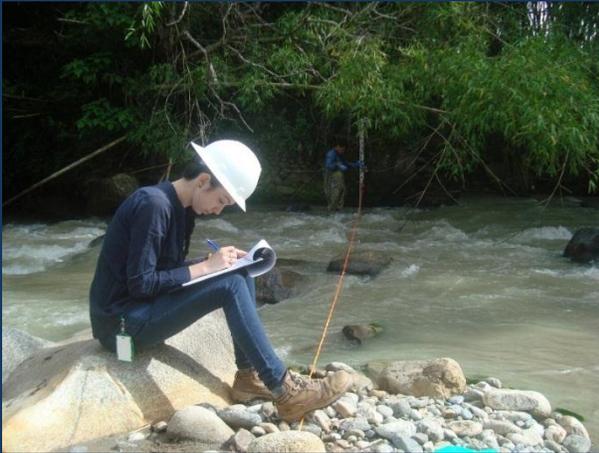




CDMB

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA
DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA
unidos por el ambiente

INFORME ANUAL CALIDAD DE AGUA



SUBDIRECCIÓN DE ORDENAMIENTO Y PLANIFICACIÓN INTEGRAL DEL TERRITORIO

2018

Dr. MARTIN CAMILO CARVAJAL CÁMARO
Director General CDMB

Dr. NELSON ANDRÉS MANTILLA OLIVEROS
Subdirector de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio

Ing. MARIA CARMENZA VICINI MARTINEZ
Coordinadora Información e Investigación Ambiental

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

GINA RIVERA SÁNCHEZ
Técnico-CDMB

Enero 2019, Bucaramanga – Colombia

CONTENIDO

INFORME ANUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA 2018	3
INTRODUCCIÓN	3
1. OBJETIVOS	3
2. ALCANCES	3
3. PROGRAMA MONITOREO DE CORRIENTES	4
3.1 PARAMETROS EVALUADOS	7
4. ANÁLISIS EVALUATIVO DE CALIDAD DEL AGUA	9
4.1 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA	9
4.2 IMPLEMENTACIÓN DE LOS ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN DE AGUA (ICO's)	10
4.2.1 Índice de contaminación por mineralización – ICOMI	11
4.2.2 Índice de contaminación por Materia Orgánica – ICOMO	12
4.2.3 Índice de contaminación por Sólidos Suspendidos – ICOSUS	12
4.2.4 Índice de contaminación Tráfico – ICOTRO	13
5. RESULTADOS DEL PROGRAMA	13
5.1 CALIDAD DE AGUA	13
5.1.1. RESULTADOS ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA - ICAS	13
5.1.2. RESULTADOS ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA - ICAS	18
5.2. RESULTADOS POR CORRIENTE	23
5.2.1. RÍO SURATA Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES	23
5.2.2. RÍO DE ORO Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES	27
5.2.3. QUEBRADAS DE LA ESCARPA DE BUCARAMANGA	30
5.2.4. RIO LEBRIJA Y SUS AFLUENTES PRINCIPALES	32
5.2.5. RÍOS MANCO Y UMPALA	35
5.2.6. RIO FRIO	36
6. CONCLUSIONES	38
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	39

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad y Cantidad de Agua - CDMB.....	4
Tabla 2. Parámetros evaluados en laboratorio de la Red de Monitoreo de Calidad de Agua	8
Tabla 3. Parámetros evaluados en campo de la Red de Monitoreo de Calidad de Agua	9
Tabla 4. Intervalos de Índice de Calidad de Agua - ICA.....	10
Tabla 5. Rangos establecidos para los Índices de Contaminación del Agua - ICO's	13
Tabla 6. Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo 2018.....	13
Tabla 7. . Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo años 2015, 2016, 2017 y 2018	15
Tabla 8. Comparativo General de ICAS en años 2015, 2016, 2017 y 2018	17
Tabla 9. Índices de Contaminación del Agua – ICO's en puntos de monitoreo durante el año 2018	19
Tabla 10. Porcentaje de Índice de contaminación por mineralización	22
Tabla 11. Porcentaje de Índice de contaminación por materia orgánica	22
Tabla 12. Porcentaje de Índice de contaminación por solidos suspendidos	22
Tabla 13. Índice de contaminación tráfico	23

LISTADO DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Mapa de ubicación de los puntos de Monitoreo de Calidad y Cantidad de Agua	7
Gráfica 2. Comparativo General de ICAS en años 2015, 2016, 2017 y 2018	17
Gráfica 3. Porcentaje de Índice de contaminación por mineralización.....	22
Gráfica 4. Porcentaje de Índice de contaminación por materia orgánica	22
Gráfica 5. Porcentaje de Índice de contaminación por solidos suspendidos	22
Gráfica 6. Índice de contaminación tráfico.....	23
Gráfica 7. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Suratá 2018.....	24
Gráfica 8. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Suratá 2015, 2016, 2017 Y 2018	24
Gráfica 9. Índice de Contaminación del Agua - ICO's - Río Suratá 2018.....	25
Gráfica 10. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río Suratá 2018	25
Gráfica 11. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río Suratá 2015, 2016, 2017 y 2018	25
Gráfica 12. Índice de Contaminación del Agua -ICO's- Tributarios Río Suratá 2018	26
Gráfica 13. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río de Oro 2018.....	28
Gráfica 14. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río de Oro 2015, 2016, 2017 y 2018	28
Gráfica 15. Índice de Contaminación del Agua -ICA- Río de Oro 2018	28
Gráfica 16. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río de Oro 2018	29
Gráfica 17. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río de Oro 2015, 2016, 2017 y 2018.....	29
Gráfica 18. Índice de Contaminación del Agua –ICO's- Tributarios Río de Oro 2018	29
Gráfica 19. Índice de Calidad del Agua -ICA- Escarpa Occidental 2018.....	31
Gráfica 20. Índice de Calidad del Agua -ICA- Escarpa Occidental 2015, 2016, 2017 y 2018	31
Gráfica 21. Índice de Contaminación del Agua -ICO's- Escarpa Occidental 2018.....	31
Gráfica 22. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Lebrija 2018.....	32
Gráfica 23. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Lebrija 2015, 2016, 2017 y 2018	33
Gráfica 24. Índice de Contaminación del Agua -ICO's- Río Lebrija 2018	33
Gráfica 25. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río Lebrija 2018	33
Gráfica 26. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río Lebrija 2015, 2016, 2017 y 2018.....	34
Gráfica 27. Índice de Contaminación del Agua -ICO's- Tributarios Río Lebrija 2018.....	34
Gráfica 28. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Manco y Umpalá 2018.....	35
Gráfica 29. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Manco y Umpalá 2015, 2016, 2017 y 2018.....	35
Gráfica 30. Índice de Contaminación del Agua –ICO's- Tributarios Río Manco y Umpalá 2018.....	36
Gráfica 31. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Frío 2018	36
Gráfica 32. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Frío 2015, 2016, 2017 y 2018.....	37
Gráfica 33. Índice de Contaminación del Agua –ICO's- Río de Oro 2018.....	37
Gráfica 34. Aforos realizados en el Río Suratá 2015-2018	iError! Marcador no definido.
Gráfica 35. Aforos realizados en el Río de Oro 2015-2018	iError! Marcador no definido.
Gráfica 36. Aforos realizados en el Río Lebrija 2017 -2018	iError! Marcador no definido.

INFORME ANUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA 2018

INTRODUCCIÓN

El monitoreo de corrientes es un programa institucional de la CDMB que permite evaluar la calidad y cantidad del agua de las corrientes superficiales del Área de Jurisdicción de la entidad. El desarrollo del mismo, comprende monitoreos que incluyen aforos de caudales, 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 y cantidad de 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 y cantidad de agua de las principales corrientes superficiales de la Cuenca Alto Lebrija y de las Subcuencas de los ríos Manco, Umpalá y Jordán, pertenecientes al área de jurisdicción de la CDMB.

3. PROGRAMA MONITOREO DE CORRIENTES

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

- Muestreo y aforo: El grupo operativo, realiza el aforo y la toma de muestra que consiste en el desplazamiento hasta los puntos indicados, medir el caudal, 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 Gestión de Conocimiento Ambiental la cual se encarga del muestreo y evaluación de información procedente del Laboratorio que realiza el procesamiento y análisis de las muestras.

Los puntos de monitoreo establecidos en el programa son los siguientes:

Tabla 1. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad y Cantidad de Agua - CDMB

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA				
ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	MICROCUENCA	FUENTE
1	Rasgón	RO - 06	Oro Alto	Río de Oro
2	Conquistador	RO - 05	Oro Alto	Río de Oro
3	Barroblanco	QG - 01	Oro Alto	Quebrada Grande
4	Villa Paulina	SO - 01	Oro Alto	Quebrada Soratoque o Las Cruces
5	La Batea	LT - 01	Río Lato	Río Lato
6	Palogordo	RO - 04	Oro Medio	Río de Oro
7	Bahondo	RO - 4A	Oro Medio	Río de Oro
8	Carrizal	RO - 02	Oro Bajo	Río de Oro
9	Puente Nariño	RO - 01	Oro Bajo	Río de Oro
10	La Esperanza	RF - 03	Río Frío	Río Frío
11	Campestre	ZA - 01	Río Frío	Quebrada Zapamanga
12	El Pórtico	RF - P	Río Frío	Río Frío
13	El Caucho	RF - B	Río Frío	Río Frío
14	Los Totumos	AZ - 1A	Río Frío	Quebrada Aranzoque-Menzulí
15	Caneyes	RF - 1A	Río Frío	Río Frío
16	El Jardín	LF - 01	Oro Bajo	Quebrada La Flora
17	La Floresta	CS - 01	Oro Bajo	Quebrada La Iglesia
18	San Luis	LI - 03	Oro Bajo	Quebrada La Iglesia
19	Coca-Cola	MA - 01	Oro Bajo	Quebrada El Macho
20	Coca-Cola	GY - 01	Oro Bajo	Quebrada La Guacamaya
21	Cenfer	DC - 01	Oro Bajo	Cañada El Carrasco

22	Puente Sena	LI - 01	Oro Bajo	Quebrada La Iglesia
23	El Águila	LA - 04	La Angula	Quebrada La Angula
24	La Batea	LA - 03	La Angula	Quebrada La Angula
25	Chimitá	CA - 01	Oro Bajo	Quebrada La Rosita
26	Parque Industrial	CY - 01	Oro Bajo	Quebrada Cuyamita o Pantano
27	Argelia	AR - 01	Oro Bajo	Quebrada Argelia o Cantera
28	Forjas Navas	LN - 01	Oro Bajo	Quebrada Las Navas
29	Forjas Chapinero	CH - 01	Oro Bajo	Quebrada Chapinero
30	Trituradora (La Picha)	LP - 01	Oro Bajo	Quebrada La Picha
31	Uña de Gato	SA - 07	Suratá Alto	Río Suratá
32	Pánaga	SA - 06	Suratá Alto	Río Suratá
33	Puente Pánaga	RV - 01	Suratá Alto	Río Vetas
34	La Playa	SA - 05	Suratá Alto	Río Suratá
35	La Playa	RCH - 01	Suratá Bajo	Río Charta
36	Puente Tona	RT - 01A	Tona	Río Tona
37	Zaragoza (Bosconia)	SA - 03	Suratá Bajo	Río Suratá
38	Bavaria	SA - 01	Suratá Bajo	Río Suratá
39	Bocas	RL - 02	El Aburrido	Río Lebrija
40	Embalse	RL - 03	La Honda - Las Lajas	Río Lebrija
41	Palmas	LA - 01	La Angula	Quebrada La Angula
42	Conchal	RL - 07	La Honda	Río Lebrija
43	Vanegas	RC - 01	Cáchira	Río Cáchira
44	Vanegas	RL - 08	Lebrija Medio	Río Lebrija
45	Puente San Alonso	PY - 02A	Río Playón	Río Playonero
46	Balsas	PY - 01	Río Playón	Río Playonero
47	Las Olas	RC - 02A	Río Playón	Río Cachiri
48	Puente Arturo	SG-01A	Río Salamaga	Río Sílgara
49	El Bambú	SL - 04	Río Salamaga	Río Salamaga
50	Brisas de Samaca	SM - 01	Samaca	Quebrada Samaca
51	La virgen	SC - 01	Santa Cruz	Río Negro
52	Brisas	RN - 01	Río Negro Bajo	Río Negro
53	Primavera (El Chorro)	RM - 02	Río Chicamocha	Río Manco
54	Pescadero (Mensuly)	RM - 01	Río Chicamocha	Río Manco
55	Pescadero (Umpalá)	UP - 01	Río Chicamocha	Río Umpalá
56	Platacero	MS - 05	Río Frío	Quebrada Mensulí o La Estancia
57	Autopista	AZ - 07	Río Frío	Quebrada Aranzoque o Mensulí
58	Cañaverl	LR - 03	Oro Medio	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque
59	El Pilón	LR - 02	Oro Medio	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque
60	Arenales	QA - 02	Jordán	Quebrada Arenales
61	Berlín	QA - 01	Jordán	Quebrada Arenales
62	Berlín	RJ - 01	Jordán	Río Jordán
63	Borrero	RV - 05	Río Vetas	Río Vetas
64	Loma Redonda	RV - 02	Río Vetas	Río Vetas
65	Loma Redonda (La Baja)	QLB - 01	Q. La Baja	Quebrada La Baja o Paez

El punto RT-01 fue reemplazado durante el año 2018 por el punto RT-01A, debido a la construcción del embalse de Tona decidiéndose ubicarlo aguas arriba del mismo.

Adicional, durante el año 2018 se realizó monitoreo en los siguientes puntos, en busca de asistir el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico –PORH- de Río de Oro.

66	Cristales	RO-O-10	Oro Alto	Río de Oro
67	CE Rasgón	QRG-O-01	Oro Alto	Quebrada El Rasgón
68	Batea Oro	RO-O-2PA	Oro Alto	Río de Oro
69	Chocóa	RO-O-4N	Oro Medio	Río de Oro
70	Batea Oro	RO-O-4H	Oro Medio	Río de Oro
71	Arriba Embalse Tona	RO-O-2A	Oro Bajo	Río de Oro

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) adicionando los puntos(RO-O-10 y QRG-O-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-1A) y sus afluentes principales: Quebrada Zapamanga (Campestre ZA-01 y Aranzoque-Mensuli (Platacero MS-05 , Los Totumos AZ-1A, Autopista AZ-07), Quebrada Soratoque (Villa Paulina SO-01) Quebrada la Ruitoca (Cañaverl LR-03, El Pilón 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-4A Carrizal RO-02 y Puente Nariño RO-01, adicionando los puntos (RO-O-2PA, RO-O-4N, RO-O-4H Y RO-O-2A)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-01A). Estos puntos se realizan con una frecuencia Trimensual y el tipo de monitoreo es puntual.

Adicionalmente 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-02A) Río Playonero (Puente San Alonso PY-02A, Balsas PY-01), Río Silgara (Puerto Arturo SG- 01A), 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 ,

Tabla 2. Parámetros evaluados en laboratorio de 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 C
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 B , C
6. Nitrógeno Total Kjeldalh NTK	STANDARD METHODS 4500-org C,
7. Turbidez	STANDARD METHODS 2130 B
8. Nitritos	STANDARD METHODS 4500- NO ₂ B
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 B
14. Coliformes Fecales	STANDARD METHODS 9221 E
15. Nitrógeno Total	CALCULADO
16. Sólidos Sedimentables	STANDARD METHODS 2540 F
17. Alcalinidad Total	STANDARD METHODS 2320 B
18. Dureza	STANDARD METHODS 2340 C
19. Cianuro	STANDARD METHODS 4500 CN ⁻ C,F
20. Mercurio	STANDARD METHODS 3112 B
21. Hierro	STANDARD METHODS 3030 F
22. Cobre	STANDARD METHODS 3030 F
23. Cadmio	STANDARD METHODS 3030 F
24. Cromo	STANDARD METHODS 3030 F
25. Manganeseo	STANDARD METHODS 3030 F
26. Plomo	STANDARD METHODS 3030 F
27. Zinc	STANDARD METHODS 3030 F
28. Niquel	STANDARD METHODS 3030 F
29. Aluminio	STANDARD METHODS 3500 Al B
30. Arsénico	STANDARD METHODS 3114 C

Los parámetros numerados del 19 al 30 de la tabla 2, se miden para los puntos de monitoreo ubicados en la zona minera.

Tabla 3. Parámetros evaluados en campo de la Red de Monitoreo de Calidad de Agua

Parámetro	Método
Datos de Campo	Equipo y/o Materiales
31. Temperatura del Agua y Ambiente	Termómetro (Sonda Multiparámetro)
32. Lectura Nivel de las corrientes	Mira Limnimétrica
33. Caudal	Aforo con Molinete
34. pH	STANDARD METHODS 4500 H+ B
35. Oxígeno Disuelto	Sonda Multiparámetro
36. Conductividad	Sonda Multiparámetro
37. Presión	Sonda Multiparámetro

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 Nacional 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 está 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:

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

$$i=1$$

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 4. Intervalos de Índice de Calidad de Agua - ICA

Intervalos de Índice de Calidad de Agua -ICA		
Categorías de valores que puede tomar el indicador	Calificación de la calidad del agua	Señal de alerta
0-19	Pésima	Rojo
20-36	Inadecuada	Amarillo
37-51	Dudosa	Verde
52-79	Buena	Azul Claro
80-100	Optima	Azul

4.2 IMPLEMENTACIÓN DE LOS ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN DE AGUA (ICO's)

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's, 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:

- 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 – 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.

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

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

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

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

Conductividades mayores a 270 (μs/cm), tienen un índice de conductividad igual a 1.

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

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

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

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

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

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

Alcalinid. mayor a 250 mg/l tiene un **I_{Alcalinidad}** = 1; Alcalin. menor a 50 mg/l tiene un **I_{Alcalinidad}** = 0

4.2.2 Índice de contaminación por Materia Orgánica – ICOMO

Al igual que en la mineralización se expresa en diferentes variables fisicoquímicas de las cuales se seleccionaron Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), 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 loticos 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 – 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

$$\text{ICOSUS} = 1 \text{ Sólidos suspendidos menores a 10 mg/l}$$

tienen $\text{ICOSUS} = 0$

6	Río Vetas	RV-05	58.81	44.20	73.14	55.44	57.90	BUENA
7	Río Vetas	RV-02	59.82	71.01	64.06	53.35	62.06	BUENA
8	Río Vetas	RV-01	69.82	58.09	55.03	47.44	57.59	BUENA
9	Río Tona	RT-01A	61.94	69.66	68.02	63.63	65.81	BUENA
10	Río Charta	RCH-01	74.41	74.05	49.50	57.93	63.97	BUENA
11	Río de Oro	RO-O-10	74.02	79.27	73.32	83.45	77.51	BUENA
12	Río de Oro	RO-06	78.25	69.50	69.33	79.14	74.06	BUENA
13	Río de Oro	RO-05	78.93	77.07	76.92	73.78	76.67	BUENA
14	Río de Oro	RO-O-2PA	41.59	48.12	35.25	50.22	43.80	DUDOSA
15	Río de Oro	RO-04	41.00	48.60	36.55	49.94	44.03	DUDOSA
16	Río de Oro	RO-O-4N	56.47	53.51	37.59	50.41	49.49	DUDOSA
17	Río de Oro	RO-O-4H	53.29	48.19	55.24	55.93	53.16	BUENA
18	Río de Oro	RO-4A	52.44	56.16	39.77	47.72	49.02	DUDOSA
19	Río de Oro	RO-02	32.72	25.19	23.23	20.62	25.44	INADECUADA
20	Río de Oro	RO-O-2A	44.58	34.57	28.24	20.93	32.08	INADECUADA
21	Río de Oro	RO-01	33.51	24.71	35.30	25.17	29.67	INADECUADA
22	Q. El Rasgón	QRG-O-01	69.37	75.18	77.25	77.11	74.73	BUENA
23	Q. Grande	QG-01	60.20	70.19	32.94	54.89	54.55	BUENA
24	Q. Soratoque	SO-01	61.80	54.08	38.88	61.62	54.09	BUENA
25	Río Lato	LT-01	52.18	40.79	36.28	58.51	46.94	DUDOSA
26	Q. Chimita	CA-01	19.66	19.67	21.87	15.64	19.21	PESIMA
27	Q. La Cuyamita	CY-01	15.46	44.02	37.63	21.73	29.71	INADECUADA
28	Q. La Argelia	AR-01	19.12	45.81	31.44	29.88	31.56	INADECUADA
29	Q. Las Navas	LN-01	22.00	17.71	27.04	21.72	22.12	INADECUADA
30	Q. La Picha	LP-01	11.51	21.60	20.17	15.92	17.30	PESIMA
31	Q. Chapinero	CH-01	16.52	27.65	22.22	26.38	23.19	INADECUADA
32	Río Lebrija	RL-08	44.97	47.20	48.69	35.39	44.06	DUDOSA
33	Río Lebrija	RL-07	36.14	45.45	47.45	29.96	39.75	DUDOSA
34	Río Lebrija	RL-03	36.64	45.57	48.07	35.59	41.47	DUDOSA
35	Río Lebrija	RL-02	43.78	43.11	47.18	27.06	40.28	DUDOSA
36	Río Negro	RN-01	58.34	61.35	43.72	48.74	53.04	BUENA
37	Río Salamaga	SL-04	67.08	69.52	60.28	65.50	65.59	BUENA
38	Río Cachira	RC-01	54.34	61.43	61.38	42.65	54.95	BUENA
39	Río Cachirí	RC-02A	65.96	66.28	77.48	71.60	70.33	BUENA
40	Q. La Angula	LA-04	65.09	68.95	41.79	70.16	61.50	BUENA
41	Q. La Angula	LA-03	14.76	7.94	22.47	16.25	15.35	PESIMA
42	Q. La Angula	LA-01	67.46	66.51	39.42	67.72	60.28	BUENA
43	Río Playonero	PY-02A	55.92	57.90	70.13	51.54	58.87	BUENA
44	Río Playonero	PY-01	51.67	50.59	57.00	48.89	52.04	BUENA
45	Río Manco	RM-02	56.62	57.07	56.08	39.98	52.44	BUENA
46	Río Manco	RM-01	46.76	54.20	54.56	63.45	54.74	BUENA
47	Q. La Ruitoca	LR-03	64.58	69.37	69.79	73.07	69.20	BUENA
48	Q. La Ruitoca	LR-02	64.89	58.37	50.13	57.29	57.67	BUENA
49	Río Frío	RF-03	61.86	67.51	52.41	71.63	63.35	BUENA
50	Río Frío	RF-P	41.97	52.64	38.26	51.35	46.05	DUDOSA
51	Río Frío	RF-B	26.08	12.25	26.22	16.34	20.22	INADECUADA
52	Río Frío	RF-1A	25.59	34.93	24.48	21.39	26.60	INADECUADA
53	Q. Menzuli	MS-05	64.19	58.32	47.61	69.72	59.96	BUENA

54	Q. Aranzoque-	AZ-07	55.16	45.42	46.95	51.97	49.88	DUDOSA
55	Q. Aranzoque	AZ-1A	59.44	35.91	44.13	48.56	47.01	DUDOSA
56	Q. Zapamanga	ZA-01	53.40	36.82	46.31	44.12	45.16	DUDOSA
57	Q. La Flora	LF-01	50.54	20.44	44.60	37.74	38.33	DUDOSA
58	Q. La Cascada	CS-01	55.35	44.74	46.52	44.49	47.77	DUDOSA
59	Q. La Iglesia	LI-03	13.42	42.68	30.45	20.43	26.75	INADECUADA
60	Q. La Iglesia	LI-01	34.89	26.96	44.97	25.95	33.19	INADECUADA
61	Q. El Macho	MA-01	43.10	56.08	56.30	46.12	50.40	DUDOSA
62	Q. La Guacamaya	GY-01	22.74	47.57	38.92	31.38	35.15	INADECUADA
63	Q. El Carrasco	DC-01	7.62	8.00	13.18	7.74	9.14	PESIMA
64	Q. Samacá	SM-01	59.02	60.25	64.90	62.53	61.67	BUENA
65	Q. Santa Cruz	SC-01	57.17	62.37	55.36	56.01	57.73	BUENA
66	Río Silgará	SG-01A	65.02	70.14	67.74	60.23	65.78	BUENA
67	Río Umpála	UP-01	45.92	73.34	53.07	69.15	60.37	BUENA
68	Q. Arenales	QA-02	75.50	72.75	60.74	73.47	70.61	BUENA
69	Q. Arenales	QA-01	50.31	54.37	57.40	50.85	53.23	BUENA
70	Río Jordán	RJ-01	59.91	64.91	58.35	55.67	59.71	BUENA
71	Q. La Baja	LB-01	71.95	62.31	78.86	63.90	69.25	BUENA

En la Tabla 7 se muestran los promedios anuales de Índices de Calidad de Agua – ICAS de todos los puntos evaluados durante los años 2015, 2016, 2017 y 2018.

Tabla 7. . Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo años 2015, 2016, 2017 y 2018

	SITIO DE MUESTREO	PUNTO	2015		2016		2017		2018	
			ICA	Calidad	ICA	Calidad	ICA	Calidad	ICA	Calidad
1	Río Suratá	SA-07	79.70	BUENA	72.69	BUENA	69.62	BUENA	69.49	BUENA
2	Río Suratá	SA-06	80.32	OPTIMA	58.16	BUENA	62.41	BUENA	61.39	BUENA
3	Río Suratá	SA-05	72.90	BUENA	54.19	BUENA	61.57	BUENA	60.96	BUENA
4	Río Suratá	SA-03	73.82	BUENA	57.18	BUENA	63.24	BUENA	62.04	BUENA
5	Río Suratá	SA-01	48.51	DUDOSA	41.11	DUDOSA	55.68	BUENA	51.41	DUDOSA
6	Río Vetas	RV-05	58.00	BUENA	56.69	BUENA	47.63	DUDOSA	57.90	BUENA
7	Río Vetas	RV-02	59.83	BUENA	60.13	BUENA	61.41	BUENA	62.06	BUENA
8	Río Vetas	RV-01	71.49	BUENA	57.97	BUENA	59.05	BUENA	57.59	BUENA
9	Río Tona	RT-01/ RT-01A	75.15	BUENA	79.48	BUENA	74.70	BUENA	65.81	BUENA
10	Río Charta	RCH-01	81.49	OPTIMA	71.71	BUENA	71.83	BUENA	63.97	BUENA
11	Río de Oro	RO-O-10	---						77.51	BUENA
12	Río de Oro	RO-06	83.30	OPTIMA	69.12	BUENA	72.59	BUENA	74.06	BUENA
13	Río de Oro	RO-05	79.83	BUENA	65.14	BUENA	65.80	BUENA	76.67	BUENA
14	Río de Oro	RO-O-2PA	---						43.80	DUDOSA
15	Río de Oro	RO-04	71.05	BUENA	38.21	DUDOSA	50.70	DUDOSA	44.03	DUDOSA
16	Río de Oro	RO-O-4N	---						49.49	DUDOSA
17	Río de Oro	RO-O-4H	---						53.16	BUENA

18	Río de Oro	RO-4A	69.21	BUENA	45.52	DUDOSA	47.53	DUDOSA	49.02	DUDOSA
19	Río de Oro	RO-02	39.97	DUDOSA	30.61	INADECUADA	26.94	INADECUADA	25.44	INADECUADA
20	Río de Oro	RO-O-2A	---						32.08	INADECUADA
21	Río de Oro	RO-01	55.06	BUENA	33.28	INADECUADA	30.29	INADECUADA	29.67	INADECUADA
22	Q. El Rasgón	QRG-O-01	---						74.73	BUENA
23	Q. Grande	QG-01	74.07	BUENA	64.10	BUENA	63.15	BUENA	54.56	BUENA
24	Q. Soratoque	SO-01	16.74	PESIMA	65.26	BUENA	59.56	BUENA	54.09	BUENA
25	Río Lato	LT-01	66.20	BUENA	50.17	DUDOSA	46.60	DUDOSA	46.94	DUDOSA
26	Q. Chimita	CA-01	23.13	INADECUADA	22.99	INADECUADA	18.76	PESIMA	19.21	PESIMA
27	Q. La Cuyamita	CY-01	44.91	DUDOSA	30.05	INADECUADA	23.82	INADECUADA	29.71	INADECUADA
28	Q. La Argelia	AR-01	54.06	BUENA	34.26	INADECUADA	39.44	DUDOSA	31.56	INADECUADA
29	Q. Las Navas	LN-01	38.14	DUDOSA	40.24	DUDOSA	24.63	INADECUADA	22.12	INADECUADA
30	Q. La Picha	LP-01	23.65	INADECUADA	21.90	INADECUADA	22.67	INADECUADA	17.30	PESIMA
31	Q. Chapinero	CH-01	34.05	INADECUADA	41.41	DUDOSA	24.89	INADECUADA	23.19	INADECUADA
32	Río Lebrija	RL-08	70.65	BUENA	45.59	DUDOSA	53.30	BUENA	44.06	DUDOSA
33	Río Lebrija	RL-07	71.61	BUENA	44.05	DUDOSA	55.87	BUENA	39.75	DUDOSA
34	Río Lebrija	RL-03	62.31	BUENA	44.30	DUDOSA	50.39	DUDOSA	41.47	DUDOSA
35	Río Lebrija	RL-02	53.09	BUENA	41.64	DUDOSA	44.91	DUDOSA	40.28	DUDOSA
36	Río Negro	RN-01	71.79	BUENA	51.90	DUDOSA	59.43	BUENA	53.04	BUENA
37	Río Salamaga	SL-04	83.29	OPTIMA	65.37	BUENA	65.47	BUENA	65.59	BUENA
38	Río Cachira	RC-01	82.80	OPTIMA	56.90	BUENA	55.48	BUENA	54.95	BUENA
39	Río Cachirí	RC-02A	81.38	OPTIMA	67.48	BUENA	58.89	BUENA	70.33	BUENA
40	Q. La Angula	LA-04	65.80	BUENA	57.72	BUENA	71.29	BUENA	61.50	BUENA
41	Q. La Angula	LA-03	15.64	PESIMA	21.14	INADECUADA	17.26	PESIMA	15.36	PESIMA
42	Q. La Angula	LA-01	76.59	BUENA	59.49	BUENA	59.20	BUENA	60.28	BUENA
43	Río Playonero	PY-02A	81.89	OPTIMA	59.80	BUENA	60.48	BUENA	58.87	BUENA
44	Río Playonero	PY-01	81.57	OPTIMA	54.92	BUENA	56.91	BUENA	52.04	BUENA
45	Río Manco	RM-02	84.89	OPTIMA	70.66	BUENA	66.65	BUENA	52.44	BUENA
46	Río Manco	RM-01	79.44	BUENA	64.53	BUENA	62.86	BUENA	54.74	BUENA
47	Q. La Ruitoca	LR-03	83.33	OPTIMA	62.87	BUENA	69.67	BUENA	69.20	BUENA
48	Q. La Ruitoca	LR-02	78.80	BUENA	57.25	BUENA	58.25	BUENA	57.67	BUENA
49	Río Frío	RF-03	81.91	OPTIMA	66.99	BUENA	67.13	BUENA	63.35	BUENA
50	Río Frío	RF-P	64.34	BUENA	44.15	DUDOSA	57.04	BUENA	46.05	DUDOSA
51	Río Frío	RF-B	15.41	PESIMA	21.73	INADECUADA	21.85	INADECUADA	20.22	INADECUADA
52	Río Frío	RF-1A	24.54	INADECUADA	25.22	INADECUADA	23.17	INADECUADA	26.60	INADECUADA
53	Q. Menzuli	MS-05	82.78	OPTIMA	58.47	BUENA	63.09	BUENA	59.96	BUENA
54	Q. Aranzoque	AZ-07	73.15	BUENA	49.52	DUDOSA	56.82	BUENA	49.88	DUDOSA
55	Q. Aranzoque	AZ-1A	72.29	BUENA	48.28	DUDOSA	56.96	BUENA	47.01	DUDOSA
56	Q. Zapamanga	ZA-01	73.64	BUENA	44.96	DUDOSA	42.32	DUDOSA	45.16	DUDOSA
57	Q. La Flora	LF-01	72.88	BUENA	39.65	DUDOSA	38.68	DUDOSA	38.33	DUDOSA

58	Q. La Cascada	CS-01	65.28	BUENA	48.27	DUDOSA	56.28	BUENA	47.77	DUDOSA
59	Q. La Iglesia	LI-03	22.99	INADECUADA	33.52	INADECUADA	33.87	INADECUADA	26.75	INADECUADA
60	Q. La Iglesia	LI-01	40.57	DUDOSA	41.80	DUDOSA	30.06	INADECUADA	33.19	INADECUADA
61	Q. El Macho	MA-01	53.04	BUENA	42.03	DUDOSA	49.95	DUDOSA	50.40	DUDOSA
62	Q. La Guacamaya	GY-01	26.84	INADECUADA	32.81	INADECUADA	19.42	PESIMA	35.15	INADECUADA
63	Q. El Carrasco	DC-01	10.38	PESIMA	11.92	PESIMA	8.75	PESIMA	9.14	PESIMA
64	Q. Samacá	SM-01	75.48	BUENA	62.40	BUENA	62.60	BUENA	61.67	BUENA
65	Q. Santa Cruz	SC-01	81.29	OPTIMA	62.77	BUENA	65.97	BUENA	57.73	BUENA
66	Río Silgará	SG-01A	82.81	OPTIMA	73.48	BUENA	63.55	BUENA	65.78	BUENA
67	Río Umpála	UP-01	82.54	OPTIMA	59.17	BUENA	68.49	BUENA	60.37	BUENA
68	Q. Arenales	QA-02	71.27	BUENA	71.49	BUENA	74.73	BUENA	70.61	BUENA
69	Q. Arenales	QA-01	72.47	BUENA	54.49	BUENA	64.13	BUENA	53.23	BUENA
70	Río Jordán	RJ-01	64.58	BUENA	65.69	BUENA	69.61	BUENA	59.71	BUENA
71	Q. La Baja	LB-01	65.49	BUENA	57.36	BUENA	65.89	BUENA	69.25	BUENA

Gráfica 2. Comparativo General de ICAS en años 2015, 2016, 2017 y 2018

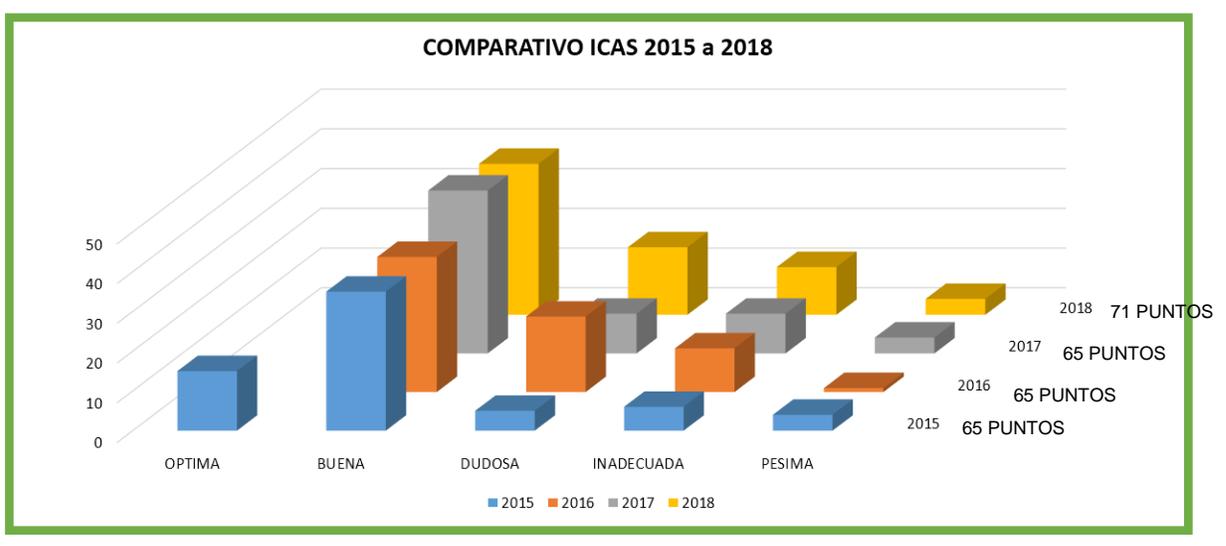


Tabla 8. Comparativo General de ICAS en años 2015, 2016, 2017 y 2018

COMPARATIVO ICAS 2015 a 2018				
	2015	2016	2017	2018
OPTIMA	15	0	0	0
BUENA	35	34	41	38
DUDOSA	5	19	10	17
INADECUADA	6	11	10	12
PESIMA	4	1	4	4

En la gráfica 2 y la tabla 8, se observa que

- Predomina el Índice de Calidad de Agua clasificado como “BUENA” manteniéndose a lo largo de los últimos 4 años y que durante el año 2018 este equivale al 53.5% de los índices evaluados; al no haber resultados de Índices de Calidad de Agua con clasificación “OPTIMA” tenemos 46.5% en clasificación “DUDOSA”, “INADECUADA” y “PESIMA”.
- Para Índice de Calidad de Agua en clasificación “OPTIMA” es importante resaltar que desde el año 2015 no se presentan puntos con esta clasificación y que estos puntos se ven reflejado en clasificaciones como “BUENA”.

5.1.2. RESULTADOS ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA - ICAS

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

Tabla 9. Índices de Contaminación del Agua – ICO´s en puntos de monitoreo durante el año 2018

	SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	Grado de Contaminación	ICOMO	Grado de Contaminación	ICOSUS	Grado de Contaminación	ICOTRO	Grado de Contaminación
1	Río Suratá	SA-07	0.11	Ninguna	0.25	Baja	0.05	Ninguna	0.07	Eutrófico
2	Río Suratá	SA-06	0.15	Ninguna	0.40	Baja	0.06	Ninguna	0.065	Eutrófico
3	Río Suratá	SA-05	0.21	Baja	0.33	Baja	0.15	Ninguna	0.1025	Eutrófico
4	Río Suratá	SA-03	0.23	Baja	0.41	Media	0.15	Ninguna	0.1	Eutrófico
5	Río Suratá	SA-01	0.29	Baja	0.50	Media	0.18	Ninguna	0.2125	Eutrófico
6	Río Vetas	RV-05	0.12	Ninguna	0.24	Baja	0.73	Alta	0.2075	Eutrófico
7	Río Vetas	RV-02	0.11	Ninguna	0.27	Baja	0.32	Baja	0.1075	Eutrófico
8	Río Vetas	RV-01	0.19	Ninguna	0.31	Baja	0.35	Baja	0.34	Eutrófico
9	Río Tona	RT-01A	0.41	Media	0.35	Baja	0.01	Ninguna	0.05	Eutrófico
10	Río Charta	RCH-01	0.25	Baja	0.29	Baja	0.15	Ninguna	0.1175	Eutrófico
11	Río de Oro	RO-O-10	0.19	Ninguna	0.14	Ninguna	0.01	Ninguna	0.05	Eutrófico
12	Río de Oro	RO-06	0.08	Ninguna	0.23	Baja	0.01	Ninguna	0.055	Eutrófico
13	Río de Oro	RO-05	0.08	Ninguna	0.23	Baja	0.03	Ninguna	0.05	Eutrófico
14	Río de Oro	RO-O-2PA	0.18	Ninguna	0.62	Alta	0.31	Baja	0.5875	Eutrófico
15	Río de Oro	RO-04	0.23	Baja	0.61	Alta	0.29	Baja	0.5125	Eutrófico
16	Río de Oro	RO-O-4N	0.22	Baja	0.54	Media	0.27	Baja	0.415	Eutrófico
17	Río de Oro	RO-O-4H	0.18	Ninguna	0.54	Media	0.14	Ninguna	0.4825	Eutrófico
18	Río de Oro	RO-4A	0.23	Baja	0.53	Media	0.29	Baja	0.5225	Eutrófico
19	Río de Oro	RO-02	0.48	Media	0.83	Muy Alta	0.27	Baja	2.2825	Hipereutrófico
20	Río de Oro	RO-O-2A	0.45	Media	0.76	Alta	0.34	Baja	1.875	Hipereutrófico
21	Río de Oro	RO-01	0.48	Media	0.78	Alta	0.31	Baja	1.9875	Hipereutrófico
22	Q. El Rasgón	QRG-O-01	0.02	Ninguna	0.22	Baja	0.01	Ninguna	0.05	Eutrófico
23	Q. Grande	QG-01	0.37	Baja	0.47	Media	0.26	Baja	0.1325	Eutrófico
24	Q. Soratoque	SO-01	0.59	Media	0.51	Media	0.12	Ninguna	0.46	Eutrófico
25	Río Lato	LT-01	0.19	Ninguna	0.58	Media	0.27	Baja	0.31	Eutrófico

26	Q. Chimita	CA-01	0.85	Muy Alta	0.74	Alta	0.91	Muy Alta	5.96	Hipereutrófico
27	Q. La Cuyamita	CY-01	0.76	Alta	0.76	Alta	0.34	Baja	3.6975	Hipereutrófico
28	Q. La Argelia	AR-01	0.86	Muy Alta	0.71	Alta	0.30	Baja	3.1775	Hipereutrófico
29	Q. Las Navas	LN-01	0.64	Alta	0.84	Muy Alta	0.16	Ninguna	3.57	Hipereutrófico
30	Q. La Picha	LP-01	0.94	Muy Alta	0.90	Muy Alta	0.86	Muy Alta	5.375	Hipereutrófico
31	Q. Chapinero	CH-01	0.69	Alta	0.76	Alta	0.63	Alta	3.0175	Hipereutrófico
32	Río Lebrija	RL-08	0.20	Ninguna	0.56	Media	0.56	Media	0.5225	Eutrófico
33	Río Lebrija	RL-07	0.25	Baja	0.58	Media	0.58	Media	0.8575	Eutrófico
34	Río Lebrija	RL-03	0.27	Baja	0.60	Media	0.56	Media	0.855	Eutrófico
35	Río Lebrija	RL-02	0.38	Baja	0.59	Media	0.44	Media	1.215	Hipereutrófico
36	Río Negro	RN-01	0.06	Ninguna	0.43	Media	0.40	Baja	0.1375	Eutrófico
37	Río Salamaga	SL-04	0.05	Ninguna	0.34	Baja	0.13	Ninguna	0.07	Eutrófico
38	Río Cachira	RC-01	0.11	Ninguna	0.43	Media	0.34	Baja	0.12	Eutrófico
39	Río Cachirí	RC-02A	0.15	Ninguna	0.30	Baja	0.15	Ninguna	0.09125	Eutrófico
40	Q. La Angula	LA-04	0.10	Ninguna	0.41	Media	0.08	Ninguna	0.1575	Eutrófico
41	Q. La Angula	LA-03	0.51	Media	0.93	Muy Alta	0.53	Media	5.8975	Hipereutrófico
42	Q. La Angula	LA-01	0.23	Baja	0.44	Media	0.05	Ninguna	0.74	Eutrófico
43	Río Playonero	PY-02A	0.05	Ninguna	0.40	Media	0.15	Ninguna	0.08	Eutrófico
44	Río Playonero	PY-01	0.06	Ninguna	0.45	Media	0.12	Ninguna	0.0925	Eutrófico
45	Río Manco	RM-02	0.04	Ninguna	0.37	Baja	0.25	Baja	20.89	Hipereutrófico
46	Río Manco	RM-01	0.05	Ninguna	0.44	Media	0.43	Media	0.2775	Eutrófico
47	Q. La Ruitoca	LR-02	0.11	Ninguna	0.43	Media	0.02	Ninguna	0.1025	Eutrófico
48	Q. La Ruitoca	LR-03	0.08	Ninguna	0.37	Baja	0.02	Ninguna	0.0525	Eutrófico
49	Río Frío	RF-03	0.05	Ninguna	0.35	Baja	0.28	Baja	0.115	Eutrófico
50	Río Frío	RF-P	0.15	Ninguna	0.50	Media	0.38	Baja	0.2825	Eutrófico
51	Río Frío	RF-B	0.55	Media	0.85	Muy Alta	0.37	Baja	4.3975	Hipereutrófico
52	Río Frío	RF-1A	0.51	Media	0.79	Alta	0.38	Baja	3.095	Hipereutrófico
53	Q. Mensulí	MS-05	0.14	Ninguna	0.42	Media	0.05	Ninguna	0.1425	Eutrófico
54	Q. Mensulí	AZ-07	0.33	Baja	0.57	Media	0.05	Ninguna	0.3775	Eutrófico

55	Q. Aranzoque	AZ-1A	0.30	Baja	0.59	Media	0.09	Ninguna	0.485	Eutrófico
56	Q. Zapamanga	ZA-01	0.45	Media	0.63	Alta	0.01	Ninguna	0.8075	Eutrófico
57	Q. La Flora	LF-01	0.49	Media	0.61	Alta	0.61	Alta	0.9675	Eutrófico
58	Q. La Cascada	CS-01	0.64	Alta	0.57	Media	0.03	Ninguna	0.6025	Eutrófico
59	Q. La Iglesia	LI-03	0.65	Alta	0.78	Alta	0.38	Baja	2.165	Hipereutrófico
60	Q. La Iglesia	LI-01	0.65	Alta	0.66	Alta	0.25	Baja	2.51	Hipereutrófico
61	Q. El Macho	MA-01	0.42	Media	0.55	Media	0.02	Ninguna	0.4275	Eutrófico
62	Q. La Guacamaya	GY-01	0.57	Media	0.73	Alta	0.03	Ninguna	1.1225	Hipereutrófico
63	Q. El Carrasco	DC-01	1.00	Muy Alta	0.96	Muy Alta	0.55	Media	4.1	Hipereutrófico
64	Q. Samacá	SM-01	0.11	Ninguna	0.39	Baja	0.03	Ninguna	0.06	Eutrófico
65	Q. Santa Cruz	SC-01	0.04	Ninguna	0.40	Media	0.15	Ninguna	0.0825	Eutrófico
66	Río Silgará	SG-01A	0.04	Ninguna	0.28	Baja	0.35	Baja	0.0975	Eutrófico
67	Río Umpála	UP-01	0.16	Ninguna	0.39	Baja	0.53	Media	0.2325	Eutrófico
68	Q. Arenales	QA-02	0.10	Ninguna	0.21	Baja	0.01	Ninguna	0.0875	Eutrófico
69	Q. Arenales	QA-01	0.07	Ninguna	0.45	Media	0.02	Ninguna	0.1725	Eutrófico
70	Río Jordán	RJ-01	0.08	Ninguna	0.41	Media	0.03	Ninguna	0.175	Eutrófico
71	Q. La Baja	LB-01	0.51	Media	0.20	Baja	0.07	Ninguna	0.07	Eutrófico

Tabla 10. Porcentaje de Índice de contaminación por mineralización

ICOMI		
Grado de Contaminación	No. Puntos	%
Ninguna	34	49
Baja	14	20
Media	12	17
Alta	6	9
Muy Alta	4	6

Gráfica 3. Porcentaje de Índice de contaminación por mineralización

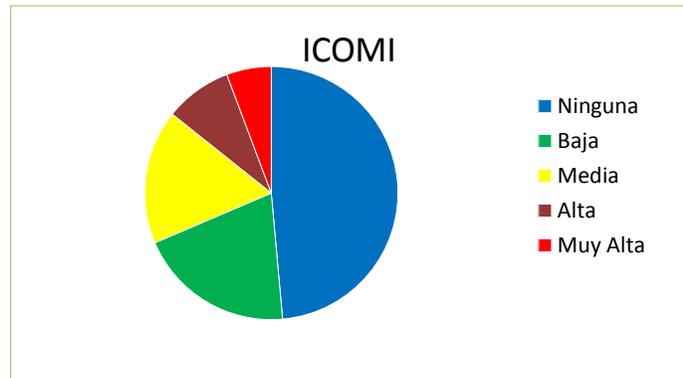


Tabla 11. Porcentaje de Índice de Contaminación por materia orgánica

ICOMO		
Grado de Contaminación	No. Puntos	%
Ninguna	1	1
Baja	20	29
Media	29	41
Alta	14	20
Muy Alta	6	9

Gráfica 4. Porcentaje de Índice de contaminación por materia orgánica

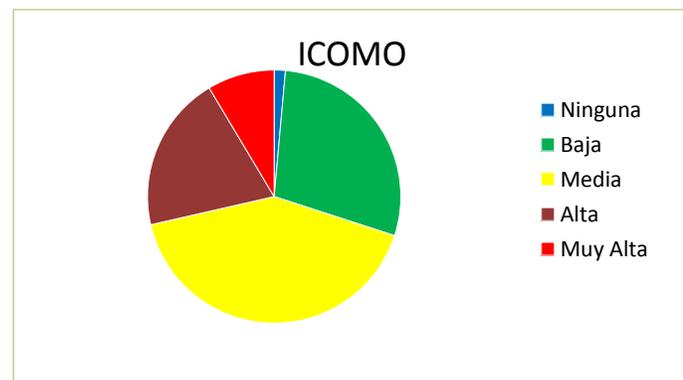
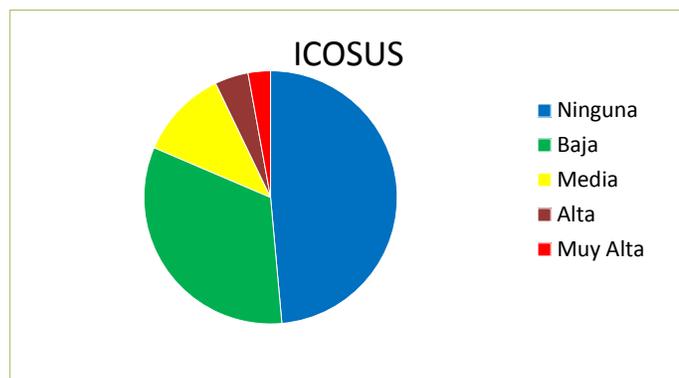


Tabla 12. Porcentaje de Índice de Contaminación por sólidos suspendidos

ICOSUS		
Grado de Contaminación	No. Puntos	%
Ninguna	34	49
Baja	23	33
Media	8	11
Alta	3	4
Muy Alta	2	3

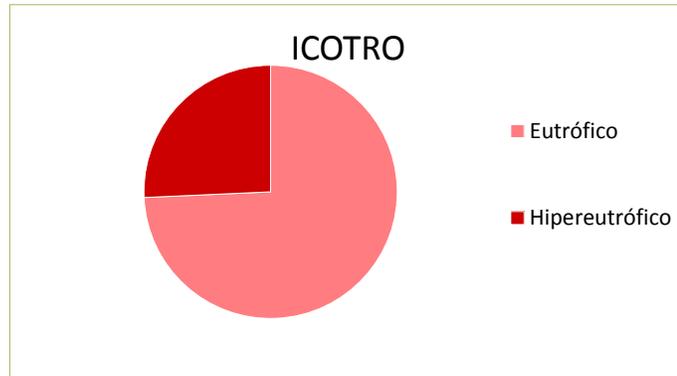
Gráfica 5. Porcentaje de Índice de contaminación por sólidos suspendidos



Gráfica 6. Índice de contaminación trófico

ICOTRO		
Grado de Contaminación	No. Puntos	%
Oligotrófico	0	0
Mesotrofico	0	0
Eutrófico	52	74
Hipereutrófico	18	26

Tabla 13. Índice de contaminación trófico



- Índice de contaminación por mineralización- ICOMI

La gráfica 3 y la tabla 10 muestran como el 86% de los puntos de monitoreo el ICOMI se encuentra en grados de contaminación “ninguna”, “baja” y “media” (49%, 20% y 17% respectivamente)

- Índice de contaminación por materia orgánica- ICOMO

Como se observa en la gráfica 4 y tabla 11 para el caso del ICOMO y los porcentajes en general presentados como “ninguna” y “baja” corresponden al 30% (1% y 29% respectivamente). Lo que indica que el número de puntos en donde se presenta contaminación por materia orgánica no es tan significativo

- Índice de contaminación por sólidos suspendidos- ICOSUS

En el caso de los ICOSUS, el porcentaje más significativo corresponde al grado de contaminación “ninguno” y “bajo” con un valor de 82% (49% y 33% y respectivamente) lo cual se explica por el hecho que muchas estaciones se encuentran en corrientes con poco aporte de sólidos suspendidos.

- Índice de contaminación trófico - ICOTRO

En el caso de los ICOTRO, en la gráfica 6 y la tabla 13 podemos observar que la concentración de fósforos en todos los puntos de monitoreo son mayores a 0.02 mg/l

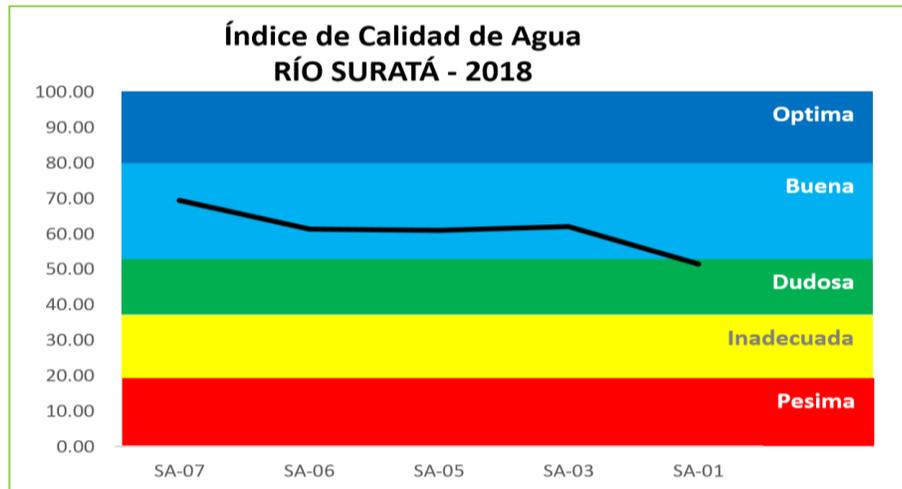
5.2. RESULTADOS POR CORRIENTE

5.2.1. RÍO SURATA Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES

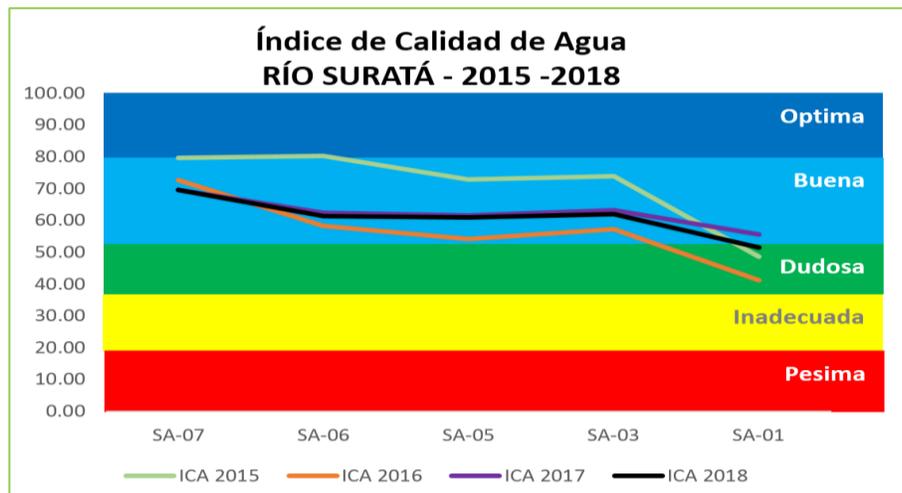
El río Suratá tiene establecidos cinco puntos de monitoreo, que van desde el punto

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-01A Estación Tona.

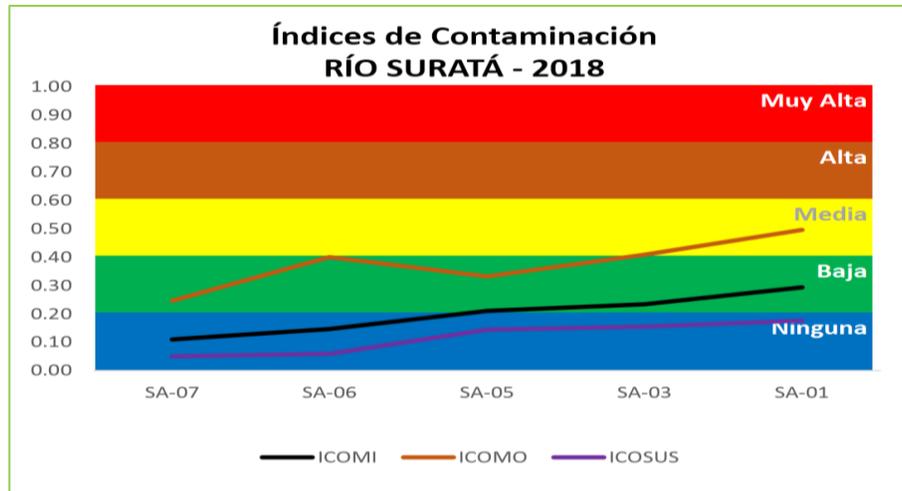
Gráfica 7. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Suratá 2018



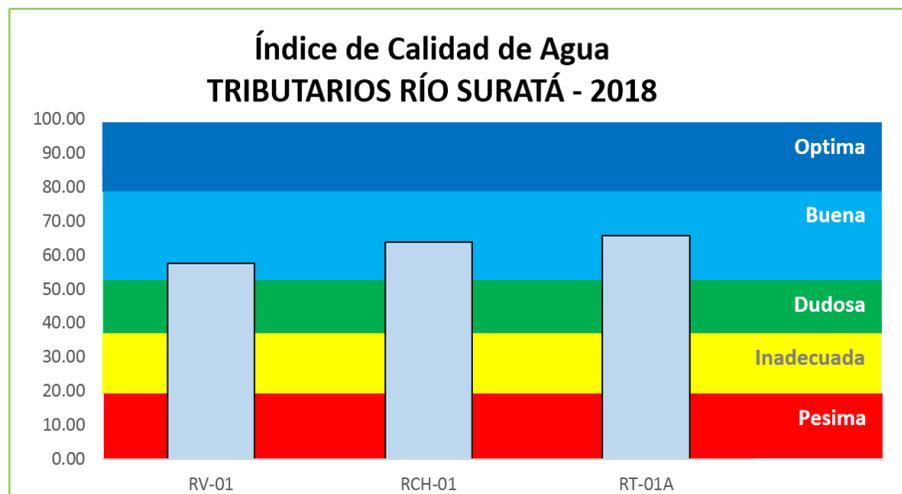
Gráfica 8. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Suratá 2015, 2016, 2017 Y 2018



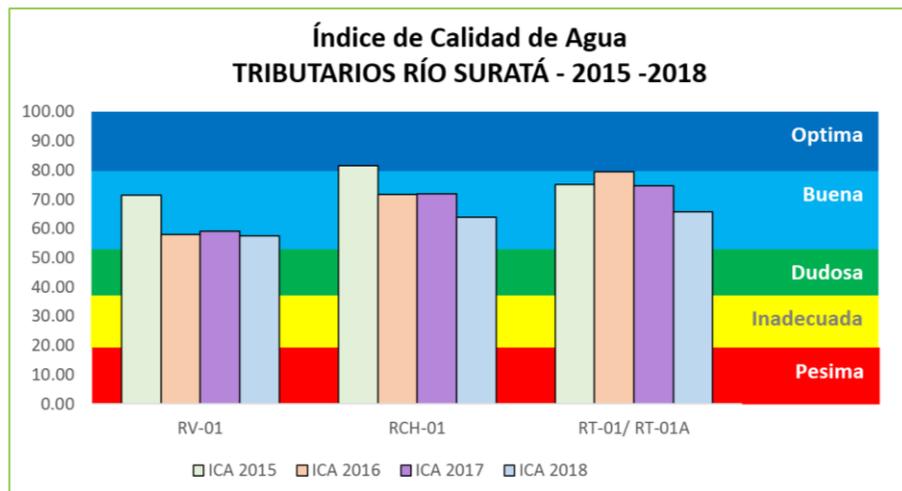
Gráfica 9, Índice de Contaminación del Agua - ICO's - Río Surata 2018



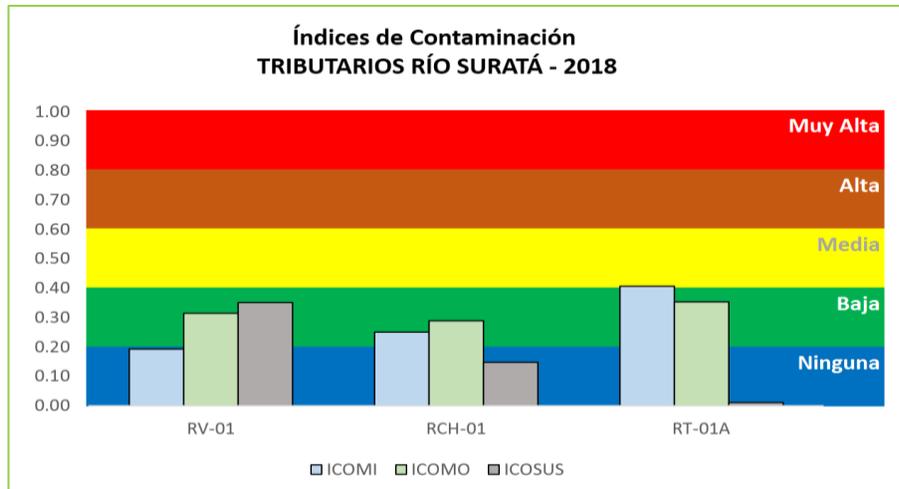
Gráfica 10. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río Surata 2018



Gráfica 11. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río Surata 2015, 2016, 2017 y 2018



Gráfica 12, Índice de Contaminación del Agua -ICO's- Tributarios Río Suratá 2018



La calidad del Río Suratá va disminuyendo desde su nacimiento hasta su desembocadura, pero siendo de categoría “BUENA” en los primeros cuatro puntos de monitoreo y finalizando en el último punto de monitoreo en calidad “DUDOSA”. Las calidades de los puntos SA-07, SA-06, SA-05 y SA-03 se ubicaron en “BUENA” manteniendo las mismas condiciones que se presentaron en estos sitios de monitoreo en los años 2015, 2016, 2017 y 2018; En la estación SA-01 la calidad del agua se ubicó en “DUDOSA” para los años 2015 y 2016, pasando en las campañas de 2017 a calidad “BUENA” y regresando en el año 2018 a calidad “DUDOSA”

En la gráfica No. 9 analizamos que los índices de contaminación por Sólidos Suspendidos y por Mineralización se encuentran en categoría “BAJA” y “NINGUNA” en los cinco puntos correspondientes al río Suratá, mientras que en el ICOMO se observa un incremento de contaminación 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. Igualmente en esta gráfica se observa con la proyección de la curva de los ICOS, que el río va perdiendo su calidad a medida que se acerca a su desembocadura

Los afluentes principales del Río Suratá, Río Charta, Río Vetás y Río Tona presentan calidades “BUENAS” y en esta categoría se han presentado los largo de los últimos años.

Los Índices de contaminación en los afluentes del Río Suratá se presentan en rangos de “BAJO” y “NINGUNO” lo que indica que los aportes de materia orgánica son muy bajos 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, mientras que para el Río Vetás aunque la contaminación por sólidos es “baja” se observa un incremento

con respecto a los demás tributarios del Río Suratá y el mismo comportamiento se presenta en la contaminación por materia orgánica. Para el punto RT-01A se observa que el índice de contaminación por mineralización está dentro del rango “MEDIO”.

5.2.2. RÍO DE ORO Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES

Río de Oro tiene establecido seis puntos de monitoreo anteriores 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 último RO-01 en el sitio conocido como Puente Nariño.

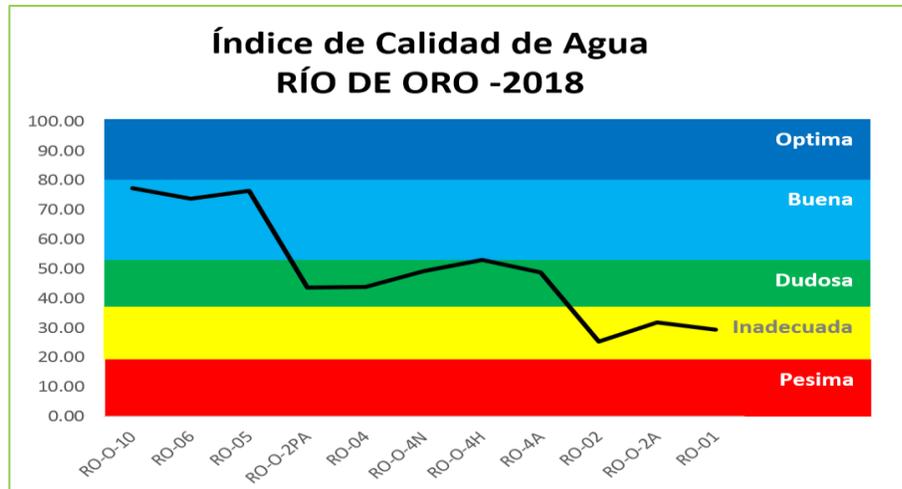
Para el año 2018 se adicionaron los puntos RO-O-10, RO-O-2PA, RO-O-4N, RO-O-4H, RO-O-2A y como afluente el punto QRG-O-01.

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 Pilón 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).

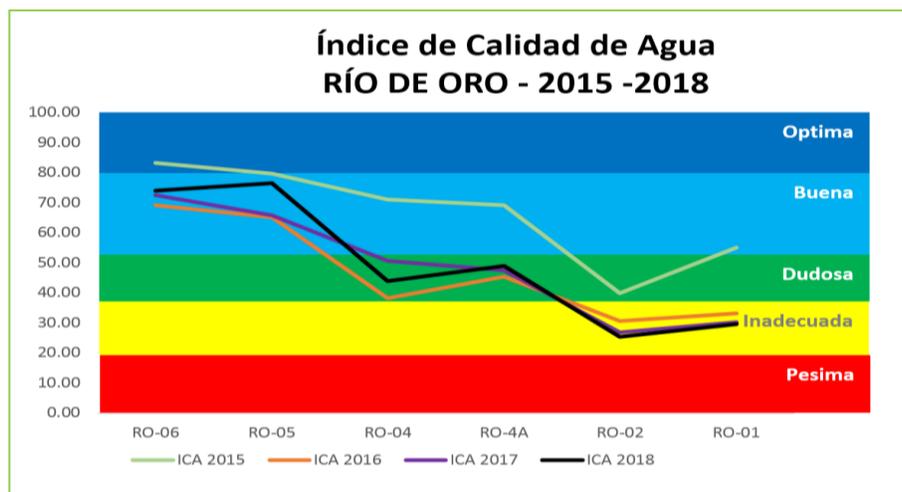
Otro afluente principal y significativo para Río de Oro es la Quebrada la Iglesia conformada por la confluencia de las Quebradas La Flora (LF-01 Estación El Jardín) y La Cascada (CS- 01 Estación La Floresta) conforman la Quebrada La Iglesia, la cual en su trayecto contempla dos puntos de monitoreo LI-03 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:

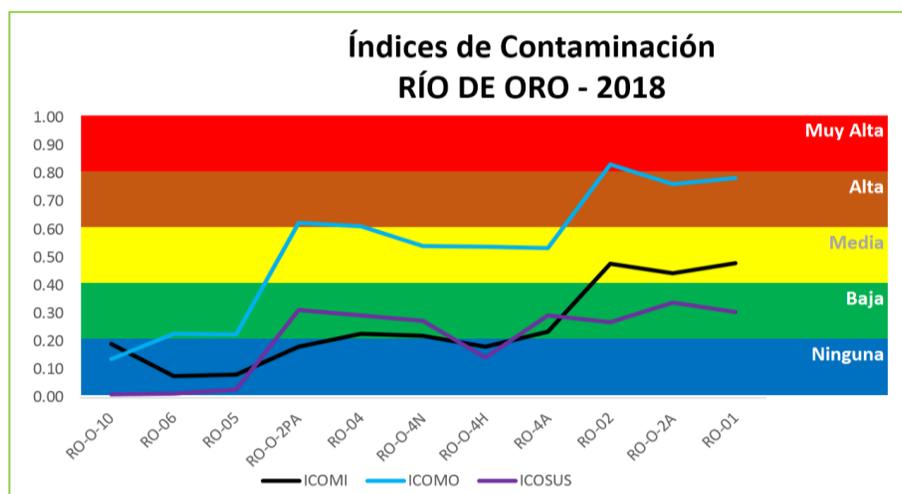
Gráfica 13. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río de Oro 2018



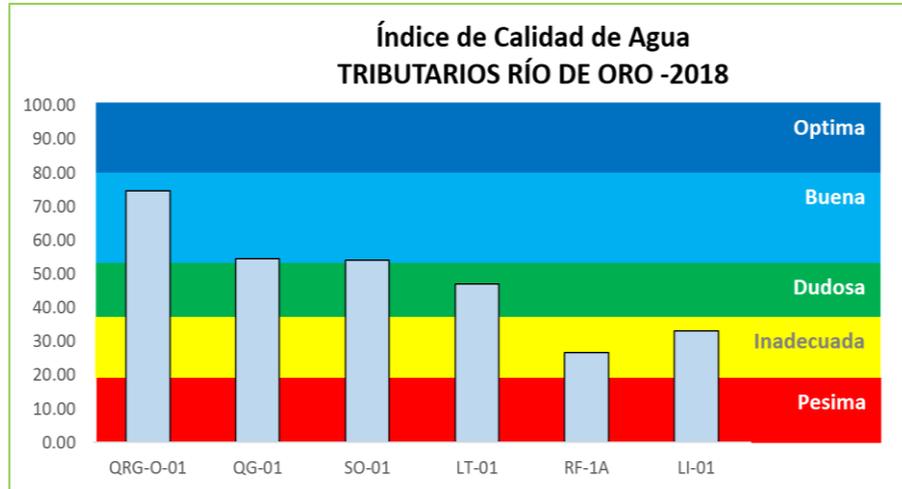
Gráfica 14. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río de Oro 2015, 2016, 2017 y 2018



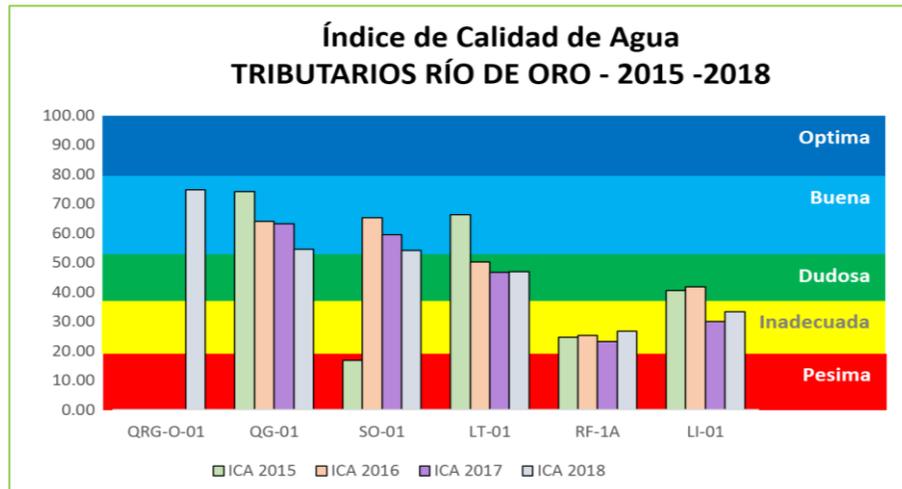
Gráfica 15. Índice de Contaminación del Agua -ICA- Río de Oro 2018



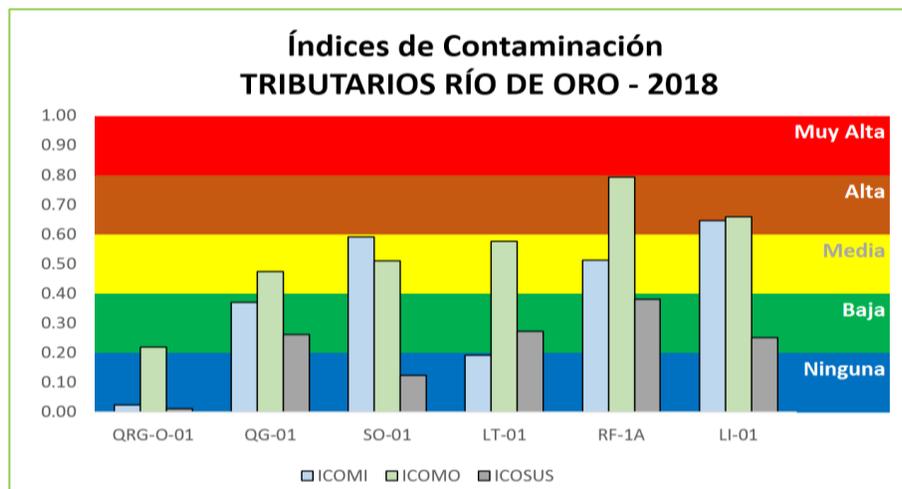
Gráfica 16. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río de Oro 2018



Gráfica 17. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río de Oro 2015, 2016, 2017 y 2018



Gráfica 18. Índice de Contaminación del Agua -ICO's- Tributarios Río de Oro 2018



Los primeros puntos aguas arriba de la corriente, RO-O-10, RO-06 y RO-05 se ubican en calidad “BUENA” y no presentan ningún grado de contaminación; para los puntos medios RO-O-2PA, RO-04 y RO-O-4N el Índice de Calidad de Agua ICA se encuentra en Rango “DUDOSA” y también se observa un deterioro en el Índice de Contaminación por Materia Orgánica ubicados en un rango de contaminación “ALTA”, producto del vertimiento del sistema de alcantarillado de Piedecuesta, luego se observa un aumento en la calidad en el punto RO-O-4N pero esta calidad vuelve a descender a “DUDOSA” en el punto RO-04A mientras el índice de contaminación por materia orgánica se mantiene en el rango de “MEDIA” 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 ubicados en la parte baja de la corriente RO-02, RO-O-2A y RO-01 se presenta un ICA de “INADECUADO”, consecuente con el ICOMO en donde tiene una calificación de “ALTA” y “MUY 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 y LI-01 (Inadecuado), LT-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.

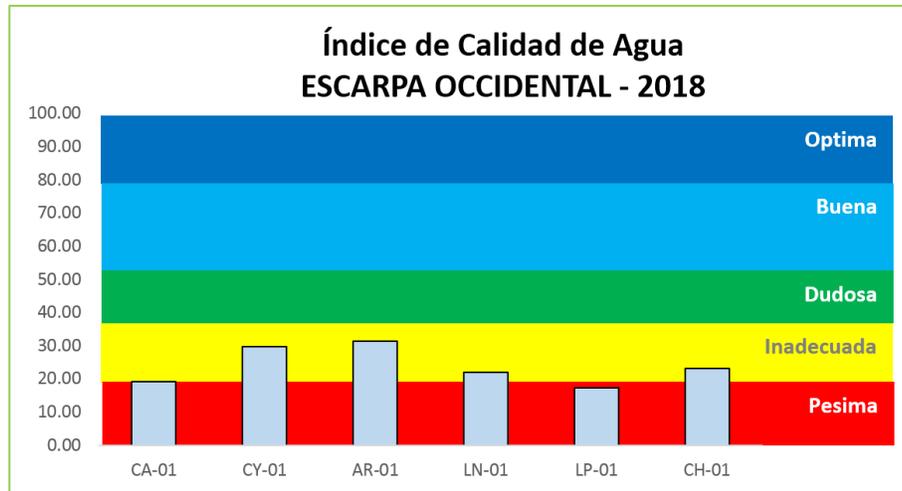
La calidad del agua de la quebrada la iglesia de Dudosa en el punto LI-01 se debe a que las quebradas La Guacamaya y El carrasco tienen calificación de calidad de Pésima, con valores alto y muy alto, respectivamente, en Índice de contaminación ICOMO

Es importante resaltar que la quebrada Soratoque mantuvo la calificación de “BUENA” junto con los puntos QRG-O-01 y QG-01.

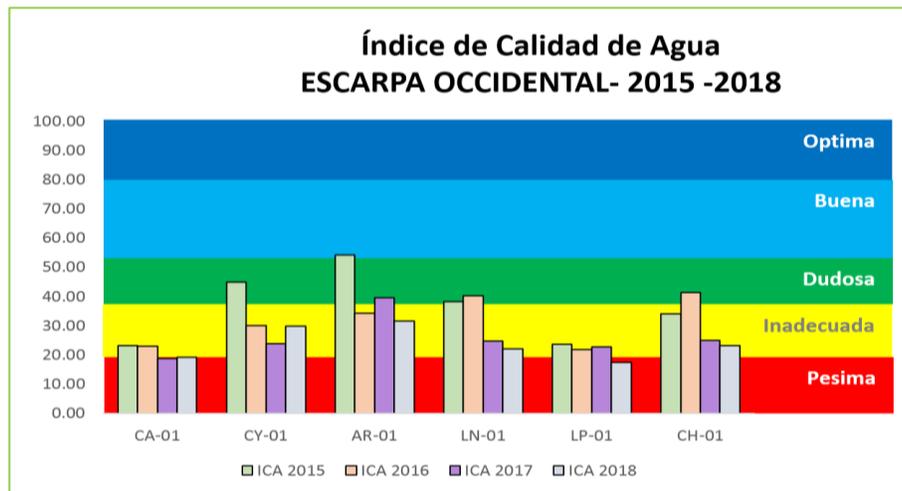
5.2.3. QUEBRADAS DE LA ESCARPA DE BUCARAMANGA

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.

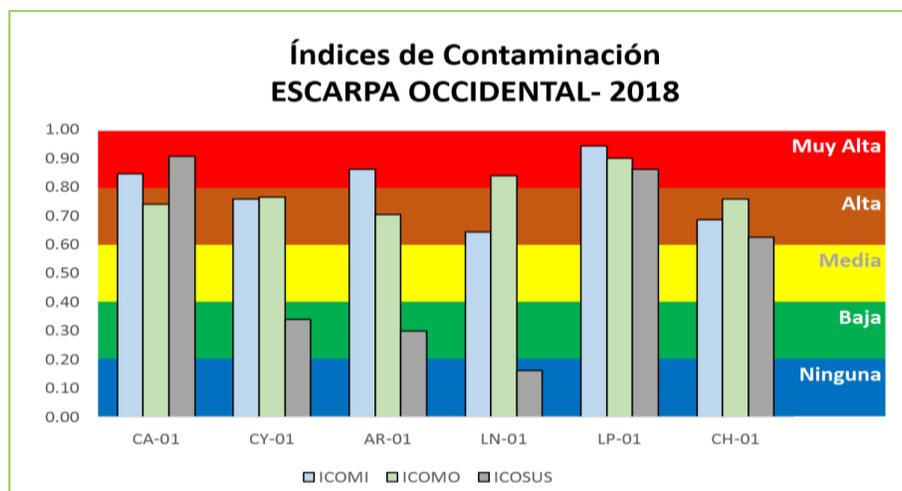
Gráfica 19. Índice de Calidad del Agua -ICA- Escarpa Occidental 2018



Gráfica 20. Índice de Calidad del Agua -ICA- Escarpa Occidental 2015, 2016, 2017 y 2018



Gráfica 21. Índice de Contaminación del Agua -ICO's- Escarpa Occidental 2018



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 “PESIMA”.

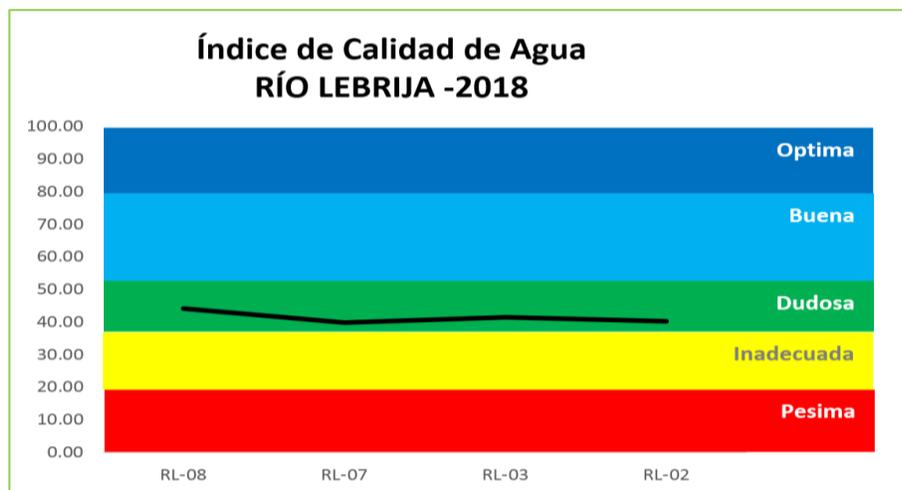
Las quebradas la Cuyamita, Argelia, Las Navas y Chapinero presentaron en promedio calidad Inadecuada, el índice de contaminación más alto lo registró la quebrada La Picha con todos los índices de contaminación en el rango “MUY ALTA”.

5.2.4. RIO LEBRIJA Y SUS AFLUENTES PRINCIPALES

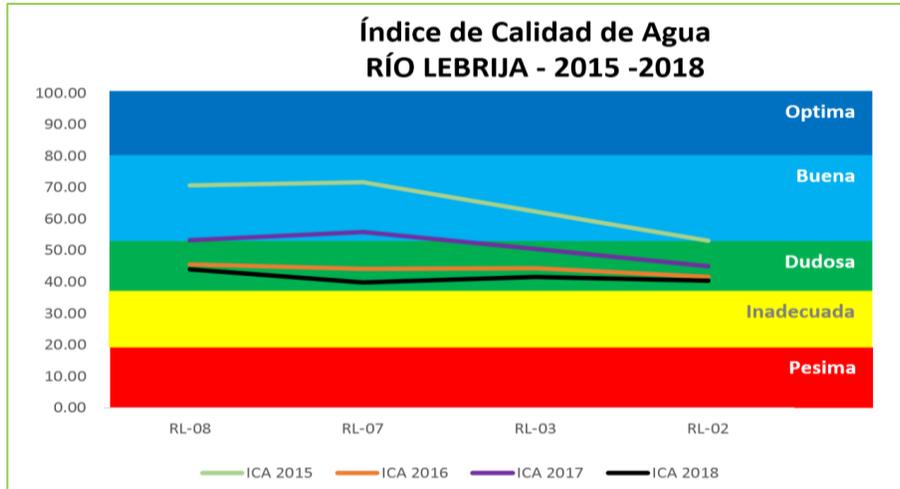
El Río Lebrija contempla en el trayecto que abarca la jurisdicción de la CDMB, cuatro puntos de monitoreo RL-02 ubicado en la Estación Bocas, RL-03 en la Estación Embalse, RL-07 en la Estación Palmas y RL-08 en la Estación Vanegas; el primero localizado aguas abajo de la unión de los ríos de Oro y Suratá 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:

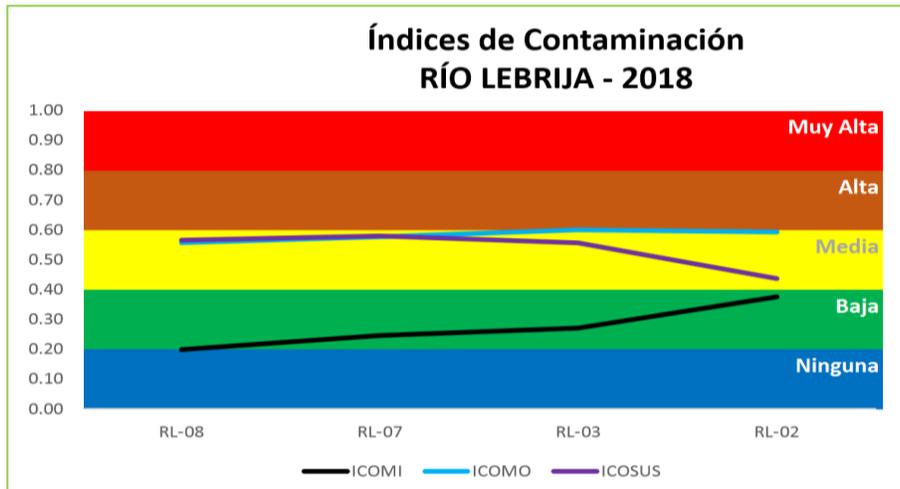
Gráfica 22. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Lebrija 2018



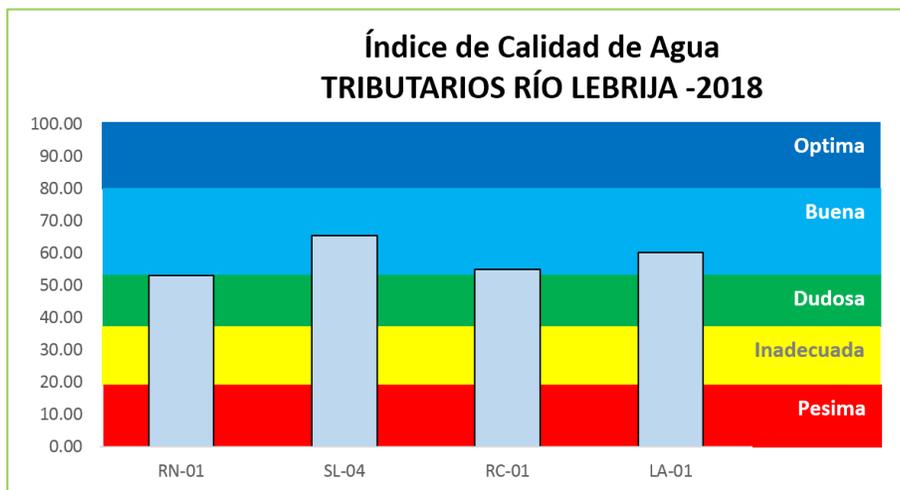
Gráfica 23. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Lebrija 2015, 2016, 2017 y 2018



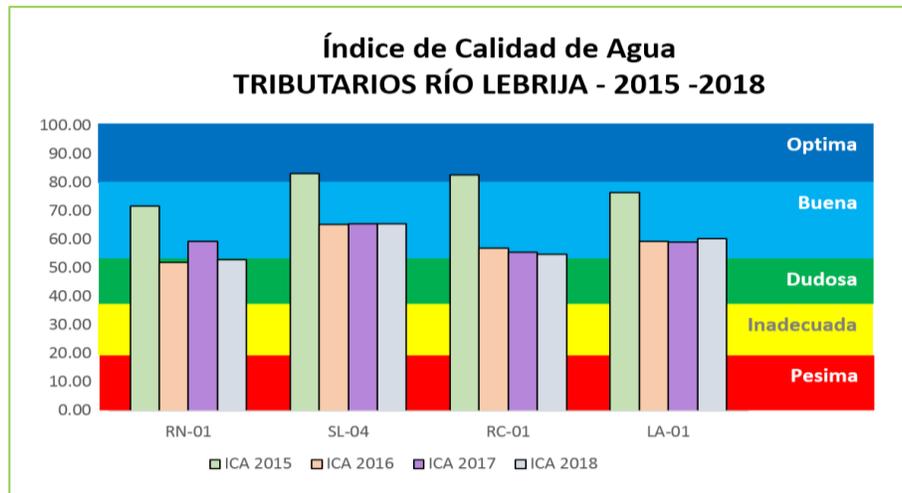
Gráfica 24. Índice de Contaminación del Agua -ICO's- Río Lebrija 2018



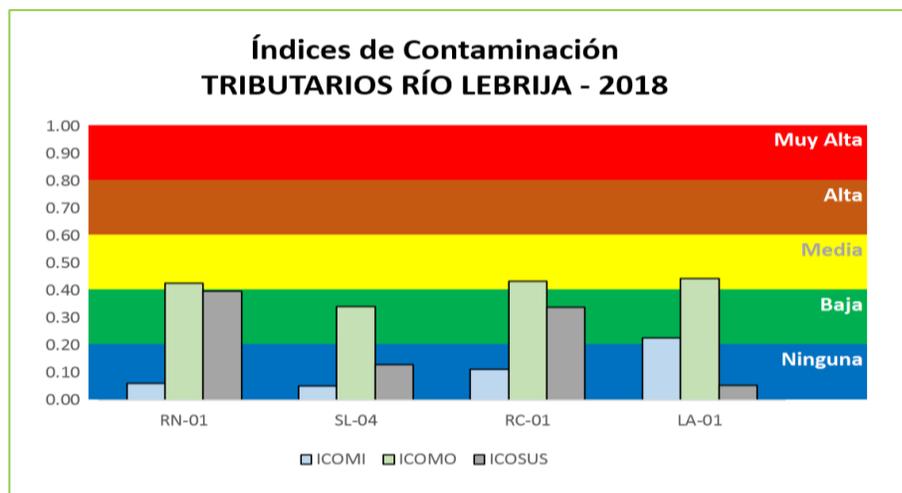
Gráfica 25. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río Lebrija 2018



Gráfica 26. Índice de Calidad del Agua -ICA- Tributarios Río Lebrija 2015, 2016, 2017 y 2018



Gráfica 27. Índice de Contaminación del Agua -ICO's- Tributarios Río Lebrija 2018



Los puntos que conforman el monitoreo de la corriente del río Lebrija presentan calidad de agua “DUDOSA” y sus rangos de contaminación por materia orgánica y solidos suspendidos son de grado “MEDIO”, el ICA se mantiene durante los años 2016, 2017 y 2018 en los puntos RL-03 y RL-02, mientras que para los puntos RL-08 y RL-07 este índice de calidad desmejoro respecto al año 2017.

Para índices de contaminación por mineralización el rango de los puntos de monitoreo se ubicaron en “BAJOS” y “NINGUNO”.

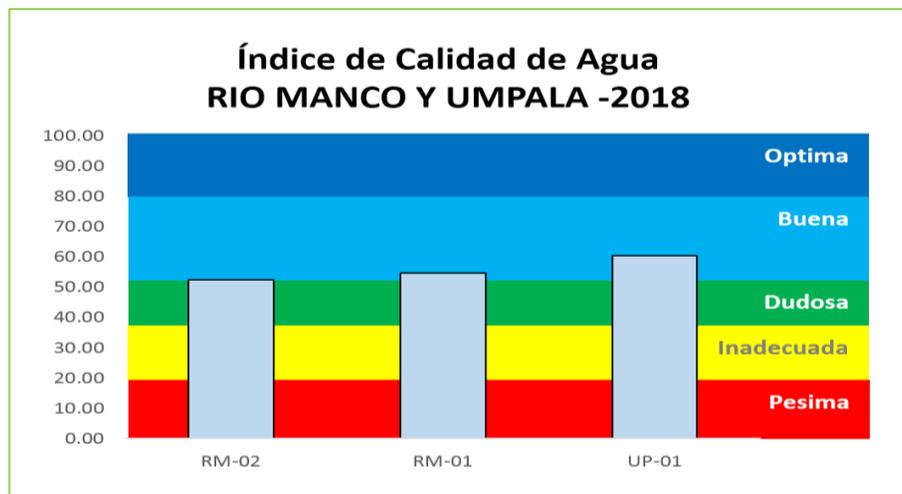
Para las corrientes afluentes a Río Lebrija todas presentaron Calidad “BUENA” y niveles de contaminación “MEDIA” para contaminación por materia orgánica en las

corrientes Cáchira, 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.

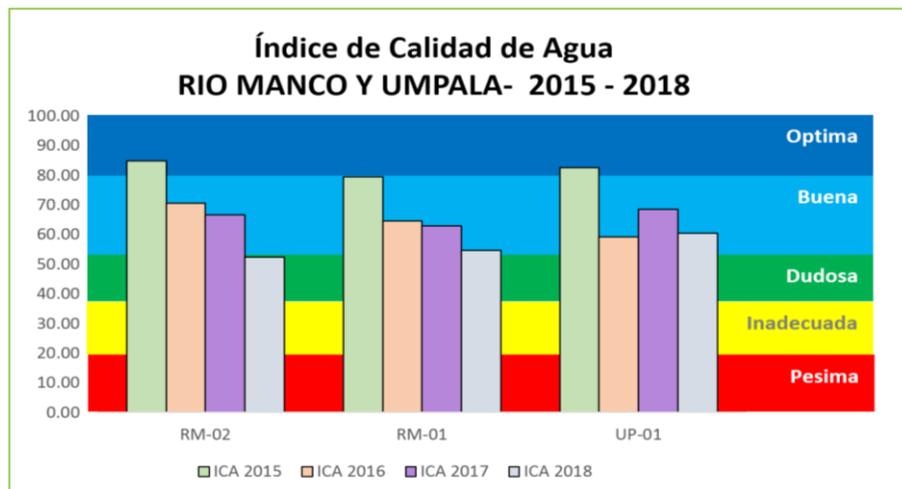
5.2.5. RÍOS MANCO Y UMPALA

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:

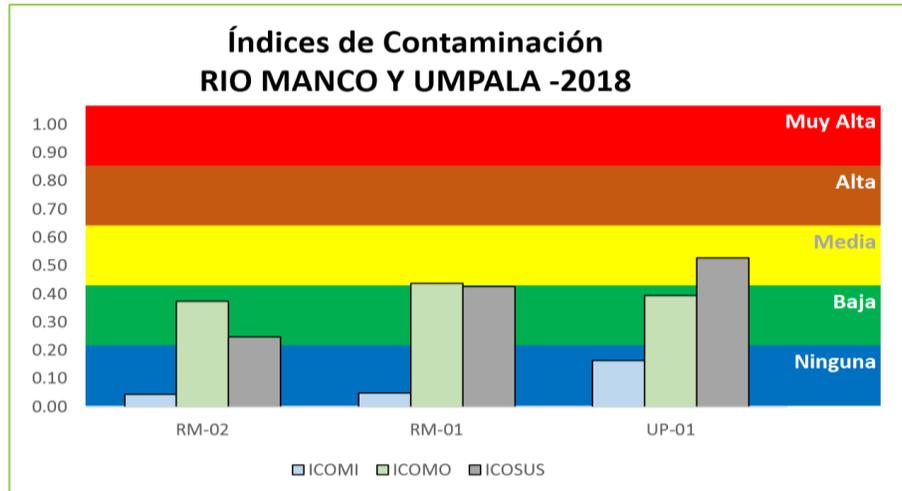
Gráfica 28. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Manco y Umpalá 2018



Gráfica 29. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Manco y Umpalá 2015, 2016, 2017 y 2018



Gráfica 30. Índice de Contaminación del Agua –ICO´s- Tributarios Río Manco y Umpalá 2018



Se observa que las condiciones en estos tres puntos de monitoreo son favorables puesto que se encuentran ubicadas en el rango “BUENA”, pero aun así es notable una disminución de calidad en los últimos cuatro años.

En cuanto a los índices de contaminación en el punto RM-01 los ICO´s por materia orgánica y solidos suspendidos se encuentran en el rango de “MEDIA”, así como el ICO por solidos suspendidos del punto UP-01.

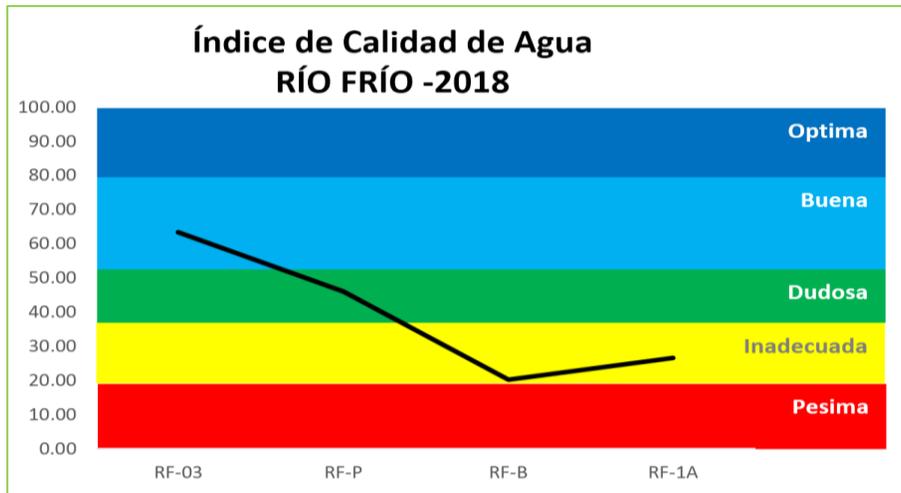
5.2.6. RIO FRIO

El Río Frío es una afluente importante del Río de Oro, y está conformado por los puntos de monitoreo RF-03 La Esperanza, RF-P El Portico, RF-B El Caucho y RF-1A Caneyes.

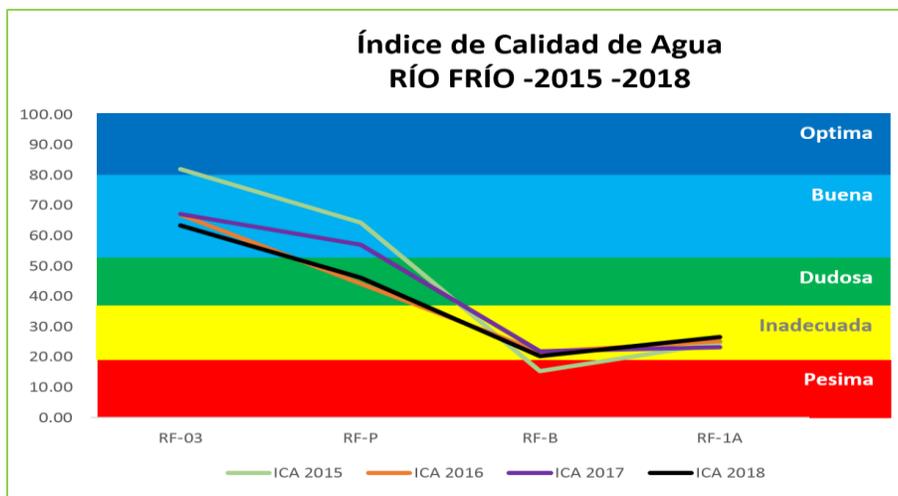
Lo importante de resaltar de esta corriente es que en medio del tramo RF-P y RF-B se encuentra ubicada la PTAR que es la planta que trata las aguas residuales del área metropolitana de Bucaramanga.

Debido a la existencia de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR Río Frío, se observa que la calidad del agua desciende considerablemente ubicarse los dos últimos puntos de la corriente RF-B y RF-1A en el rango de calidad “INADECUADO”.

Gráfica 31. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Frío 2018



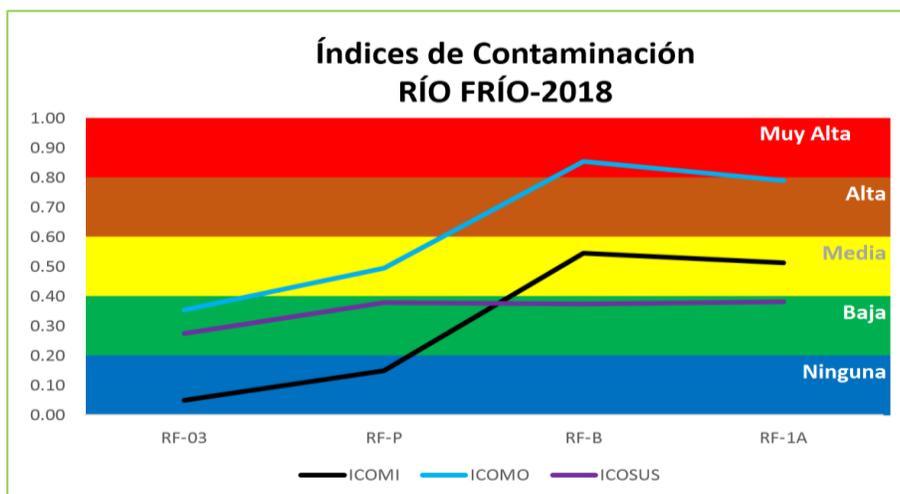
Gráfica 32. Índice de Calidad del Agua -ICA- Río Frío 2015, 2016, 2017 y 2018



Gráfica

Contaminación del Agua –ICO´s- Río de Oro 2018

33. Índice de



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 (53.52%), valor más bajo que en el año 2017 cuyo porcentaje correspondió al 63.08% pero similar al año 2015 y 2016 que reportaron 53% y 52% respectivamente.
- Desde el año 2015 no se han reportado calidades de agua con rango “OPTIMO”
- Se presentó un aumento en el porcentaje con respecto al año 2017 de calidades de agua “DUDOSA” e “INADECUADA” pero así mismo se evidencio una disminución de calidades de rango “PESIMO”
- 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 Picha, La Angula, Chimita 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 ICO’s son de categoría Muy Alto. Lo anterior denota la poca efectividad del tratamiento de estos lixiviados.
- Para la Quebrada Guacamaya se observa un aumento del índice de calidad pasando de “PÉSIMA” en el año 2017 a “INADECUADA” en el año 2018 con 15.73 puntos de diferencia positiva.
- 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 70% del total de puntos de monitoreo, es decir, que solo un 30% de los puntos de la red no presentan contaminación por materia orgánica.
- 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, aunque los índices de contaminación por materia orgánica se encuentran en rango “MEDIO” en los puntos SA-03 y LA-04.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

DBO: Demanda Biológica de Oxígeno

DQO: Demanda Química de Oxígeno

ICA: Índice de Calidad del Agua

ICOMI: Índice de contaminación por Mineralización

ICOMO: Índice de contaminación por Materia Orgánica

ICOSUS: Índice de contaminación por Sólidos Suspendidos

ICOTRO: Índice de contaminación Tráfico

OD: Oxígeno Disuelto

PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales