

INFORME PARCIAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA



SUBDIRECCIÓN DE ORDENAMIENTO Y PLANIFICACIÓN INTEGRAL DEL TERRITORIO

2017

Dr. MARTIN CAMILO CARVAJAL CÁMARO
Director General CDMB

Ing. OSCAR MAURICIO HERNANDEZ
Subdirector de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio

Ing. MARIA CARMENZA VICCINI
Coordinadora Información e Investigación Ambiental

Ing. CARLOS MAURICIO TORRES GALVIS
Profesional Especializado de Información e Investigación Ambiental

Grupo monitoreo de corrientes

Ing. NATHALIA GOMEZ
Contratista-CDMB

Tecnólogo. FEDERMAN VEGA RUEDA
Contratista-CDMB

Ing. ROCIO CAMACHO RAMIREZ
Profesional Universitario-CDMB

Diciembre 2017, Bucaramanga – Colombia



TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	3
1. OBJETIVOS.....	3
2. ALCANCES	3
3. PROGRAMA MONITOREO DE CORRIENTES	4
3.1 PARAMETROS EVALUADOS.....	5
4. ANÁLISIS EVALUATIVO DE CALIDAD DEL AGUA	6
4.1 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA	6
4.2 IMPLEMENTACIÓN DE LOS ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN DE AGUA (ICO _φ)	7
4.2.1 Índice de contaminación por mineralización . ICOMI.....	8
4.2.2 Índice de contaminación por Materia Orgánica . ICOMO.....	8
4.2.3 Índice de contaminación por Sólidos Suspendidos . ICOSUS	9
4.2.4 Índice de contaminación Tráfico . ICOTRO.....	9
5. RESULTADOS DEL PROGRAMA.....	10
5.1 Río Suratá y sus Principales Afluentes	23
5.2 Río De Oro y sus Principales Afluentes.....	25
5.2.1 Quebradas de la Escarpa de Bucaramanga.....	28
5.3 Río Lebrija y sus Afluentes Principales.....	29
5.4 Ríos Manco Y Umpala.....	32
6. CONCLUSIONES.....	34

TABLAS

Tabla 1. Parámetros evaluados en la red de monitoreo de calidad del agua.....	5
Tabla 2. Intervalo de Calidad ICA.....	7
Tabla 3. Rangos establecidos para los ICOs.....	9
Tabla 4. Valores del ICA 2017.....	10
Tabla 5. Comparativo ICA 2014, 2015, 2016 y 2017.....	14
Tabla 6. Comparación de categorías de calidad por año.....	17
Tabla 7. Promedio anual índice de contaminación 2017.....	18
Tabla 8. Porcentaje de cada categoría en los diferentes grados de contaminación.....	22

GRAFICAS

Gráfica 1. Mapa con ubicación de puntos de monitoreo de calidad del agua.....	10
Gráfica 2. Comparativo de calidades anuales ICA 2014, 2015, 2016, 2017.....	17
Gráfica 3. Resumen Índice de contaminación 2017.....	22
Gráfica 4. ICA Río Suratá.....	23
Gráfica 5. ICA tributarios Río Suratá.....	23
Gráfica 6. ICOs Río Suratá.....	24
Gráfica 7. ICOs tributarios Río Suratá.....	24
Gráfica 8. ICA Río de Oro.....	26
Gráfica 9. ICA tributarios Río de Oro.....	26
Gráfica 10. ICOs Río de Oro.....	27
Gráfica 11. ICOs tributarios Río de Oro.....	27
Gráfica 12. ICA quebrada de la Escarpa Occidental de Bucaramanga.....	28
Gráfica 13. ICOs quebrada de la Escarpa Occidental de Bucaramanga.....	29
Gráfica 14. ICA Río Lebrija.....	30
Gráfica 15. ICA tributarios Río Lebrija.....	30
Gráfica 16. ICOs Río Lebrija.....	31
Gráfica 17. ICOs tributarios Río Lebrija.....	31
Gráfica 18. ICA Río Manco y Umpala.....	32
Gráfica 19. ICA Río Manco y Umpala.....	33

INFORME ANUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA 2017

INTRODUCCIÓN

El monitoreo de corrientes es un programa institucional de la CDMB que permite evaluar la calidad del agua de las corrientes superficiales del Área de Jurisdicción de la entidad. El desarrollo del mismo, comprende monitoreos que incluyen toma de muestras, análisis de laboratorio y la evaluación de los resultados. La red tiene localizadas las estaciones en las principales corrientes del área de jurisdicción y en los afluentes de mayor relevancia.

Las corrientes que presentan mayor impacto por recepción de aguas residuales domésticas e industriales se encuentran en la cuenca del río Lebrija la cual representa un 77% del área de jurisdicción, en menor proporción se encuentran en las cuencas de los ríos Chicamocha con un 4%, Sogamoso 15% y Chitagá 4%.

Los ríos de Oro, Suratá y Lebrija, son las corrientes que reciben y asimilan las aguas residuales del Área Metropolitana de Bucaramanga, así como de los municipios menores de área de la jurisdicción de la CDMB.

1. OBJETIVOS

- ✧ Determinar la calidad del agua en las principales corrientes superficiales del Área de Jurisdicción de la CDMB.
- ✧ Proveer un marco ambiental de referencia de las corrientes hídricas superficiales del Área de Jurisdicción de la CDMB.
- ✧ Apoyar el programa de tasa retributiva, en la definición de las metas de reducción establecidas el Acuerdo del Consejo Directivo de la CDMB de Noviembre 29 de 2013.

2. ALCANCES

Evaluar la calidad del agua de las principales corrientes superficiales de la Cuenca Superior del Río Lebrija y de las Subcuencas de los ríos Manco, Umpalá y Jordán, pertenecientes al área de jurisdicción de la CDMB y clasificarlos de acuerdo con los usos a que se destinan y establecer condiciones particulares a las descargas de aguas residuales domésticas y no domésticas.

3. PROGRAMA MONITOREO DE CORRIENTES

El programa de monitoreo de corrientes para establecer y evaluar la calidad del agua en corrientes superficiales, comprende:

- Muestreo: El grupo operativo, realiza la toma de muestra que consiste en el desplazamiento hasta los puntos indicados, realizar el muestreo, preservación y transporte al laboratorio de las muestras en cada día de jornada.
- Análisis de Laboratorio: El laboratorio recibe las muestras y realiza los análisis respectivos.
- Análisis de Información: La información obtenida en campo y los resultados del laboratorio son consolidados y procesados para reportar la calidad de agua.

El programa se desarrolla en la Subdirección de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio bajo la Coordinación de Información e Investigación Ambiental la cual se encarga del muestreo y evaluación de información procedente del Laboratorio que realiza el procesamiento y análisis de las muestras.

El plan de monitoreo contempla un recorrido comenzando en los Río Manco (Primavera el Chorro RM-02, Pescadero Mensuli RM-01), Río Umpalá (Pescadero Umpalá UP-01) y los puntos ubicados en el municipio de Piedecuesta: Río de Oro (Rasgón RO-06 y Conquistador RO-05 y Lato (La Batea LT-01) y su principal afluente en la parte alta, la Quebrada Grande (Barroblanco QG-01), continua con los puntos ubicados en el área de jurisdicción del municipio de Floridablanca, en su corriente principal Río Frío (La Esperanza RF-03, El Pórtico RF-P, El Caucho RF-B y Caneyes RF-1^a) y sus afluentes principales: Quebrada Zapamanga (Campestre ZA-01 y Aranzoque-Mensuli (Platacero MS-05 , Los Totumos AZ-1^a, Autopista AZ-07), Quebrada Soratoque (Villa Paulina SO-01) Quebrada la Ruitoca (Cañaveral LR-03, El Pílon LR-02).

Posteriormente se monitorean los puntos del área de influencia del municipio de Girón y Bucaramanga sobre Río de Oro (Palogordo RO-04, Bahondo RO-4^a, Carrizal RO-02 y Puente Nariño RO-01, y sus principales afluentes en esta zona como son, Quebrada Ruitoque (LR-02 y LR-03), la Iglesia y sus afluentes (quebradas La Flora LF-01, La Cascada (La Floresta CS-01), El Macho (Coca Cola MA-01), La Guacamaya (Coca Cola GY-01) , El Carrasco (Cenfer DC-01), San Luis LI-03 y Puente Sena LI-01). Las corrientes de la escarpa que drenan directamente en la parte baja del río comprenden las quebradas Chimitá CA-01, Cuyamita (Parque Industrial CY-01, Argelia AR-01, Las Navas LN-01, Chapinero CH-01 y La Picha LP-01 y el tercero con los puntos del río Suratá (Uña de Gato SA-07, Panaga SA-06, La Playa SA-05, Zaragoza Bosconia SA-03, Bavaria SA-01) y sus afluentes Ríos Vetas (Puente Panaga RV-01, Borrero RV-05, Loma Redonda RV-02, La Baja LB-01), Charta (La Playa RCH-01) y Tona (Puente Tona RT-01). Estos puntos se realizan con una frecuencia Trimensual y el tipo de monitoreo es puntual.

Adicionalmente con una frecuencia también Trimensual se realizan los muestreos de los Ríonegro (Brisas RN-01), Río Samaca (Brisas de Samaca SM-01), Río Santacruz (La

Virgen SC-01), Río Cachira (Vanegas RC-01), Río Cachiri (Las Olas RC-02^a) Río Playonero (Puente San Alonso PY-02^a, Balsas PY-01), Río Silgara (Puerto Arturo SG-01^a), Río Salamaga (El Bambú SL-04) y Lebrija (Bocas RL-02, Embalse RL-03, El Conchal RL-07, Vanegas RL-08), la quebrada Arenales (Arenales QA-02, Berlín QA-01), Río Jordán (Berlín RJ-01) y La Angula (Palmas LA-01, El Águila LA-04, La Batea LA-03), el río Jordán, , además en la zona minera se realiza el muestreo en la quebrada La Baja y el Río Vetas. En total son 65 puntos, ubicados en 39 corrientes las cuales hacen parte de la jurisdicción de la CDMB.

3.1 PARAMETROS EVALUADOS

En cada punto de monitoreo se caracterizan varios parámetros que permiten establecer la calidad de las corrientes de acuerdo con el Índice de Calidad de Agua, los parámetros evaluados se muestran a continuación:

Tabla 1. Parámetros evaluados en la red de monitoreo de calidad de agua

Parámetro	Método
1. Oxígeno Disuelto	STANDARD METHODS 4500- O C
2. Demanda Química de Oxígeno DQO	STANDARD METHODS 5220
3. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	STANDARD METHODS 5210 B DBO ₅
4. Fósforo Total	STANDARD METHODS 4500 P B,E
5. Nitrógeno Amoniacal	STANDARD METHODS 4500 NH ₃ D
6. Nitrógeno Total Kjeldalh NTK	STANDARD METHODS 4500-org C,
7. Turbidez	STANDARD METHODS 2130 B
8. Nitritos	STANDARD METHODS 4500- NO ₂ E
9. Nitratos	J. RODIER. Análisis de aguas. p. 180
10. Sólidos Totales	STANDARD METHODS 2540 B
11. Conductividad	STANDARD METHODS 2510 B
12. Sólidos Suspendidos	STANDARD METHODS 2540 D
13. Coliformes Totales	STANDARD METHODS 9221 E Fermentación de los tubos múltiples
14. Coliformes Fecales	STANDARD METHODS 9221 E
15. Cianuro	STANDARD METHODS 4500 CN ⁻ C,F
16. Mercurio	STANDARD METHODS 3114 B
17. Alcalinidad Total	STANDARD METHODS 2320 B
18. Dureza	STANDARD METHODS 2340 B

Tabla 1. Parámetros evaluados en la red de monitoreo de calidad de agua

Parámetro	Método
Datos de Campo	Equipo y/o Materiales
Temperatura del Agua y Ambiente	Termómetro (Sonda Multiparámetros)
Lectura Nivel de las corrientes	Mira Limnimétrica
Caudal	Aforo con Molinete
pH	STANDARD METHODS 4500 H+ B
Observaciones de Campo	Formatos de campo

4. ANÁLISIS EVALUATIVO DE CALIDAD DEL AGUA

La información consolidada e incluida en la base de datos, permite establecer la evaluación de acuerdo al Índice Calidad del Agua y su comparación con el Estatuto Sanitario y el Decreto 1076 de 2015.

4.1 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA

El índice de Calidad del Agua (desarrollado por la National Sanitation Foundation) se determina a partir de 9 parámetros que son el Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Nitrógeno Total, Fósforo Total, Sólidos Totales, Turbiedad, Coliformes Fecales, PH y Temperatura, a los cuales se les asigna un valor que se extrae de la gráfica de calidad respectiva, el cual esta en un rango de 0-100.

El Índice de Calidad del Agua ICA es calculado como la multiplicación de todos los nueve parámetros elevados a un valor atribuido en función de la importancia del parámetro, así:

$$I.C.A. = \prod_{i=1}^n C_i^{w_i}$$

Donde:

I.C.A.: Índice de Calidad del Agua, un número entre 0 y 100, adimensional.

C_i : Calidad del i ésimo parámetro, un número entre 0 y 100, obtenido del respectivo gráfico de calidad, en función de su concentración o medida.

w_i : Valor ponderado correspondiente al i ésimo parámetro, atribuido en función de la importancia de ese parámetro para la conformación global de la calidad, un número entre 0 y 1. La sumatoria de valores w_i es igual a 1, siendo i el número de parámetros que entran en el cálculo.

La relación entre el valor del ICA calculado y la clasificación del agua se presenta a continuación:

Tabla 2. Intervalos de Calidad ICA

Intervalo	Calidad
80-100	Optima
52-79	Buena
37-51	Dudosa
20-36	Inadecuada
0-19	Pésima

La evaluación de los índices de calidad de agua se realiza con base en las principales corrientes del Área Metropolitana de Bucaramanga, como son los ríos de Oro, Suratá y Lebrija.

4.2 IMPLEMENTACIÓN DE LOS ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN DE AGUA (ICO_B)

En Colombia el estudio y la formulación de Índices de Calidad del Agua han sido abordados desde 1997 principalmente por Alberto Ramírez González, tal conjunto de Índices denominados ICO_B, tuvieron su base en los resultados de análisis multivariados de componentes principales de común utilización en monitoreos en la Industria Petrolera Colombiana y han demostrado enormes ventajas sobre los ICA, debido a que éstos generalmente involucran en un solo parámetro numerosas variables que conllevan a que no exista correspondencia en el puntaje de calidad de agua con el tipo de contaminación en una corriente.

En el desarrollo de las formulaciones de estos índices de contaminación, se tuvieron en cuenta diversas reglamentaciones, tanto Nacionales como Internacionales, para diferentes usos de agua; así como registros de aguas naturales colombianas y relaciones expuestas por otros autores, con el fin de potencializar su uso a diferentes situaciones y lograr en ellos una generalidad en su aplicación.

El procedimiento metodológico para las formulaciones de estos índices correspondió a la descrita en la experiencia citada en el artículo "Cuatro Índices de Contaminación para la caracterización de aguas continentales. Formulación y Aplicación" y argumentada en el documento "Limnología Colombiana, Aportes a su Conocimiento y Estadísticas De Análisis", la cual se describe a continuación:

* CT&F-Ciencia, Tecnología y Futuro . Vol. 1 Núm. 3 Dic. 1997.

♦ Limnología Colombiana, Aportes a su Conocimiento y Estadísticas de Análisis. Alberto Ramírez González - Gerardo Viña Vizcaíno. Capitulo 4. 1998.

- Asignación de valores de contaminación entre Cero y Uno a la escala de las variables.
- Selección de la ecuación que permita relacionar el valor de la variable y su incidencia en contaminación.

De acuerdo con este mismo autor (Ramírez y Viña, 1998), en primera instancia las correlaciones halladas entre múltiples variables fisicoquímicas dieron origen a cuatro índices de contaminación complementarios e independientes de aplicación verificada conocidos como:

4.2.1 Índice de contaminación por mineralización **Ė** ICOMI

Se expresa en numerosas variables, de las cuales se eligieron: conductividad como reflejo del conjunto de sólidos disueltos, dureza en cuanto recoge los cationes calcio y magnesio, y alcalinidad porque hace lo propio con los aniones carbonatos y bicarbonatos.

El ICOMI es el valor promedio de los índices de cada una de las tres variables elegidas, las cuales se definen en un rango de 0 a 1; índices próximos a cero reflejan muy baja contaminación por mineralización e índices cercanos a 1, lo contrario.

$$\text{ICOMI} = 1/3 * (I_{\text{Conductividad}} + I_{\text{Dureza}} + I_{\text{Alcalinidad}})$$

I_{Conductividad}: se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I_{\text{Conductividad}} = \text{Log}_{10} * I_{\text{Conductividad}} = -3.26 + 1.34 * \text{Log}_{10} [\text{Conductividad } (\mu\text{s/cm})]$$

$$I_{\text{Conductividad}} = 10^{\text{Log} [I_{\text{Conductividad}}]}$$

Conductividades mayores a 270 ($\mu\text{s/cm}$), tienen un índice de conductividad igual a 1.

I_{Dureza}: Se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I_{\text{Dureza}} = \text{Log}_{10} * I_{\text{Dureza}} = -9.09 + 4.40 * \text{Log}_{10} [\text{Dureza (mg/l)}]$$

$$I_{\text{Dureza}} = 10^{\text{Log} [I_{\text{Dureza}}]}$$

Durezas mayores a 110 mg/l tienen un $I_{\text{Dureza}} = 1$; Durezas menores a 30 mg/l tienen un $I_{\text{Dureza}} = 0$

I_{Alcalinidad}: se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I_{\text{Alcalinidad}} = -0.25 + 0.005 * [\text{Alcalinidad (mg/l)}]$$

Alcalinid. mayores a 250 mg/l tiene un $I_{\text{Alcalinidad}} = 1$; Alcalin. menores a 50 mg/l tiene un $I_{\text{Alcalinidad}} = 0$

4.2.2 Índice de contaminación por Materia Orgánica **Ė** ICOMO

Al igual que en la mineralización se expresa en diferentes variables fisicoquímicas de las cuales se seleccionaron Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), Coliformes Totales y porcentaje de Saturación de Oxígeno, las cuales, en conjunto, recogen efectos distintos de la contaminación orgánica.

El ICOMO, al igual que el ICOMI es el valor promedio de los índices de cada una de las tres variables elegidas, como se observa a continuación:

$$\text{ICOMO} = 1/3 * (I_{\text{DBO}} + I_{\text{Coliformes Totales}} + I_{\text{Oxígeno \%}})$$

I_{DBO} : Se obtiene de la siguiente expresión:

$$I_{\text{DBO}} = -0.05 + 0.70 \text{Log}_{10} \text{DBO (mg/l)}$$

DBO mayores a 30 mg/l tienen $I_{\text{DBO}} = 1$; DBO menores a 2 mg/l tienen $I_{\text{DBO}} = 0$

$I_{\text{Coliformes Totales}}$: se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I_{\text{Coliformes Totales}} = -1.44 + 0.56 \text{Log}_{10} \text{Coliformes Totales (NMP/100ml)}$$

Colif. Totales mayores a 20.000 (NMP/100ml) tienen $I_{\text{Coliformes Totales}} = 1$; Colif. Totales menores a 500 (NMP/100ml) tienen $I_{\text{Coliformes Totales}} = 0$

$I_{\% \text{Oxígeno}}$: se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I_{\% \text{Oxígeno}} = 1 - 0.01\% \text{Oxígeno}$$

% Oxígeno mayores a 100 tienen un índice de oxígeno de 0

Es importante señalar, que de manera general en los sistemas lóticos porcentajes de saturación mayores a 100% son ventajosos o indicativos de una muy buena capacidad de reaireación de los cursos hídricos.

4.2.3 Índice de contaminación por Sólidos Suspendidos Æ ICOSUS

Se determina tan solo mediante la concentración de sólidos suspendidos, los cuales están ligados solo a compuestos inorgánicos. A continuación se presenta la expresión de la cual surge su resultado:

$$\text{ICOSUS} = -0.02 + 0.003 * \text{Sólidos Suspendidos (mg/l)}$$

Sólidos suspendidos mayores a 340 mg/l tienen **ICOSUS = 1**

Sólidos suspendidos menores a 10 mg/l tienen **ICOSUS = 0**

4.2.4 Índice de contaminación Trófico Æ ICOTRO

Se determina en esencia por la concentración del Fósforo Total, a diferencia de los índices anteriores, en los cuales se determina un valor particular entre 0 y 1, la concentración del Fósforo Total define por si misma una categoría, como se describe a continuación:

Oligotrófico < 0.01 (mg/l)

Mesotrófico 0.01 - 0.02 (mg/l)

Eutrófico 0.02 - 1 (mg/l)

Hipereutrófico > 1 (mg/l)

Tabla 3. Rangos establecidos para los ICOs:

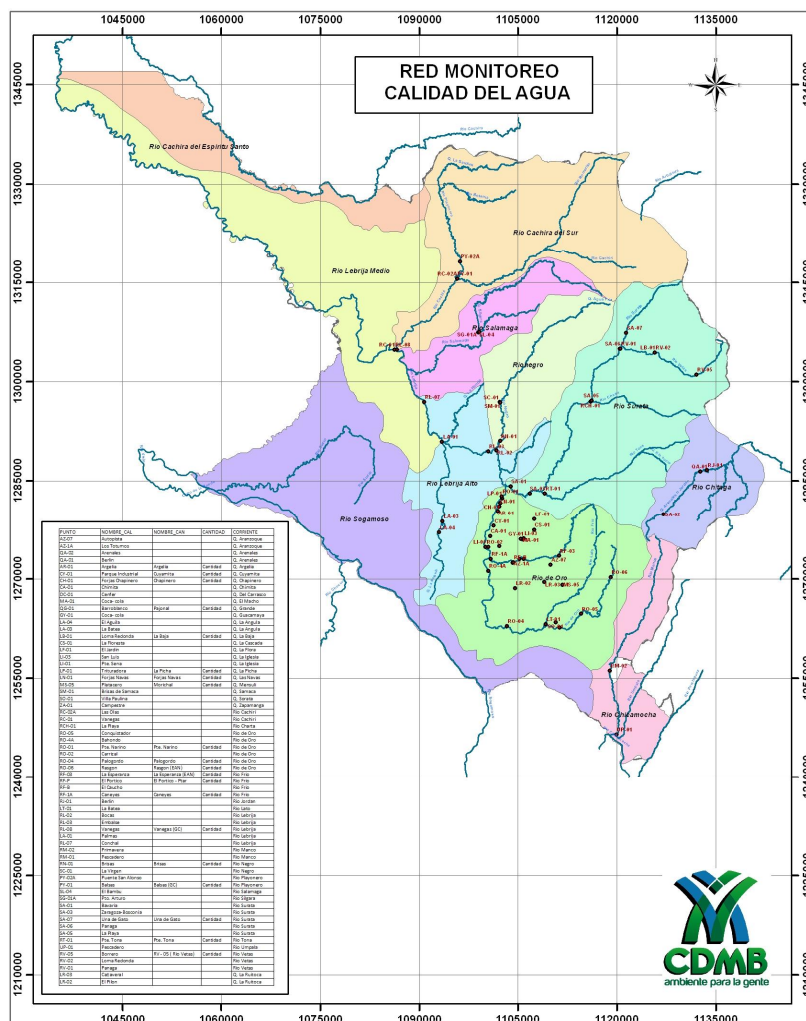
ICO	Grado de Contaminación	Escala de Color
0 - 0,2	Ninguna	Blue
> 0,2 - 0,4	Baja	Green
> 0,4 - 0,6	Media	Yellow
> 0,6 - 0,8	Alta	Orange
> 0,8 - 1	Muy Alta	Red

Fuente: Ramírez et al. (1999)

5. RESULTADOS DEL PROGRAMA

Los puntos ubicados sobre el Área Metropolitana de Bucaramanga, se encuentran principalmente en el Río Lebrija, Río de Oro, Río Suratá, y Río Frío al igual que en algunas quebradas importantes ubicadas en los municipios de Piedecuesta, Floridablanca, Bucaramanga y Girón, en la gráfica 1 se detalla los puntos de monitoreo distribuidos en el área de jurisdicción de la CDMB.

Gráfica 1. Mapa con ubicación de puntos de monitoreo de Calidad del agua



En la Tabla 4 se muestran todos los puntos evaluados durante las cuatro campañas realizadas en los meses de Julio, Agosto, Septiembre y Octubre del año 2017, así como el índice de calidad promedio del mismo año.

Tabla 4. Valores de ICA para 2017

Sitio de Muestreo	Punto	ICA MENSUAL 2017				ICA 2017	Calidad
		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre		
Río Suratá	SA-07	77.8	72.2	71.8	56.7	69.6	BUENA
	SA-06	72.6	59.7	56.5	60.9	62.4	BUENA
	SA-05	57.0	61.1	59.7	68.5	61.6	BUENA
	SA-03	62.9	62.3	65.3	62.5	63.2	BUENA
	SA-01	60.0	55.8	53.1	53.8	55.7	BUENA
Río Vetás	RV-01	61.9	60.6	57.8	55.8	59.1	BUENA
	RV-02	54.9	63.6	53.8	73.4	61.4	BUENA
	RV-05	39.6	54.3	45.2	51.4	47.6	DUDOSA
Q. La Baja	LB-01	63.9	69.2	59.7	70.8	65.9	BUENA
Río Tona	RT-01	76.9	75.9	69.2	76.8	74.7	BUENA
Río Charta	RCH-01	65.6	74.0	78.8	68.8	71.8	BUENA
Río de Oro	RO-06	76.7	74.2	69.3	70.1	72.6	BUENA
	RO-05	50.2	76.6	61.0	75.4	65.8	BUENA
	RO-04	49.1	55.4	45.4	52.9	50.7	DUDOSA
	RO-4A	42.2	50.6	44.0	53.3	47.5	DUDOSA
	RO-02	23.4	30.6	23.3	30.4	26.9	INADECUADA
	RO-01	28.5	28.6	24.0	40.0	30.3	INADECUADA
Q. Grande	QG-01	64.2	61.4	59.5	67.6	63.2	BUENA
Q. Soratoque	SO-01	60.5	56.1	56.8	64.9	59.6	BUENA
Río Lato	LT-01	53.7	41.1	43.0	48.7	46.6	DUDOSA
Q. La Ruitoca	LR-03	69.0	62.0	70.7	77.1	69.7	BUENA
	LR-02	59.4	42.7	54.2	76.7	58.3	BUENA

Río Frío	RF-03	65.7	69.0	66.1	67.7	67.1	BUENA
	RF-P	54.9	64.2	55.4	53.7	57.0	BUENA
	RF-B	19.6	24.2	19.3	24.4	21.9	INADECUADA
	RF-1A	21.9	26.2	20.2	24.4	23.2	INADECUADA
Q. Aranzoque-Mensulí	MS-05	61.6	57.4	58.8	74.5	63.1	BUENA
	AZ-07	65.3	54.8	44.4	62.7	56.8	BUENA
	AZ-1A	57.5	56.8	54.0	59.6	57.0	BUENA
Q. Zapamanga	ZA-01	45.8	40.4	29.4	53.7	42.3	DUDOSA
Q. La Flora	LF-01	56.4	57.5	21.3	14.5	37.5	DUDOSA
Q. La Cascada	CS-01	51.4	56.2	53.2	64.2	56.3	BUENA
Q. La Iglesia	LI-03	53.3	26.1	28.1	28.1	33.9	INADECUADA
	LI-01	51.1	28.9	36.5	7.7	31.1	INADECUADA
Q. El Macho	MA-01	55.9	53.5	55.7	34.7	49.9	DUDOSA
Q. La Guacamaya	GY-01	14.3	22.5	20.8	20.0	19.4	PÉSIMA
Q. El Carrasco	DC-01	8.1	7.6	8.8	10.5	8.7	PÉSIMA
Q. Chimita	CA-01	19.2	20.6	20.7	14.4	18.8	PÉSIMA
Q. La Cuyamita	CY-01	23.8	24.1	26.5	20.8	23.8	INADECUADA
Q. La Argelia	AR-01	32.0	43.4	39.8	42.5	39.4	DUDOSA
Q. Las Navas	LN-01	25.8	16.4	31.1	25.1	24.6	INADECUADA
Q. Chapinero	CH-01	26.6	24.6	24.3	23.9	24.9	INADECUADA
Q. La Picha	LP-01	25.2	21.5	20.9	23.1	22.7	INADECUADA
Río Lebrija	RL-02	34.2	48.5	37.2	59.7	44.9	DUDOSA
	RL-03	56.1	44.9	39.1	61.5	50.4	DUDOSA
	RL-07	59.6	57.9	46.7	59.2	55.9	BUENA
	RL-08	66.4	50.4	40.8	55.5	53.3	BUENA
Q. Samacá	SM-01	71.2	69.3	71.3	38.6	62.6	BUENA

Quebrada Santa Cruz	SC-01	71.1	67.1	62.6	63.1	66.0	BUENA
Río Negro	RN-01	71.4	60.6	55.6	50.2	59.4	BUENA
Q. La Angula	LA-04	72.6	74.6	75.7	62.3	71.3	BUENA
	LA-03	20.5	13.2	16.2	19.1	17.3	PÉSIMA
	LA-01	56.8	49.3	63.6	67.1	59.2	BUENA
Río Salamaga	SL-04	68.6	65.5	64.8	62.9	65.5	BUENA
Río Silgará	SG-01A	66.6	66.3	54.3	67.0	63.5	BUENA
Río Playonero	PY-02A	68.5	62.4	45.1	65.9	60.5	BUENA
	PY-01	58.9	56.4	45.7	66.7	56.9	BUENA
Río Cachirí	RC-02A	67.7	57.3	52.6	57.9	58.9	BUENA
Río Cachira (Vanegas)	RC-01	60.0	57.1	46.1	58.7	55.5	BUENA
Río Manco	RM-02	71.5	69.1	66.8	59.1	66.6	BUENA
	RM-01	76.9	66.0	65.7	42.9	62.9	BUENA
Río Umpalá	UP-01	72.5	66.4	68.4	66.6	68.5	BUENA
Q. Arenales	QA-02	72.8	70.6	77.9	77.6	74.7	BUENA
	QA-01	62.9	62.9	56.6	74.2	64.1	BUENA
Río Jordán	RJ-01	69.9	64.4	72.8	71.4	69.6	BUENA

Tabla 5. Comparativo ICA 2014, 2015, 2016 y 2017

Punto	ICA 2014	Calidad	ICA 2015	Calidad	ICA 2016	Calidad	ICA 2017	Calidad
SA-07	73.9	BUENA	76.4	BUENA	72.7	BUENA	69.6	BUENA
SA-06	59.7	BUENA	78.1	BUENA	58.2	BUENA	62.4	BUENA
SA-05	51.1	DUDOSA	70.0	BUENA	54.2	BUENA	61.6	BUENA
SA-03	52.7	BUENA	66.3	BUENA	57.2	BUENA	63.2	BUENA
SA-01	39.3	DUDOSA	36.2	DUDOSA	41.1	DUDOSA	55.7	BUENA
RV-01	49.7	DUDOSA	66.4	BUENA	56.9	BUENA	59.1	BUENA
RV-02	51.6	DUDOSA	55.5	BUENA	60.1	BUENA	61.4	BUENA
RV-05	48.3	DUDOSA	52.3	BUENA	56.7	BUENA	47.6	DUDOSA
LB-01	57.2	BUENA	63.5	BUENA	59.0	BUENA	65.9	BUENA
RT-01	62.7	BUENA	71.0	BUENA	77.8	BUENA	74.7	BUENA
RCH-01	69.7	BUENA	80.0	OPTIMA	71.3	BUENA	71.8	BUENA
RO-06	74.4	BUENA	80.2	OPTIMA	69.1	BUENA	72.6	BUENA
RO-05	67.8	BUENA	79.0	BUENA	65.1	BUENA	65.8	BUENA
RO-04	46.5	DUDOSA	65.9	BUENA	38.2	DUDOSA	50.7	BUENA
RO-4A	46.2	DUDOSA	56.6	BUENA	45.5	DUDOSA	47.5	DUDOSA
RO-02	25.3	INADECUADA	34.8	INADECUADA	30.6	INADECUADA	26.9	INADECUADA
RO-01	26.5	INADECUADA	45.5	DUDOSA	33.3	INADECUADA	30.3	INADECUADA
QG-01	57.7	BUENA	63.2	BUENA	64.1	BUENA	63.2	BUENA
SO-01	11.4	PÉSIMA	15.3	PÉSIMA	65.3	BUENA	59.6	BUENA
LT-01	52.7	BUENA	55.8	BUENA	50.2	DUDOSA	46.6	DUDOSA
LR-03	71.4	BUENA	80.9	OPTIMA	62.9	BUENA	69.7	BUENA
LR-02	56.1	BUENA	74.1	BUENA	57.3	BUENA	58.3	BUENA
RF-03	64.4	BUENA	74.4	BUENA	67.0	BUENA	67.1	BUENA

RF-P	36.7	INADECUADA	59.7	BUENA	44.2	DUDOSA	57.0	BUENA
RF-B	17.2	PÉSIMA	10.4	PÉSIMA	21.7	INADECUADA	21.9	INADECUADA
RF-1A	22.9	INADECUADA	19.8	INADECUADA	25.2	INADECUADA	23.2	INADECUADA
MS-05	54.0	BUENA	76.6	BUENA	58.5	BUENA	63.1	BUENA
AZ-07	39.4	DUDOSA	69.8	BUENA	49.5	DUDOSA	56.8	BUENA
AZ-1A	41.7	DUDOSA	65.6	BUENA	48.3	DUDOSA	57.0	BUENA
ZA-01	44.3	DUDOSA	70.5	BUENA	45.0	DUDOSA	42.3	DUDOSA
LF-01	39.1	DUDOSA	69.0	BUENA	40.6	DUDOSA	37.5	BUENA
CS-01	41.3	DUDOSA	62.8	BUENA	48.3	DUDOSA	56.3	BUENA
LI-03	20.4	INADECUADA	17.1	PÉSIMA	33.5	INADECUADA	33.9	DUDOSA
LI-01	24.5	INADECUADA	27.5	INADECUADA	41.8	DUDOSA	31.1	DUDOSA
MA-01	25.9	INADECUADA	40.9	DUDOSA	42.3	DUDOSA	49.9	BUENA
GY-01	28.9	INADECUADA	19.7	INADECUADA	27.8	INADECUADA	19.4	PÉSIMA
DC-01	9.3	PÉSIMA	9.5	PÉSIMA	11.9	PÉSIMA	8.7	PÉSIMA
CA-01	20.4	INADECUADA	18.8	PÉSIMA	23.0	INADECUADA	18.8	INADECUADA
CY-01	36.4	INADECUADA	41.2	DUDOSA	30.0	INADECUADA	23.8	INADECUADA
AR-01	39.1	DUDOSA	46.9	DUDOSA	34.3	INADECUADA	39.4	DUDOSA
LN-01	29.9	INADECUADA	13.7	PÉSIMA	40.2	DUDOSA	24.6	INADECUADA
CH-01	27.9	INADECUADA	24.8	INADECUADA	41.4	DUDOSA	24.9	INADECUADA
LP-01	19.4	INADECUADA	20.2	INADECUADA	21.9	INADECUADA	22.7	INADECUADA
RL-02	39.5	DUDOSA	48.4	DUDOSA	41.6	DUDOSA	44.9	DUDOSA
RL-03	46.0	DUDOSA	53.6	BUENA	44.3	DUDOSA	50.4	DUDOSA
RL-07	38.6	DUDOSA	71.3	BUENA	44.1	DUDOSA	55.9	BUENA
RL-08	45.1	DUDOSA	69.2	BUENA	45.6	DUDOSA	53.3	BUENA
SM-01	68.2	BUENA	60.6	BUENA	62.4	BUENA	62.6	BUENA
SC-01	63.4	BUENA	78.0	BUENA	62.8	BUENA	66.0	BUENA
RN-01	55.9	BUENA	56.9	BUENA	51.9	BUENA	59.4	BUENA

LA-04	57.4	BUENA	63.5	BUENA	57.7	BUENA	71.3	BUENA
LA-03	14.7	PÉSIMA	11.0	PÉSIMA	21.1	INADECUADA	17.3	PÉSIMA
LA-01	61.2	BUENA	70.8	BUENA	59.5	BUENA	59.2	BUENA
SL-04	63.1	BUENA	79.1	OPTIMA	65.4	BUENA	65.5	BUENA
SG-01A	66.1	BUENA	78.9	BUENA	70.3	BUENA	63.5	BUENA
PY-02A	60.7	BUENA	78.4	BUENA	59.8	BUENA	60.5	BUENA
PY-01	56.3	BUENA	80.5	OPTIMA	54.9	BUENA	56.9	BUENA
RC-02A	65.4	BUENA	78.2	BUENA	65.0	BUENA	58.9	BUENA
RC-01	60.7	BUENA	81.3	OPTIMA	56.9	BUENA	55.5	BUENA
RM-02	66.1	BUENA	83.1	OPTIMA	70.7	BUENA	66.6	BUENA
RM-01	59.3	BUENA	72.5	BUENA	64.5	BUENA	62.9	BUENA
UP-01	61.5	BUENA	74.4	BUENA	59.2	BUENA	68.5	BUENA
QA-02	68.9	BUENA	56.7	BUENA	71.5	BUENA	74.7	BUENA
QA-01	56.9	BUENA	65.4	BUENA	54.5	BUENA	64.1	BUENA
RJ-01	70.7	BUENA	50.5	DUDOSA	65.7	BUENA	69.6	BUENA

Grafica 2. Comparativo de calidades anuales ICA 2014-2015-2016-2017

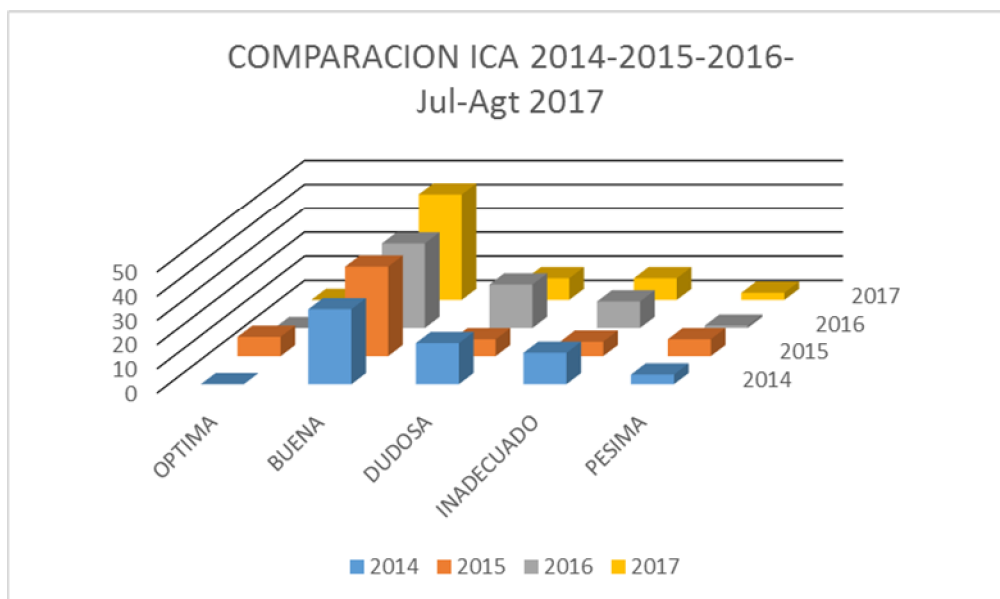


Tabla 6. Comparación de categorías de calidad por año

	2014	2015	2016	2017
OPTIMA	0	8	0	0
BUENA	31	37	35	44
DUDOSA	17	7	18	9
INADECUADO	13	6	11	9
PESIMA	4	7	1	3

En tabla 5, la gráfica 2 y tabla 6 se observa la similitud de los resultados de la calidad del agua de los años 2014 y 2016 y los años 2015 y 2017. Los puntos de monitoreo que en el 2015 figuraron con calificación optima, con valores muy cerca al límite inferior de esta categoría, pasaron en las campañas de 2017 a calidad buena. En general las condiciones de calidad se mantuvieron con respecto al 2015 y mejoraron con respecto al 2014 y 2016 por la presencia de época de lluvias y caudales altos.

A continuación se exponen los resultados y análisis de los índices de contaminación en cada una de las corrientes:

Tabla 7. Promedio Anual Índices de Contaminación 2017

Promedios 2017									
Sitio de Muestreo	Punto	ICOMO	Grado de Contaminación	ICOSUS	Grado de Contaminación	ICOTRO	Grado de Contaminación	ICOMI	Grado de Contaminación
Río Suratá	SA-07	0.25	Baja	0.08	Ninguna	0.08	Eutrófico	0.10	Ninguna
	SA-06	0.37	Baja	0.14	Ninguna	0.11	Eutrófico	0.12	Ninguna
	SA-05	0.30	Baja	0.23	Baja	0.09	Eutrófico	0.21	Baja
	SA-03	0.38	Baja	0.18	Ninguna	0.12	Eutrófico	0.24	Baja
	SA-01	0.49	Media	0.16	Ninguna	0.25	Eutrófico	0.31	Baja
Río Vetás	RV-01	0.30	Baja	0.22	Baja	0.11	Eutrófico	0.29	Baja
	RV-02	0.21	Baja	0.396	Baja	0.13	Eutrófico	0.09	Ninguna
	RV-05	0.14	Ninguna	0.94	Muy Alta	0.38	Eutrófico	0.17	Ninguna
Q. La Baja	LB-01	0.23	Baja	0.08	Ninguna	0.11	Eutrófico	0.67	Alta
Río Tona	RT-01	0.22	Baja	0.01	Ninguna	0.05	Eutrófico	0.41	Media
Río Charta	RCH-01	0.25	Baja	0.01	Ninguna	0.05	Eutrófico	0.25	Baja
Río de Oro	RO-06	0.30	Baja	0.03	Ninguna	0.05	Eutrófico	0.09	Ninguna
	RO-05	0.31	Baja	0.35	Baja	0.13	Eutrófico	0.09	Ninguna
	RO-04	0.58	Media	0.06	Ninguna	0.69	Eutrófico	0.17	Ninguna
	RO-4A	0.55	Media	0.28	Baja	0.63	Eutrófico	0.196	Ninguna
	RO-02	0.68	Alta	0.49	Media	1.54	Hipereutrófico	0.33	Baja
	RO-01	0.67	Alta	0.52	Media	1.90	Hipereutrófico	0.403	Media
Q. Grande	QG-01	0.37	Baja	0.02	Ninguna	0.24	Eutrófico	0.49	Media
Q. Soratoque	SO-01	0.38	Baja	0.01	Ninguna	0.32	Eutrófico	0.70	Alta
Río Lato	LT-01	0.70	Alta	0.05	Ninguna	0.39	Eutrófico	0.17	Ninguna
Q. La Ruitoca	LR-03	0.38	Baja	0.02	Ninguna	0.05	Eutrófico	0.13	Ninguna
	LR-02	0.40	Media	0.18	Ninguna	0.14	Eutrófico	0.11	Ninguna

Río Frío	RF-03	0.36	Baja	0.04	Ninguna	0.06	Eutrófico	0.05	Ninguna
	RF-P	0.51	Media	0.11	Ninguna	0.37	Eutrófico	0.17	Ninguna
	RF-B	0.78	Alta	0.28	Baja	6.22	Hipereutrófico	0.64	Alta
	RF-1A	0.77	Alta	0.25	Baja	4.90	Hipereutrófico	0.61	Alta
Q. Aranzoque-Mensulí	MS-05	0.39	Baja	0.03	Ninguna	0.15	Eutrófico	0.21	Baja
	AZ-07	0.57	Media	0.09	Ninguna	0.66	Eutrófico	0.41	Media
	AZ-1A	0.51	Media	0.01	Ninguna	0.68	Eutrófico	0.40	Baja
Q. Zapamanga	ZA-01	0.61	Alta	0.13	Ninguna	1.13	Hipereutrófico	0.44	Media
Q. La Flora	LF-01	0.65	Alta	0.39	Baja	6.11	Hipereutrófico	0.65	Alta
Q. La Cascada	CS-01	0.52	Media	0.05	Ninguna	0.70	Eutrófico	0.73	Alta
Q. La Iglesia	LI-03	0.65	Alta	0.19	Ninguna	2.55	Hipereutrófico	0.64	Alta
	LI-01	0.73	Alta	0.31	Baja	2.80	Hipereutrófico	0.77	Alta
Q. El Macho	MA-01	0.54	Media	0.04	Ninguna	0.87	Eutrófico	0.43	Media
Q. La Guacamaya	GY-01	0.76	Alta	0.46	Media	6.01	Hipereutrófico	0.68	Alta
Q. El Carrasco	DC-01	0.97	Muy Alta	0.35	Baja	5.74	Hipereutrófico	0.92	Muy Alta
Q. Chimitá	CA-01	0.74	Alta	1.00	Muy Alta	7.16	Hipereutrófico	0.78	Alta
Q. La Cuyamita	CY-01	0.71	Alta	0.44	Media	5.38	Hipereutrófico	0.81	Muy Alta
Q. La Argelia	AR-01	0.65	Alta	0.01	Ninguna	3.38	Hipereutrófico	0.73	Alta
Q. Las Navas	LN-01	0.68	Alta	0.36	Baja	3.55	Hipereutrófico	0.69	Alta
Q. Chapinero	CH-01	0.67	Alta	0.22	Baja	5.10	Hipereutrófico	0.75	Alta
Q. La Picha	LP-01	0.70	Alta	0.71	Alta	5.05	Hipereutrófico	0.79	Alta
Río Lebrija	RL-02	0.57	Media	0.56	Media	0.89	Eutrófico	0.37	Baja
	RL-03	0.55	Media	0.31	Baja	0.79	Eutrófico	0.31	Baja
	RL-07	0.51	Media	0.32	Baja	0.79	Eutrófico	0.32	Baja
	RL-08	0.48	Media	0.398	Baja	0.49	Eutrófico	0.26	Baja
Q. Samacá	SM-01	0.44	Media	0.26	Baja	0.10	Eutrófico	0.13	Ninguna
Quebrada Santa Cruz	SC-01	0.36	Baja	0.15	Ninguna	0.09	Eutrófico	0.14	Ninguna
Río Negro	RN-01	0.38	Baja	0.37	Baja	0.11	Eutrófico	0.14	Ninguna

Q. La Angula	LA-04	0.26	Baja	0.03	Ninguna	0.24	Eutrófico	0.33	Baja
	LA-03	0.81	Muy Alta	0.37	Baja	8.82	Hipereutrófico	0.64	Alta
	LA-01	0.403	Media	0.06	Ninguna	0.96	Eutrófico	0.30	Baja
Río Salamaga	SL-04	0.41	Media	0.06	Ninguna	0.06	Eutrófico	0.05	Ninguna
Río Silgará	SG-01A	0.38	Baja	0.24	Baja	0.11	Eutrófico	0.10	Ninguna
Río Playonero	PY-02A	0.43	Media	0.19	Ninguna	0.11	Eutrófico	0.05	Ninguna
	PY-01	0.39	Baja	0.17	Ninguna	0.12	Eutrófico	0.05	Ninguna
Río Cachirí	RC-02A	0.34	Baja	0.604	Alta	0.20	Eutrófico	0.13	Ninguna
Río Cachira (Vanegas)	RC-01	0.36	Baja	0.52	Media	0.15	Eutrófico	0.12	Ninguna
Río Manco	RM-02	0.28	Baja	0.18	Ninguna	0.15	Eutrófico	0.07	Ninguna
	RM-01	0.38	Baja	0.43	Media	0.27	Eutrófico	0.11	Ninguna
Río Umpalá	UP-01	0.29	Baja	0.23	Baja	0.10	Eutrófico	0.24	Baja
Q. Arenales	QA-02	0.24	Baja	0.01	Ninguna	0.05	Eutrófico	0.08	Ninguna
	QA-01	0.37	Baja	0.01	Ninguna	0.10	Eutrófico	0.07	Ninguna
Río Jordán	RJ-01	0.28	Baja	0.13	Ninguna	0.13	Eutrófico	0.07	Ninguna

Fuente: Autor

Grafica 3. Resumen Índices de Contaminación 2017

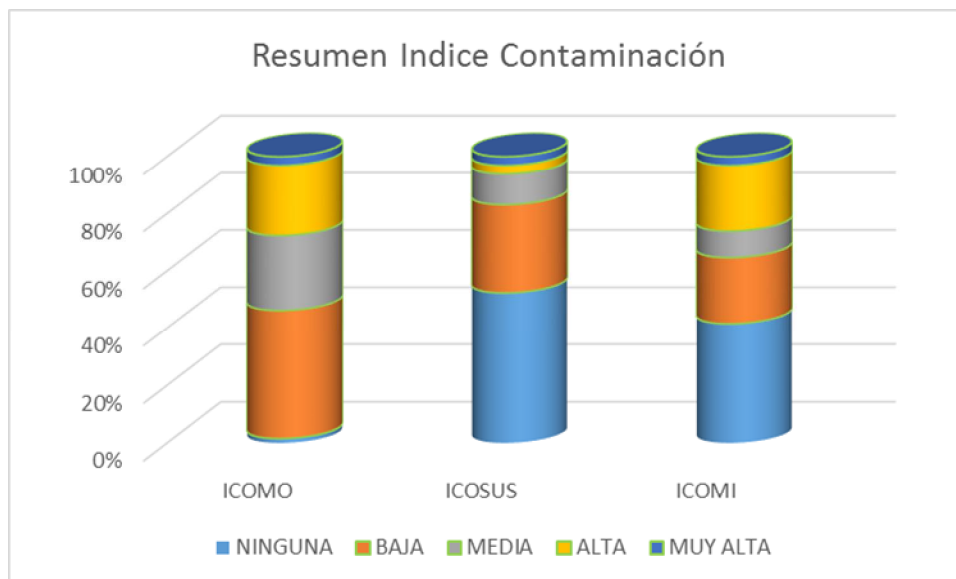


Tabla 8. Porcentaje de cada categoría en los diferentes grados de contaminación de cada Índice

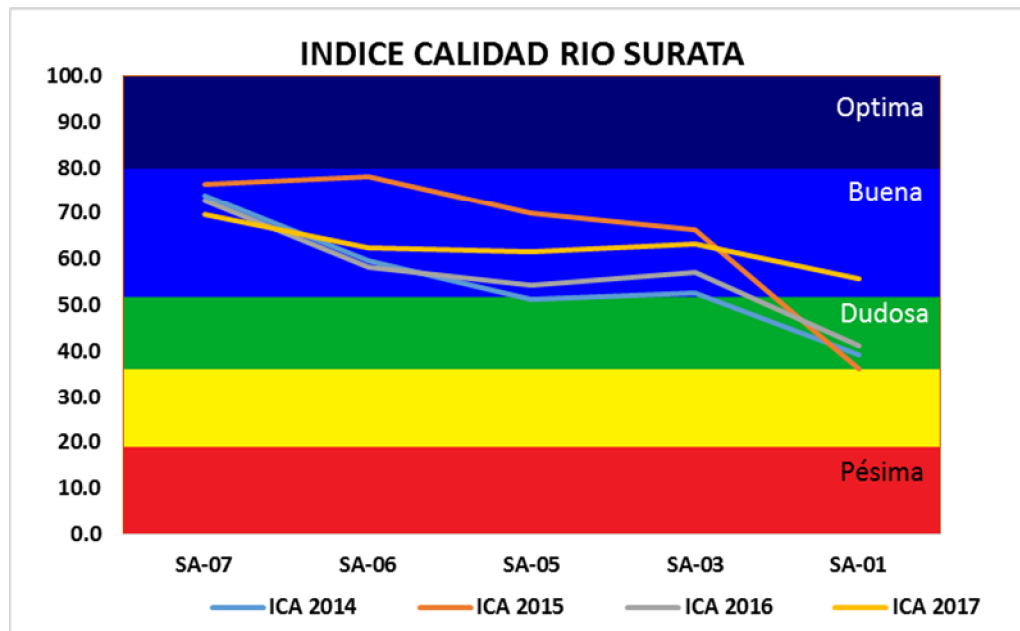
GRADO	INDICE DE CONTAMINACION		
	ICOMO	ICOSUS	ICOMI
NINGUNA	1.54%	52.31%	41.54%
BAJA	44.62%	30.77%	23.08%
MEDIA	26.15%	10.77%	9.23%
ALTA	24.62%	3.08%	23.08%
MUY ALTA	3.08%	3.08%	3.08%

Como se observa en la gráfica 3 para el caso del ICOMO y los porcentajes en general presentados en la tabla 8, se observa que los grados de contaminación Baja y Media corresponden al 70.77% (44.62% y 26.15% respectivamente), lo que indica que la contaminación que se presenta en la principales corrientes por materia orgánica no es tan significativo. En el caso de los ICOSUS, el porcentaje más significativo corresponde al grado de contaminación Ninguno (52.31%) lo cual se explica por el hecho que muchas estaciones se encuentran en corrientes con poco aporte de sólidos suspendidos. En el caso del ICOMI el grado de contaminación que predomina es Ninguna y Baja los cuales tienen un total de 64.62%.

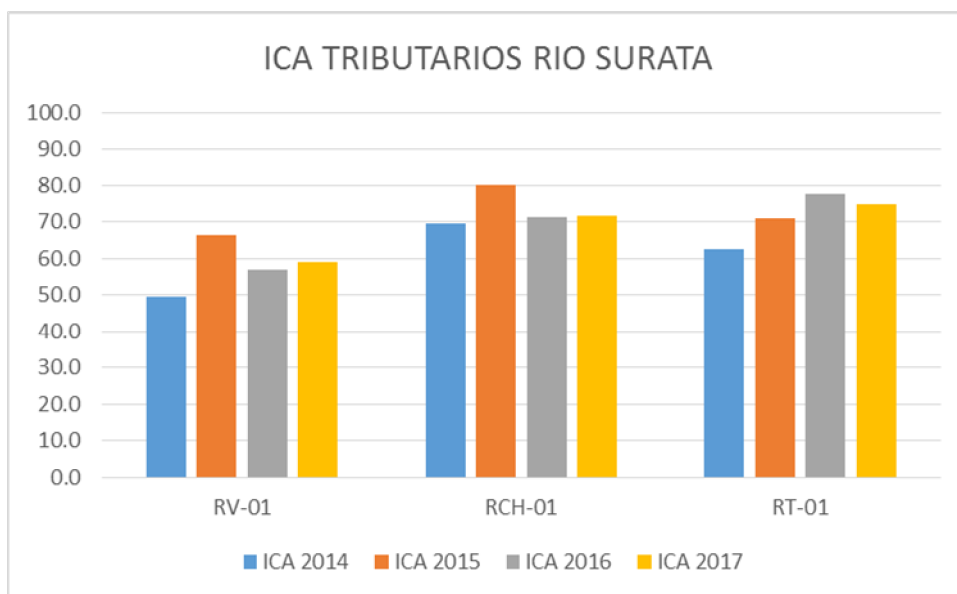
5.1 RÍO SURATA Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES

El río Suratá tiene establecidos cinco puntos de monitoreo, que van desde el punto SA-07 ubicado en la Estación conocida como Uña de gato, SA-06 Estación Puente Pánaga, SA-05 Estación La Playa, SA-03 Estación Bosconia y SA-01 Estación Bavaria. El río Suratá tiene a su vez tres afluentes importantes, Río Vetas, Charta y Tona con sus puntos de monitoreo RV--01 Estación conocida como Puente Pánaga 2, RCH-01 Estación La Playa 2, RT-01 Estación Puente Tona.

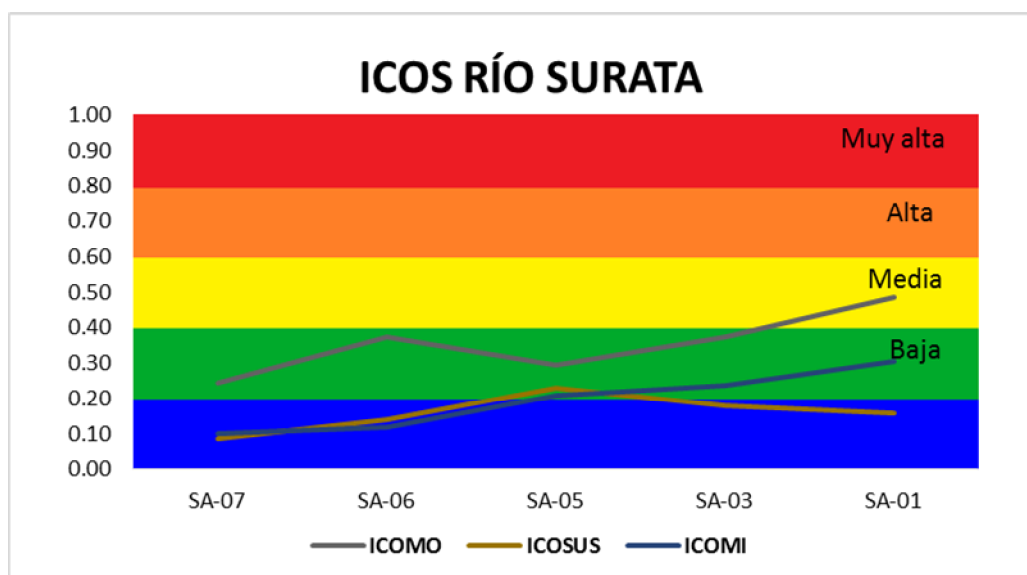
Grafica 4. ICA Rio Suratá



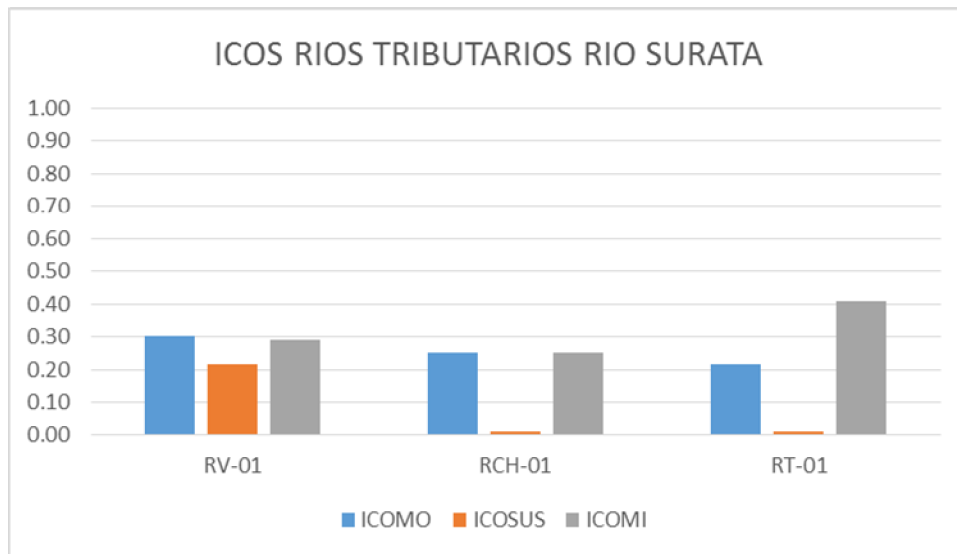
Grafica 5 ICA tributarios Rio Suratá



Grafica 6. ICOs Rio Suratá



Grafica 7. ICOs tributarios Rio Suratá



La calidad del Río Surata va disminuyendo desde su nacimiento hasta su desembocadura, pero siendo de categoría buena. Las calidades de los puntos SA-07, SA-06, SA-03 se ubicaron en Buena manteniendo las mismas condiciones que se presentaron en estos sitios de monitoreo en los años 2014, 2015 y 2016; En la estación SA-01 la calidad del agua se ubicó en Dudosa para los tres años (2014, 2015 y 2016), pasando en las campañas de 2017 a calidad buena.

Analizando el ICOMO se observa que tiene una disminución en la calidad en el punto de monitoreo SA-01 (Grado Medio) debido a que en este punto se han realizado aportes de sistemas de alcantarillados de la zona norte de Bucaramanga. Lo anterior se corrobora observando los grados de contaminación de materia orgánica y mineralización.

Los afluentes principales del Río Suratá, Río Charta y Río Tona presentan en su mayoría calidades Buenas. El Río Vetas comienza con calidad del agua Dudosa en la estación RV-05, ubicada en la zona de mayor actividad minera de la cuenca, y pasa a calidad buena a la desembocadura sobre el río Suratá.

El ICOMO presenta una calificación baja para los tributarios al río Suratá, debido a que los aportes de materia orgánica es muy bajo comparado con el caudal de dilución de las corrientes hídricas. En cuanto al ICOSUS el grado de contaminación para Río Tona, Río Charta y la quebrada la Baja, es ninguno, lo que significa que hubo poco aporte de sedimentos. Caso muy diferente para Río Vetas, que inicia con calificación Muy Alta y va mejorando hasta llegar a ser baja en la confluencia con el río Suratá. Lo anterior debido a la actividad minera aguas arriba del punto de monitoreo SA-05.

5.2 RÍO DE ORO Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES

Río de Oro tiene establecido seis puntos de monitoreo en todo su trayecto, RO-06 y RO-05, ubicados aguas arriba del casco urbano de Piedecuesta conocidos como Estación el Rasgón y el Conquistador respectivamente, los puntos RO-04 ubicado en la Estación Palogordo y

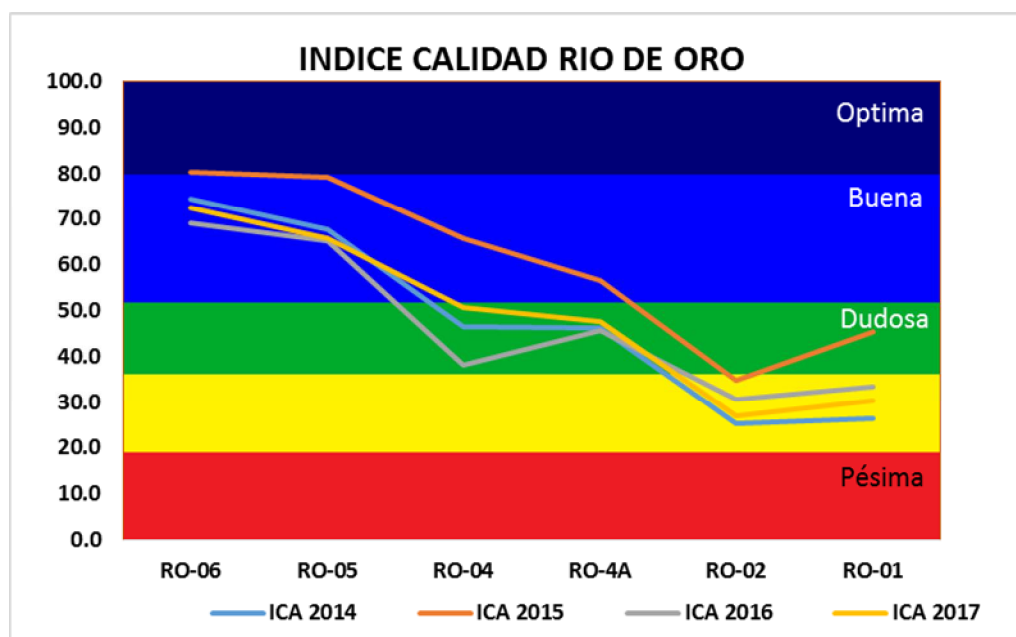
RO-4A en la Estación Bahondo, y los puntos RO-02 conocido como Estación Carrizal ubicado en el sector del mismo nombre y por ultimo RO-01 en el sitio conocido como Puente Nariño.

Las quebradas Grande (QG-01-Estación Barroblanco), Soratoque (SO-01-Estación Villa Paulina) y río Lato (LT-01-Estación la Batea) son los afluentes del Río de Oro ubicados en el municipio de Piedecuesta y en el municipio de Girón la Quebrada la Ruitoca (LR-02-Estación El Pílon y LR-03-Estación Cañaverál). Río Frío uno de los principales afluentes de Río de Oro, contempla en su recorrido cuatro puntos de monitoreo (RF-03 Estación La Esperanza, RF-P Estación El Pórtico, RF-B Estación El Caucho y RF-1ª Estación Caneyes.

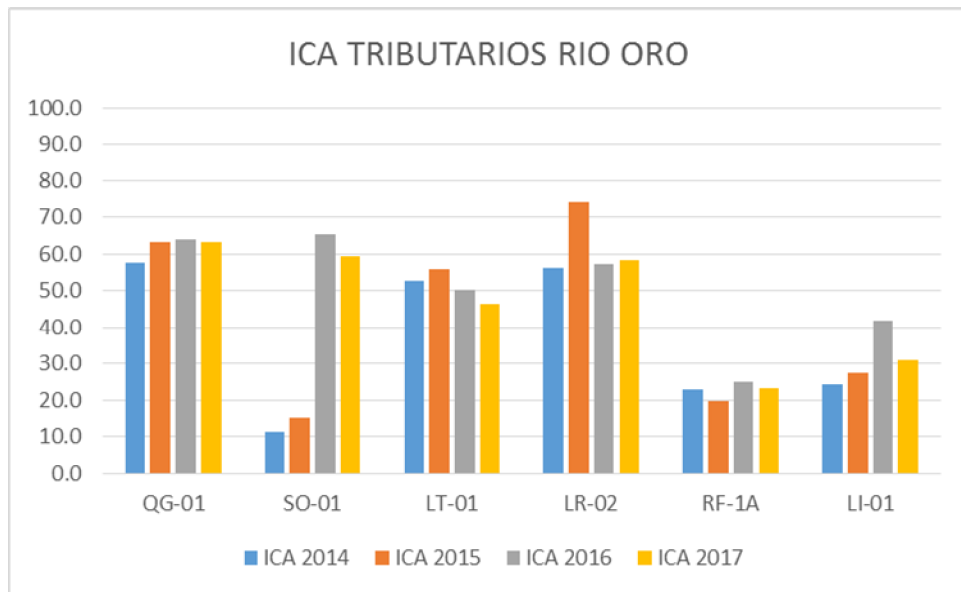
Otro afluente principal y significativo para Río de Oro es la Quebrada la Iglesia conformada por la confluencia de las Quebradas La Flora (LF-01 Estación El Jardín) y La Cascada (CS-01 Estación La Floresta) conforman la Quebrada La Iglesia, la cual en su trayecto contempla dos puntos de monitoreo LI-03 Estación San Luís y LI-01 Estación Puente Sena. Como quebradas afluentes de la quebrada La Iglesia se encuentran las quebradas La Guacamaya (GY-01) conocida como Estación Coca-Cola 1, El Macho (MA-01) Estación Coca-Cola 2 y El Carrasco (DC-01) Estación Cenfer; estas corrientes son receptoras de vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales.

Por último se encuentran como afluentes dentro de las quebradas de la Escarpa de Bucaramanga Chimitá (CA-01) conocida como Estación Chimita, Cuyamita (CY-01) Estación Parque Industrial, La Argelia (AR-01) Estación Argelia, Las Navas (LN-01) Estación Forjas Navas, Chapinero (CH-01) Estación Forjas Chapinero y La Picha (LP-01) Estación Trituradora, en estas corrientes los puntos de monitoreo se ubican antes de la confluencia con Río de Oro. A continuación se muestran los resultados gráficamente:

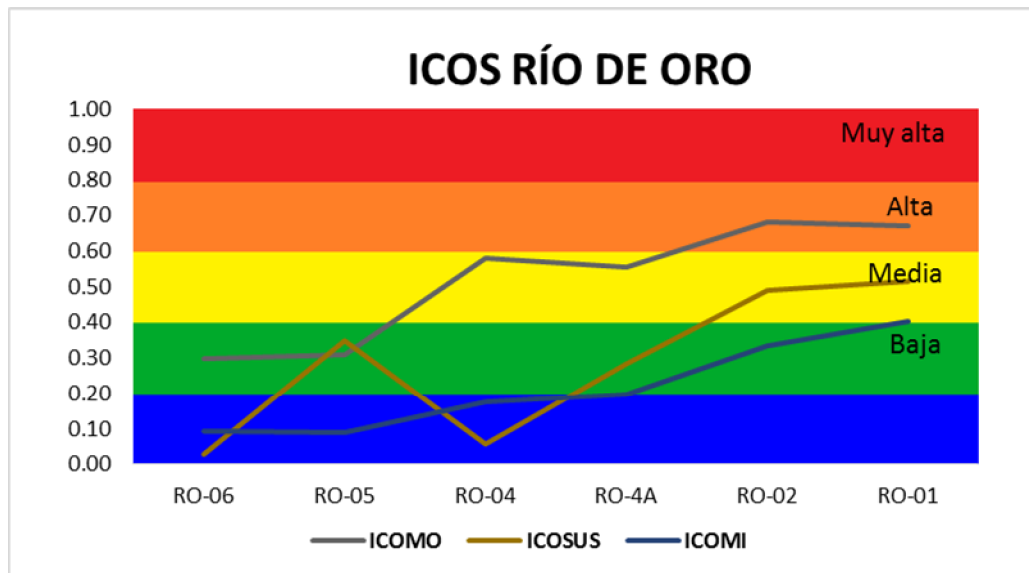
Grafica 8. ICA rio de Oro



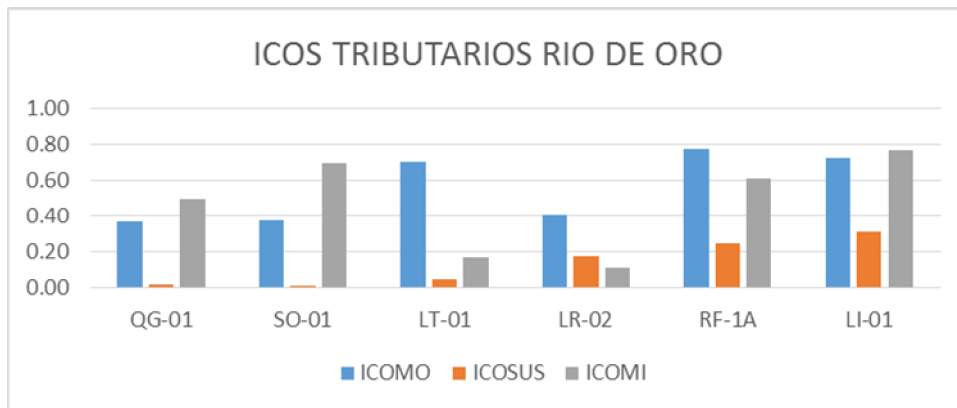
Grafica 9. ICA tributario rio de Oro



Grafica 10. ICOs rio de Oro



Grafica 11. ICOs Tributarios rio de Oro



Los primeros puntos de monitoreo sobre Río de Oro, RO-06, RO-05 y RO-04, se ubican en calidad Buena y no presentan ningún grado de contaminación, menos en el punto RO-04 en donde el ICOMO ya presenta un grado de contaminación de calificación Media, producto del vertimiento del sistema de alcantarillado de Piedecuesta. Para el punto RO-04A el ICA tiene una calificación de Dudosa, en donde se reporta un deterioro del ICOMO, producto del aporte de materia orgánica proveniente de los vertimientos de los alcantarillados de los cascos urbanos ubicados en la cuenca; para los puntos de monitoreo RO-02 y RO-01 se presenta un ICA de Inadecuado, consecuente con el ICOMO en donde tiene una calificación de Alta, producto de los vertimientos de alcantarillado de Girón y Bucaramanga.

Para los puntos ubicados en los tributarios al Río de Oro los más críticos son RF-1A (Inadecuado), LT-01 y LI-01 (Dudosa), debido a que se ubican en la zona urbana de Girón, recibiendo vertimientos que aportan materia orgánica, Sólidos suspendidos y disueltos (por mineralización) como se muestra en las gráficas.

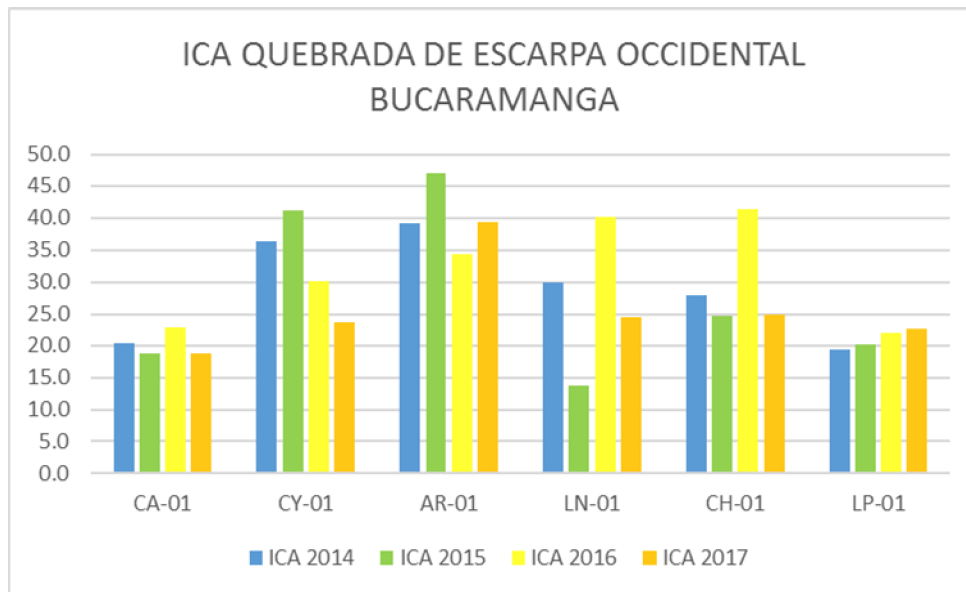
La calidad del agua de la quebrada la iglesia de Dudosa en el punto LI-01 se debe a que las quebradas La Guacamaya y El carrasco tienen calificación de calidad de Pésima, con valores alto y muy alto, respectivamente, en Índice de contaminación ICOMO

Es importante resaltar que la quebrada Soratoque mantuvo la calificación de Buena debido a una disminución en el índice de Contaminación por materia orgánica.

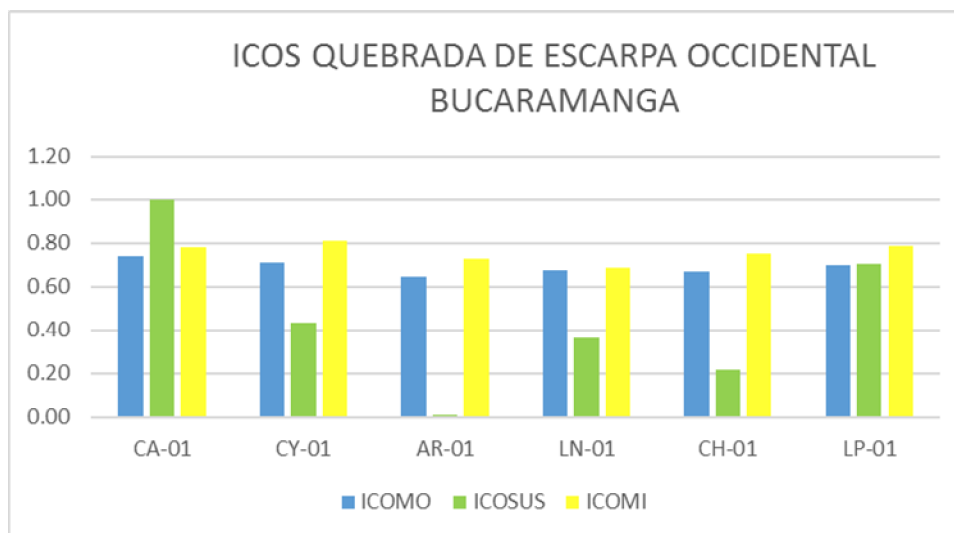
5.2.1 Quebradas de la Escarpa de Bucaramanga

Las quebradas de la Escarpa comprenden La Quebrada Chimitá (CA-01) conocida como Estación Chimita, Cuyamita (CY-01) Estación Parque Industrial, La Argelia (AR-01) Estación Argelia, Las Navas (LN-01) Estación Forjas Navas, Chapinero (CH-01) Estación Forjas Chapinero y La Picha (LP-01) Estación Trituradora, en estas corrientes los puntos de monitoreo se ubican antes de la confluencia con Río de Oro.

Grafica 12. ICA quebradas de la Escarpa Occidental de Bucaramanga



Grafica 13. ICOs quebradas de la Escarpa Occidental de Bucaramanga



La quebrada Chimitá nace de la unión de las quebradas La Rosita y La Joya, receptoras de vertimientos domésticos provenientes de uno de los colectores de aguas residuales originarios de la zona urbana de Bucaramanga, su afectación se produce por la influencia de materia orgánica, sólidos suspendidos y mineralización del agua, presentando grados de contaminación por ICOMO, ICOSUS e ICOMI Alta y Muy Alta y un ICA de Calidad Inadecuada.

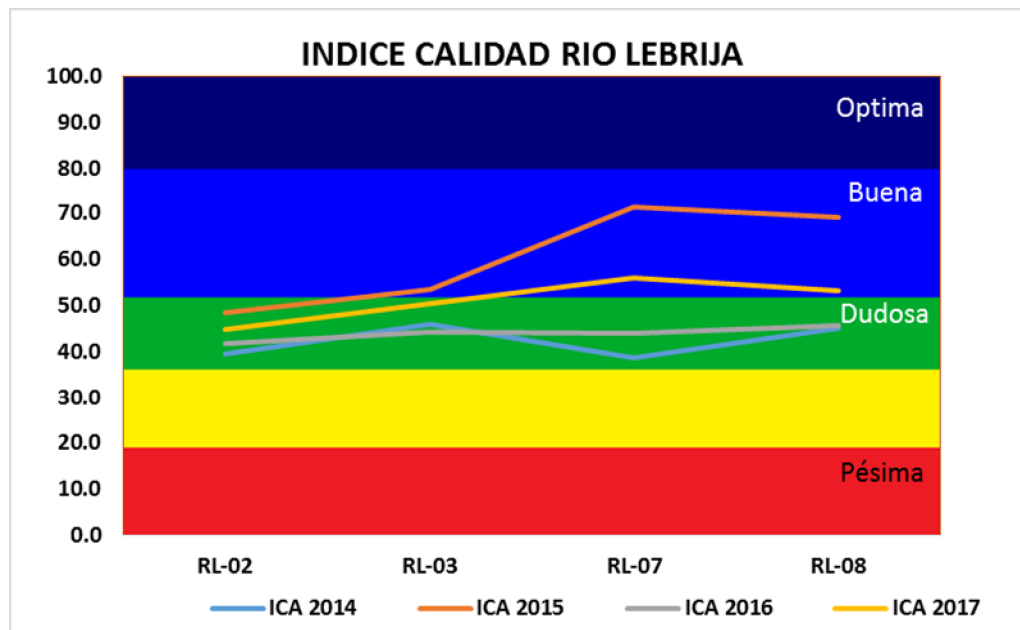
Las quebradas la Cuyamita, Las Navas, Chapinero y la Picha presentaron en promedio calidad Inadecuada, y presentándose mejora en la quebrada La Argelia las cuales presentaron calidad Dudosa. El índice de contaminación más alto lo registro el ICOMO reflejando que la mayor influencia la ejerce el aporte por materia orgánica (por los altos niveles de Coliformes Fecales).

5.3 Río Lebrija y sus Afluentes Principales

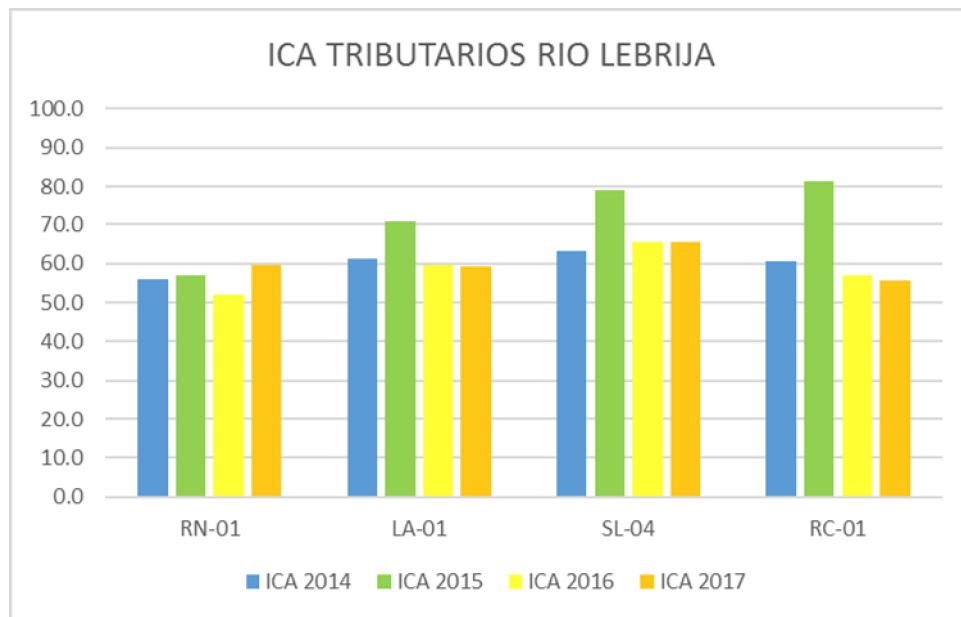
El Río Lebrija contempla en el trayecto que abarca la jurisdicción de la CDMB, cuatro puntos de monitoreo RL-02 ubicado en la Estación Bocas, RL-03 en la Estación Embalse, RL-07 en la Estación Palmas y RL-08 en la Estación Vanegas; el primero localizado aguas abajo de la unión de los ríos de Oro y Suratá antes de la confluencia con río Negro, el segundo aguas abajo del embalse de Bocas y el tercero y cuarto antes y después de la confluencia con Río Cáchira.

Los afluentes del Río Lebrija que se monitorean son Río Negro (RN-01) ubicado en la Estación Brisas; la Quebrada La Angula con tres puntos LA-04 en la Estación El Águila ubicado en la bocatoma del acueducto municipal de Lebrija, LA-03 Estación La Batea aguas abajo de los vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales del municipio de Lebrija y LA-01 Estación Palmas antes de la confluencia con el Río Lebrija; Río Salamaga SL-04 Estación El Bambú y Río Cáchira RC-01 Estación Vanegas. A continuación se expone las calidades e índices de contaminación:

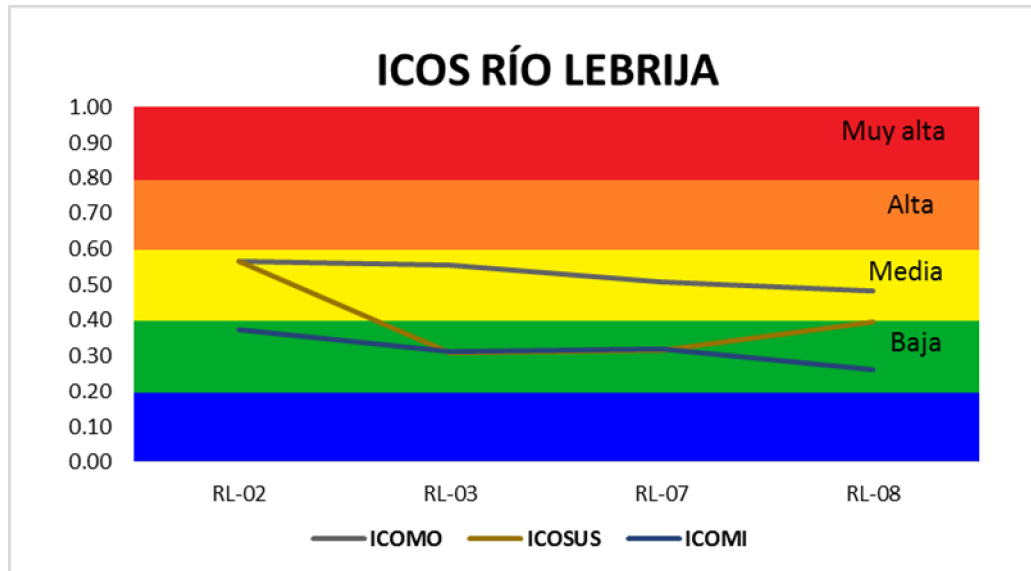
Grafica 14. ICA Rio Lebrija



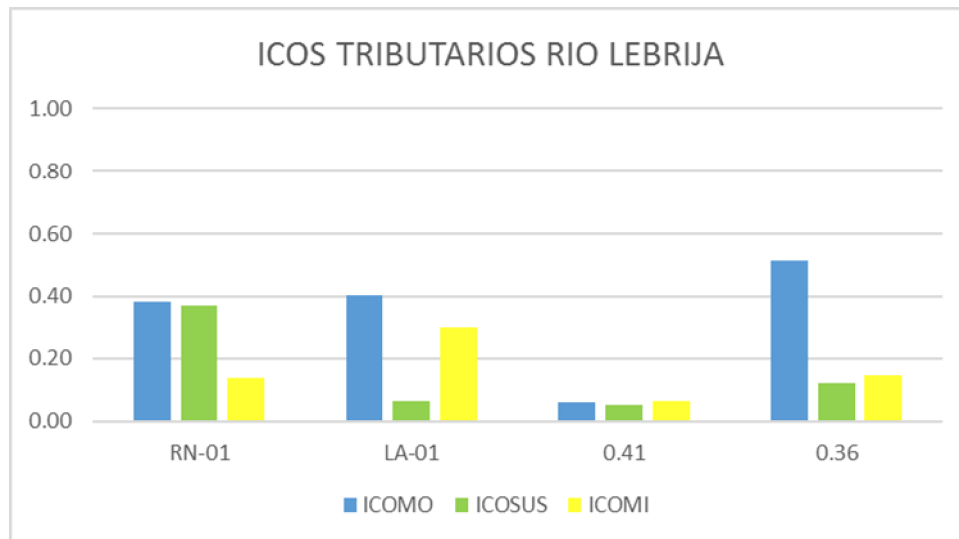
Grafica 15. ICA Tributarios Rio Lebrija



Grafica 16. ICOs Rio Lebrija



Grafica 17. ICOs Tributarios Rio Lebrija



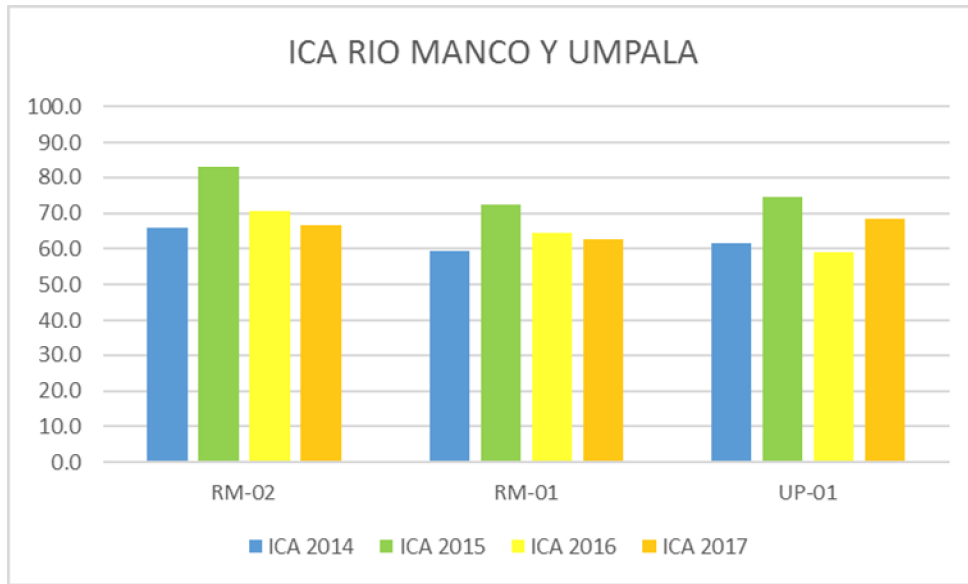
Como se observa todos los puntos sobre el Río Lebrija RL-02 y RL-03 presentaron calidad Dudosa, manteniendo las condiciones con respecto al año 2016. En el punto RL-07 se presentó una mejoría en la calidad pasando de Dudosa a Buena, producto de un incremento en los caudales de dilución. A lo largo del Río Lebrija el aporte de materia orgánica marco un grado de contaminación de Media. Para los Índices ICOSUS e ICOMI los valores se ubicaron en grado de contaminación Media y Baja.

Para las corrientes afluentes a Río Lebrija todas presentaron Calidad Buena y niveles de contaminación Media para ICOMO en las corrientes La Angula y Salamaga, y los demás índices para todas las corrientes en los puntos de monitoreo se mantienen entre Baja y Ninguna, evidenciando las buenas condiciones físico-químicas en las que se encuentran estas corrientes. Solo se evidencia aporte de materia orgánica en el punto de monitoreo LA-03, ya que se encuentra aguas abajo del vertimiento del casco urbano de Lebrija.

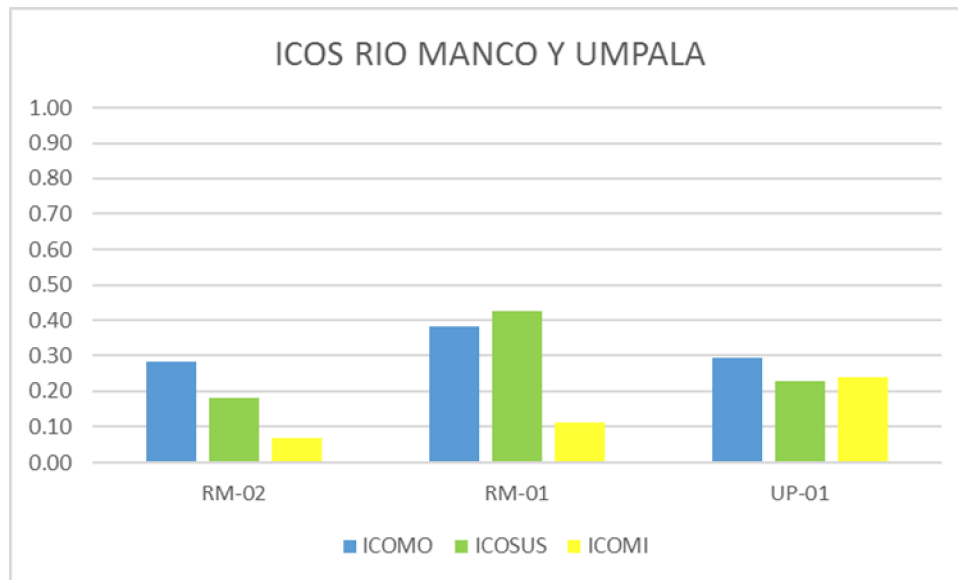
5.4 Ríos Manco y Umpala

Los Ríos Manco (RM-01 y RM-02) y Umpalá (UP-01) se ubican en las Estaciones Mensuly, Primavera y Umpalá respectivamente, el primero de ellos RM-01 localizado antes de la confluencia con el Río Umpalá, el segundo punto RM-02 situado antes de los establecimientos dedicados al lavado de vehículos, en el primer cruce con la vía a Bogotá y el tercero UP-01 antes de la confluencia con el Río Manco. En la siguientes graficas se presenta los Índices de Calidad obtenidos en 2014, así como los Índices de contaminación de estos ríos:

Grafica 18. ICA Rio Manco y Umpala



Grafica 19. ICOs Rio Manco y Umpala



Los anteriores resultados muestran las características favorables en las cuales se encuentra estos tres puntos. Se presenta condiciones de contaminación por materia orgánica, solidos suspendidos y mineralización entre baja y ninguna.

6. CONCLUSIONES

- El mayor porcentaje de calidad que reportaron las fuentes hídricas de la red en la jurisdicción de la C.D.M.B fue calidad Buena (68%), valor más alto que el año 2016 que fue de 54% y muy similar al año 2015 que reportó corriente con calidad óptima (8) y calidad Buena (37) lo cual representa entre las dos calidades el 69%; En calidades Dudosa e Inadecuada se tiene 14% respectivamente, disminuyendo su porcentaje con respecto al año 2016, lo que se explica por el hecho que en las campañas de 2017 se realizaron en época de mayor precipitación y caudales más altos con respecto al año 2016. Para la última calidad (Pésima) ocurrió un aumento con respecto al año 2016 debido a que las quebradas La Guacamaya y La Angula a la altura del punto de muestreo LA-03, aguas abajo de la entrega del sistema de alcantarillado del municipio de Lebrija, pasaron de inadecuadas a Pésima.
- En términos generales, los puntos ubicados sobre corrientes que reciben vertimientos domésticos provenientes del sistema de alcantarillado y que tienen un bajo caudal en comparación con la descarga que reciben, presentan baja clasificación de la calidad del agua y en los puntos de monitoreo en las quebradas La Guacamaya, La angula (LA-03) y El carrasco se presenta la clasificación de Pésima.
- Es importante resaltar la calidad que se presenta en el punto conocido como DC-01 ubicado en la Quebrada el Carrasco, la cual recibe el vertimiento generado en la planta de tratamiento de lixiviados del sitio de Disposición de Residuos Sólidos El Carrasco, razón por la cual su clasificación continua siendo **Pésima+**, con niveles de Oxígeno Disuelto nulos y los de DBO, SST y DQO son muy elevados. Para corroborar los resultados del ICA se observa que los grados de contaminación que se reporta con los ICOs son de categoría Muy Alto. Lo anterior denota la poca efectividad del tratamiento de estos lixiviados. Iguales resultados se observaron en el punto de monitoreo ubicado en la Quebrada Guacamaya, en este caso producto de vertimientos del sistema de alcantarillado del sector.
- Se evidenció en los Índices de contaminación del agua que la mayor influencia la ejerce el ICOMO debido a los porcentajes más altos corresponden a las categorías Media, Alta y muy Alta, la cual representa en su sumatoria el 53.85% del total de puntos de monitoreo, es decir, que más de la mitad de los puntos de la red presenta contaminación por materia orgánica (por concentraciones de Coliformes Fecales y Totales en su mayoría).
- Las calidades de los puntos utilizados para captación y/o abastecimiento de acueductos municipales como Río Frío (RF-03), Río de Oro (RO-05), Río Suratá (SA-03) y Quebrada La Angula (LA-04), se ubicaron de nuevo en clasificación Buena, al igual que los grados de contaminación para los ICOs, los cuales se mantienen en calificación Bajo y Ninguna, condición que es importante para garantizar su posterior tratamiento en las plantas y así surtir a las principales cabeceras municipales como Bucaramanga, Piedecuesta, Floridablanca, Girón y Lebrija.
- La corriente que presento mayores fluctuaciones durante las cuatro campañas de monitoreo fue el punto ubicado en la Quebrada La Angula (LA-03), varió de inadecuado a pésima, al igual que en los grados de contaminación de los ICOs, fluctuando entre muy alto a medio en el ICOMO.