se recurrió al análisis de las curvas de calidad del agua del ICA por cada variable, de tal forma que se respalde el análisis en el evento de no disponer de una referencia normativa o que en sí la curva aporte elementos para considerarlos como señal de alarma; Así mismo se recurrió a la revisión de los criterios de la guía publicada por el MADS en 2006 “Metodología simplificada para el establecimiento de Objetivos de Calidad del recurso hídrico – MESOCA” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS, 2006).

La normatividad colombiana vigente según el Decreto 1076 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible" cuenta con criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso hídrico superficial para diversos usos tales como: tratamiento convencional y criterios de calidad para consumo humano y doméstico (Artículo .2.3.3.9.3.); desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico (Artículo .2.3.3.9.4.); criterios de calidad para uso agrícola (Artículo .2.3.3.9.5.); criterios de calidad para uso pecuario (Artículo .2.3.3.9.6.); criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto primario (Artículo .2.3.3.9.7.); criterios de calidad para fines recreativos mediante contacto secundario (Artículo .2.3.3.9.8.); criterios de calidad para uso estético (Artículo .2.3.3.9.9.); y criterios de calidad para preservación de flora y fauna (Artículo .2.3.3.9.10), que para algunas variables son más restrictivos.

Hay otros referentes como el RAS 2000, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico que consta de varios títulos (cada uno de los cuales es un compendio), entre otros en el Título C, Sistemas de Potabilización, Tabla C.2.1. Calidad de la Fuente, establece el



“Nivel de calidad de acuerdo con el grado de contaminación” y establece, por ejemplo, para una Fuente Aceptable un valor de oxígeno disuelto  $\geq 4$  mg/L, que coincide con el criterio de preservación de flora y fauna (del Decreto 1076 arriba mencionado), que es un criterio ambiental, para agua cálida dulce (elevación  $< 2.000$  m.s.n.m.) y también para agua marina y estuarina. Para agua dulce fría (elevación  $> 2.000$  m.s.n.m.) el valor aceptable corresponde a 5. Por lo anterior, el valor tomado como referencia para este documento corresponde al rango 4 – 5 mg/L de OD.

Así pues, se optó establecer el nivel de alarma, con base en los criterios más restrictivos de admisibilidad del recurso para diferentes usos ó destinaciones.

La Tabla A1 a continuación, muestra los criterios de alarma normativos y/o propuestos para las variables más comunes.

Tabla A1. Criterio de magnitudes de alarma para las variables básicas de calidad

VARIABLE	UNIDADES	CRITERIOS DE ADMISIBILIDAD PARA USO DEL AGUA			CRITERIO ADOPTADO COMO VALOR CRÍTICO
		VALOR MAS RESTRICTIVO	REFERENCIA	DESTINACIÓN USO	
pH	und	6,5 - 8,5	Dec/1076	CONSUMO HUMANO	ICA: Valores límite de condiciones de frontera
CONDUCT	µS/cm	218	ICA	AGUA POTABLE	ICA + Res/2115 (1000 µS/cm): Valores con subcategorización muy mala (> 218). Valores menores comparativamente con agua potable no indicarían afectación o degradación, por lo tanto de adopta el valor del límite inferior de la categoría señalada.
OD	mg/L	4 - 5	Dec/1076	PRESENVACIÓN FLORA Y FAUNA	D. 1076 y la clasificación pisos térmicos para Colombia: 4 para guas cálidas (Pisos térmicos cálidos y templados (< 2.000.m.s.n.m.) y 5 para aguas frías (>2.000.m.s.n.m.)
% SAT	%	70%	Dec/1076	RECREATIVO	Resultado ICA ≤ 0,7
DBO	mgO2/L	≤5	RAS / OBJETIVOS DE CALIDAD	CALIDAD DE LA FUENTE / USOS MAS RESTRICTIVOS	RAS: TABLA C.2.1. (Valor medio de la concentración media: 4 - 6 mgDBO/l) ACUERDO CAS_OC 068/2006 y ACUERDO CDMB_OC 1075/ 2006
DQO	mgO2/L	20			Resultado ICA ≤ 0,71
SST	mg/L	≤60	MESOCA	ESTETICO; DILUCIÓN /ASIMILACIÓN	ICA: Valores con subcategorización muy mala (> 256). Las concentraciones normales o promedio fluctuan entre los 200 y 360 mg/l inclusive en secbres de baja presión, por lo tanto de adopta el valor del límite inferior de la categoría señalada.
CT	NMP	≤1.000	Dec/1076	CONSUMO HUMANO (Desinfección)	Dec1076: >1.000
CF	NMP	≤1.000	Dec/1076	AGRICULTURA (CONSUMO HUMANO: Se asume 1000 como Máximo posible en relación con los CT)	Dec1076: >1.000
G/A	mg/L	≤10	Res/631		
NH3	mg N-NH3/L	≤1	Dec/1076	CONSUMO HUMANO	Dec1076: >1
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg NO2-N/L	≤1	Dec/1076	CONSUMO HUMANO	Dec1076: >1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg NO3-N/L	≤5	MESOCA	PRESERVACIÓN FLORA Y FAUNA (Adoptado de uso acuicultura)	MESOCA - MAVDT (Guía metodológica para el establecimiento de objetivos de calidad): >5
PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg PO4-P/L	≤0,1	MESOCA	PRESERVACIÓN FLORA Y FAUNA (Adoptado de uso acuicultura)	MESOCA - MAVDT (Guía metodológica para el establecimiento de objetivos de calidad): > 0,1
Fe total	mg/L	5	Dec/1076	USO AGRICOLA	Dec1076: >5
Mn	mg/L	0.2	Dec/1076	USO AGRICOLA	Dec1076: >0,2
Cd	mg/L	0.01	Dec/1076	CONSUMO HUMANO	Dec1076: >0,01
Hg	mg/L	0.002	Dec/1076	CONSUMO HUMANO	Dec1076: >0,002
Ag	mg/L	0.05	Dec/1076	CONSUMO HUMANO	Dec1076: >0,05
Pb	mg/L	0.05	Dec/1076	CONSUMO HUMANO	Dec1076: >0,05
Fenoles	mg/L	0.002	Dec/1076	CONSUMO HUMANO	Dec1076: >0,002
SO <sub>4</sub>	mg/L	400	Dec/1076	CONSUMO HUMANO	Dec1076: >400
Cr	mg/L	0.05	Res/2115	AGUA POTABLE	Res 2115: >0,05
Ni	mg/L	0.2	Dec/1076	AGRICOLA	Dec1076: >0,2
Cu	mg/L	0.2	Dec/1076	AGRICOLA	Dec1076: >0,2
Zn	mg/L	2	Dec/1076	AGRICOLA	Dec1076: >2
Al	mg/L	5	Dec/1076	AGRICOLA	Dec1076: >5
HTP	mg/L	10	Res/631	SECTOR HIDROCARBUROS	Res 631: >10
As	mg/L	0.05	Dec/1076	CONSUMO HUMANO	Dec1076: >0,05
CN-	mg/L	0.2	Dec/1076	CONSUMO HUMANO	Dec1076: >0,2

**NOTAS:**

<b>Selección de referencias para determinar valores de alarma</b>	Con base en las diferentes variables monitoreadas en el área de estudio, se selecciona en primera instancia los criterios de calidad como referente de valores que permiten la admisibilidad o utilización del agua para las diferentes necesidades antrópicas y para la preservación hidrobiológica; en segunda instancia, se recurre al análisis de las curvas de calidad del agua del ICA por cada variable, de tal forma que respalde el análisis en el evento de no disponer de una referencia normativa o que en sí la curva aporte elementos para considerarlos como señal de alarma.
<b>Criterios derivados de las curvas o ecuaciones del ICA</b>	Clasificación del valor como alarma conforme a resultado subíndice aplicando mismas categorías ICA a partir de calificación regular (≤ 0,7 ) a muy mala ≤ 0,25
<b>Criterios derivados de los valores asignados para la admisibilidad del recurso para la destinación del recurso</b>	Considerando que en el área de estudio se demanda agua para todos los usos del agua normados y que una forma de establecer valores límite en la calidad del agua de tal forma que no se presenten restricciones de uso o conservación del recurso en cualquier momento y localización, se tomarán los valores más restrictivos por variable para todos los usos de los cuales se disponga de reglamentación. En el caso de no disponer de referentes normativos, se apelará a otras referencias de tal forma que se disponga de algún parámetro que se pueda aplicar a efecto de la evaluación pretendida.
<b>Criterio adoptado como alarma</b>	Para aquellas variables donde se disponga tanto de curva ICA a nivel de subíndice como de criterio de calidad, se adoptara uno o la complementación entre los dos criterios, para expresar en la tabla la decisión adoptada
<b>Semaforo para los subíndices ICA</b>	Para indicar el nivel de criticidad por subíndices ICA, se apelará a los mismos rangos y colores establecidos para el ICA