

INFORME ANUAL DE LA RED DE MONITOREO DE LOCALIDAD DEL AGUA





SUBDIRECCIÓN DE ORDENAMIENTO Y PLANIFICACIÓN INTEGRAL DEL TERRITORIO- SOPIT

Dr. JUAN CARLOS REYES NOVA
Director General CDMB

Dr. LEONEL ENRIQUE HERRERA ROA
Subdirector de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio

Ing. MARÍA CARMENZA VICINI MARTÍNEZ
Coordinadora de Conocimiento Ambiental

Qca. OLGA JOHANNA SANABRIA SUESCUN
Profesional Especializada

Tnlgo. GINA RIVERA SÁNCHEZ
Tecnólogo Red Hydroclimatológica

Marzo 2021, Bucaramanga – Colombia

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	10
OBJETIVOS	11
1. ALCANCE	11
2. PROGRAMA MONITOREO DE CORRIENTES	11
2.1 Estación hidrológica y de calidad RL-02 BOCAS	16
2.2 Parámetros evaluados en la red de monitoreo de calidad del agua	16
2.3 Análisis de calidad del agua	18
2.3.1 Índice de Calidad del Agua.....	18
2.3.1.1 Cálculo del Índice de Calidad del Agua - ICA's IDEAM	20
2.3.1.2 Índices de contaminación ICO'S	24
2.3.1.2.1 Índice de contaminación por mineralización – ICOMI	24
2.3.1.2.2 Índice de contaminación por Materia Orgánica – ICOMO	25
2.3.1.2.3 Índice de contaminación por Sólidos Suspendidos – ICOSUS	26
2.3.1.2.4 Índice de contaminación Tráfico – ICOTRO	26
2.4 Resultados del programa de monitoreo	27
2.4.1 Comparación de los índices de calidad 2019 - 2020	28
2.5 Resultados por Corriente	33
2.5.1 Río de Oro y sus principales afluentes	33
2.5.1.1 Índice de calidad río de Oro.....	35
2.5.1.3 Índices de Contaminación ICOs río de Oro	38
2.5.2 Sistema quebrada La Iglesia	40
2.5.2.2 Índices de Contaminación ICOs sistema La Iglesia	42
2.5.3 Quebradas de la escarpa de Bucaramanga	43
2.5.3.1. Índices de calidad quebradas de la Escarpa	44
2.5.3.2 Índices de contaminación ICOs Escarpa occidental	45
2.5.4 Río Frío y principales afluentes	46
2.5.4.1 Índice de calidad ICA río Frío	47
2.5.4.3 Índices de Contaminación ICOs río Frío	49
2.5.5 Río Lebrija y sus afluentes principales	51
2.5.5.1 Índice de calidad río Lebrija	52
2.5.5.2 Índice de calidad tributarios río Lebrija.....	53
2.5.5.3 Índices de contaminación río Lebrija.....	54
2.5.6 Ríos Manco y Umpalá	56
2.5.6.1 Índice de calidad río Manco y Umpalá	57
2.5.6.2 Índices de contaminación ICOs Río Manco y Umpalá.....	58
2.5.7 Zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán	59
2.5.7.2 Índice de contaminación ICO's zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán	60
2.5.8 Río Suratá y sus principales afluentes	61
2.5.8.2 Índice de calidad tributarios río Suratá	63

2.5.8.3 Índices de contaminación ICOs río Suratá.....	63
2.5.8.4 Índices de Contaminación ICOs tributarios del Río Surata	64
2.5.9 Río Vetas.....	65
2.5.9.1 Índice de calidad río Vetas.....	66
2.5.9.2 Índice de contaminación río Vetas.....	67
2.6 Cianuro y metales pesados en zona minera	68
3. ESTACIÓN HIDROLÓGICA Y DE CALIDAD, PUNTO RL-02 BOCAS	71
4. CONCLUSIONES.....	75

Listado de Tablas

Tabla 1. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad y cantidad de Agua CDMB	12
Tabla 2. Parámetros evaluados fisicoquímicos y microbiológicos	16
Tabla 3. Parámetros evaluados en campo de la Red de Monitoreo de Calidad de Agua	17
Tabla 4. Variables ICA (IDEAM)	20
Tabla 5. Intervalos ICA (IDEAM)	24
Tabla 6. Rangos establecidos para los índices de contaminación del agua - ICO's	24
Tabla 7. Rangos establecidos para el ICOTRO	26
Tabla 8. Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo 2020	27
Tabla 9. Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo años, 2019 y 2020	28
Tabla 10. Sumatoria ICAS 2019 -2020	30
Tabla 11. Índice de calidad de agua - río de Oro.	35
Tabla 12. Índice de calidad de agua - tributarios río de Oro.	37
Tabla 13. Índices de contaminación - río de Oro	38
Tabla 14. Índices de contaminación - tributarios río de Oro	39
Tabla 15. Índice de calidad de agua - Sistema Iglesia	41
Tabla 16. Índices de contaminación - Sistema Iglesia	42
Tabla 17. Índice de calidad de agua - Escarpa Occidental	44
Tabla 18. Índices de contaminación - Escarpa Occidental	46
Tabla 19. Índice de calidad de agua - río Frío	47
Tabla 20. Índice de calidad de agua - tributarios río Frío	48
Tabla 21. Índices de contaminación - río Frío	49
Tabla 22. Índices de contaminación - tributarios río Frío	50
Tabla 23. Índice de calidad de agua - río Lebrija	52
Tabla 24. Índice de calidad de agua - tributarios río Lebrija	53
Tabla 25. Índices de contaminación - río Lebrija	54
Tabla 26. Índices de contaminación - tributarios río Lebrija	56
Tabla 27. Índice de calidad de agua - río Manco y Umpalá	57
Tabla 28. Índices de contaminación - río Manco y Umpalá	58
Tabla 29. Índice de calidad de agua - Zona Paramo	59

Tabla 30. Índices de contaminación - Zona Paramo	60
Tabla 31 Índice de Calidad del Agua Río Suratá	62
Tabla 32. Índice de calidad de agua - tributarios río Surata.....	63
Tabla 33. Índices de contaminación - río Surata.	64
Tabla 34. Índices de contaminación - tributarios río Surata.	65
Tabla 35. Índice de Calidad del Agua Río Vetas	66
Tabla 36. Índices de contaminación Río Vetas	67
Tabla 37. Precipitación en estaciones climáticas. Fuente CDMB.....	75

Listado de Gráficas

Gráfica 1. Índices de Calidad de Agua 2019 vs 2020	30
Gráfica 2. Índices de Calidad de Agua (NSF) 2016 a 2020	32
Gráfica 3. Índices de Calidad de Agua IDEAM 2016 a 2020.....	32
Gráfica 4. ICAS 2020 en puntos de monitoreo. Fuente CDMB	33
Gráfica 5. Índices de calidad de agua - río de Oro	36
Gráfica 6. Índice de calidad de agua - tributarios río de Oro	37
Gráfica 7. Índices de contaminación - río de Oro	39
Gráfica 8. Índices de contaminación tributarios - río de Oro	40
Gráfica 9. Índices de calidad de agua - Sistema Iglesia	41
Gráfica 10. Índices de contaminación - Sistema Iglesia	43
Gráfica 11. Índices de calidad de agua - Escarpa Occidental	45
Gráfica 12. Índices de contaminación - Escarpa Occidental.....	46
Gráfica 13. Índices de calidad de agua - río Frío	48
Gráfica 14. Índices de calidad de agua tributarios - río Frío.....	49
Gráfica 15. Índices de contaminación - río Frío.....	50
Gráfica 16. Índices de contaminación tributarios - río Frío	51
Gráfica 17. Índice de calidad de agua - río Lebrija.....	52
Gráfica 18. Índice de calidad de agua - tributarios río Lebrija	53
Gráfica 19. Índices de contaminación - río Lebrija.....	55
Gráfica 20. Índices de contaminación tributarios - río Lebrija	56
Gráfica 21. Índice de calidad de agua - río Manco y Umpalá.....	57
Gráfica 22. Índices de contaminación - río Manco y Umpalá	58
Gráfica 23. Índice de calidad de agua - Zona Paramo	60
Gráfica 24. Índices de contaminación - Zona Paramo	61
Gráfica 25. Índice de calidad de agua - río Surata	62
Gráfica 26. Índice de calidad de agua - tributarios río Surata.....	63
Gráfica 27. Índices de contaminación - río Surata	64
Gráfica 28. Índices de contaminación - tributarios río Surata.....	65
Gráfica 29. Índice de Calidad del agua Río Vetas	67
Gráfica 30. Índices de contaminación Río Vetas	68

Gráfica 31. Cobre en zona minera.....	69
Gráfica 32. Zinc en zona minera	69
Gráfica 33. Mercurio en zona minera.....	69
Gráfica 34. Cianuro en zona minera.....	69
Gráfica 35. Plomo en zona minera	70
Gráfica 36. Arsénico en zona minera	70
Gráfica 37. Níquel en zona minera.....	71
Gráfica 38. Manganeseo en zona minera	71
Gráfica 39. Conductividad, estación Bocas.	72
Gráfica 40. Solidos totales suspendidos, estación Bocas.	72
Gráfica 41. Temperatura horaria anual, estación Bocas.....	73
Gráfica 42. Temperatura media mensual, estación Bocas	73
Gráfica 43. Caudal horario anual, estación Bocas.	74
Gráfica 44. Caudal medio mensual, estación Bocas.	74

Listado de imágenes

Imagen 1. Ubicación de puntos de monitoreo en la Jurisdicción de la CDMB.	15
Imagen 2. Estación hidrológica Bocas.	16
Imagen 3. PMDC RO-O2.	33
Imagen 4. PMDC RO-O-10.	33
Imagen 5. PMDC CSI-01.	40
Imagen 6. PMDC LI-01.	40
Imagen 7. PMDC LP-01.	43
Imagen 8. PMDC CA-01.	43
Imagen 9. PMDC RF-1A.	46
Imagen 10. PMDC RF-03.	46
Imagen 12. PMDC RL-07.	51
Imagen 11. PMDC RL-02.	51
Imagen 13. PMDC UP-01.	56
Imagen 14. PMDC RM-02.	56
Imagen 15. PMDC QA-01.	59
Imagen 16. PMDC RJ-01.	59
Imagen 17. PMDC SA-03.	61
Imagen 18. PMDC SA-07.	61
Imagen 20. PMDC RV-05.	66
Imagen 19. PMDC RV-01.	66

INTRODUCCIÓN

La Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico- PNGIRH 2010-2022, parte del agua como un bien natural de uso público, administrado por el estado a través de las Corporaciones Autónomas Regionales, de Desarrollo Sostenible y las Autoridades Ambientales Urbanas; razón por la cual, en cumplimiento de esta política, la Corporación Autónoma Regional de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), realiza el monitoreo hidrológico (calidad y cantidad), el cual es fundamental para el conocimiento del estado de este recurso.

En este sentido, la CDMB cuenta con un programa institucional llamado Red de Monitoreo de Corrientes que tiene como objetivo/propósito fundamental, medir y analizar la calidad de agua en las corrientes y tramos de corrientes, por medio del cual se realiza el seguimiento a las treinta y nueve (39) principales fuentes hídricas en su área de jurisdicción. La red tiene localizados setenta y un (71) puntos, con el fin de obtener información de la calidad y cantidad de estas fuentes hídricas.

Este informe de calidad y cantidad del agua corresponde al año 2020 e incluye los resultados obtenidos para el cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA) en corrientes superficiales a partir de la metodología propuesta por el IDEAM en el año 2013, donde se utilizan los datos de concentración de un conjunto de siete (7) variables fisicoquímicas más Coliformes fecales, para calcular la calidad de agua de las corrientes.

OBJETIVOS

- Determinar la Calidad y Cantidad del agua en las principales corrientes y tramos de corriente del Área de Jurisdicción de la CDMB.
- Disponer de la información de calidad y cantidad de las corrientes hídricas proveniente del monitoreo del agua, para actores sociales, gremiales e institucionales que lo requieran.
- Proveer un marco ambiental de referencia de la calidad y cantidad de las corrientes hídricas superficiales en el área de jurisdicción de la CDMB

1. ALCANCE

Evaluar la calidad y cantidad de agua de las principales corrientes superficiales del área de jurisdicción de la CDMB en la Cuenca nivel I, Alto Lebrija, Cáchira Sur, Lebrija medio, Río Chicamocha (margen derecha) y río Chitagá localizadas en el departamento de Santander.

2. PROGRAMA MONITOREO DE CORRIENTES

La Subdirección de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio en conexión con la Coordinación de Gestión de Conocimiento Ambiental ejecuta el programa de Monitoreo de Corrientes que consta de cuatro (4) fases:

- Muestreo y aforo: El Laboratorio SIAMA SAS con acreditación vigente ante el

IDEAM y contratado por la CDMB, realiza el aforo, la toma de muestra en los puntos indicados, mide el caudal, realiza el muestreo, preserva y transporta al laboratorio las muestras en cada día de jornada conforme al cronograma establecido por la CDMB.

- **Análisis de Laboratorio:** El laboratorio SIAMA SAS, realiza los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras.
- **Análisis de Información:** Los datos de campo y resultados de laboratorio se analizan, se consolidan y estos alimentan un software interno de la CDMB para reportar el informe de Calidad de Agua. Los setenta y un (71) 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 Sorata
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-Mensuli
15	Caneyes	RF – 1A	Río Frío	Río Frío

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA				
Id	Estación	Código estación	Microcuenca	Fuente
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	LP - 01	Oro Bajo	Quebrada La Picha
31	Uña de Gato	SA - 07	Suratá Alto	Río Suratá
32	Panaga	SA - 06	Suratá Alto	Río Suratá
33	Puente Panaga	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	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

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA				
Id	Estación	Código estación	Microcuenca	Fuente
47	Las Olas	RC - 02A	Río Playón	Río Cachirí
48	Puente Arturo	SG-01A	Río Salamaga	Río Silgara
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 (Mensuli)	RM - 01	Río Chicamocha	Río Manco
55	Pescadero (Umpalá)	UP - 01	Río Chicamocha	Río Umpalá
56	Platacero	MS - 05	Río Frío	Quebrada Mensuli o La Estancia
57	Autopista	AZ - 07	Río Frío	Quebrada Aranzoque o Mensuli
58	Cañaverál	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	La Baja	QLB - 01	Q. La Baja	Quebrada La Baja o Páez
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		RO-O-4H	Oro Medio	Río de Oro
71		RO-O-2A	Oro Bajo	Río de Oro

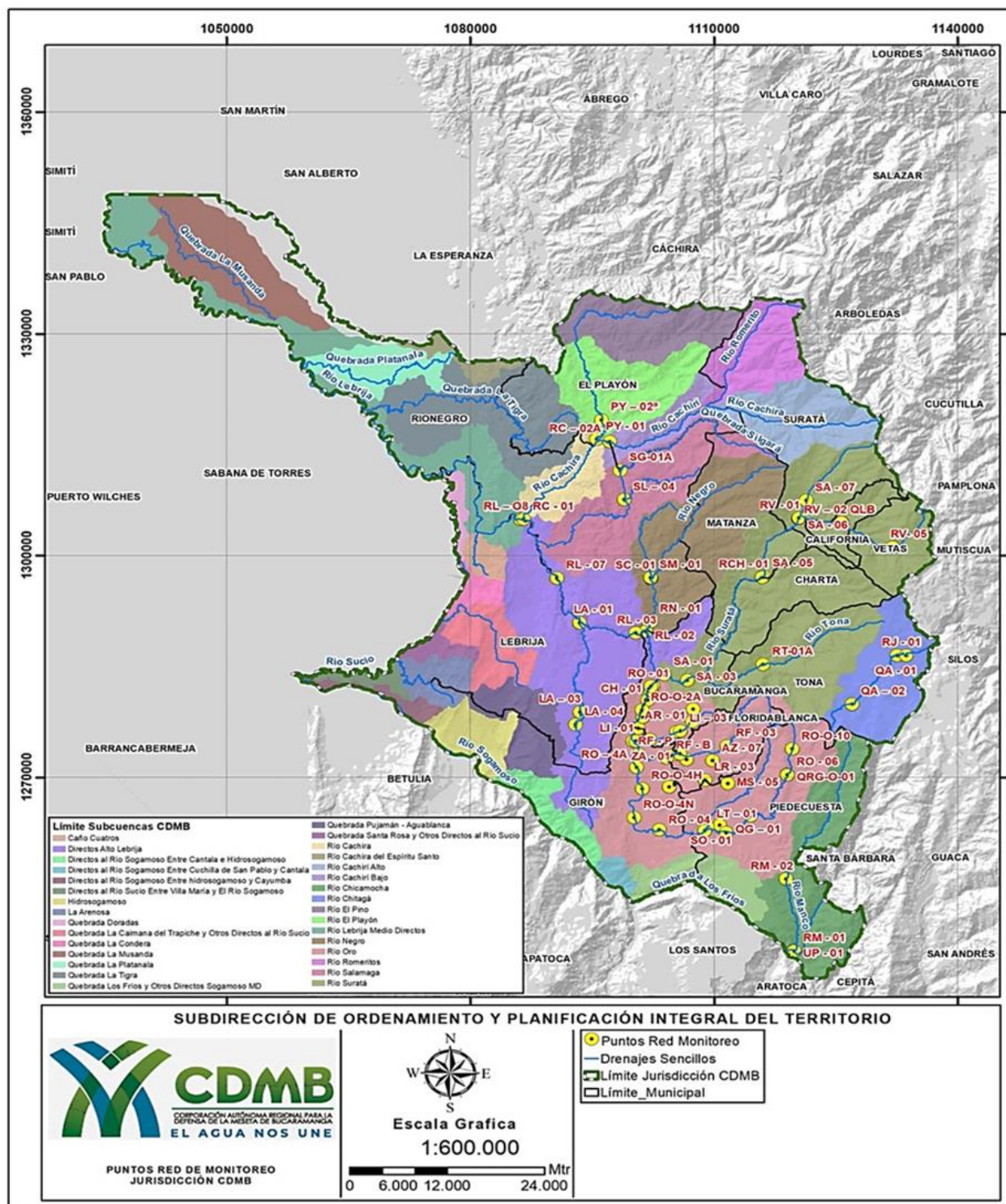


Imagen 1. Ubicación de puntos de monitoreo en la Jurisdicción de la CDMB. Fuente CDMB.

2.1 Estación hidrológica y de calidad RL-02 BOCAS

En el mes de diciembre del año 2019, entró en funcionamiento la estación hidrológica y de calidad automática ubicada en las coordenadas 1289688N 1101719E, punto de monitoreo RL-02, corregimiento de Bocas, Municipio de Rionegro, la cual monitorea el caudal y parámetros de calidad en la corriente hídrica del río Lebrija.

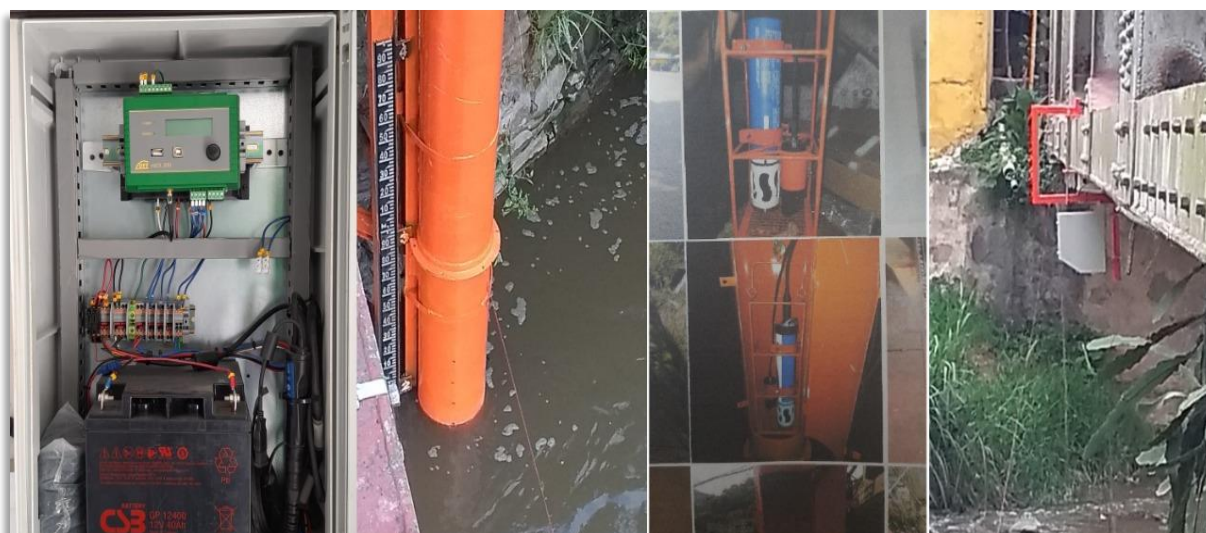


Imagen 2. Estación hidrológica Bocas. Fuente CDMB.

2.2 Parámetros evaluados en la red de monitoreo de calidad del agua

En cada punto o estación de monitoreo se realiza la medición de caudal, parámetros in situ y analizan parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, que permiten establecer la calidad de las corrientes de acuerdo con el Índice de Calidad de Agua; datos consolidados en la Tabla 2:

Tabla 2. Parámetros evaluados fisicoquímicos y microbiológicos

PARÁMETROS	
1. Alcalinidad Total	15. Coliformes Termotolerantes NMP
2. Dureza Total	16. Cianuro
3. Demanda Química de Oxígeno DQO	17. Mercurio

PARÁMETROS	
4. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5	18. Hierro
5. Fósforo Total	19. Cobre
6. Nitrógeno Amoniacal	20. Cadmio
7. Nitrógeno Total Kjeldahl NTK	21. Cromo
8. Turbidez	22. Manganeseo
9. Nitritos	23. Plomo
10. Nitratos	24. Zinc
11. Sólidos Totales	25. Níquel
12. Sólidos Suspendidos	26. Aluminio
13. Sólidos Sedimentables	27. Arsénico
14. Coliformes Totales	

Los parámetros numerados del 16 al 27 (Tabla 2), se miden específicamente para los puntos de monitoreo ubicados en la zona minera. Así mismo los parámetros de campo se miden en todos los puntos de monitoreo y muestran en la Tabla 3.

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

Parámetro	Método
Datos de Campo	Equipo y/o Materiales
28. Temperatura del Agua	Termómetro (Sonda Multiparámetro)
29. Lectura Nivel de las corrientes	Mira Limnimétricas
30. Caudal	Aforo con Molinete
31. Temperatura del Ambiente	Termómetro (Sonda Multiparamétrica)
32. Caudal	Aforo con Molinete
33. pH	Standard Methods 4500 H+ B

Parámetro	Método
Datos de Campo	Equipo y/o Materiales
34. Oxígeno Disuelto	Sonda Multiparamétrica
35. Conductividad	Sonda Multiparamétrica
36. Presión	Sonda Multiparamétrica

2.3 Análisis de calidad del agua

Obtenida toda la información fisicoquímica y microbiológica proveniente de las campañas de monitoreo se procede a la tabulación, procesamiento y análisis, para lo cual se realiza una representación gráfica que compara los datos de los últimos años donde se puede observar el comportamiento de las corrientes en un período de tiempo determinado.

La recopilación de valores en rangos determinados para cada corriente, permitió diseñar gráficas para identificar la tendencia en la calidad y evidenciar afectaciones o contaminaciones atípicas.

2.3.1 Índice de Calidad del Agua

El índice de calidad del agua (ICA) es un indicativo de las condiciones de calidad física, química y microbiológica de las corrientes y cuerpos de agua. El indicador muestra problemas de contaminación en un punto determinado, para un intervalo de tiempo específico y favorece la representación del estado general del agua y las posibilidades o limitaciones para determinados usos en función de variables seleccionadas, mediante ponderaciones y agregación de variables físicas, químicas y microbiológicas. (IDEAM, 2010a).

A partir del año 2019 la CDMB adoptó el modelo de cálculo del IDEAM, contenido en la guía

Lineamientos Conceptuales y Metodológicos para la Evaluación Regional del Agua-2013 con el fin de determinar el Índice de Calidad del agua calculado con siete (7) parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Además, teniendo en cuenta que en Colombia el estudio y la formulación de Índices de Calidad del Agua ha sido abordado desde 1997 principalmente por Alberto Ramírez González; el conjunto de Índices de contaminación denominados ICO's, tuvieron su base en los resultados de análisis multivariados de componentes principales de común utilización en monitoreo 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. De acuerdo con Ramírez y Viña, 1998 y Ramírez et al., 1999, las correlaciones halladas entre múltiples variables fisicoquímicas dieron origen los cuatro índices de contaminación complementarios e independientes. En consecuencia, la CDMB calcula también los cuatro (4) índices de contaminación para sus corrientes: índice de contaminación por mineralización – ICOMI, índice de contaminación por Materia Orgánica – ICOMO, índice de contaminación por Sólidos Suspendidos – ICOSUS e índice de contaminación Tráfico – ICOTRO.

2.3.1.1 Cálculo del Índice de Calidad del Agua - ICA's IDEAM

La CDMB realizó el cálculo del ICA con 7 variables, con inclusión de un parámetro microbiológico, conforme a la propuesta del Instituto de Meteorología y Estudios ambientales – IDEAM.

Tabla 4. Variables ICA (IDEAM)

ICA (7 variables – Incluye Coliformes fecales)		
Variable	Expresada como	Peso de importancia
Oxígeno Disuelto	% saturación	0.16
Sólidos en suspensión	mg/L	0.14
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	0.14
Conductividad eléctrica	μS/cm	0.14
Relación N total / F total	(mg/L)/(mg/L)	0.14
pH	Unidades de pH	0.14
Coliformes fecales	UFC/100 ml	0.14

$$ICA = \sum_{I=0}^n w_i * l_i$$

Dónde:

ICA: Índice de calidad del agua,

w_i: Ponderación,

l_i: Valor calculado de la variable i.

Descripción metodológica:

La ponderación de las variables físicas, químicas y microbiológicas puede variar en función de la relevancia para análisis específicos de condiciones de calidad de aguas. (IDEAM, 2010a).

Los indicadores ICA básicamente son una expresión de un número de parámetros que permiten valorar el recurso hídrico para un determinado uso.

Cálculo del porcentaje de saturación de Oxígeno Disuelto – OD:

- Obtener las mediciones de: OD

Temperatura del agua en °C – T

Altura sobre el nivel del mar del sitio-Altitud

- Para calcular la Presión no estándar – P, se debe obtener:
- Medición del OD
- Medición de la temperatura del agua en °C - T
- Valor de la altura sobre el nivel del mar del sitio – altitud.

Con los datos anteriores calcule la Presión no estándar – P, donde:

$$P = 1 - (0.02667 * \frac{\text{altitud}}{760})$$

- Hallar la temperatura TE, que corresponde a la temperatura del agua en K, donde:

$$TE = T + 273.15$$

- Establecer la concentración de equilibrio de oxígeno C*, a la presión de 1 atmosfera, donde:

$$C^* = EXP \left(\left(-139.3441 + \left(\frac{157570.1}{TE} \right) - \left(\frac{66423080}{TE^2} \right) - \left(\frac{12438000000}{TE^3} \right) - \left(\frac{862194900000}{TE^4} \right) \right) \right)$$

- Determinar el Factor de corrección de la temperatura, donde T está en °C, a condiciones estándar (nivel del mar), donde:

$$\theta = 0.000975 - (1.426 * 10^{-5} * T) + (6.436 * 10^{-8} * T^2)$$

- Obtener la Presión parcial de vapor de agua – PW en atmosferas, en función de TE, donde:

$$PW = EXP \left(11.8571 - \left(\frac{3840.7}{TE} \right) - \left(\frac{216921}{TE^2} \right) \right)$$

- Estimar la concentración de equilibrio de oxígeno – Cp, a la presión no estándar, es decir, oxígeno de saturación, donde:

$$Cp = C^* * P * \left(\frac{\left(\left(1 - \frac{PW}{P} \right) * (1 - \theta * P) \right)}{(1 - P) * (1 - \theta)} \right)$$

- Hallar el Porcentaje de saturación – PS de oxígeno disuelto, donde:

$$PS = \frac{T * 100}{Cp}$$

- Calcular el Índice de saturación de oxígeno disuelto – OD

$$Si PS < 100\%, \quad OD = 1 - (1 - 0.01 * PS)$$

$$Si PS > 100\%, \quad OD = 1 - (0.01 * PS - 1)$$

Cálculo del Subíndice de calidad para Solidos suspendidos totales, ISST, donde

- Si SST ≤ 4.5, entonces ISST=1
- ISST = 1 - (- 0.02 + 0.003 * SST (mg / L))
- Si SST ≥ 320, entonces ISST = 0

Cálculo del Índice de Demanda Química de Oxígeno, DQO, donde

- Si $DQO \leq 20$, entonces $I_{DQO} = 0.91$
- Si $20 < DQO \leq 25$, entonces $I_{DQO} = 0.71$
- Si $25 < DQO \leq 40$, entonces $I_{DQO} = 0.51$
- Si $40 < DQO \leq 80$, entonces $I_{DQO} = 0.26$
- $DQO > 80$, entonces $I_{DQO} = 0.15$

En caso de no tener los datos sobre nitrógeno total y fósforo total, sino las especies solubles

Nitrato y Fosfato, se debe utilizar el cociente: NO_3/PO_4

- Si $N/P \geq 15$, entonces $I_{N/P} = 0.80$
- Si $10 < N/P < 15$, entonces $I_{N/P} = 0.60$
- Si $5 < N/P \leq 10$, entonces $I_{N/P} = 0.35$
- Si $N/P \leq 5$, entonces $I_{N/P} = 0.15$

Cálculo del índice de Conductividad eléctrica, donde:

- $I_{Cond} = 1 - 10^{(-326 + 1.34 \log_{10}(\text{Conductividad}))}$
- Cuando $I_{Cond} < 0$, entonces $I_{Cond} = 0$

Cálculo de índice de pH, I_{pH} :

- Si $pH < 4$, entonces $I_{pH} = 0,10$
- Si $4 < pH \leq 7$, entonces $I_{pH} = 0,2628419 * e^{(pH * 0.520025)}$
- Si $7,1 < pH \leq 8$, entonces $I_{pH} = 1$
- Si $8,1 < pH \leq 11$, entonces $I_{pH} = 1 * e^{((pH-8) * -0.5187742)}$
- Si $pH > 11,1$, entonces $I_{pH} = 0,10$

Una vez determinados todos los subíndices, se debe calcular el valor ponderado:

$$\text{Valor ponderado} = \text{Ponderación} * \text{Valor de cada subíndice}$$

Finalmente, el ICA es equivalente a la sumatoria de los valores ponderados.

Tabla 5. Intervalos ICA (IDEAM)






Categorías de valores que puede tomar el indicador	Calificación de la calidad de agua	Señal de alerta
0.00 – 0.25	Muy Mala	Rojo
0.26 – 0.50	Mala	Naranja
0.51 – 0.70	Regular	Amarillo
0.71 – 0.90	Aceptable	Verde
0.91 – 1.00	Buena	Azul

2.3.1.2 Índices de contaminación ICO'S

Los rangos de contaminación ICO se encuentran discriminados en la Tabla 6.

Tabla 6. Rangos establecidos para los índices de contaminación del agua - ICO's

Rango de establecimiento de índices ICO's

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

2.3.1.2.1 Índice de contaminación por mineralización – ICOMI

El ICOMI es el valor promedio de los índices de las variables de conductividad, dureza y alcalinidad, 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, indican una alta contaminación.

$$\text{ICOMI} = 1/3 * (\text{IConductividad} + \text{IDureza} + \text{IAlcalinidad})$$

I Conductividad = 10 Log I Conductividad

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

I Dureza: Se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I \text{ Dureza} = 10 \text{ Log } I \text{ Dureza}$$

Durezas mayores a 110 mg/l tienen un I Dureza = 1

Durezas menores a 30 mg/l tienen un I Dureza = 0

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

Alcalinidad. mayor a 250 mg/l tiene un I Alcalinidad = 1

Alcalinidad. menor a 50 mg/l tiene un I Alcalinidad = 0

2.3.1.2.2 Índice de contaminación por Materia Orgánica – ICOMO

Se expresa con diferentes variables fisicoquímicas como la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Coliformes Totales y porcentaje de Saturación de Oxígeno, las cuales 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:

$$ICOMO = 1/3 * (IDBO + IColiformes \text{ Totales} + IOxígeno \%)$$

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

DBO mayores a 30 mg/l tienen $I_{DBO} = 1$

DBO menores a 2 mg/l tienen $I_{DBO} = 0$

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

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

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

$$I\%Oxígeno = 1 - 0.01\%Oxígeno$$

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

Es importante resaltar que sistemas loticos con porcentajes de saturación mayor a 100%, son ventajosos e indicativos de una buena capacidad de re-aireación de los recursos hídricos.

2.3.1.2.3 Índice de contaminación por Sólidos Suspendidos – ICOSUS

Se determina mediante la concentración de sólidos suspendidos, los cuales están ligados a compuestos inorgánicos.

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

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

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

2.3.1.2.4 Índice de contaminación Trófico – ICOTRO

Este índice se determina con la variable fósforo total, y su concentración define una de las siguientes categorías:

-Oligotrófico < 0.01 (mg/l)	-Eutrófico 0.02 - 1 (mg/l)
-Mesotrófico 0.01 - 0.02 (mg/l)	-Hipereutrófico > 1 (mg/l)

Tabla 7. Rangos establecidos para el ICOTRO.

ICOTRO	
Oligotrófico	<0.01
Mesotrófico	0.01 - 0.02
Eutrófico	>0.02 - 1
Hipereutrófico	>1

Fuente: Ramírez et al. (1999)

2.4 Resultados del programa de monitoreo

Los resultados de los ICA's en los puntos monitoreados durante el año 2020, se reportan a continuación:

Tabla 8. Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo 2020

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2020	CALIDAD	SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2020	CALIDAD
1	Río Suratá	SA-07	0.78 Aceptable	37	Río Salamaga	SL-04	0.77 Aceptable
2	Río Suratá	SA-06	0.78 Aceptable	38	Río Cáchira	RC-01	0.73 Aceptable
3	Río Suratá	SA-05	0.75 Aceptable	39	Río Cachiri	RC-02A	0.57 Regular
4	Río Suratá	SA-03	0.76 Aceptable	40	Q. La Angula	LA-04	0.76 Aceptable
5	Río Suratá	SA-01	0.74 Aceptable	41	Q. La Angula	LA-03	0.27 Mala
6	Río Vetas	RV-05	0.43 Mala	42	Q. La Angula	LA-01	0.78 Aceptable
7	Río Vetas	RV-02	0.66 Regular	43	Río Playonero	PY-02A	0.78 Aceptable
8	Río Vetas	RV-01	0.69 Regular	44	Río Playonero	PY-01	0.71 Aceptable
9	Río Tona	RT-01A	0.71 Aceptable	45	Río Manco	RM-02	0.81 Aceptable
10	Río Charta	RCH-01	0.80 Aceptable	46	Río Manco	RM-01	0.68 Regular
11	Río de Oro	RO-O-10	0.80 Aceptable	47	Q. La Ruitoca	LR-03	0.76 Aceptable
12	Río de Oro	RO-06	0.81 Aceptable	48	Q. La Ruitoca	LR-02	0.76 Aceptable
13	Río de Oro	RO-05	0.78 Aceptable	49	Río Frío	RF-03	0.80 Aceptable
14	Río de Oro	RO-O-2PA	0.45 Mala	50	Río Frío	RF-P	0.51 Regular
15	Río de Oro	RO-04	0.46 Mala	51	Río Frío	RF-B	0.30 Mala
16	Río de Oro	RO-O-4N	0.64 Regular	52	Río Frío	RF-1A	0.35 Mala
17	Río de Oro	RO-O-4H	0.61 Regular	53	Q. Aran- Mensuli	MS-05	0.57 Regular
18	Río de Oro	RO-4A	0.58 Regular	54	Q. Aran- Mensuli	AZ-07	0.59 Regular
19	Río de Oro	RO-02	0.46 Mala	55	Q. Aran- Mensuli	AZ-1A	0.52 Regular
20	Río de Oro	RO-O-2A	0.50 Mala	56	Q. Zapamanga	ZA-01	0.66 Regular
21	Río de Oro	RO-01	0.45 Mala	57	Q. La Flora	LF-01	0.64 Regular
22	Q. El Rasgón	QRG-O-01	0.80 Aceptable	58	Q. La Cascada	CS-01	0.62 Regular
23	Q. Grande	QG-01	0.68 Regular	59	Q. La Iglesia	LI-03	0.37 Mala
24	Q. Soratoque	SO-01	0.66 Regular	60	Q. La Iglesia	LI-01	0.36 Mala
25	Río Lato	LT-01	0.55 Regular	61	Q. El Macho	MA-01	0.59 Regular
26	Q. Chimita	CA-01	0.44 Mala	62	Q. Guacamaya	GY-01	0.41 Mala
27	Q. Cuyamita	CY-01	0.46 Mala	63	Q. El Carrasco	DC-01	0.51 Regular
28	Q. La Argelia	AR-01	0.38 Mala	64	Q. Samacá	SM-01	0.78 Aceptable
29	Q. Las Navas	LN-01	0.29 Mala	65	Q. Santa Cruz	SC-01	0.80 Aceptable

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2020	CALIDAD	SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2020	CALIDAD
30	Q. La Picha	LP-01	0.26 Mala	66	Río Silgará	SG-01A	0.87 Aceptable
31	Q. Chapinero	CH-01	0.34 Mala	67	Río Umpalá	UP-01	0.79 Aceptable
32	Río Lebrija	RL-08	0.70 Regular	68	Q. Arenales	QA-02	0.85 Aceptable
33	Río Lebrija	RL-07	0.59 Regular	69	Q. Arenales	QA-01	0.76 Aceptable
34	Río Lebrija	RL-03	0.60 Regular	70	Río Jordán	RJ-01	0.75 Aceptable
35	Río Lebrija	RL-02	0.54 Regular	71	Q. La Baja	QLB-01	0.65 Regular
36	Río Negro	RN-01	0.80 Aceptable				

2.4.1 Comparación de los índices de calidad 2019 - 2020

Los promedios anuales de los Índices de Calidad de Agua – ICAS para los años 2019 y 2020, se muestran en la tabla 9

Tabla 9. Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo años, 2019 y 2020.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	2019		2020	
		ICA	Calidad	ICA	Calidad
1	Río Suratá	SA-07	0.74 Aceptable	0.78 Aceptable	0.78 Aceptable
2	Río Suratá	SA-06	0.74 Aceptable	0.78 Aceptable	0.78 Aceptable
3	Río Suratá	SA-05	0.74 Aceptable	0.75 Aceptable	0.75 Aceptable
4	Río Suratá	SA-03	0.73 Aceptable	0.76 Aceptable	0.76 Aceptable
5	Río Suratá	SA-01	0.57 Regular	0.74 Aceptable	0.74 Aceptable
6	Río Vetas	RV-05	0.63 Regular	0.43 Mala	0.43 Mala
7	Río Vetas	RV-02	0.67 Regular	0.66 Regular	0.66 Regular
8	Río Vetas	RV-01	0.68 Aceptable	0.69 Regular	0.69 Regular
9	Río Tona	RT-01A	0.72 Aceptable	0.71 Aceptable	0.71 Aceptable
10	Río Charta	RCH-01	0.80 Aceptable	0.80 Aceptable	0.80 Aceptable
11	Río de Oro	RO-O-10	0.76 Aceptable	0.80 Aceptable	0.80 Aceptable
12	Río de Oro	RO-06	0.72 Aceptable	0.81 Aceptable	0.81 Aceptable
13	Río de Oro	RO-05	0.67 Regular	0.78 Aceptable	0.78 Aceptable
14	Río de Oro	RO-O-2PA	0.45 Mala	0.45 Mala	0.45 Mala
15	Río de Oro	RO-04	0.50 Mala	0.46 Mala	0.46 Mala
16	Río de Oro	RO-O-4N	0.58 Regular	0.64 Regular	0.64 Regular
17	Río de Oro	RO-O-4H	0.53 Regular	0.61 Regular	0.61 Regular
18	Río de Oro	RO-4A	0.50 Mala	0.58 Regular	0.58 Regular
19	Río de Oro	RO-02	0.39 Mala	0.46 Mala	0.46 Mala
20	Río de Oro	RO-O-2A	0.38 Mala	0.50 Mala	0.50 Mala
21	Río de Oro	RO-01	0.39 Mala	0.45 Mala	0.45 Mala
22	Q. El Rasgón	QRG-O-01	0.78 Aceptable	0.80 Aceptable	0.80 Aceptable

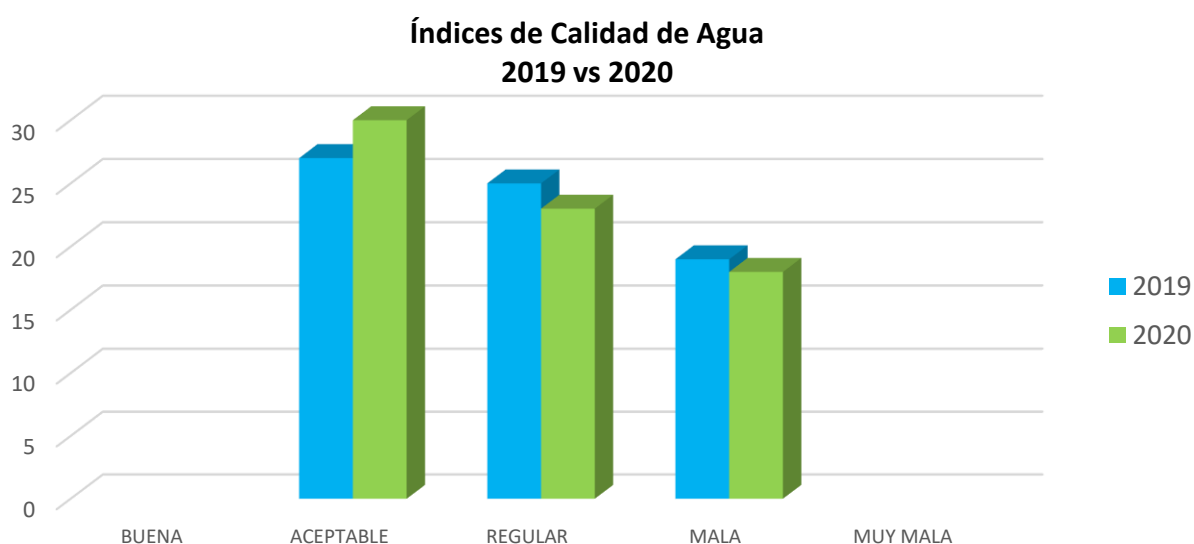
SITIO DE MUESTREO	PUNTO	2019		2020	
		ICA	Calidad	ICA	Calidad
23	Q. Grande	QG-01	0.70 Regular	0.68 Regular	
24	Q. Soratoque	SO-01	0.63 Regular	0.66 Regular	
25	Río Lato	LT-01	0.60 Regular	0.55 Regular	
26	Q. Chimita	CA-01	0.39 Mala	0.44 Mala	
27	Q. La Cuyamita	CY-01	0.46 Mala	0.46 Mala	
28	Q. La Argelia	AR-01	0.51 Regular	0.38 Mala	
29	Q. Las Navas	LN-01	0.40 Mala	0.29 Mala	
30	Q. La Picha	LP-01	0.26 Mala	0.26 Mala	
31	Q. Chapinero	CH-01	0.47 Mala	0.34 Mala	
32	Río Lebrija	RL-08	0.68 Regular	0.70 Regular	
33	Río Lebrija	RL-07	0.64 Regular	0.59 Regular	
34	Río Lebrija	RL-03	0.63 Regular	0.60 Regular	
35	Río Lebrija	RL-02	0.54 Regular	0.54 Regular	
36	Río Negro	RN-01	0.77 Aceptable	0.80 Aceptable	
37	Río Salamaga	SL-04	0.82 Aceptable	0.77 Aceptable	
38	Río Cáchira	RC-01	0.74 Aceptable	0.73 Aceptable	
39	Río Cachiri	RC-02A	0.57 Regular	0.57 Regular	
40	Q. La Angula	LA-04	0.75 Aceptable	0.76 Aceptable	
41	Q. La Angula	LA-03	0.37 Mala	0.27 Mala	
42	Q. La Angula	LA-01	0.72 Aceptable	0.78 Aceptable	
43	Río Playonero	PY-02A	0.81 Aceptable	0.78 Aceptable	
44	Río Playonero	PY-01	0.80 Aceptable	0.71 Aceptable	
45	Río Manco	RM-02	0.78 Aceptable	0.81 Aceptable	
46	Río Manco	RM-01	0.76 Aceptable	0.68 Regular	
47	Q. La Ruitoca	LR-03	0.77 Aceptable	0.76 Aceptable	
48	Q. La Ruitoca	LR-02	0.66 Regular	0.76 Aceptable	
49	Río Frío	RF-03	0.80 Aceptable	0.80 Aceptable	
50	Río Frío	RF-P	0.68 Regular	0.51 Regular	
51	Río Frío	RF-B	0.46 Mala	0.30 Mala	
52	Río Frío	RF-1A	0.40 Mala	0.35 Mala	
53	Q. Aran- Men	MS-05	0.70 Regular	0.57 Regular	
54	Q. Aran- Men	AZ-07	0.56 Regular	0.59 Regular	
55	Q. Aran- Men	AZ-1A	0.58 Regular	0.52 Regular	
56	Q. Zapamanga	ZA-01	0.51 Regular	0.66 Regular	
57	Q. La Flora	LF-01	0.60 Regular	0.64 Regular	
58	Q. La Cascada	CS-01	0.60 Regular	0.62 Regular	
59	Q. La Iglesia	LI-03	0.39 Mala	0.37 Mala	
60	Q. La Iglesia	LI-01	0.45 Mala	0.36 Mala	
61	Q. El Macho	MA-01	0.58 Regular	0.59 Regular	
62	Q. La Guacamaya	GY-01	0.29 Mala	0.41 Mala	
62	Q. El Carrasco	DC-01	0.40 Mala	0.51 Regular	

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	2019		2020	
		ICA	Calidad	ICA	Calidad
64 Q. Samacá	SM-01	0.76	Aceptable	0.78	Aceptable
65 Q. Santa Cruz	SC-01	0.84	Aceptable	0.80	Aceptable
66 Río Silgará	SG-01A	0.83	Aceptable	0.87	Aceptable
67 Río Umpalá	UP-01	0.69	Regular	0.79	Aceptable
68 Q. Arenales	QA-02	0.77	Aceptable	0.85	Aceptable
69 Q. Arenales	QA-01	0.74	Aceptable	0.76	Aceptable
70 Río Jordán	RJ-01	0.74	Aceptable	0.75	Aceptable
71 Q. La Baja	LB-01	0.68	Regular	0.65	Regular

La consolidación de las diferentes categorías para los años 2019 y 2020, se relacionan en la Tabla 10 y Gráfica 1.

Tabla 10. Sumatoria ICAS 2019 -2020.

	ICA's			
	2019	%	2020	%
Buena	0	0 %	0	0 %
Aceptable	27	38 %	30	42 %
Regular	25	35 %	23	32 %
Mala	19	27 %	18	25 %
Muy Mala	0	0 %	0	0 %



Gráfica 1. Índices de Calidad de Agua 2019 vs 2020.

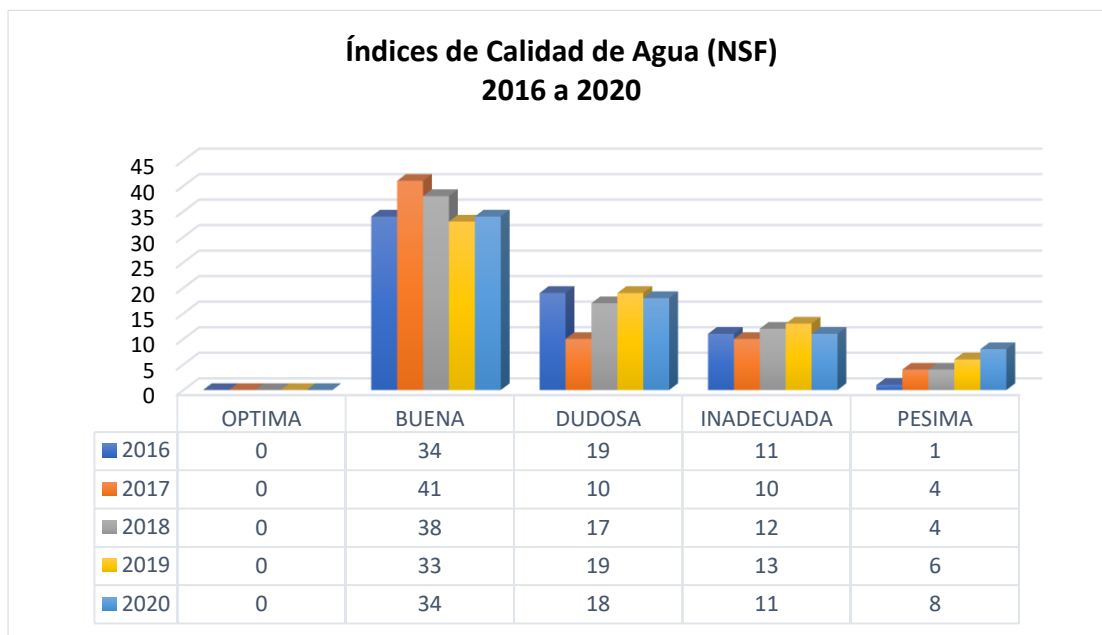
La Tabla 10, evidencia que los ICA´s calculados para el año 2020 se presentan en mayor porcentaje para la calidad aceptable, con un 42% sumando cuatro (4) puntos respecto al año 2019, seguida por la calidad Regular en un 32% disminuyendo en dos (2) puntos respecto al año anterior y la característica “mala calidad” se encuentra en un 25% de las corrientes mostrando una mejora en dos (2) puntos con respecto al año 2019.

Es importante resaltar que en el año 2019 se realizó una transición de formas de cálculo del Índice de Calidad –ICA. Anteriormente se utilizaba el índice de Calidad de Agua "Water Quality Index" (WQI), desarrollado en 1970 por la National Sanitation Foundation (NSF) de Estados Unidos, y a partir del año 2019 se utiliza la forma de cálculo ICA, propuesta por el IDEAM en el ENA 2010. Las Gráficas 2 y 3 presentan el comportamiento de los índices de calidad ICA, calculados con la metodología del IDEAM y la NSF.

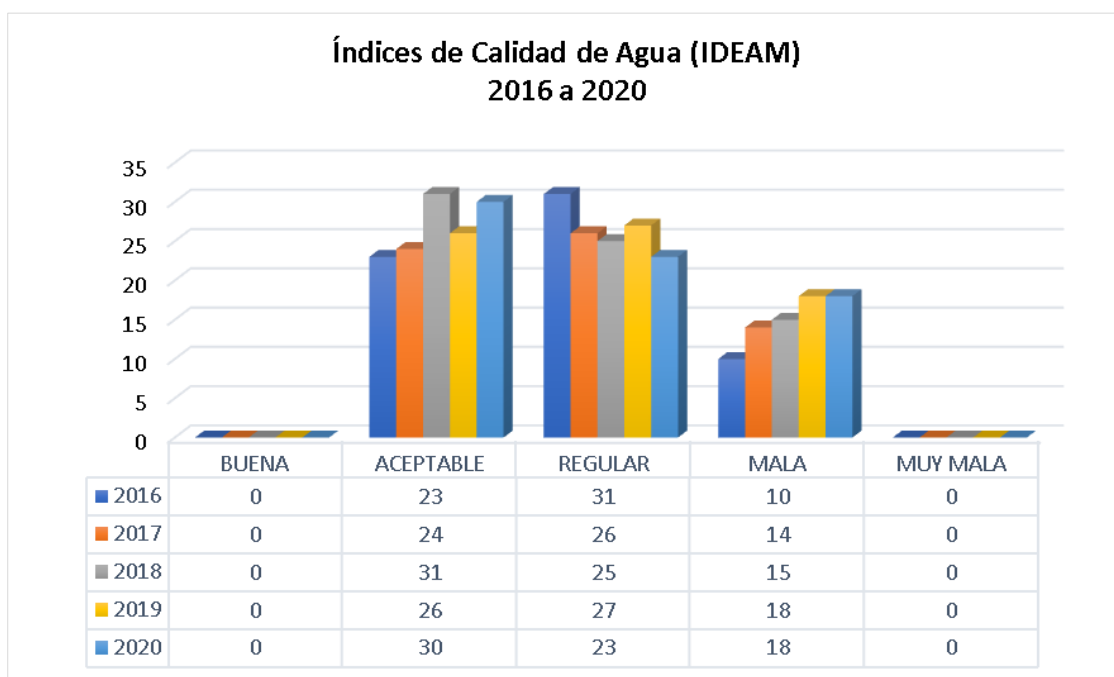
2.4.2 Índices de calidad periodo 2016-2020 NSE e IDEAM

Las Gráficas 2 y 3 representan los índices de calidad para los años 2016 a 2020, utilizando las metodologías NSF e IDEAM.

Se observa que el método del IDEAM es más estricto para categorizar un agua superficial en óptimo o pésimo estado de calidad.

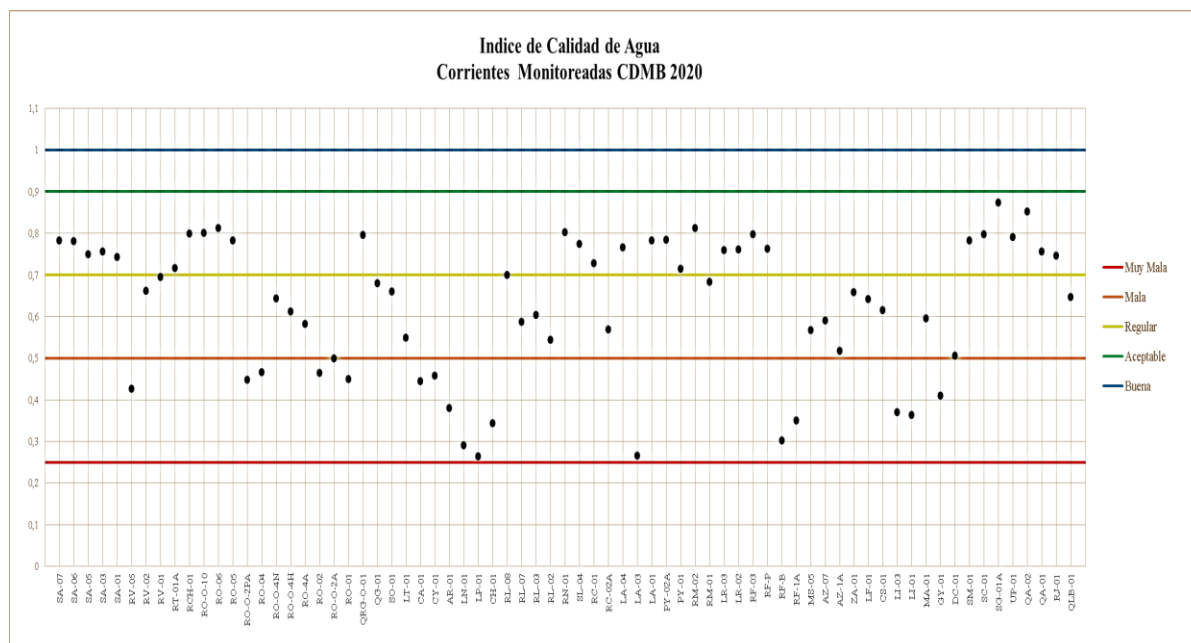


Gráfica 2. Índices de Calidad de Agua (NSF) 2016 a 2020



Gráfica 3. Índices de Calidad de Agua IDEAM 2016 a 2020.

La representación gráfica 4 muestra la ubicación de calidad de los 71 puntos de monitoreo en el año 2020



Gráfica 4. ICAS 2020 en puntos de monitoreo. Fuente CDMB.

2.5 Resultados por Corriente

2.5.1 Río de Oro y sus principales afluentes



Imagen 4. PMDC RO-O2. Fuente CDMB.



Imagen 3. PMDC RO-O-10. Fuente CDMB.

En el cuerpo de agua del río de Oro se monitorearon seis puntos toda su corriente hasta el año 2017, los cuales iniciaban en el punto RO-06 ubicado aguas arriba del casco urbano de Piedecuesta conocidos como El Rasgón, seguido por RO-05 el Conquistador, luego el punto RO-04 ubicado en el punto de monitoreo Palogordo, posteriormente RO-4A Bahondo, RO-02 conocido como Carrizal, ubicado en el sector del mismo nombre y finalmente RO-01 en el sitio conocido como Puente Nariño.

A partir del año 2018 con la ejecución del Plan de Ordenamiento del río de Oro, PORH Río Oro, se adicionaron sobre esta corriente los puntos RO-O-10, RO-O-2PA, RO-0-4N, RO-O-4H, RO-O-2A y además el punto QRG-O-01, Quebrada el Rasgón como tributario, los cuales forman parte del plan de monitoreo de 2020. Así mismo, el río Frio afluente principal del río de Oro, se monitorea en los siguientes cuatro puntos de su recorrido: RF-03 La Esperanza, RF-P El Pórtico, RF-B punto de monitoreo El Caucho y RF-1A Caneyes.

Es importante resaltar que existen otros afluentes al río de Oro, como son las quebradas Grande QG-01 Barroblanco, Sorata SO-01 punto denominado Villa Paulina y río Lato LT-01 conocido como la Batea, ubicados en el municipio de Piedecuesta y en el municipio de Girón la Quebrada la Ruitoca en los puntos LR-02-o El Pílon y LR-03 Cañaveral.

Finalmente, entre los afluentes de las quebradas de la Escarpa de Bucaramanga se encuentran los puntos de monitoreo de la Quebrada la Iglesia en los puntos LI-03 Y LI-01, y sus tributarios Q. El Macho, Q. La Guacamaya GY-01 y la Q. El Carrasco DC-01, Chimita CA-01 en el Parque Industrial, conocido como CY-01 en la quebrada Cuyamita, punto Argelia AR-01 sobre la quebrada La Argelia, en la quebrada Las Navas el punto LN-01 Forjas Navas, el punto en la quebrada

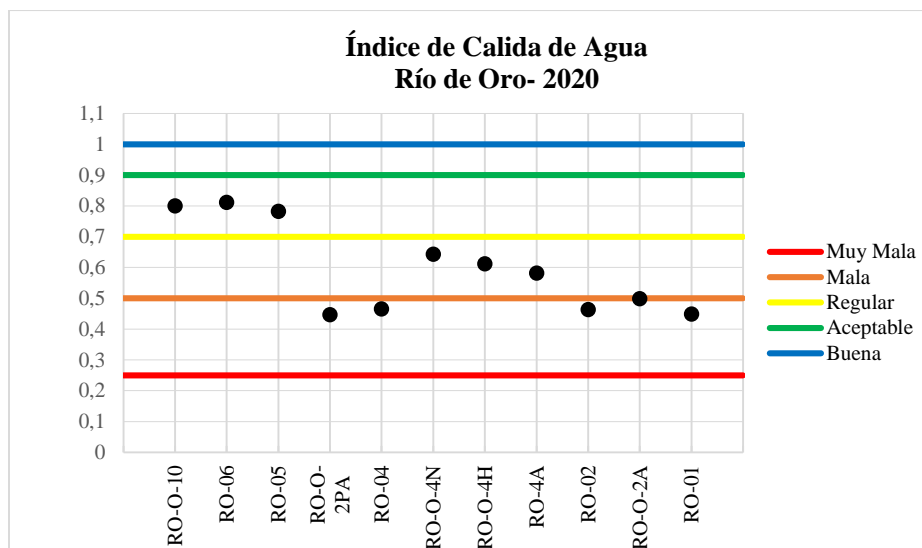
Chapinero CH-01 conocido como Chapinero y en la quebrada La Picha el punto LP-01 Trituradora. Con relación a las corrientes en la escarpa, es importante mencionar que los puntos de monitoreo se ubican antes de la confluencia con el río de Oro.

2.5.1.1 Índice de calidad río de Oro

La Tabla 11 y Grafica 5 muestran los resultados y la representación gráfica del índice de calidad de agua en río de Oro.

Tabla 11. Índice de calidad de agua - río de Oro.

RÍO DE ORO	
PUNTO	ICA 2020
RO-O-10	0.80
RO-06	0.81
RO-05	0.78
RO-O-2PA	0.45
RO-04	0.46
RO-O-4N	0.64
RO-O-4H	0.61
RO-4A	0.58
RO-02	0.46
RO-O-2A	0.50
RO-01	0.45



Gráfica 5. Índices de calidad de agua - río de Oro

Los primeros puntos RO-O-10, RO-06 y RO-05 aguas arriba de la corriente, se ubican en calidad “aceptable” y presentan un bajo grado de contaminación debido a que en ese tramo la concentración de población rural es baja. Los puntos localizados en la parte media del río, RO-O-2PA y RO-04 muestran que el Índice de Calidad de Agua ICA en rango naranja clasificado como “mala” producto del vertimiento del sistema de alcantarillado de Piedecuesta.

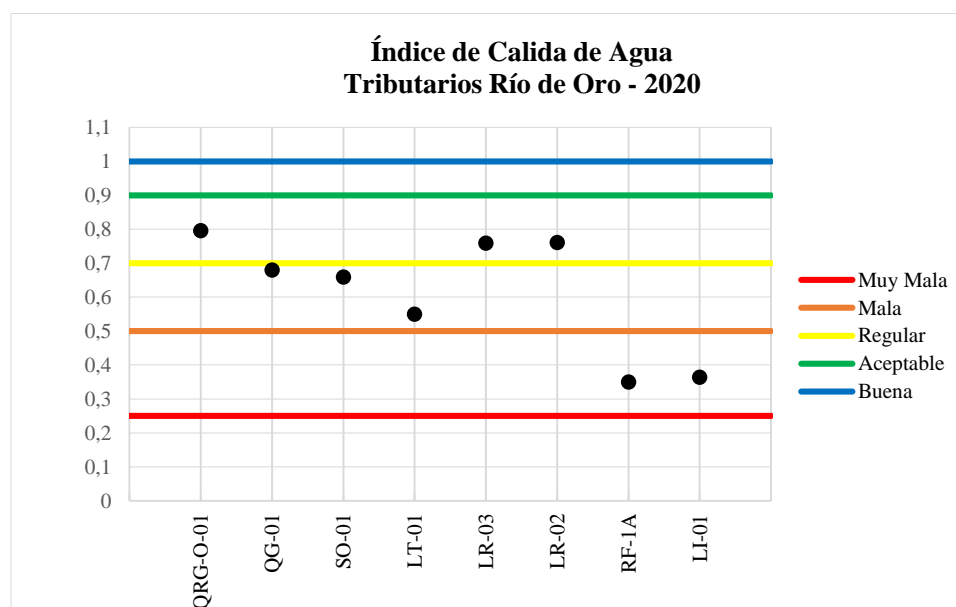
Posteriormente, se observa una ligera mejora de la calidad del agua en los puntos RO-O-4N, RO-O-4H y RO-4A que se clasifican en el descriptor “regular” como consecuencia del recorrido del río por la zona rural entre Piedecuesta y Girón, situación que no representa un impacto tan fuerte como el área urbana. Por último, los puntos de monitoreo ubicados en la parte bajan de la corriente referenciados como RO-02, RO-O-2A y RO-01 presentan un ICA de clasificación “mala”, producto de los vertimientos de alcantarillado de Girón y Bucaramanga.

2.5.1.2 Índice de calidad de agua tributarios río de Oro

Los puntos más críticos con calificación “mala”, corresponden en el río Frio al punto RF-1A y en la quebrada la Iglesia al LI-01 ubicados en Girón y el punto LT-01 que tiene una calificación “regular” localizado en Piedecuesta, estos tres puntos se encuentran en la zona urbana recibiendo vertimientos que aportan materia orgánica, sólidos suspendidos y disueltos.

Tabla 12. Índice de calidad de agua - tributarios río de Oro.

TRIBUTARIOS RIO DE ORO	
PUNTO	ICA 2020
QRG-O-01	0.80
QG-01	0.68
SO-01	0.66
LT-01	0.55
LR-03	0.76
LR-02	0.76
RF-1A	0.35
LI-01	0.36



Gráfica 6. Índice de calidad de agua - tributarios río de Oro

La calidad del agua de la quebrada La Iglesia en el punto LI-01 ubicado antes de la confluencia

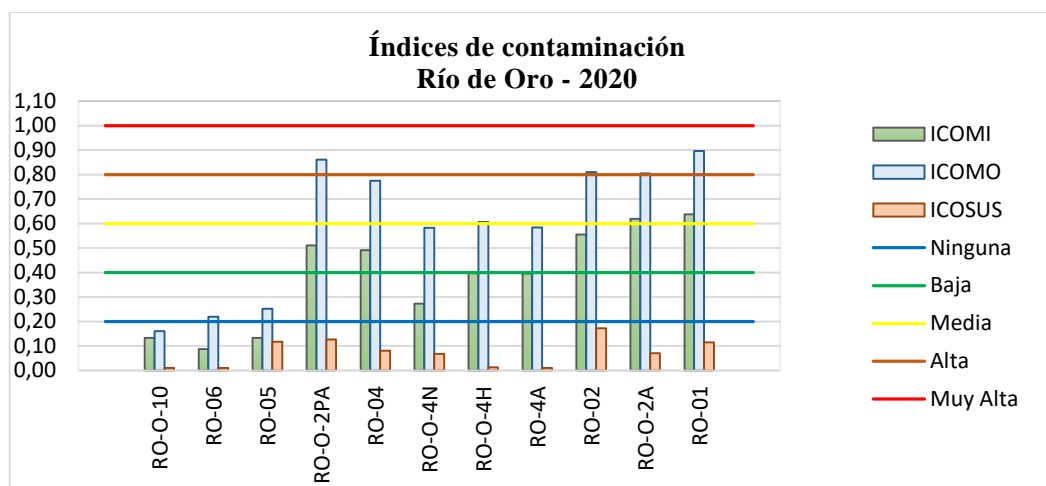
con el río de Oro, es “mala” como consecuencia de los vertimientos de las industrias y establecimientos ubicados en el sector de la autopista Bucaramanga – Girón. La Quebrada el Carrasco paso de mala en 2019 a Regular en 2020, posiblemente se deba a un mejor funcionamiento de la Planta de Tratamiento del Carrasco. La quebrada El Rasgón QRG-O-01 presenta una calidad aceptable, acorde a la ubicación en la parte alta del río de Oro.

2.5.1.3 Índices de Contaminación ICOs río de Oro

Se observa que los índices de contaminación ICOs en la cabecera del río de Oro puntos RO-O-10 a RO-05 presentan contaminaciones entre ninguna y “baja” incrementándose a medida que el río pasa por la parte urbana de Piedecuesta y en el trayecto recibe los vertimientos de las industrias que lo contamina hasta que el índice de contaminación por materia orgánica es alto el índice de contaminación por mineralización también aumenta agua abajo de la corriente, mientras que el índice de contaminación por solidos suspendidos se mantiene estable en categoría Ninguna a lo largo de la trayectoria del río.

Tabla 13. Índices de contaminación - río de Oro

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río de Oro	RO-O-10	0.13	0.16	0.01	0.07
	RO-06	0.09	0.22	0.01	0.08
	RO-05	0.13	0.25	0.12	0.07
	RO-O-2PA	0.51	0.86	0.13	1.63
	RO-04	0.49	0.78	0.08	1.10
	RO-O-4N	0.27	0.58	0.07	0.63
	RO-O-4H	0.40	0.61	0.01	0.63
	RO-4A	0.40	0.58	0.01	0.64
	RO-02	0.56	0.81	0.17	2.27
	RO-O-2A	0.62	0.81	0.07	2.13
	RO-01	0.64	0.90	0.12	2.33



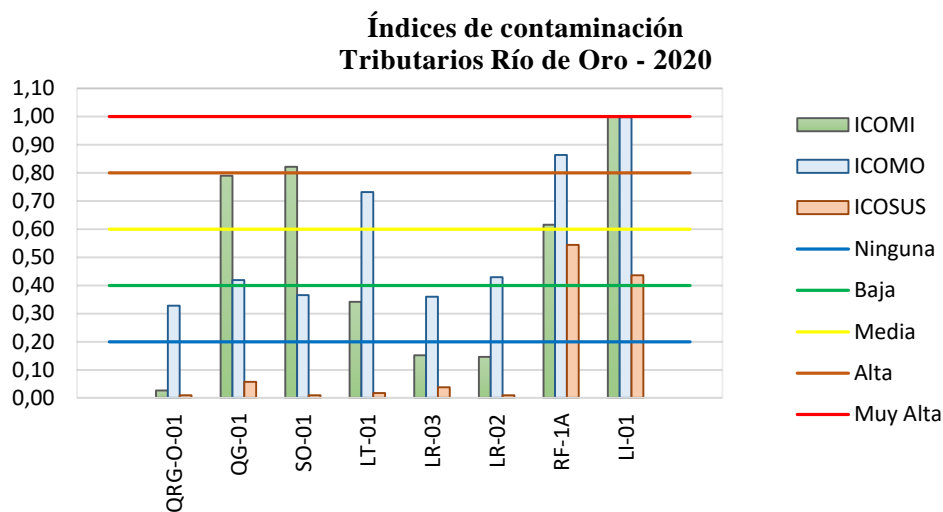
Gráfica 7. Índices de contaminación - río de Oro.

2.5.1.4 Índices de contaminación ICOs tributarios río de Oro

Los tributarios del río Oro que presentan ICOS con grados de contaminación de calidad “Alta” en materia orgánica en los puntos de monitoreo, RF-1A río Frío y LI-01 de la quebrada la Iglesia y esta calificación coincide con los índices de calidad (ICA’S) que se ubican en clasificación mala.

Tabla 14. Índices de contaminación - tributarios río de Oro.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Tributarios Río de Oro	QRG-O-01	0.03	0.33	0.01	0.05
	QG-01	0.79	0.42	0.06	0.07
	SO-01	0.82	0.37	0.01	0.31
	LT-01	0.34	0.73	0.02	0.39
	LR-03	0.15	0.36	0.04	0.05
	LR-02	0.15	0.43	0.01	0.06
	RF-1A	0.62	0.86	0.54	6.65
	LI-01	1.00	1.00	0.44	7.43



Gráfica 8. Índices de contaminación tributarios - río de Oro.

2.5.2 Sistema quebrada La Iglesia



Imagen 6. PMDC CSI-01. Fuente CDMB.



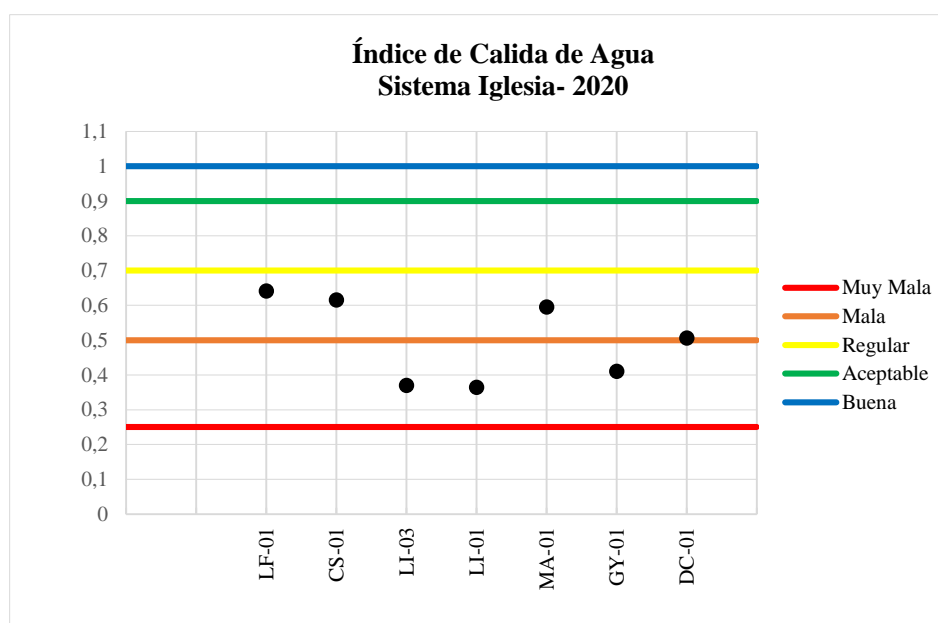
Imagen 5. PMDC LI-01. Fuente CDMB.

La quebrada La Iglesia está conformada por la confluencia de las Quebradas La Flora y La Cascada y tiene en su trayecto dos puntos de monitoreo LI-01 Puente Sena y LI-03 San Luís. Asimismo, en la quebrada la Flora el punto LF-01 el Jardín y en la quebrada la Cascada, el punto CS- 01 La Floresta.

2.5.2.1 Índice de calidad sistema La Iglesia

Tabla 15. Índice de calidad de agua - Sistema Iglesia

SISTEMA IGLESIA	
PUNTO	ICA 2020
LF-01	0.64
CS-01	0.62
LI-03	0.37
LI-01	0.36
MA-01	0.59
GY-01	0.41
DC-01	0.51



Gráfica 9. Índices de calidad de agua - Sistema Iglesia.

Las afluentes a la quebrada La Iglesia se encuentran en categoría de calidad “mala”. La quebrada La Guacamaya GY-01 conocida como Coca-Cola 1, es receptora de vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas.

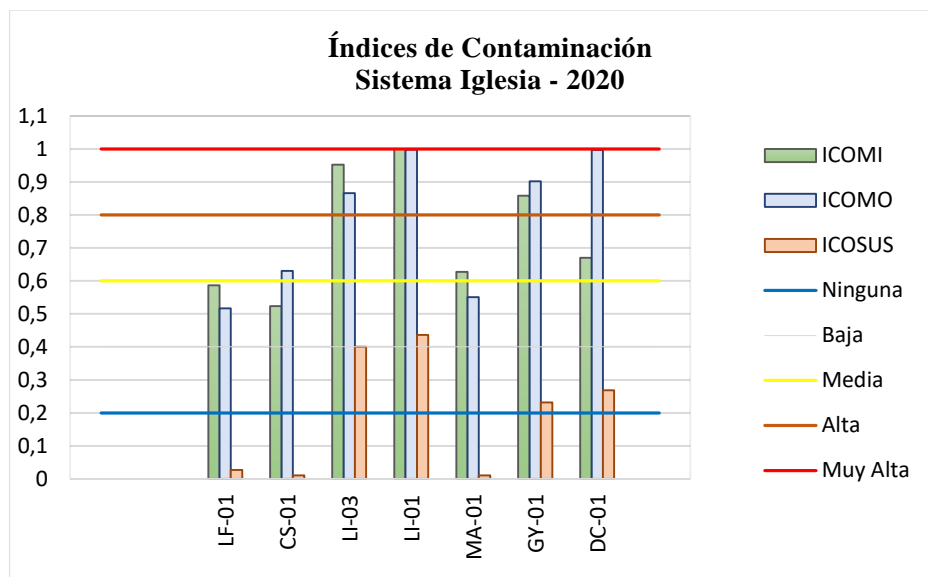
Los tributarios que se encuentran en criterio de calidad “Regular”, son El Carrasco DC-01 Cenfer; quebrada La Flora LF-01, quebrada La Cascada CS-01 y la quebrada el Macho MA-01. Los puntos monitoreados sobre la quebrada La Iglesia LI-01 Puente Sena y LI-03 Barrio San Luís, están en calidad “mala” ya que ha recibido descargas de aguas residuales domésticas provenientes de los alcantarillados de ese sector.

2.5.2.2 Índices de Contaminación ICOs sistema La Iglesia

El índice de contaminación por mineralización ICOMI se encuentra en categoría “muy alta” en los puntos GY-01 y los dos puntos de la quebrada La Iglesia LI-03 y LI-01. El ICOMO muestra categoría “muy alta” en las quebradas Guacamaya GY-01, La Iglesia LI-03; LI-01 y en El Carrasco punto DC-01. Por otra parte, el índice de contaminación de sólidos suspendidos ICOSUS evidencia categorías entre media y ninguna; como se observa en la Tabla 16 y Gráfica 10.

Tabla 16. Índices de contaminación - Sistema Iglesia.

SISTEMA IGLESIA				
PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
ZA-01	0.45	0.47	0.01	0.36
LF-01	0.59	0.52	0.03	0.36
CS-01	0.52	0.63	0.01	0.50
LI-03	0.95	0.87	0.40	4.56
LI-01	1.00	1.00	0.44	7.43
MA-01	0.63	0.55	0.01	0.88
GY-01	0.86	0.90	0.23	1.67
DC-01	0.67	1.00	0.27	4.49



Gráfica 10. Índices de contaminación - Sistema Iglesia.

2.5.3 Quebradas de la escarpa de Bucaramanga



Imagen 7. PMDC LP-01. Fuente CDMB.



Imagen 8. PMDC CA-01. Fuente CDMB.

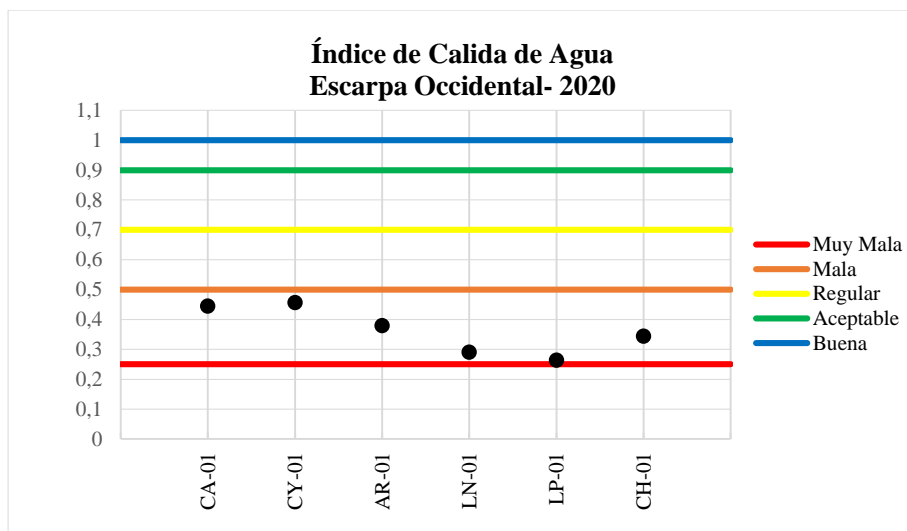
En la Escarpa occidental de Bucaramanga, se monitorean la quebrada Chimitá CA-01 conocida como Chimita, Cuyamita CY-01 Parque Industrial, La Argelia AR-01 denominado Argelia, Las Navas LN- Forjas Navas, Chapinero CH-01 conocido como Forjas Chapinero y La Picha LP-01 Trituradora, con puntos de monitoreo ubicados antes de la confluencia con río de Oro, todos en el grado de calidad “mala” a causa de la recepción de los vertimientos de aguas residuales domésticas.

2.5.3.1. Índices de calidad quebradas de la Escarpa

La Tabla 17 y la Gráfica 11 presentan la categoría de calidad “mala” para todas las quebradas de la escarpa occidental.

Tabla 17. Índice de calidad de agua - Escarpa Occidental.

ESCARPA OCCIDENTAL	
PUNTO	ICA 2020
CA-01	0.44
CY-01	0.46
AR-01	0.38
LN-01	0.29
LP-01	0.26
CH-01	0.34



Gráfica 11. Índices de calidad de agua - Escarpa Occidental

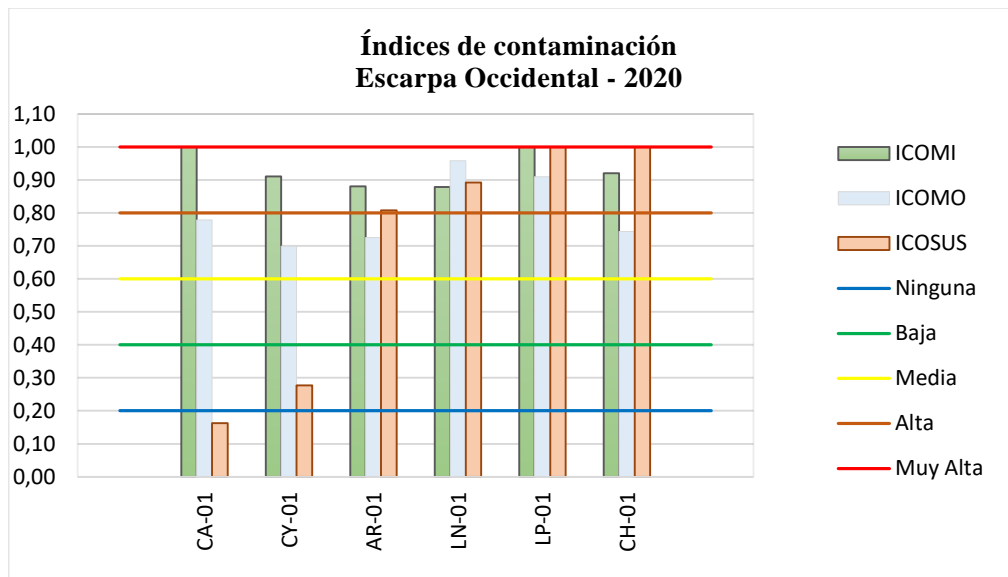
2.5.3.2 Índices de contaminación ICOs Escarpa occidental

En la escarpa occidental de Bucaramanga se observa que, para todos los puntos, los índices de contaminación de materia Orgánica y mineralización se encuentran en calificación “alta” y “muy alta”. La quebrada chimita nace de la unión de las quebradas La Rosita y La Joya, y es receptora de vertimientos domésticos provenientes de uno de los colectores de aguas residuales originarios de la zona urbana de Bucaramanga, su afectación se produce por materia orgánica, solidos suspendidos.

El índice de contaminación más alto lo registró la quebrada La Picha LP-01 y Las Navas LN-01 con todos los índices de contaminación en el rango “muy alta”. (ver Tabla 18 y Gráfica 12)

Tabla 18. Índices de contaminación - Escarpa Occidental

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Q. Chimita	CA-01	1.00	0.78	0.16	4.99
Q. La Cuyamita	CY-01	0.91	0.70	0.28	4.04
Q. La Argelia	AR-01	0.88	0.73	0.81	3.15
Q. Las Navas	LN-01	0.88	0.96	0.89	5.33
Q. La Picha	LP-01	1.00	0.91	1.00	5.95
Q. Chapinero	CH-01	0.92	0.74	1.00	4.62



Gráfica 12. Índices de contaminación - Escarpa Occidental

2.5.4 Río Frío y principales afluentes



Imagen 10. PMDC RF-1A. Fuente CDMB.



Imagen 9. PMDC RF-03. Fuente CDMB.

El río Frío es un afluente importante del río de Oro, y cuenta con cuatro (4) puntos de monitoreo que inician en RF-03 “La Esperanza” con calidad de agua clasificada en “aceptable”, la cual desmejora a lo largo de la corriente y en el punto RF-P “El Pórtico” la calidad pasa a “regular” hasta llegar al punto y RF-1A “Caneyes” en el cual su estado es “mala”.

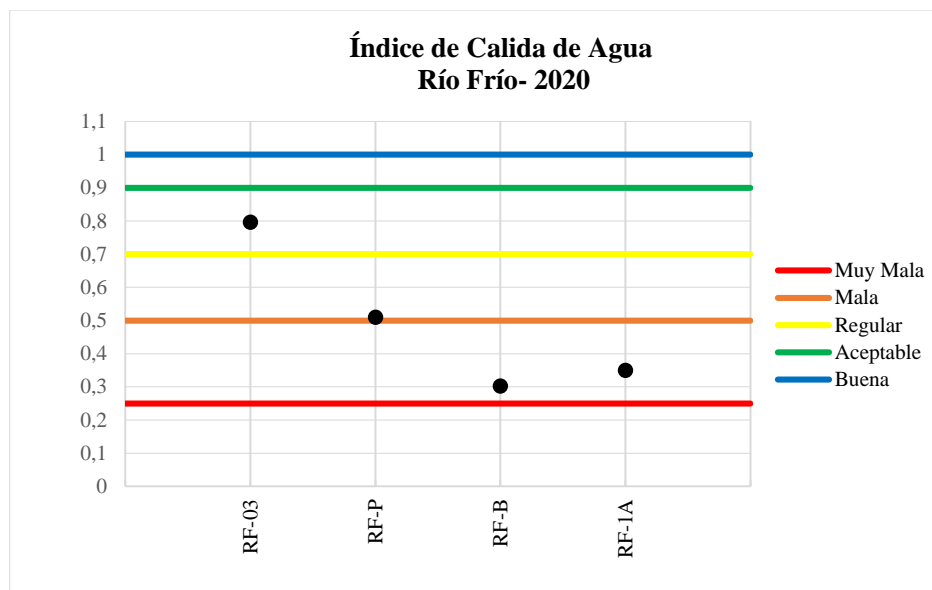
Es importante de resaltar en esta corriente, que en medio del tramo RF-P y RF-B se encuentra ubicada la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Río Frío donde se trata el 100% de las aguas residuales del municipio de Floridablanca y el 11% de la zona sur de Bucaramanga.

2.5.4.1 Índice de calidad ICA río Frío

La Tabla 19 y Gráfica 13 muestra los índices de calidad de agua para río Frío que se encuentran entre categorías “mala” y “regular”.

Tabla 19. Índice de calidad de agua - río Frío

RÍO FRÍO	
PUNTO	ICA 2020
RF-03	0.80
RF-P	0.51
RF-B	0.30
RF-1A	0.35



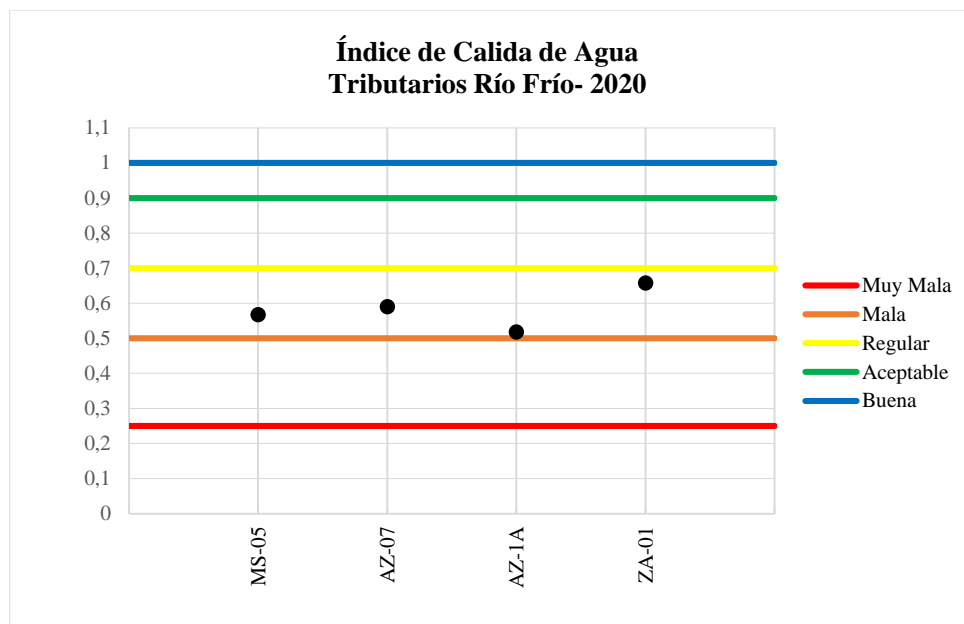
Gráfica 13. Índices de calidad de agua - río Frío

2.5.4.2 Índice de calidad tributarios río Frío

Los afluentes del río Frío, se encuentran bajo la clasificación de calidad “regular”. (ver Tabla 20 y Gráfica 14).

Tabla 20. Índice de calidad de agua - tributarios río Frío

RÍO FRÍO	
PUNTO	ICA 2019
MS-05	0.57
AZ-07	0.59
AZ-1A	0.52
ZA-01	0.66



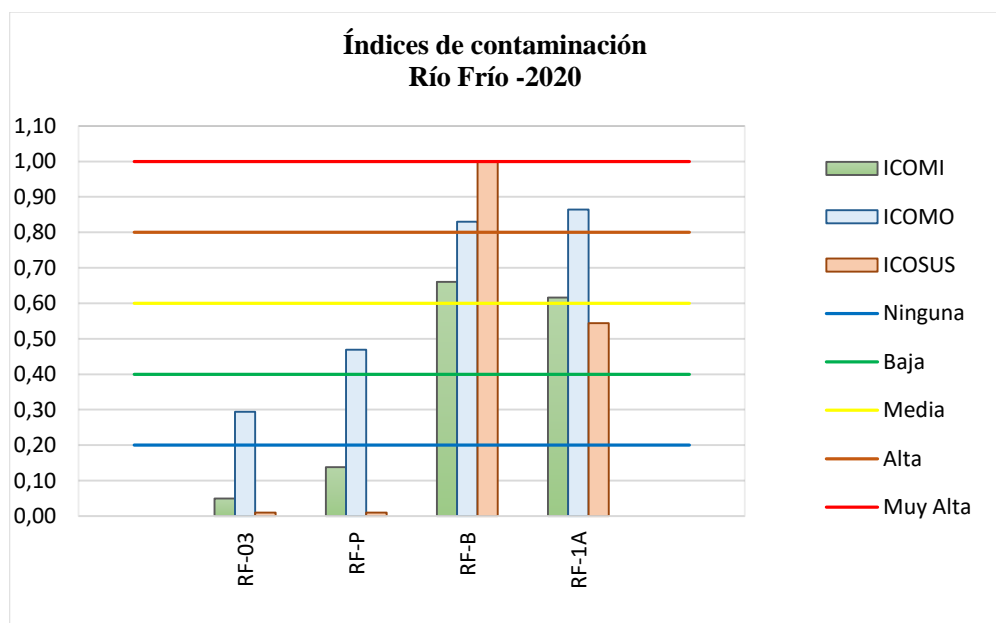
Gráfica 14. Índices de calidad de agua tributarios - río Frío

2.5.4.3 Índices de Contaminación ICOs río Frío

En la Gráfica 15 se observa contaminación “alta “en materia orgánica para los puntos RF-B y RF-1A, y contaminación alta por sólidos suspendidos en el punto RF-B

Tabla 21. Índices de contaminación - río Frío

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Frío	RF-03	0.05	0.29	0.01	0.24
Río Frío	RF-P	0.14	0.47	0.01	0.17
Río Frío	RF-B	0.66	0.83	1.00	9.98
Río Frío	RF-1A	0.62	0.86	0.54	6.65



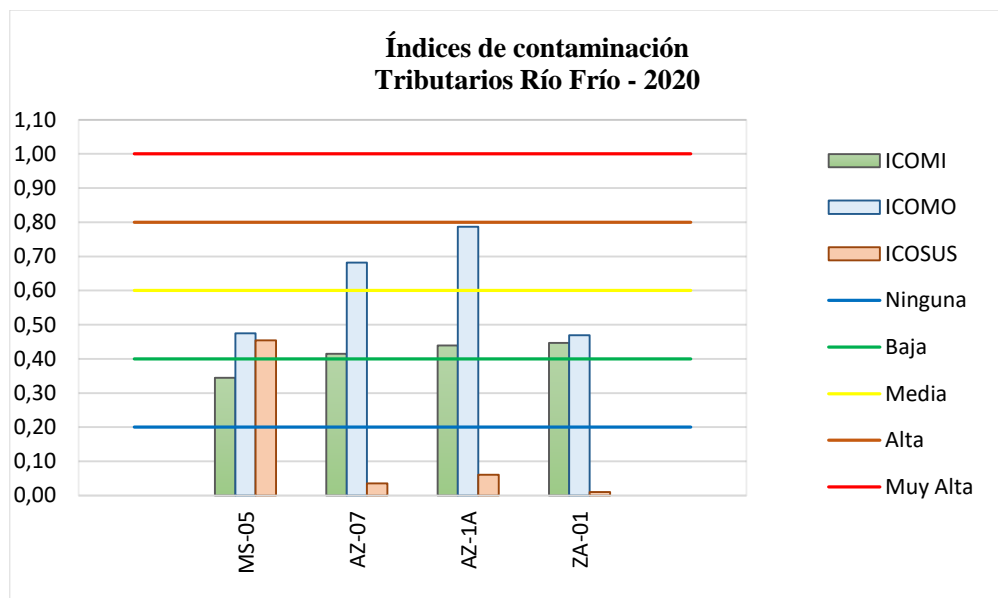
Gráfica 15. Índices de contaminación - río Frío

2.5.4.4 Índices de contaminación tributarios río Frío

Los ICOMOs del afluente Aranzoque, AZ-07 y AZ-1A, presentan calificación “alta”, indicando descargas de material orgánico.

Tabla 22. Índices de contaminación - tributarios río Frío.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Q. Aranzoque- Mensulí	MS-05	0.35	0.48	0.45	0.23
Q. Aranzoque- Mensulí	AZ-07	0.42	0.68	0.04	0.51
Q. Aranzoque- Mensulí	AZ-1A	0.44	0.79	0.06	0.54
Q. Zapamanga	ZA-01	0.45	0.47	0.01	0.36



Gráfica 16. Índices de contaminación tributarios - río Frío.

2.5.5 Río Lebrija y sus afluentes principales

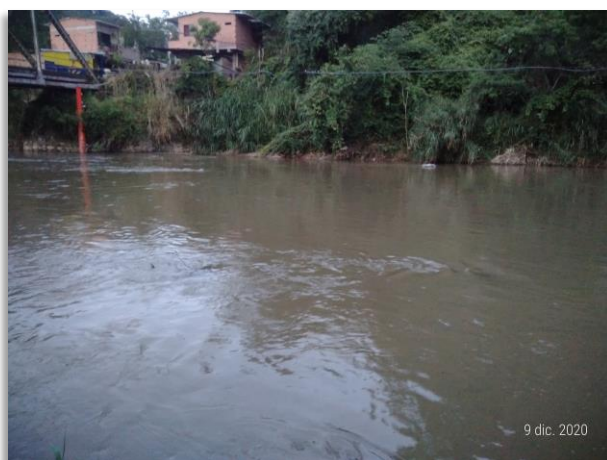


Imagen 11. PMDC RL-02. Fuente CDMB.



Imagen 12. PMDC RL-07. Fuente CDMB.

El río Lebrija en el trayecto que abarca la jurisdicción de la CDMB, cuenta con los siguientes cuatro puntos de monitoreo: RL-02 ubicado en “Bocas” aguas abajo de la unión de los ríos de Oro y Surata, antes de la confluencia con Rionegro, RL-03 en el “Embalse” ubicado aguas abajo del

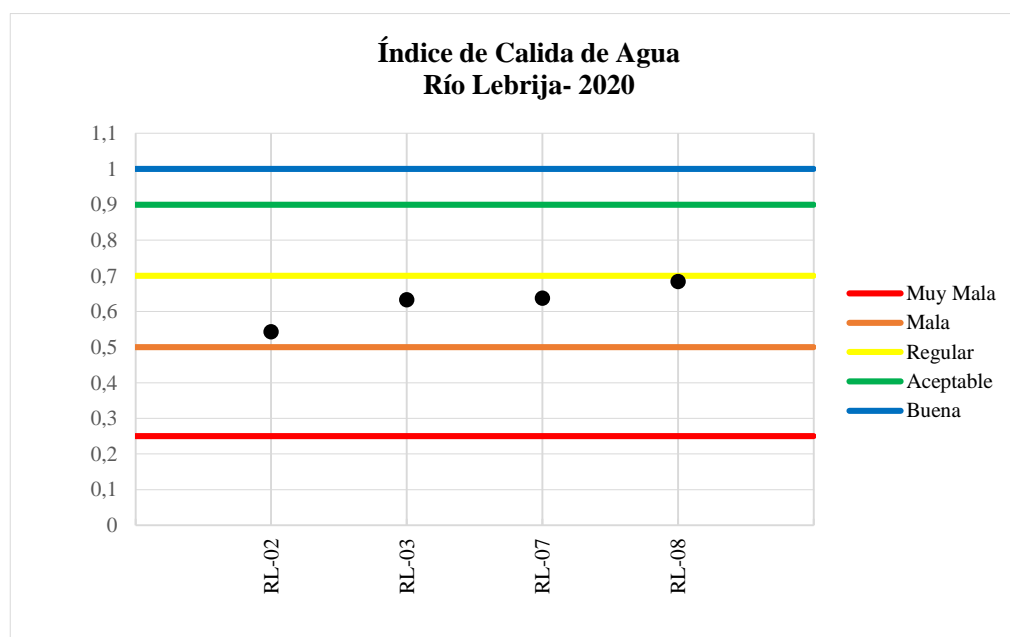
embalse de Bocas, el tercero RL-07 en El Conchal antes de la confluencia con el río Salamaga y finalmente RL-08 en “Vanegas” después de la confluencia con río Cáchira.

2.5.5.1 Índice de calidad río Lebrija

En los puntos de monitoreo del río Lebrija, RL-02, RL-03, RL-07, y RL-08 la calidad se ubica en el rango “regular” debido a su proximidad a los centros urbanos. (ver Tabla 23 y Gráfica 17)

Tabla 23. Índice de calidad de agua - río Lebrija.

RÍO LEBRIJA	
PUNTO	ICA 2020
RL-02	0.54
RL-03	0.63
RL-07	0.64
RL-08	0.68



Gráfica 17. Índice de calidad de agua - río Lebrija.

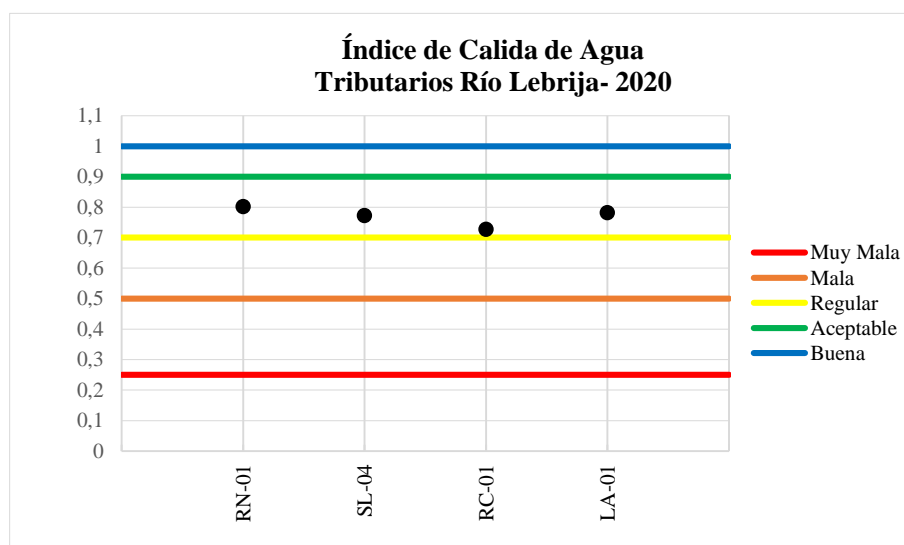
2.5.5.2 Índice de calidad tributarios río Lebrija

Los afluentes del río Lebrija monitoreados son: río Negro punto RN-01 ubicado en “Brisas”, y sus afluentes el río Santacruz y la quebrada Samaca, quebrada. Samacá; la quebrada La Angula con sus tres puntos, LA-04 “El Águila”, LA-03 “La Batea” y LA-01 “Palmas”, el río Salamaga con el punto SL-04 “El Bambú”, y su afluente Silgará SG-01A y el río Cáchira RC-01 “Vanegas” con sus afluentes río cachiri y el Playonero.

Se observa en la Tabla 24 que la categoría para los tributarios del río Lebrija se encuentran en calidad “aceptable”

Tabla 24. Índice de calidad de agua - tributarios río Lebrija

TRIBUTARIOS RÍO LEBRIJA	
PUNTO	ICA 2020
RN-01	0.80
SL-04	0.77
RC-01	0.73
LA-01	0.78



Gráfica 18. Índice de calidad de agua - tributarios río Lebrija.

El punto LA-04 “El Águila”, se encuentra ubicado en la bocatoma del acueducto municipal de Lebrija y tiene categoría Aceptable en 2019 y 2020 y el punto LA-03 “La Batea” muestra categoría “Mala”, ese punto se en localizado aguas abajo de los vertimientos de aguas residuales domésticas y no domésticas del municipio de Lebrija y la estación de muestreo LA-01 “Palmas” situada antes de la confluencia con el río Lebrija, ha mejorado a categoría “Aceptable”. Con relación al río Salamaga el punto de muestreo SL-04 denominado “El Bambú” presentó ICA "Aceptable" tanto para el año 2019 como el 2020.

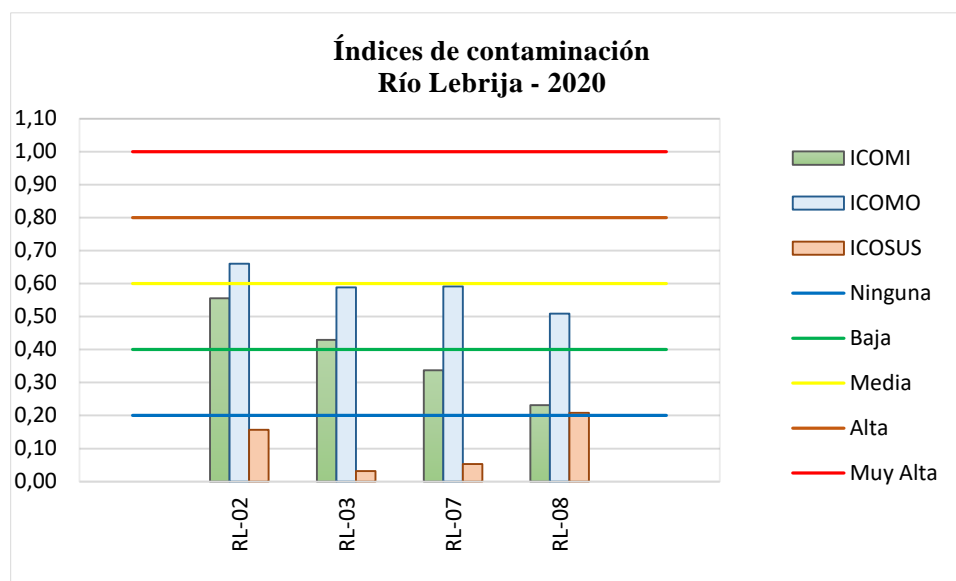
En la Gráfica 18, se muestra que el ICA de los afluentes del río Lebrija están en el rango “aceptable”, obteniendo el rio Negro en el punto RN-01 la mejor calificación.

2.5.5.3 Índices de contaminación río Lebrija

Se evidencia en la Tabla 25 y Gráfica 19, que el índice de contaminación por materia orgánica ICOMO, se encuentra en calificación “media” en tres puntos del río Lebrija, excepto en el punto RL-02 que se ubica en la clasificación de contaminación “alta” por afectación con materia orgánica

Tabla 25. Índices de contaminación - río Lebrija.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Lebrija	RL-02	0.56	0.66	0.16	0.96
Río Lebrija	RL-03	0.43	0.59	0.03	0.68
Río Lebrija	RL-07	0.34	0.59	0.05	0.53
Río Lebrija	RL-08	0.23	0.51	0.21	0.33



Gráfica 19. Índices de contaminación - río Lebrija.

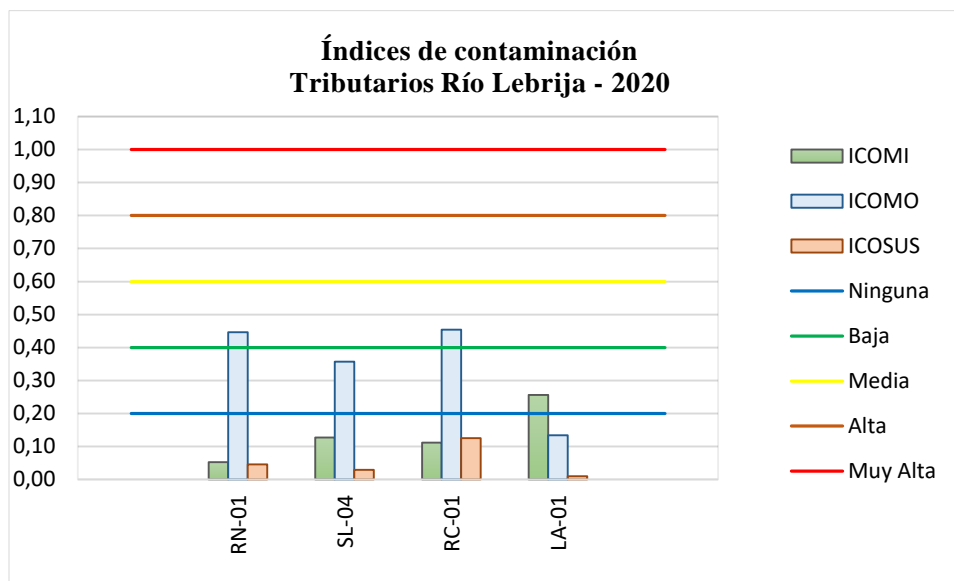
2.5.5.4 Índice de contaminación ICO's tributarios del río Lebrija

La Gráfica de ICOMO de los tributarios del río Lebrija muestra contaminación media por materia orgánica en los puntos de río Negro y río Cáchira y “ninguna” contaminación para sólidos suspendidos y mineralización en todos sus tributarios monitoreados, menos en el punto LA-01 que presenta contaminación baja mineralización.

En la Tabla 26 y Gráfica 20, se observa que el ICOMO de los tributarios río Negro y río Cáchira presentan contaminación “media” por materia orgánica y contaminación “ninguna” para sólidos suspendidos ICOMO en los puntos monitoreados de los tributarios. Con relación al índice de mineralización ICOMI, el punto LA-1 presenta baja contaminación, y los demás puntos se encuentran en categoría “ninguna”.

Tabla 26. Índices de contaminación - tributarios río Lebrija.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Negro	RN-01	0.05	0.45	0.05	0.07
Río Salamaga	SL-04	0.13	0.36	0.03	0.06
Río Cáchira	RC-01	0.11	0.45	0.13	0.08
Q. La Angula	LA-01	0.26	0.13	0.01	0.41



Gráfica 20. Índices de contaminación tributarios - río Lebrija.

2.5.6 Ríos Manco y Umpalá



Imagen 14. PMDC UP-01. Fuente CDMB.



Imagen 13. PMDC RM-02. Fuente CDMB.

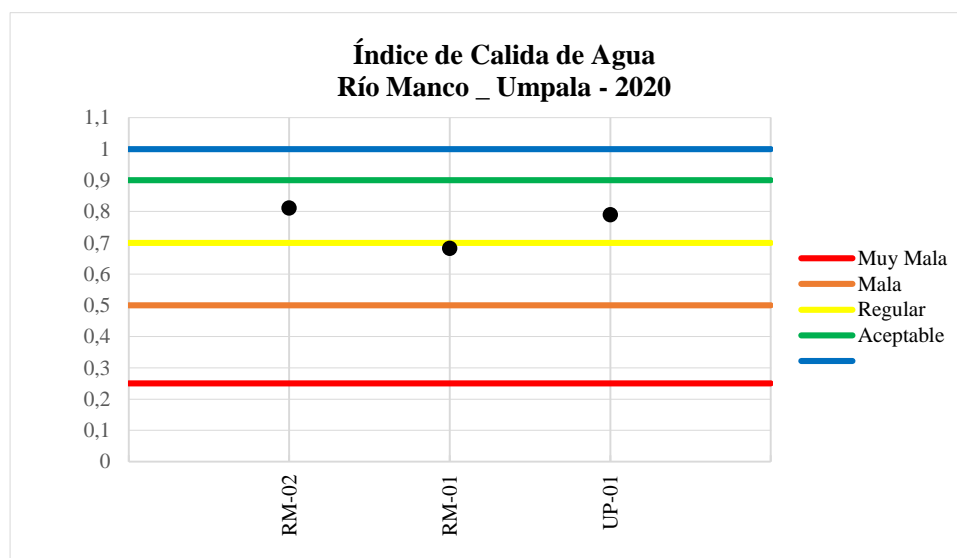
Los puntos de monitoreo del río Manco RM-01 y RM-02 y Umpalá UP-01 se ubican en los puntos Mensuli, Primavera y Umpalá respectivamente. El primero de ellos RM-01 está localizado antes de la confluencia con el río Umpalá, el segundo RM-02 situado antes de los establecimientos dedicados al lavado de vehículos, y el tercero UP-01 antes de la confluencia con el río Manco.

2.5.6.1 Índice de calidad río Manco y Umpalá

En la Tabla 27 y Gráfica 21 se presenta el índice de calidad obtenido para el río Manco y Umpalá en el año 2020.

Tabla 27. Índice de calidad de agua - río Manco y Umpalá

RÍO MANCO - UMPALÁ	
PUNTO	ICA 2020
RM-02	0.81
RM-01	0.68
UP-01	0.79



Gráfica 21. Índice de calidad de agua - río Manco y Umpalá

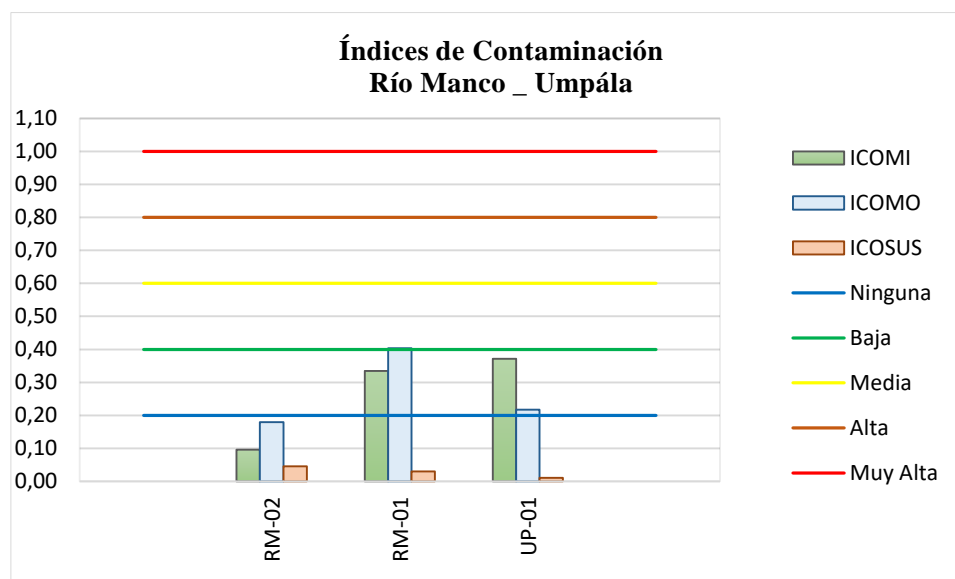
En la Gráfica 21, se observa que en el punto de muestreo aguas arriba del río Manco, la calidad es “aceptable”, mientras que la estación ubicada aguas abajo del río Manco desmejora su calidad a “regular”. Por otra parte, el punto ubicado en el río Umpalá refleja una calidad clasificada en “aceptable”.

2.5.6.2 Índices de contaminación ICOs Río Manco y Umpalá

Los índices de contaminación ICOMI, ICOMO, e ICOSUS, se encuentran en categoría “ninguno” para el punto RM-02. En el punto RM-01, el índice de contaminación por materia orgánica se ubica en la categoría “media” que concuerda con la desmejora en el índice de calidad ICA. (ver Tabla 28 y Gráfica 22)

Tabla 28. Índices de contaminación - río Manco y Umpalá

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Manco	RM-02	0.10	0.18	0.05	0.12
Río Manco	RM-01	0.34	0.40	0.03	0.09
Río Umpalá	UP-01	0.37	0.22	0.01	0.05



Gráfica 22. Índices de contaminación - río Manco y Umpalá

2.5.7 Zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán



Imagen 15. PMDC RJ-01. Fuente CDMB.



Imagen 16. PMDC QA-01. Fuente CDMB.

En la zona de paramo se cuenta con dos fuentes hídricas, la quebrada Arenales donde se ubican dos (2) puntos de monitoreo, uno antes de las descargas de aguas residuales domesticas del corregimiento de Berlín QA-02 denominado punto Arenales y el segundo aguas abajo del vertimiento QA-01 llamado punto Berlín 1. Cuando la quebrada pasa el embalse cambia su nombre a Río Jordán donde se ubica el punto RJ-01 Berlín 2.

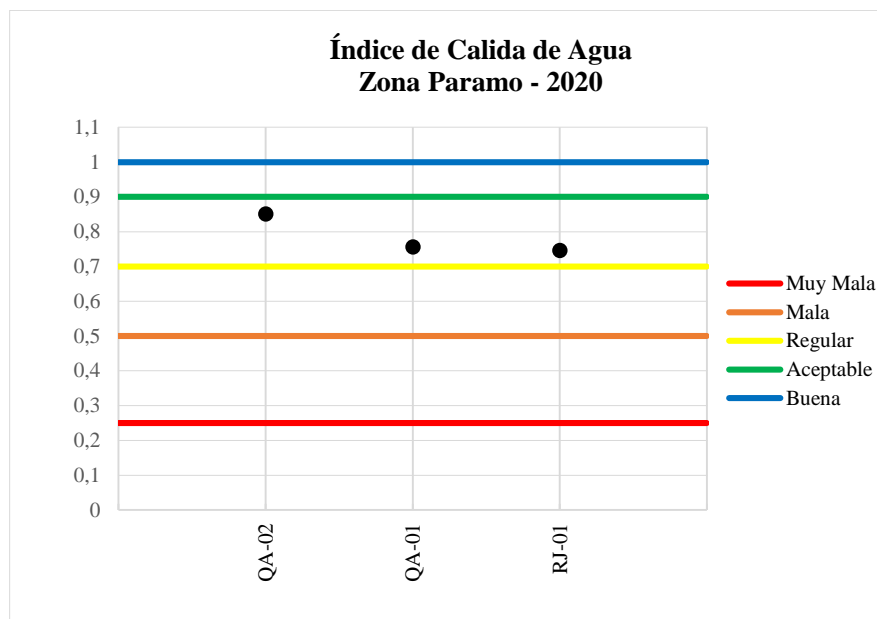
2.5.7.1 Índice de calidad zona de Páramo, quebrada Arenales y río Jordán

La Gráfica 23 muestra los dos puntos QA-02 y QA-01 sobre la quebrada Arenales y el punto RJ-01 en el río Jordán presentando una calidad de agua en la categoría “aceptable”.

Tabla 29. Índice de calidad de agua - Zona Paramo

ZONA DE PARAMO		
SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2019
Q. Arenales	QA-02	0.85

ZONA DE PARAMO		
SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2019
Q. Arenales	QA-01	0.76
Río Jordán	RJ-01	0.75



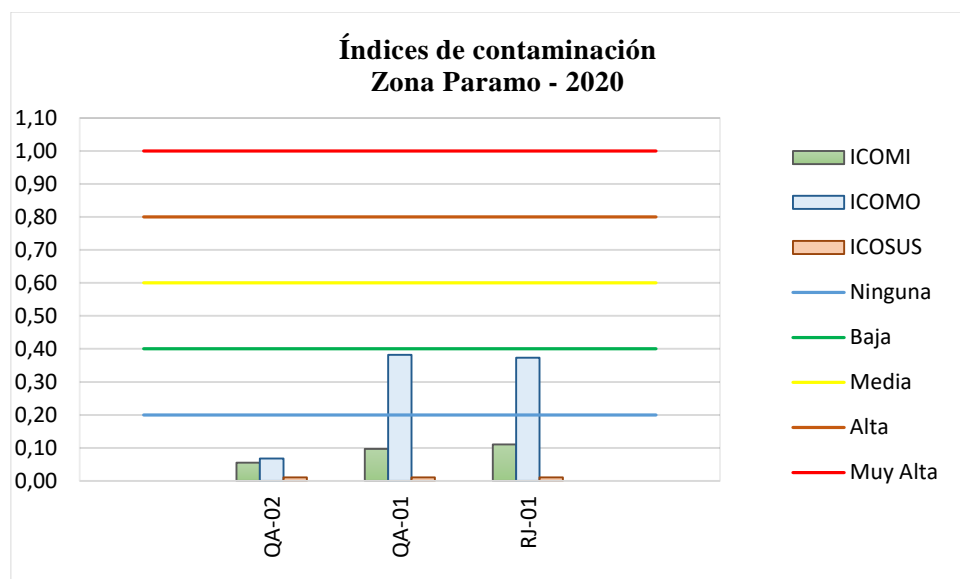
Gráfica 23. Índice de calidad de agua - Zona Paramo

2.5.7.2 Índice de contaminación ICO's zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán

En la zona de páramo, las quebradas Arenales y río Jordán, no presentan riesgo por contaminación ya que los índices de contaminación se encuentran en el rango entre “ninguna” y “baja contaminación”. (ver Tabla 30 y Gráfica 24)

Tabla 30. Índices de contaminación - Zona Paramo

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Q. Arenales	QA-02	0.06	0.07	0.01	0.05
Q. Arenales	QA-01	0.10	0.38	0.01	0.10
Río Jordán	RJ-01	0.11	0.37	0.01	0.16



Gráfica 24. Índices de contaminación - Zona Paramo

2.5.8 Río Suratá y sus principales afluentes



Imagen 15. PMDC SA-03. Fuente CDMB.



Imagen 16. PMDC SA-07. Fuente CDMB.

El río Suratá tiene establecidos cinco puntos de monitoreo, que van desde el punto SA-07 conocido como “Uña de gato”, SA-06 “Puente Pánaga”, SA-05 “La Playa”, SA-03 “Bosconia” y SA-01 “Bavaria”. El río Surata tiene a su vez tres afluentes importantes: ríos Vetás, Charta y Tona

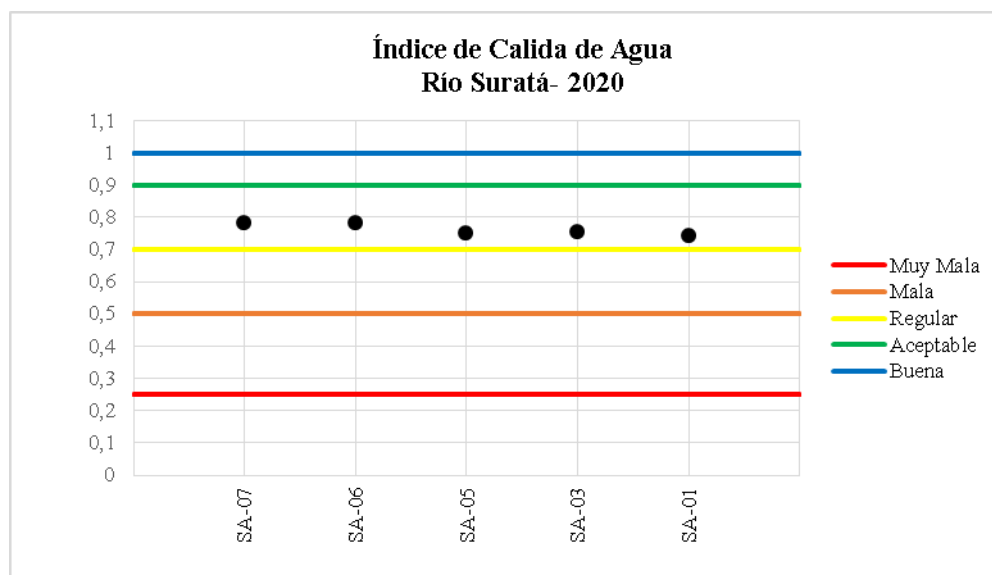
con sus puntos de monitoreo RV-01 conocido como “Puente Pánaga”, RCH-01 “La Playa”, RT-01A ubicado aguas arriba del embalse “río Tona”.

2.5.8.1 Índice de calidad río Suratá

El índice de calidad del Río Surata se clasificó en sus cinco puntos en condición “aceptable”; en los cuatro primeros puntos recorre un área con poca densidad poblacional, la cual va aumentando a medida que se acerca al área urbana. (ver Tabla 31 y Gráfica 25)

Tabla 31 Índice de Calidad del Agua Río Suratá.

RÍO SURATÁ	
PUNTO	ICA 2020
SA-07	0.78
SA-06	0.78
SA-05	0.75
SA-03	0.76
SA-01	0.74



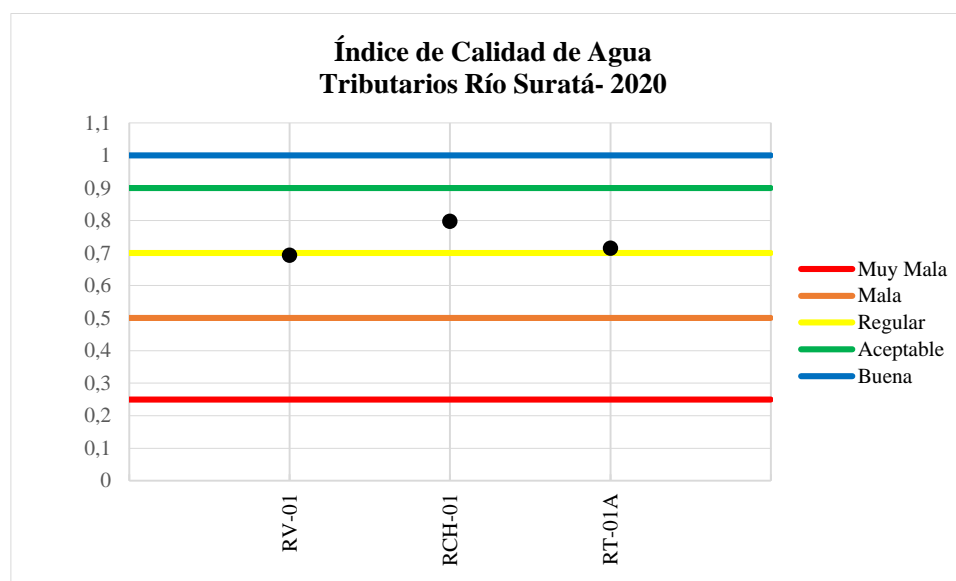
Gráfica 25. Índice de calidad de agua - río Surata

2.5.8.2 Índice de calidad tributarios río Suratá

Los afluentes principales del río Suratá son: el río Charta y el río Tona en los cuales se presenta ICA “aceptable” en los puntos RCH-01 y RT-01A; otro afluente es el río Vetas que muestra categoría “Regular” es el punto RV-01, ubicado después de la confluencia de las vetas con la quebrada La Baja. (ver Tabla 32 y Gráfica 26)

Tabla 32. Índice de calidad de agua - tributarios río Suratá.

TRIBUTARIOS RÍO SURATÁ	
PUNTO	ICA 2020
RV-01	0.69
RCH-01	0.80
RT-01A	0.71



Gráfica 26. Índice de calidad de agua - tributarios río Suratá

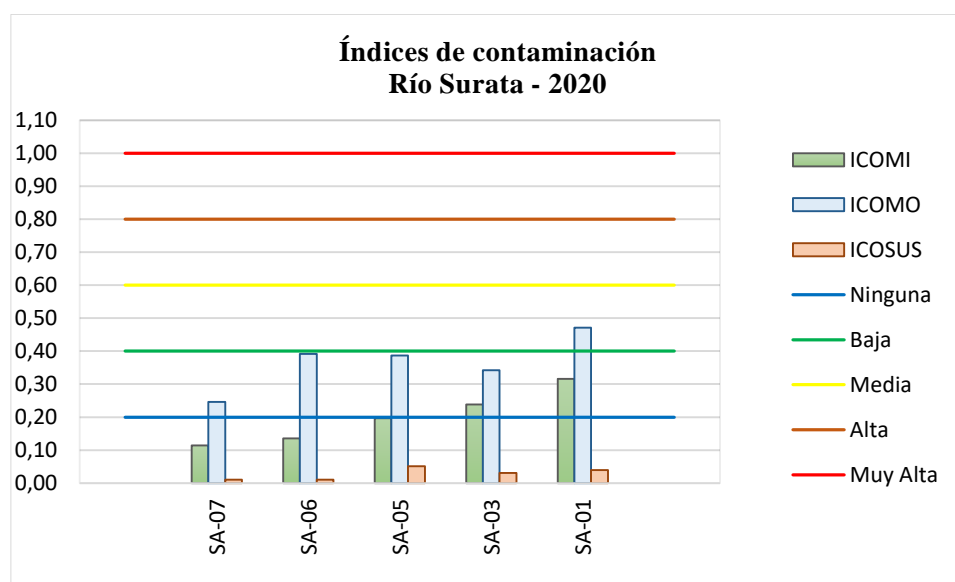
2.5.8.3 Índices de contaminación ICOs río Suratá

Con relación a los índices de contaminación ICOMO, ICOSUS e ICOMI, la corriente del

río Surata presenta niveles que van de ninguna a baja contaminación para todos los puntos, excepto para el SA-01 “Bavaria”. En este punto, el índice de materia orgánica ICOMO muestran una contaminación media debido a descargas domesticas provenientes la zona Norte. (ver Tabla 33 y Gráfica 27)

Tabla 33. Índices de contaminación - río Surata.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Suratá	SA-07	0.11	0.25	0.01	0.05
	SA-06	0.14	0.39	0.01	0.05
	SA-05	0.20	0.39	0.05	0.06
	SA-03	0.24	0.34	0.03	0.09
	SA-01	0.32	0.47	0.04	0.18



Gráfica 27. Índices de contaminación - río Surata.

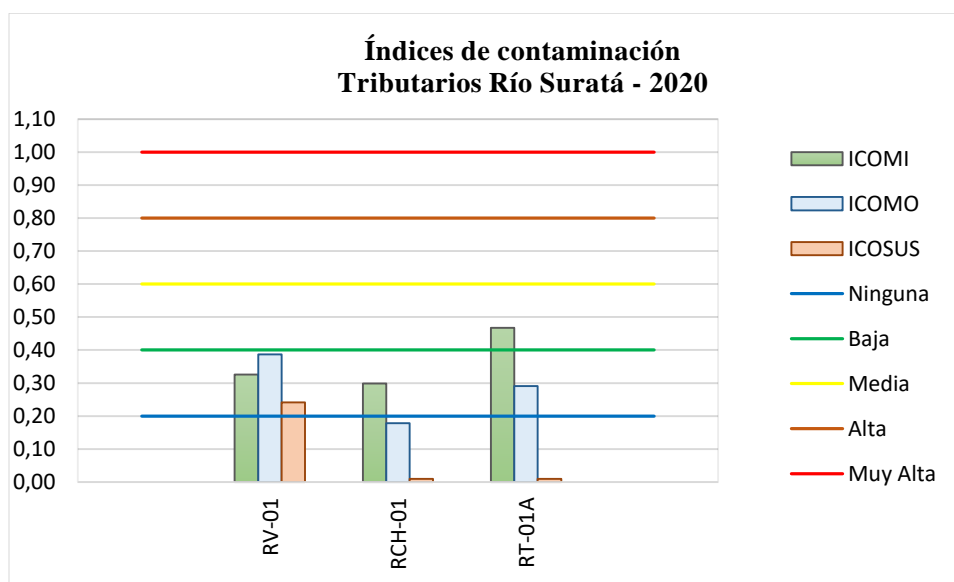
2.5.8.4 Índices de Contaminación ICOs tributarios del Río Surata

Los índices de contaminación de los tributarios del río Suratá presentan calificación “baja”

en materia orgánica, sólidos suspendidos y mineralización, indicando que las actividades de la población no afectan en estas variables la calidad de sus cuerpos de agua, a excepción del índice ICOMI en río Tona en el punto RT-01A con una clasificación “media”. (ver Tabla 34 y Gráfica 28)

Tabla 34. Índices de contaminación - tributarios río Surata.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Tributarios Río Suratá	RV-01	0.33	0.39	0.24	0.07
	RCH-01	0.30	0.18	0.01	0.05
	RT-01A	0.47	0.29	0.01	0.10



Gráfica 28. Índices de contaminación - tributarios río Surata

2.5.9 Río Vetas

El río Vetas es un tributario importante del río Suratá, y se han establecido 3 puntos de monitoreo en esta corriente; RV-05 estación Borrero, RV-02 estación Loma Redonda y RV-01 estación Puente Pánaga.



Imagen 18. PMDC RV-01. Fuente CDMB.



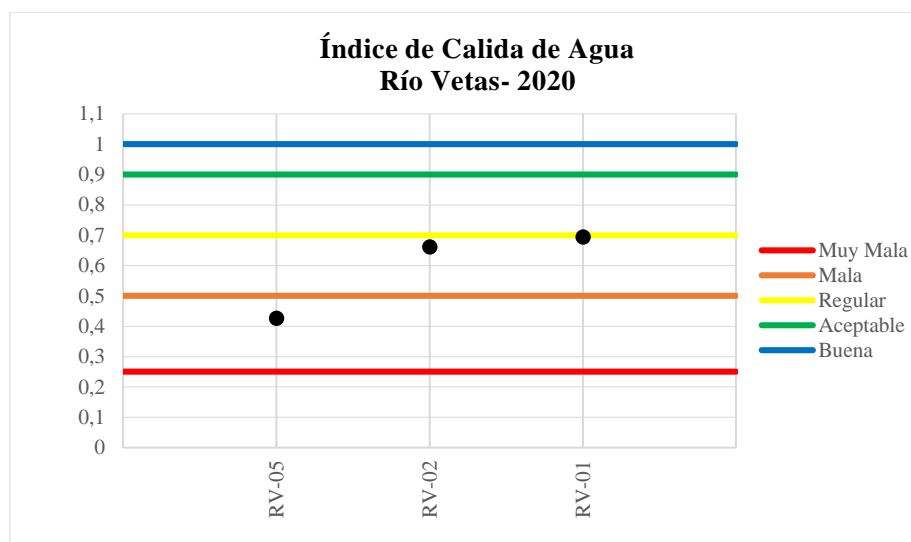
Imagen 17. PMDC RV-05. Fuente CDMB.

2.5.9.1 Índice de calidad río Vetás

El índice de calidad de agua en el corriente río Vetás, varió de “Mala ” a “Regular ”, a diferencia de las mayorías de las corrientes. Esto se debe, a que el punto RV-05 presentó un alto contenido de sólidos suspendidos y sólidos totales, condición que afecta la calidad, y en los otros dos puntos RV-02 y RV-01 aguas abajo, disminuyen mejorando su ICA. (ver Tabla 35 y Gráfica 29)

Tabla 35. Índice de Calidad del Agua Río Vetás.

Río Vetás		
SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2020
Río Vetás	RV-05	0.43
Río Vetás	RV-02	0.66
Río Vetás	RV-01	0.69



Gráfica 29. Índice de Calidad del agua Río Vetas

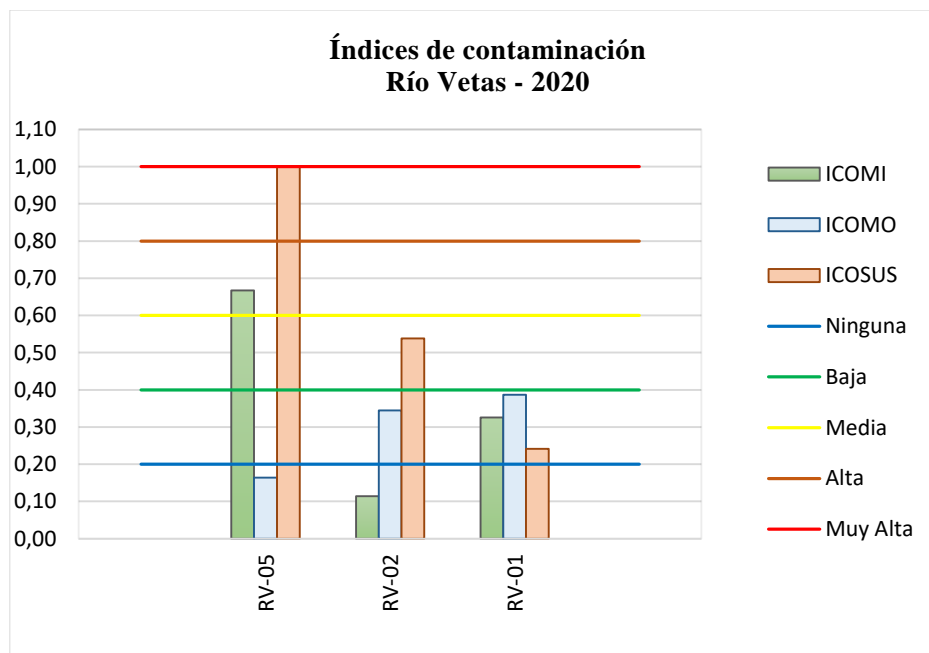
Es importante tener en cuenta que la quebrada La Baja es un afluente del río Vetas y se une aguas arriba del punto RV-01, presentado un ICA, “regular” en el 2019 y 2020. Este afluente recibe contaminación doméstica y no doméstica (zona minera) durante su trayecto, razón por la cual modificó su calidad en los dos últimos años.

2.5.9.2 Índice de contaminación río Vetas

El ICOSUS del punto RV-05, tiene una calificación más “mala”, consecuente con el ICA presentado en la Gráfica 29 para el mismo punto. Los puntos RV-02 y RV-01 disminuyen el ICOSUS para categorías “media” y “baja” respectivamente. (ver Tabla 36 y Gráfica 30)

Tabla 36. Índices de contaminación Río Vetas.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Vetas	RV-05	0.67	0.16	1.00	0.25
Río Vetas	RV-02	0.11	0.35	0.54	0.12
Río Vetas	RV-01	0.33	0.39	0.24	0.07



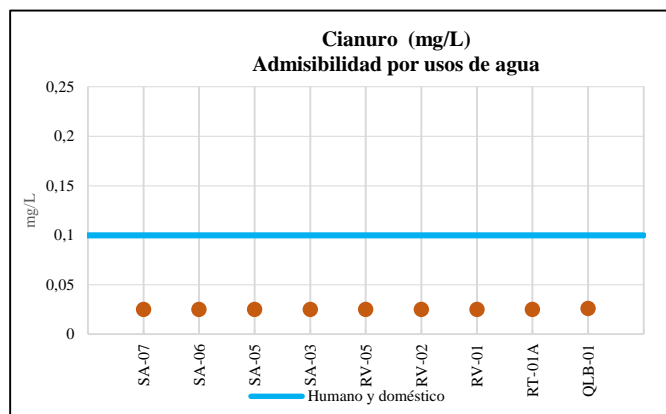
Gráfica 30. Índices de contaminación Río Vetas

2.6 Cianuro y metales pesados en zona minera

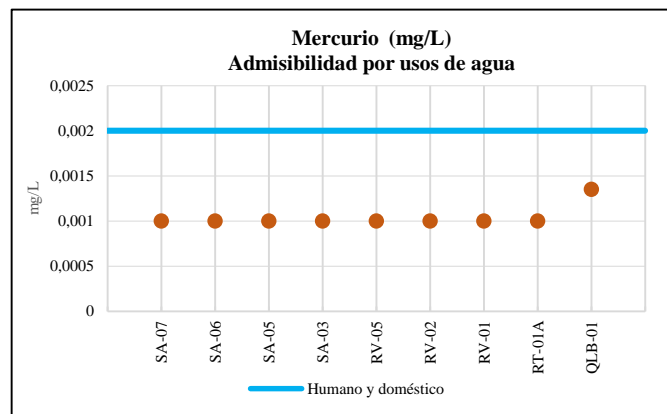
El acuerdo del Consejo Directivo N° 1075 de 2006 de la CDMB, estableció los objetivos de calidad de las principales corrientes y tramos de corrientes del área de jurisdicción dentro de los cuales se encuentra el río Surata al cual se le estableció uso doméstico en el tramo comprendido entre el nacimiento y el punto SA-03. Estos objetivos también son aplicables a sus tributarios y las gráficas 31 a 42 muestran los resultados de los parámetros cianuro y metales para el año 2020.

Las variables arsénico, cadmio, zinc, cobre, cromo y plomo no se encuentran inmersas en el acuerdo, por lo tanto, se evaluaron con respecto al Decreto 1594 de 1984 para uso doméstico.

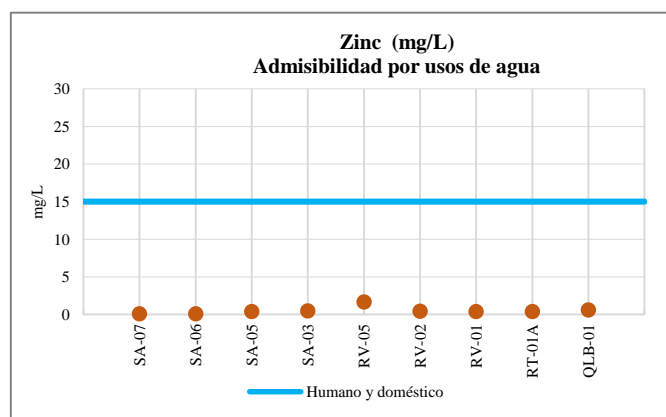
Con relación a las variables aluminio, hierro, manganeso y níquel no se encontraron valores admisibles en el Acuerdo N° 1075 de 2006 y en el Decreto 1594 de 1984, por consiguiente, se muestran las gráficas con los resultados obtenidos en 2020.



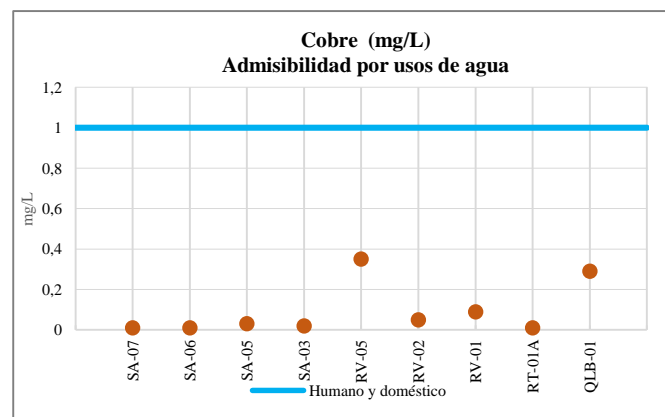
Gráfica 311. Cianuro en zona minera



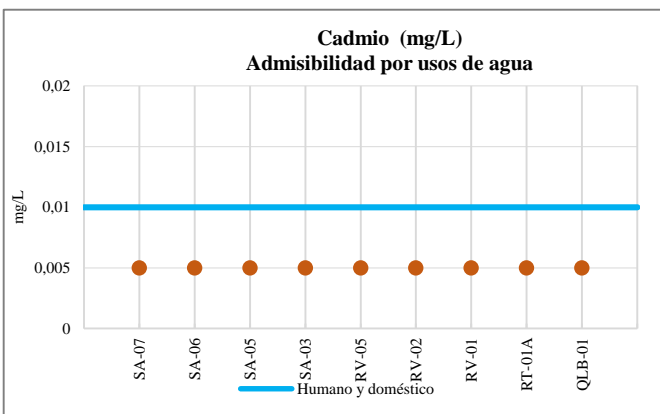
Gráfica 322. Mercurio en zona minera



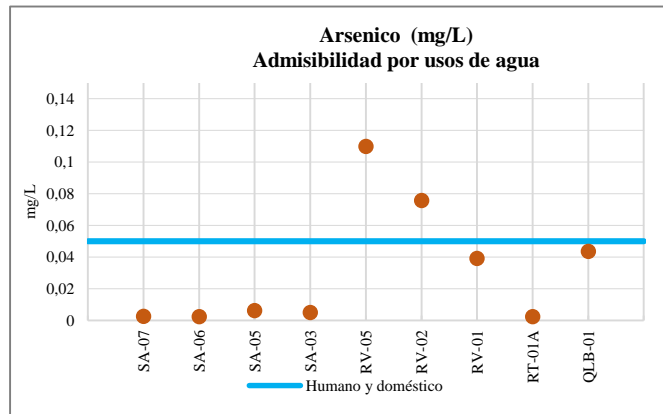
Gráfica 343. Zinc en zona minera



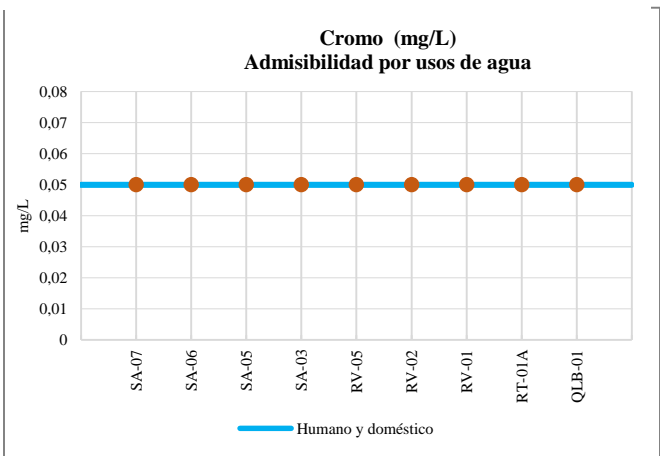
Gráfica 334. Cobre en zona minera



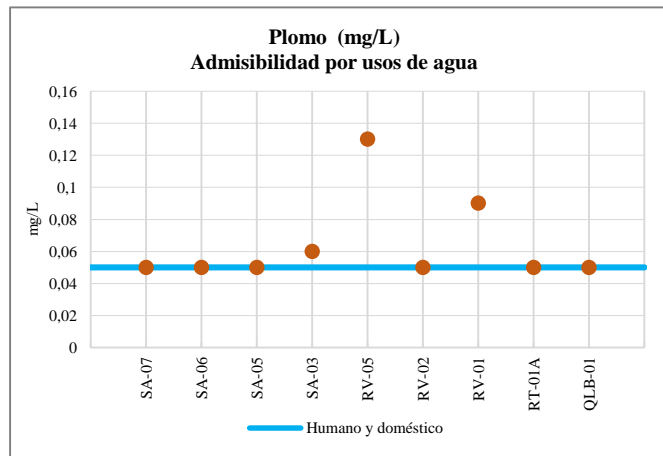
Gráfica 35. Cadmio en zona minera



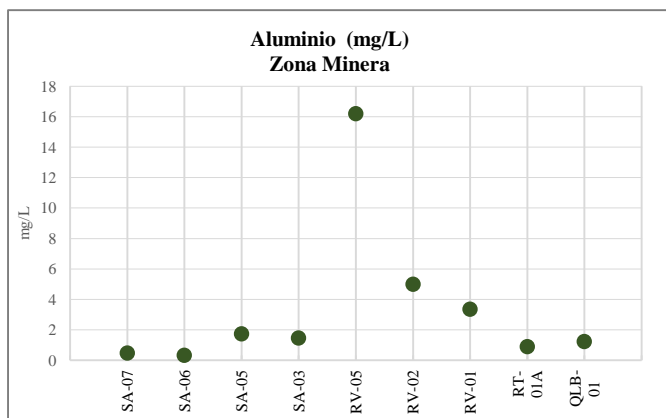
Gráfica 36. Arsénico en zona minera



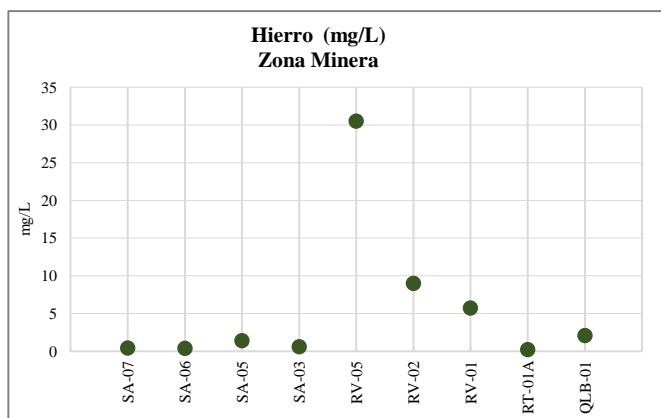
Gráfica 37. Cromo en zona minera



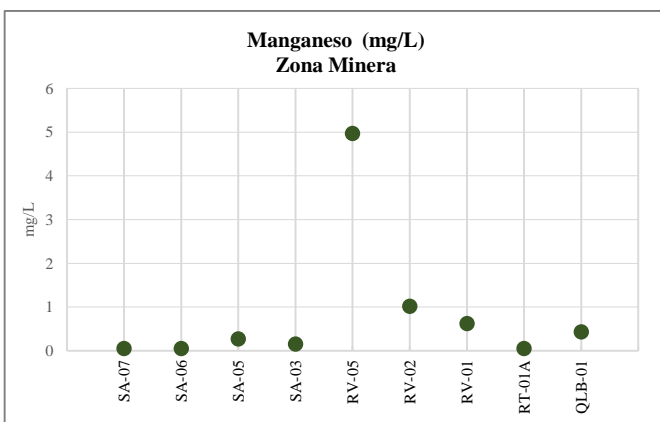
Gráfica 35. Plomo en zona minera



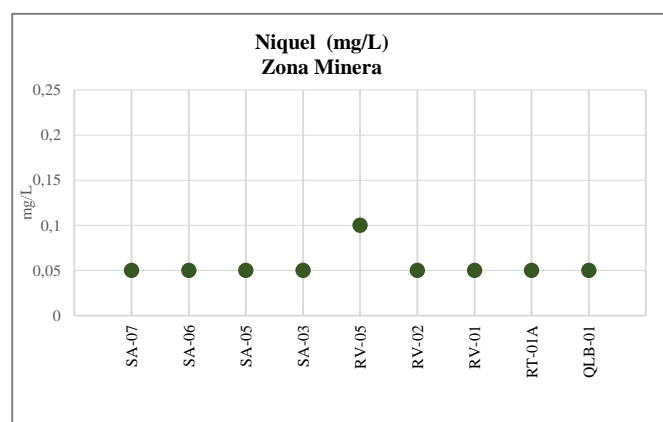
Gráfica 39. Aluminio en zona minera



Gráfica 40. Hierro en zona minera



Gráfica 38. Manganeseo en zona minera



Gráfica 372. Níquel en zona minera

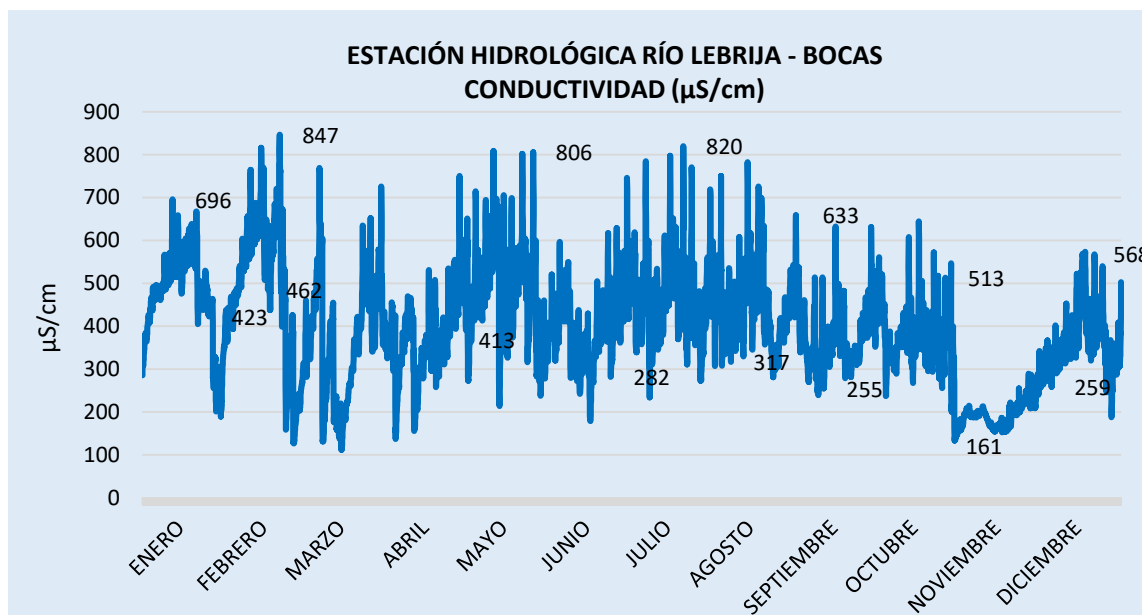
Se observa que en el punto RV-05 el Arsénico, plomo, aluminio, hierro, manganeso y níquel, presentan los valores más altos, en concordancia con los valores de sólidos suspendidos y totales evidenciando en ese punto la presencia de un vertimiento proveniente de la minería.

3. ESTACIÓN HIDROLÓGICA Y DE CALIDAD, PUNTO RL-02 BOCAS

La estación hidrológica de Bocas se encuentra ubicada en las mismas coordenadas del punto de monitoreo RL-02, y genera información con transmisión automática. A continuación, se presentan los datos obtenidos para las variables de la estación de Bocas y su comportamiento en el primer año de funcionamiento 2020.

3.1 Resultados de caudal y parámetros de calidad Estación hidrológica Bocas

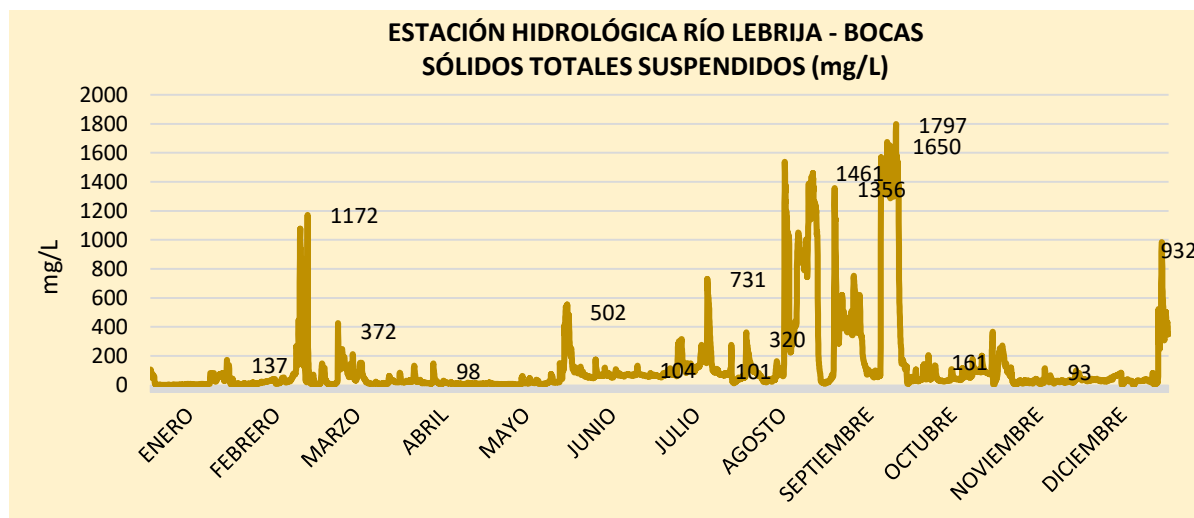
Conductividad



Gráfica 39. Conductividad, estación Bocas.

La Gráfica 39 muestra las variaciones de la conductividad que es una variable que tiene cierta afectación por la temperatura, pero es dependiente de la cantidad de iones disueltos.

Sólidos Suspendidos Totales

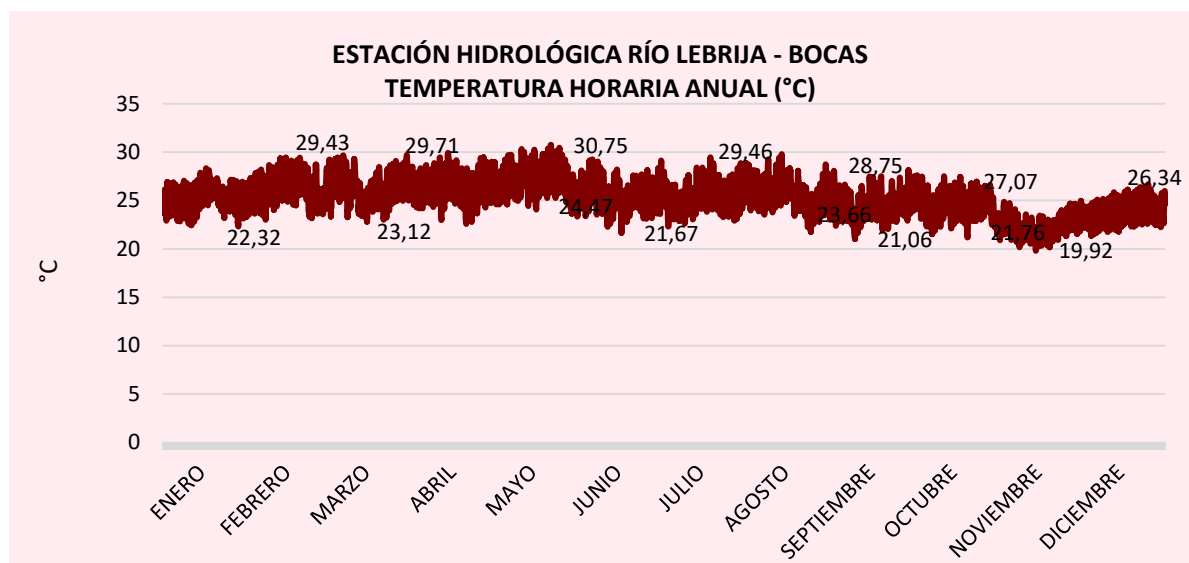


Gráfica 40. Sólidos totales suspendidos, estación Bocas.

Los sólidos suspendidos totales reportados durante el año se presentan en la Gráfica 40,

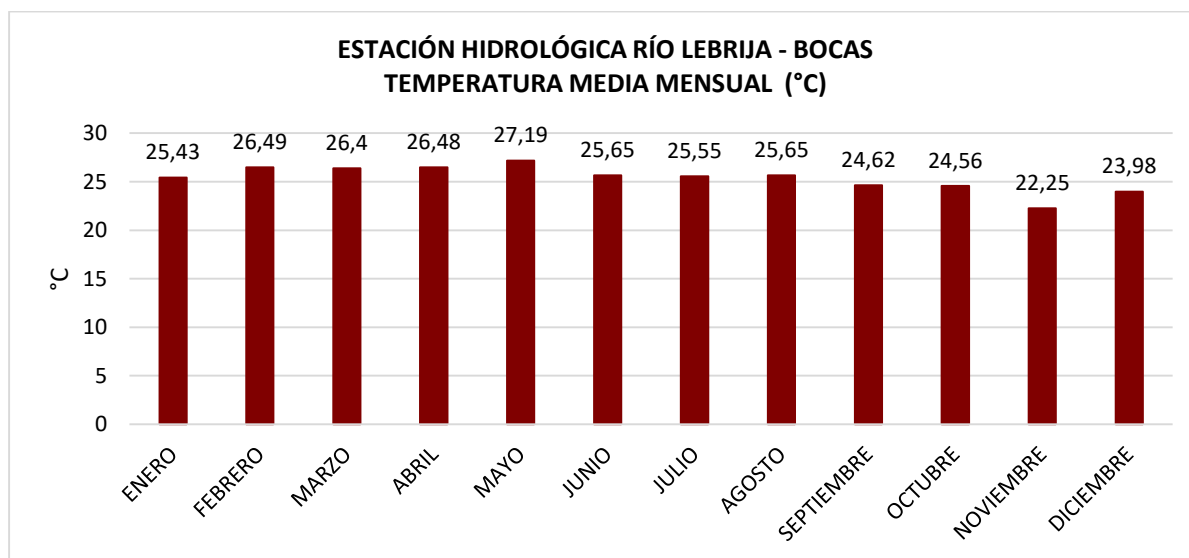
observando un incremento en las épocas de mayor precipitación.

Temperatura



Gráfica 41. Temperatura horaria anual, estación Bocas.

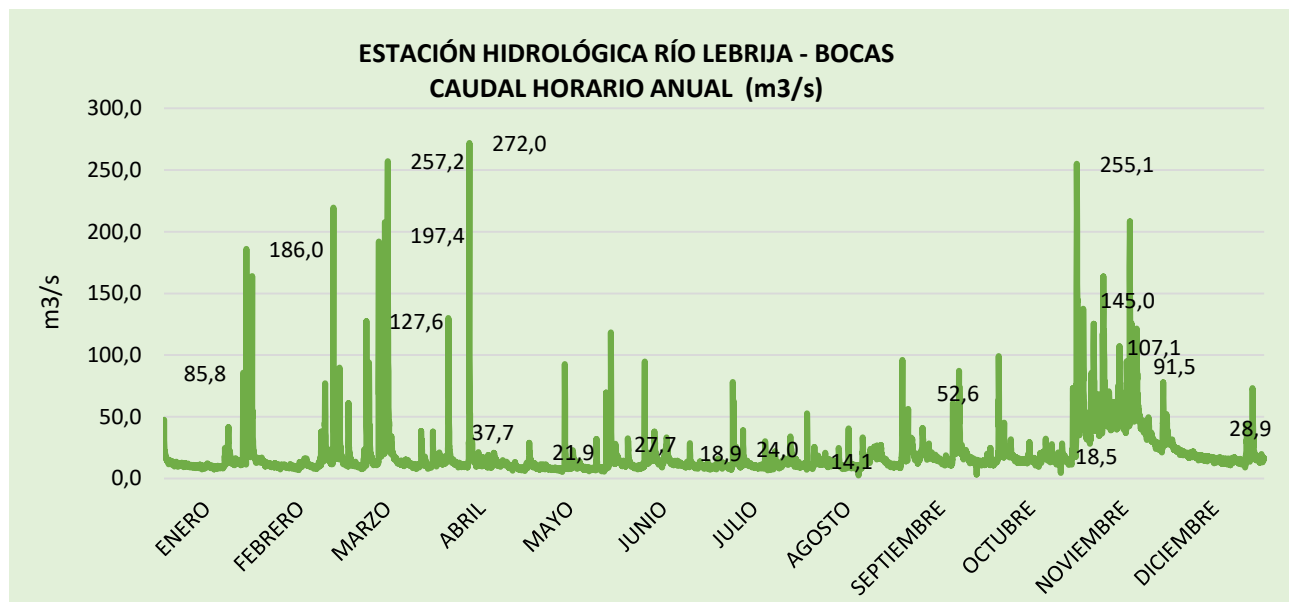
La temperatura por área anual tiene un mínimo de 19,92°C y un máximo de 30,75°C.



Gráfica 42. Temperatura media mensual, estación Bocas

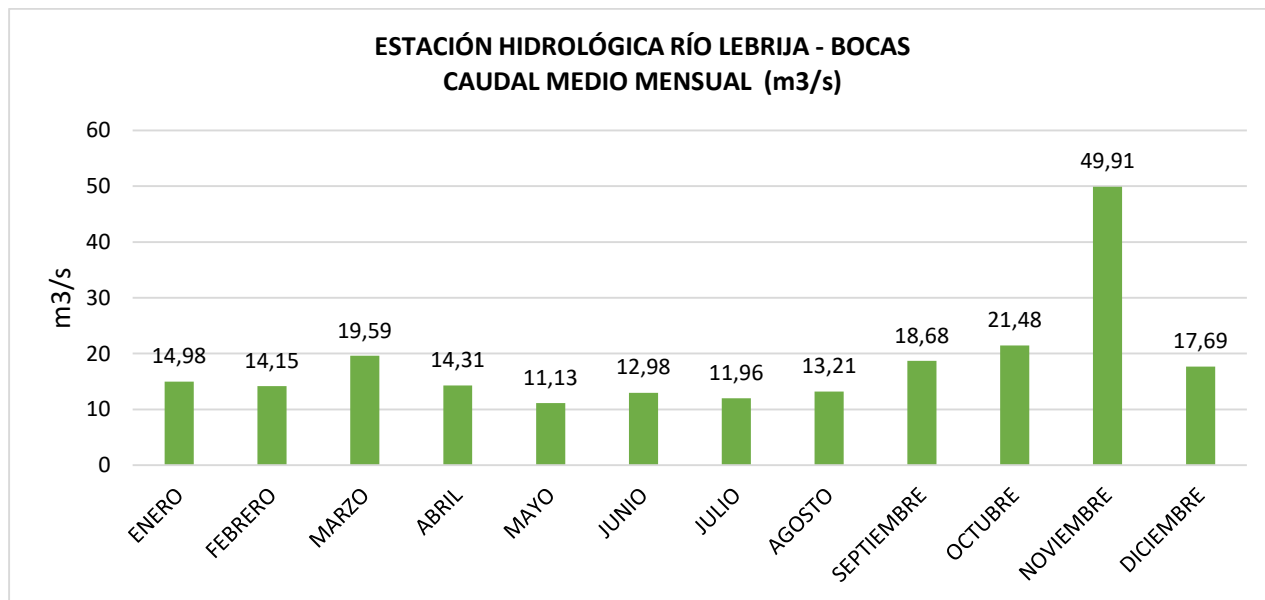
La temperatura media mensual oscila entre 22,25 °C y 27,19°C registrados en el mes de noviembre y mayo respectivamente.

Caudal



Gráfica 43. Caudal horario anual, estación Bocas.

Los caudales horario anual máximo, se presentaron en los meses de marzo, abril y noviembre.



Gráfica 44. Caudal medio mensual, estación Bocas.

El caudal monitoreado por la estación Bocas presenta un mayor volumen de agua en el mes de

noviembre de 2020, concordando con los resultados presentados por la red hidroclimatológica de la CDMB medidos en las estaciones del área metropolitana (Tabla 37) que muestran mayores precipitaciones en el mes de noviembre.

Tabla 37. Precipitación en estaciones climáticas. Fuente CDMB.

ESTACIÓN	CIUADAELA	LAGOS DEL CACIQUE	FLORIDA	SANTA CRUZ	PROM ACUM MENSUAL	ACUM SEMESTRAL
unidad	mm					
ENERO	69.8	52.2	26.2	42.4	47.7	319.5
FEBRERO	52.8	31.9	2.4	9.3	24.1	
MARZO	117.6	151.6	34.4	70.4	93.5	
ABRIL	33.4	81.5	70.2	23.9	52.3	
MAYO	89.8	9.4	103.6	46.2	62.3	
JUNIO	67.8	2.1	68.4	20.6	39.7	
JULIO	85.8	82.8	108.6	34.2	77.9	442.9
AGOSTO	80.2	67.3	47.2	15.9	52.7	
SEPTIEMBRE	69.8	70.0	101.2	37.2	69.6	
OCTUBRE	104.4	68.0	124.4	62.9	89.9	
NOVIEMBRE	175.4	103.4	141	57.2	119.3	
DICIEMBRE	44.6	1.3*	22.8	0*	33.7	
ANUAL	991.4	720.2	850.4	420.2	762.4	

* Los datos en estas estaciones son indicativas dado que la representatividad es menor al 75%

4. CONCLUSIONES

- El Índice de Calidad-ICA obtenido para las fuentes hídricas en el área de jurisdicción de la C.D.M.B, y calculado conforme a lo establecido por el IDEAM, presentan una calidad “aceptable” en un porcentaje del 42%, aumentando en un 4 % respecto al año 2019, seguida de un 32% en calidad “Regular” y un 25% con un ICA “mala” cada una con un 2% menos que el año anterior. Estos valores muestran que el 57% de los puntos monitoreados se encuentran en los rangos de calidad regular y mala, siendo fundamental tomar medidas para mejorar la calidad en algunos tramos o cuerpos de agua en procura del bienestar de la comunidad.

- En general, los puntos ubicados sobre las corrientes de la escarpa de Bucaramanga que reciben vertimientos domésticos provenientes del sistema de alcantarillado y que tienen un bajo caudal (poco efecto de dilución), presentan la clasificación “mala”.

- El río de Oro en el punto RO-O-10 tiene calidad “aceptable” hasta la Planta de tratamiento de potabilización de Agua PTAP de Piedecuestana ESP en el punto RO-05 donde su ICA mejoro respecto al año 2019 pasando de calidad regular a aceptable. Posteriormente su calidad se modifica a “malo” en los puntos RO-O-2PA y RO-04, debido a la recepción de afluentes y descargas orgánicas en su recorrido. En los puntos RO-O-4N, RO-O4H y RO-4A se presenta una leve mejora pasando a calidad regular y finalmente, en los puntos RO-02 y RO-01 recibe los tributarios río Frío y la quebrada La Iglesia que afectan su calidad a “mala”; esta condición que se mantiene hasta el punto RO-01 donde ya ha receptado las descargas de las corrientes de la Escarpa occidental de Bucaramanga. Aguas debajo de este punto el río de Oro se une al río Suratá formando el río Lebrija.

- El punto referenciado como DC-01 y ubicado en la quebrada El Carrasco, recibe el vertimiento generado en la planta de tratamiento de lixiviados del sitio de Disposición de Residuos Sólidos El Carrasco, la clasificación ICA para el año 2020 mejoro respecto al año 2019 pasando de “mala” a “regular”.

- Las calidades de los puntos utilizados para captación y/o abastecimiento de acueductos municipales como río Frío (RF-03), río de Oro (RO-05) y río Suratá (SA-03), se clasifican con índices de calidad “aceptable”; adicionalmente el punto ubicado en la quebrada La Angula (LA-04) y que abastece al municipio de Lebrija presento un ICA “aceptable”,

condición necesaria para garantizar su tratamiento en las plantas de potabilización de los municipios como Bucaramanga, Piedecuesta, Floridablanca, Girón y Lebrija.

- El punto RV-05 mostro la mayor diferencia de ICA respecto al año 2019, pasando de una ICA 0.63 de calidad regular en el año 2019 a un ICA 0.43 de calidad mala en el año 2020. Los índices de contaminación también estuvieron en rango de alta y muy alta para mineralización y solidos suspendidos respectivamente.