



Punto RO-01 Río de Oro

# Informe de Calidad de Agua 2023



Subdirección de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio

Coordinación de Gestión de Conocimiento Ambiental

**Dr. JUAN CARLOS REYES NOVA**  
Director General CDMB

**Dr. HECTOR JULIO FUENTES DURÁN**  
Subdirector de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio

**Ing. MARÍA CARMENZA VICINI MARTÍNEZ**  
Coordinadora de Gestión de Conocimiento Ambiental

**MSc., Qco. YORGUIN LEONEL VILLARREAL SOLANO**  
Profesional Universitario CDMB

**Ing. GINA RIVERA SÁNCHEZ**  
Técnico CDMB

**Mayo 15 de 2024, Bucaramanga – Colombia**

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	17
OBJETIVOS .....	20
1. ALCANCE.....	20
2. PROGRAMA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE CORRIENTES SUPERFICIALES.....	21
2.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE JURISDICCIÓN DE LA CDMB .....	29
2.2 PARÁMETROS EVALUADOS .....	30
2.3 ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA .....	31
2.3.1 Índice de Calidad del Agua.....	32
2.3.1.1 Cálculo del Índice de Calidad del Agua - ICA's IDEAM.....	32
2.3.1.2 Índices de contaminación ICO'S.....	37
2.3.1.2.1. Índice de contaminación por mineralización – ICOMI .....	38
2.3.1.2.2. Índice de contaminación por Materia Orgánica – ICOMO .....	38
2.3.1.2.3 Índice de contaminación por Sólidos Suspendedos – ICOSUS .	39
2.3.1.2.4 Índice de contaminación Tráfico – ICOTRO .....	40
2.4 RESULTADOS DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA 2023 .....	40
2.4.1. Índices de Calidad de Agua 2023.....	41
2.4.2. Comparación de los índices de calidad y su categorización para los años 2022 y 2023.....	45
2.5. RESULTADOS POR CORRIENTE.....	58
2.5.1. Río de Oro y sus principales afluentes.....	58
2.5.1.1. Índice de calidad rio de Oro .....	60
2.5.1.2 Índice de calidad de agua ICA para los tributarios del río de Oro	62
2.5.1.3 Índices de Contaminación ICO's en el río de Oro .....	65
2.5.1.4 Índices de contaminación ICO's tributarios río de Oro .....	66
2.5.2. Sistema quebrada La Iglesia .....	69

2.5.2.1. Índice de calidad sistema La Iglesia.....	71
2.5.2.2 Índices de Contaminación ICO's sistema La Iglesia.....	72
2.5.3 Rio Frío y principales afluentes .....	74
2.5.3.1 Índice de Calidad ICA río Frío .....	76
2.5.3.2 Índice de Calidad para los tributarios del río Frío .....	78
2.5.3.3 Índices de Contaminación ICO's Río Frío .....	79
2.5.3.4 Índices de contaminación tributarios río Frío .....	81
2.5.4. Quebrada La Ruitoca.....	83
2.5.4.1. Índice de calidad – ICA Quebrada La Ruitoca .....	85
2.5.4.2. Índices de contaminación Quebrada La Ruitoca .....	86
2.5.5 Río Lebrija y sus afluentes principales .....	88
2.5.5.1 Índice de calidad Río Lebrija .....	90
2.5.5.2. Índice de calidad tributarios río Lebrija .....	91
2.5.5.3. Índices de contaminación río Lebrija .....	93
2.5.5.4. Índice de contaminación ICO's tributarios del río Lebrija .....	94
2.5.5.5. Metales pesados en el Rio Lebrija – RED DE CALIDAD .....	96
2.5.6 Rio Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito) .....	98
2.5.6.1 Índice de calidad ICA Rio Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito) .....	100
2.5.6.2 Índices de Contaminación ICO's Rio Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito) .....	101
2.5.7 Río Salamaga y Rio Silgara.....	103
2.5.7.1. Índice de calidad ICA para los Ríos Salamaga y Silgará .....	104
2.5.7.2. Índices de Contaminación ICO's Ríos Salamaga.....	105
2.5.8 Río Negro y sus tributarios .....	107
2.5.8.1. Índice de calidad ICA para Río Negro .....	108
2.5.8.2. Índices de Contaminación ICO's Río Negro .....	110
2.5.9 Ríos Manco y Umpalá .....	111
2.5.9.1 Índice de calidad río Manco y Umpalá .....	113
2.5.9.2 Índices de contaminación ICO's Río Manco y Río Umpalá .....	114
2.5.10 Zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán.....	116

2.5.10.1 Índice de calidad zona de Páramo, quebrada Arenales y río Jordán .....	118
2.5.10.2 Índice de contaminación ICO's zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán .....	119
2.5.11 Zona del Complejo de Ciénagas Papayal.....	120
2.5.11.1 Índice de calidad Complejo de Ciénagas Papayal .....	121
2.5.11.2 Índice de contaminación ICO's zona de Complejo Ciénagas Papayal .....	122
2.5.11.3. Metales pesados en la zona de Complejo Ciénagas Papayal – RED DE CALIDAD .....	123
2.5.12. Río Surata y sus principales afluentes .....	124
2.5.12.1 Índice de calidad de agua Río Suratá .....	127
2.5.12.2 Índice de calidad tributarios río Surata .....	128
2.5.12.3 Índices de contaminación ICO's río Suratá .....	129
2.5.12.4. Índices de Contaminación ICO's tributarios del Río Surata.....	130
2.5.13. Río Vetas y sus principales afluentes .....	131
2.5.13.1. Índice de calidad río Vetas .....	134
2.5.13.2. Índice de calidad tributarios río Vetas .....	135
2.5.13.3. Índice de contaminación río Vetas .....	136
2.5.13.4. Índice de contaminación ICO's tributarios del río Vetas.....	137
2.5.14. Río Tona.....	138
2.5.14.1. Índice de calidad río Tona .....	140
2.5.14.2. Índice de contaminación río Tona .....	141
2.6. CIANURO Y METALES PESADOS EN LA UNIDAD HIDROGRÁFICA DEL RÍO SURATA – RED DE CALIDAD .....	145
3. MONITOREO DE SEDIMENTOS – RED DE CALIDAD .....	154
3.1. PARÁMETROS EVALUADOS .....	156
3.2. RESULTADOS DEL MONITOREO DE SEDIMENTOS 2023.....	157
3.2.1. Resultados de granulometría.....	157
3.2.2. Metales pesados en sedimentos – Red de calidad .....	159
4. MONITOREO DE METALES EN LA UNIDAD HIDROGRÁFICA DEL RÍO	

SURATÁ .....	165
4.1. PARÁMETROS EVALUADOS .....	167
4.2. RESULTADOS DE MONITOREOS PUNTUALES .....	168
4.2.1 Parámetros de campo en monitoreos puntuales .....	168
4.2.2 Metales pesados en muestras puntuales .....	170
4.3. RESULTADOS DE MONITOREOS DE MERCURIO 24 HORAS EN LA UNIDAD HIDROGRÁFICA DEL RÍO SURATA .....	173
4.3.1. Monitoreo de mercurio 24 horas en la quebrada la Baja, La bodega LB-02 .....	173
4.3.2. Monitoreo de mercurio 24 horas en la quebrada la Baja, Loma Redonda QLB-01 .....	174
4.3.3. Monitoreo de mercurio 24 horas en el Rio Vetás, Loma Redonda RV- 02 .....	175
4.3.4. Monitoreo de mercurio 24 horas en el Rio Vetás, Borrero RV-05....	176
5. MONITOREO DE AGUAS SUBTERRANEAS EN EL ÁREA DE JURISDICCIÓN DE LA CDMB – RED DE CALIDAD .....	177
5.1. PARAMETROS EVALUADOS .....	179
5.2. RESULTADOS DEL MONITOREO DE AGUA SUBTERRÁNEA .....	180
5.2.1 Parámetros de campo en aguas subterráneas .....	181
5.2.2 Parámetros de microbiológicos en aguas subterráneas .....	184
5.2.3. Parámetros fisicoquímicos en aguas subterráneas .....	185
5.2.4. Parámetros de metales en aguas subterráneas .....	192
6. CONCLUSIONES .....	196

## Listado de Tablas

Tabla 1. Subzonas Hidrográficas, jurisdicción total CDMB o compartida. ....	17
Tabla 2. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad de Agua CDMB.....	24
Tabla 3. Parámetros de campo.....	30
Tabla 4. Parámetros evaluados fisicoquímicos y microbiológicos .....	30
Tabla 5. Variables ICA (IDEAM) .....	32
Tabla 6. Intervalos ICA (IDEAM).....	37
Tabla 7. Rangos establecidos para los índices de contaminación del agua - ICO's.....	37
Tabla 8. Rangos establecidos para el ICOTRO. Fuente: Ramírez et al. (1999) .....	40
Tabla 9. Índices de Calidad de Agua para las dos (2) campañas de monitoreo 2023 .....	41
Tabla 10. Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo años 2022 y 2023 .....	46
Tabla 11. Comparativo ICAS 2022-2023.....	48
Tabla 12. Índices de Contaminación- 2023.....	51
Tabla 13. Fechas de campañas de monitoreo de Río de Oro y sus principales afluentes	59
Tabla 14. Índice de Calidad de Agua – ICA, Río de Oro 2023 .....	60
Tabla 15. Índice de Calidad de Agua ICA – Tributarios Río de Oro.....	63
Tabla 16. Índices de Contaminación – Río de Oro 2023.....	65
Tabla 17. Índices de Contaminación - Tributarios Río de Oro 2023 .....	67
Tabla 18. Fechas de campañas de monitoreo de Sistema La Iglesia.....	70
Tabla 19. Índice de Calidad de Agua ICA - Sistema Iglesia. ....	71
Tabla 20. Índices de Contaminación 2023 - Sistema Iglesia. ....	73
Tabla 21. Fechas de campañas de monitoreo de Río Frío y sus principales afluentes ....	75
Tabla 22. Índice de Calidad de Agua ICA- Río Frío.....	77
Tabla 23. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Frío.....	79
Tabla 24. Índices de Contaminación - Río Frío. ....	80
Tabla 25. Índices de Contaminación – Tributarios Río Frío.....	82
Tabla 26. Fechas de campañas de monitoreo de Quebrada La Ruitoca .....	84
Tabla 27. Índice de Calidad de Agua ICA – Quebrada La Ruitoca. ....	85
Tabla 28. Índices de Contaminación – Quebrada La Ruitoca.....	86
Tabla 29. Fechas de campañas de monitoreo de Río de Lebrija y sus principales afluentes .....	89
Tabla 30. Índice de calidad de agua ICA - Río Lebrija. ....	90
Tabla 31. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Lebrija. ....	92

Tabla 32. Índices de Contaminación - Río Lebrija.....	94
Tabla 33. Índices de Contaminación - Tributarios Río Lebrija. ....	95
Tabla 34. Resultados de concentración de Hierro y Manganeseo en el Río Lebrija.....	97
Tabla 35. Fechas de campañas de monitoreo Ríos Cachira, Salamaga, Río Negro .....	99
Tabla 36. Índice de Calidad de Agua - Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito). 100	
Tabla 37. Índices de Contaminación - Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito) . 102	
Tabla 38. Fechas de campañas de monitoreo Ríos Salamaga y Silgará.....	104
Tabla 39. Índice de Calidad de Agua - Río Salamaga y Río Silgará.....	105
Tabla 40. Índices de Contaminación - Río Salamaga y Río Silgará .....	106
Tabla 41. Fechas de campañas de monitoreo Río negro y sus tributarios. ....	108
Tabla 42. Índices de Calidad de agua - Río Negro y sus tributarios .....	109
Tabla 43. Índices de Contaminación - Río Negro y sus tributarios .....	110
Tabla 44. Fechas de campañas de monitoreo de Río Manco y Umpalá.....	112
Tabla 45. Índice de Calidad de Agua ICA - Río Manco y Umpalá. ....	113
Tabla 46. Índices de Contaminación - Río Manco y Umpalá.....	114
Tabla 47. Fechas de campañas de monitoreo de Quebrada Arenales y Río Jordán.....	117
Tabla 48. Índice de Calidad de Agua ICA- Zona Páramo.....	118
Tabla 49. Índices de Contaminación - Zona Paramo.....	119
Tabla 50. Fechas de campañas de monitoreo de Quebrada Arenales y Río Jordán.....	120
Tabla 51. Índice de Calidad de Agua ICA- Complejo Ciénagas Papayal.....	121
Tabla 52. Índices de Contaminación – Complejo Ciénagas Papayal.....	122
Tabla 53. Fechas de campañas de monitoreo de Río Suratá y sus principales afluentes .....	126
Tabla 54. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Surata.....	127
Tabla 55. Índice de Calidad del Agua ICA- Tributarios Río Surata .....	128
Tabla 56. Índices de Contaminación - Río Surata .....	129
Tabla 57. Índices de Contaminación – Tributarios Río Surata.....	131
Tabla 58. Fechas de campañas de monitoreo de Río Vetas.....	133
Tabla 59. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Vetas.....	134
Tabla 60. Índice de Calidad del Agua ICA- Tributarios Río Surata .....	135
Tabla 61. Índices de Contaminación Río Vetas.....	136
Tabla 62. Índices de Contaminación tributarios del Río Vetas. ....	138
Tabla 63. Fechas de campañas de monitoreo de Río Tona.....	138
Tabla 64. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Tona.....	140



Tabla 65. Índices de Contaminación Río Vetas.....	142
Tabla 66. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad en caracterización de Pesticidas.	143
Tabla 67. Fechas de campañas de monitoreo de pesticidas.....	143
Tabla 68. Resultados de la concentración de pesticidas organoclorados.....	144
Tabla 69. Resultados de la concentración de pesticidas organoclorados.....	144
Tabla 70. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad en sedimentos CDMB.....	156
Tabla 71. Parámetros evaluados fisicoquímicos en sedimentos .....	156
Tabla 72. Resultados de granulometría en sedimentos .....	158
Tabla 73. Resultados de caudales de aforo líquido de las corrientes donde se realizó toma de muestra de sedimentos.....	159
Tabla 74. Puntos de monitoreo – Suratá – para monitoreo de cianuro y metales pesados. .....	166
Tabla 75. Fechas de monitoreo de cianuro y metales pesados- Suratá. ....	166
Tabla 76. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad en sedimentos CDMB.....	179
Tabla 77. Destinación del recurso otorgado a los puntos de monitoreo de agua subterránea evaluados. ....	180
Tabla 78. Destinación del recurso otorgado a los puntos de monitoreo de agua subterránea evaluados. ....	185
Tabla 79. Calidad puntos de monitoreo 2022 – 2023.....	196
Tabla 80. Índices de Calidad de Agua en los nuevos puntos de monitoreo 2023.....	200
Tabla 81. Resultados de caudales de aforo líquido de las corrientes donde se realizó toma de muestra de sedimentos.....	202

### Listado de Gráficas

Gráfica 1. Porcentaje de ICAS- 2022.....	45
Gráfica 2. Índices de Calidad de Agua 2023 de los 85 puntos monitoreados del 2022 ....	49
Gráfica 3. Índices de Calidad de Agua 2023 de los 85 puntos monitoreados del 2022 ....	49
Gráfica 4. Porcentaje de Índices de Contaminación -2023.....	55
Gráfica 5. Índice de Calidad de Agua – ICA, Río de Oro 2023 -.....	61
Gráfica 6. Índice de Calidad de Agua ICA – Tributarios Río de Oro. ....	64
Gráfica 7. Índices de Contaminación – Río de Oro 2023. ....	66
Gráfica 8. Índices de Contaminación - Tributarios Río de Oro 2023.....	68
Gráfica 9. Índice de Calidad de Agua ICA - Sistema Iglesia.....	72
Gráfica 10. Índices de Contaminación 2023 - Sistema Iglesia.....	73
Gráfica 11. Índice de Calidad de Agua ICA- Río Frío.....	78
Gráfica 12. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Frío. ....	79
Gráfica 13. Índices de Contaminación - Río Frío.....	81
Gráfica 14. Índices de Contaminación – Tributarios Río Frío. ....	82
Gráfica 15. Índice de Calidad de Agua ICA – Quebrada La Ruitoca. ....	85
Gráfica 16. Índices de Contaminación – Quebrada La Ruitoca. ....	87
Gráfica 17. Índice de calidad de agua ICA - Río Lebrija.....	91
Gráfica 18. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Lebrija. ....	93
Gráfica 19. Índices de Contaminación - Río Lebrija. ....	94
Gráfica 20. Índices de Contaminación - Tributarios Río Lebrija.....	96
Gráfica 21. Índice de Calidad de Agua - Rio Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito) .....	101
Gráfica 22. Índices de Contaminación - Rio Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)	102
Gráfica 23. Índice de Calidad de Agua - Rio Salamaga y Silgará.....	105
Gráfica 24. Índice de Contaminación - Rio Salamaga y Silgará ....	106
Gráfica 25. Índice de Calidad de Agua - Rio Negro y sus tributarios.....	109
Gráfica 26. Índices de Contaminación - Rio Negro y sus tributarios.....	110
Gráfica 27. Índice de Calidad de Agua ICA - Río Manco y Umpalá.....	113
Gráfica 28. Índices de Contaminación - Río Manco y Umpalá. ....	115
Gráfica 29. Índice de Calidad de Agua ICA- Zona Páramo. ....	118

Gráfica 30. Índices de Contaminación - Zona Paramo.....	120
Gráfica 31. Índice de Calidad de Agua ICA- Complejo Ciénagas Papayal.....	122
Gráfica 32. Índices de Contaminación – Complejo Ciénagas Papayal.....	123
Gráfica 33. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Surata.....	127
Gráfica 34. Índice de Calidad del Agua ICA- Tributarios Río Surata.....	128
Gráfica 35. Índices de Contaminación - Río Surata.....	130
Gráfica 36. Índices de Contaminación – Tributarios Río Surata.....	131
Gráfica 37. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Vetas.....	134
Gráfica 38. Índice de Calidad del Agua ICA- Tributarios Río Vetas.....	136
Gráfica 39. Índices de Contaminación Río Vetas.....	137
Gráfica 40. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Tona.....	141
Gráfica 41. Índices de Contaminación Río Vetas.....	142
Gráfica 42. Cianuro en zona minera.....	146
Gráfica 43. Mercurio en zona minera.....	146
Gráfica 44. Cadmio en zona minera.....	147
Gráfica 45. Arsénico en zona minera.....	148
Gráfica 46. Zinc en zona minera.....	148
Gráfica 47. Cobre en zona minera.....	149
Gráfica 48. Cromo en zona minera.....	149
Gráfica 49. Plomo en zona minera.....	150
Gráfica 50. Aluminio en zona minera.....	151
Gráfica 51. Hierro en zona minera.....	151
Gráfica 52. Manganeseo en zona minera.....	152
Gráfica 53. Níquel en zona minera.....	153
Gráfica 54. Uranio en zona minera.....	154
Gráfica 55. Concentración de mercurio en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.....	159
Gráfica 56. Concentración de arsénico en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.....	160
Gráfica 57. Concentración de bario en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas. .....	161
Gráfica 58. Concentración de cadmio en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas. .....	161
Gráfica 59. Concentración de cromo en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.	

.....	162
Gráfica 60. Concentración de vanadio en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.	162
.....	162
Gráfica 61. Concentración de zinc en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.	163
Gráfica 62. Concentración de cobre en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.	164
.....	164
Gráfica 63. Concentración de plomo en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.	164
.....	164
Gráfica 64. Concentración de selenio en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.	165
.....	165
Gráfica 65. Monitoreo de pH en muestras puntuales. ....	168
Gráfica 66. Monitoreo de Oxígeno Disuelto en muestras puntuales.....	169
Gráfica 67. Monitoreo de Conductividad en muestras puntuales. ....	169
Gráfica 68. Monitoreo de Mercurio en muestras puntuales. ....	170
Gráfica 69. Monitoreo de Arsénico en muestras puntuales. ....	171
Gráfica 70. Monitoreo de Cadmio en muestras puntuales.....	171
Gráfica 71. Monitoreo de Plomo en muestras puntuales. ....	172
Gráfica 72. Monitoreo de Hierro en muestras puntuales. ....	173
Gráfica 73. Monitoreo de Mercurio 24 horas punto LB-02.....	174
Gráfica 74. Monitoreo de Mercurio 24 horas punto QLB-01. ....	175
Gráfica 75. Monitoreo de Mercurio 24 horas punto RV-02. ....	176
Gráfica 76. Monitoreo de Mercurio 24 horas punto RV-05. ....	176
Gráfica 77. Monitoreo puntual de pH en aguas subterráneas. ....	181
Gráfica 78. Monitoreo puntual de potencial Redox en aguas subterráneas.....	182
Gráfica 79. Monitoreo puntual de oxígeno disuelto en aguas subterráneas. ....	183
Gráfica 80. Monitoreo puntual de potencial Redox en aguas subterráneas.....	184
Gráfica 81. Monitoreo puntual de alcalinidad en aguas subterráneas. ....	186
Gráfica 82. Monitoreo puntual de Bicarbonatos en aguas subterráneas. ....	186
Gráfica 83. Monitoreo puntual de cloruros en aguas subterráneas. ....	187
Gráfica 84. Monitoreo puntual de ortofosfatos en aguas subterráneas. ....	188
Gráfica 85. Monitoreo puntual de fósforo total en aguas subterráneas. ....	189
Gráfica 86. Monitoreo puntual de nitratos en aguas subterráneas. ....	190
Gráfica 87. Monitoreo puntual de nitritos en aguas subterráneas. ....	190
Gráfica 88. Monitoreo puntual de sólidos disueltos en aguas subterráneas. ....	191

Gráfica 89. Monitoreo puntual de sulfatos en aguas subterráneas.....	192
Gráfica 90. Monitoreo puntual de calcio en aguas subterráneas.....	193
Gráfica 91. Monitoreo puntual de magnesio en aguas subterráneas.....	194
Gráfica 92. Monitoreo puntual de sodio en aguas subterráneas. ....	194
Gráfica 93. Monitoreo puntual de potasio en aguas subterráneas.....	195

### Listado de imágenes

Imagen 1. Monitoreo de corrientes, punto RO-O-10 / RO-01 .....	60
Imagen 2. Monitoreo de corrientes, puntos LI-03 / GY-01 .....	70
Imagen 3. Monitoreo de corrientes, punto RF-P / CR-01 .....	76
Imagen 4. Puntos de monitoreo LR-02B / LR-02A .....	84
Imagen 5. Monitoreo de corrientes, punto RL-09 / RL-10.....	90
Imagen 6. Monitoreo de corrientes, puntos RC-03 / ROM-01.....	99
Imagen 7. Monitoreo de corrientes, puntos SL-04 / GU-01 .....	104
Imagen 8. Monitoreo de corrientes, puntos TAM-01 / RN-01 .....	108
Imagen 9. Monitoreo de corrientes, puntos RM-03 / UP-01.....	112
Imagen 10. Monitoreo de corrientes, punto QA-02 / PES-01.....	117
Imagen 11. Monitoreo de corrientes, punto MU-01 / CAP-01.....	121
Imagen 12. Monitoreo de corrientes, punto SA-03 / RT-01B.....	126
Imagen 13. Monitoreo de corrientes, punto RV-02 / RV-05.....	133
Imagen 14. Monitoreo de corrientes, punto RT-02 / RT-01B.....	140

## Listado de mapas

Mapa 1. Ubicación de puntos de monitoreo año 2023, Jurisdicción de la CDMB.....	29
Mapa 2. Ubicación puntos de monitoreo Río de Oro y sus Tributarios .....	58
Mapa 3. Ubicación de puntos de monitoreo Sistema Iglesia .....	69
Mapa 4. Ubicación puntos de monitoreo Río Frío y tributarios .....	74
Mapa 5. Ubicación puntos de monitoreo Quebrada La Ruitoca .....	83
Mapa 6. Ubicación de puntos de monitoreo Río Lebrija .....	88
Mapa 7. Ubicación de puntos de monitoreo Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito).....	98
Mapa 8. Ubicación de puntos de monitoreo Río Salamaga y Río Silgará.....	103
Mapa 9. Ubicación de puntos de monitoreo Río Negro y sus tributarios .....	107
Mapa 10. Ubicación de puntos de monitoreo Río Manco - Río Umpala .....	111
Mapa 11. Ubicación puntos de monitoreo Quebrada Arenales- Río Jordán .....	116
Mapa 12 Ubicación puntos de monitoreo Río Suratá .....	125
Mapa 13 Ubicación puntos de monitoreo Río Vetas y sus principales afluentes .....	132
Mapa 14. Ubicación puntos de monitoreo Río Tona.....	139
Mapa 15. Ubicación de puntos de monitoreo de sedimentos año 2023, Jurisdicción de la CDMB.....	155
Mapa 16. Ubicación de puntos de monitoreo de aguas subterráneas año 2023, Jurisdicción de la CDMB.....	178





## INTRODUCCIÓN

La CDMB como ejecutor de políticas, planes, programas y proyectos en materia de ambiente, recursos naturales y cambio climático, cuenta con el seguimiento de una Red de Monitoreo de Cantidad y Calidad del Agua, sobre las principales corrientes hídricas dentro de los trece (13) municipios de su jurisdicción, Bucaramanga, Floridablanca, Lebrija, Piedecuesta, Girón, Surata, California, Vetas, Rionegro, Matanza, Charta, Tona y El Playón.

Para el año 2023, con base en un estudio realizado para la modernización de la red de calidad del agua, se desarrolló en el año 2022 el Programa Institucional Regional del Monitoreo del Agua – PIRMA (link de consulta: <http://caracoli.cdm.gov.co/cai/rhc/docs/ARCHIVOS/Documento%20Formulaci%C3%B3n%20PIRMA%20versi%C3%B3nfinal.pdf>), en el cual presenta una hoja de ruta para su implementación completa al año 2031. Por tanto, se inició su implementación ampliando la red de Monitoreo de Calidad de agua superficial de ochenta y cinco (85) puntos a ciento seis (106) puntos, sugeridos en el PIRMA distribuidos en las Subzonas Hidrográficas donde la CDMB tiene jurisdicción total o compartida con otras Corporaciones como se presenta en la tabla 1.

*Tabla 1. Subzonas Hidrográficas, jurisdicción total CDMB o compartida.*

<b>Código Subzona</b>	<b>Unidad Hidrográfica</b>	<b>Jurisdicción</b>	<b>Extensión</b>
<b>Hidrográfica</b>	<b>Nivel I</b>		<b>Ha</b>
2319-01	Alto Lebrija	CDMB	217.334
2319-02	Cáchira Sur	CDMB	68.262
2319-03	Lebrija Medio	CDMB- CORPONOR-CAS-CORPOCESAR	193.527
2403	Río Chicamocha	CDMB-CORPOBOYACA-CAS	329.582
2405	Río Sogamoso	CDMB (Margen derecha)- CAS	91.429
3705	Río Chitaga	CDMB-CORPONOR	21.234

Para la ejecución de los monitoreos se aplicaron las políticas del Programa Nacional para la Gestión del Recurso Hídrico" - PNGRH 2010 y el "Protocolo de Monitoreo y Seguimiento del Agua 2021" del IDEAM. Así mismo, se dio cumplimiento a las Normas ISO/IEC 17025 versión 2017, ISO 9001 versión 2015, ISO 14001 versión 2015, con la contratación de un laboratorio acreditado por el IDEAM.

Con el fin de determinar el Índice de Calidad del Agua- ICA, el Índice de Contaminación por Materia Orgánica-ICOMO, el Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos- ICOSO, el Índice de Contaminación por Mineralización- ICOMI y el Índice de Contaminación Trófico-ICOTRO, se realizó la medición de variables de campo insitu, análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Para la determinación del ICA, se utilizó los lineamientos propuestos por el IDEAM, a partir de siete (7) variables: Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O), relación Nitrógeno Total /Fósforo Total, Sólidos Suspendidos Totales, Conductividad Eléctrica, Coliformes termotolerantes y pH.

En el presente informe se presentan los resultados del Índice de Calidad – ICA e Índices de Contaminación ICO`s, obtenidos en las dos (2) campañas de monitoreo realizadas en el año 2023 para las fuentes hídricas superficiales. Además, se medirán las concentraciones de pesticidas organoclorados y organofosforados en siete (7) puntos y dos (2) campañas en el área de jurisdicción de la CDMB. Se incluyeron medición de metales en la unidad hidrográfica del río Suratá en dieciocho (18) puntos para la medición de cianuro, mercurio, hierro, aluminio, arsénico, cadmio, cobre, cromo, plomo, manganeso, níquel, zinc. Por último, para cinco (5) puntos definidos en las principales corrientes de Surata, se determinó la concentración del metal radioactivo Uranio acorde a la solicitud de la Procuraduría General de la Nación.

Dentro de la modernización de la Red de Cantidad y Calidad del Agua de acuerdo al PIRMA, se implementó la medición de calidad fisicoquímica y microbiológica de agua Subterránea en diez pozos (10) de concesiones de agua localizada en el área

de jurisdicción en una (1) campaña de monitoreo, en el cual brindará información del estado actual de los pozos, para determinar las características de cada perforación y si este refleja algún parámetro fuera de las condiciones normales del agua, acorde a su destinación de uso por la cual fue otorgada.

Por otra parte, en el informe también se monitorea especialmente en la zona de la cuenca del Río Suratá, en donde se realizan posibles actividades de minería ya sea legal o al margen de la ley, la concentración de los metales en agua bajo los límites permisibles y objetivos de calidad definidos en el Acuerdo N° 1075 de 2006 de la CDMB y el Decreto 1594 de 1984, ya que estas actividades pueden generar descargas que afecten las condiciones de las fuentes hídricas, porque son corrientes utilizadas con fines de abastecimiento para consumo o actividades agrícolas, lo que puede causar efectos a los ecosistemas y a la salud humana. Los metales determinados fueron Mercurio, Cadmio, Arsénico, Zinc, Cobre, Cromo, Plomo, Aluminio, Hierro, Manganeso y Níquel.

Por último, con el fin de reforzar el seguimiento de la presencia de metales en las fuentes hídricas de la cuenca del Río Suratá, se realiza la implementación PIRMA en la determinación de metales en sedimentos que puedan generarse por deposición o bioacumulación. En Colombia no se cuenta con una normatividad frente a los límites máximos permisibles en esta matriz, sin embargo, se tomará de referencia la normatividad internacional como son las guías canadienses referente a la calidad de los sedimentos para la protección de la vida acuática (Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg).

En conclusión, este Informe de la Red de Calidad del Agua-2023, se encuentra a disposición de la comunidad en general dentro de la página web de la CDMB, con el fin facilitar y publicar la información del estado de las fuentes hídricas para las partes interesadas en la toma de decisiones que contribuyan con el mejoramiento, uso, protección, y sostenibilidad del recurso hídrico.

Este trabajo fue ejecutado por la Coordinación de Gestión de Conocimiento Ambiental perteneciente a la Subdirección de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio.

## **OBJETIVOS**

- Determinar los Índices de Calidad-ICA y de Contaminación ICO`s en las principales fuentes Hídricas y tramos de corriente en el Área de Jurisdicción de la CDMB.
- Disponer de un marco ambiental de referencia de la calidad de las principales fuentes hídricas superficiales en el área de jurisdicción de la CDMB.
- Implementar el seguimiento y generación de información sobre las fuentes hídricas subterráneas en el área de jurisdicción de la CDMB.
- Determinar la concentración de metales en la zona de la unidad hidrográfica del Río del Suratá sobre las fuentes hídricas superficiales y en sedimentos.
- Vincular el Informe de la Red de Calidad del Agua 2023, en la página web de la CDMB para facilitar el acceso a los actores sociales, gremiales e institucionales que lo requieran.

### **1. ALCANCE**

Evaluar la calidad de las aguas y sedimentos de las principales fuentes Hídricas para las Unidades Hidrográficas Nivel I, Alto Lebrija, Cáchira Sur, Lebrija medio, Río Chicamocha (margen derecha) y río Chitagá localizadas en el Área de Jurisdicción de la CDMB.

## **2. PROGRAMA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE CORRIENTES SUPERFICIALES**

La Subdirección de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio a través de la Coordinación de Gestión de Conocimiento Ambiental, ejecuta anualmente el Programa de Monitoreo de Calidad de corrientes, conformado por mínimo dos (2) campañas en las principales fuentes hídricas superficiales, una campaña en época de lluvias y otra de sequía. Con el fin de realizar la implementación del PIRMA, además, se realizó una (1) campaña de aguas subterráneas, se incrementaron los puntos de la red de calidad del agua en veintiuno (21) puntos, se realizó la inclusión de medición en sedimentos sobre el Río Suratá y el Río Vetas, y además se determinó la concentración de Uranio a solicitud de la Procuraduría General de la Nación en cinco (5) puntos. En consecuencia, para la vigencia 2023, la CDMB contrató el Laboratorio SIAMA SAS con acreditación vigente ante el IDEAM para la realización de dos (2) campañas de monitoreo que constan de las siguientes fases:

### Fase 1

#### Aforo de Caudales y la Toma de muestras

Se efectúa la medición de parámetros in situ, preservación, transporte de las muestras al laboratorio conforme al cronograma establecido por la CDMB para cada campaña. Se debe agregar, que en esta fase funcionarios de la CDMB, supervisan la medición de caudales y la toma de muestras en los puntos determinados en la red de calidad.

### Fase 2

Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras de las dos (2) campañas se realizaron a través del Laboratorio SIAMA SAS. Teniendo en cuenta que algunos parámetros fueron subcontratados por SIAMA S.A.S.

acorde a las necesidades, tal como sucede con la determinación de Uranio con el Laboratorio SGS–Institut Fresenius sede Alemania bajo certificado de acreditación D-PL-14115-02-07 (Organismo Alemán de Acreditación GmbH), ya que en Colombia no se encuentra acreditado dicho parámetro.

### Fase 3

#### Análisis de datos por campaña

Los datos de campo y los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos emitidos por el laboratorio SIAMA, se consolidan en un archivo Excel para proceder a hacer la revisión, y el análisis. Posteriormente se cargan en un aplicativo interno de la CDMB para calcular los índices de Calidad - ICAS y los índices de contaminación ICO`S en cada punto de monitoreo, para cada una de las campañas.

### Fase 4

Para terminar, se realiza una representación gráfica de los datos por fuente hídrica o tramo acorde al desplazamiento de las fuentes hídricas, con el fin de visualizar mejor las relaciones tendencias de los datos y se genera el Informe de Calidad de Agua. Por último, se realiza el informe de Calidad de Agua para la jurisdicción de la CDMB y el cargue de todos los resultados de cada campaña en el Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH), plataforma del IDEAM.

A continuación, en la tabla 2 se presentan los ciento seis (106) puntos monitoreados durante las dos (2) campañas de 2023 y que están establecidos en el programa de monitoreo de la red de calidad del agua, a excepción de los puntos Trituradora quebrada La Picha (LP-01), Forjas Navas quebrada las Navas (LN-01), Quebrada Argelia (AR-01), Parque industrial quebrada Cuyamita o Pantano (CY-01), Chimitá quebrada la Rosita (CA-01), Forjas Chapinero quebrada Chapinero (CH-01), Coca-Cola Quebrada el Macho (MA-01) y Coca-Cola Quebrada la Guacamaya (GY-01) en los cuales se tomaron

en una sola campaña, debido a que son corrientes provenientes de las escarpas de la meseta de Bucaramanga e históricamente presentan malas condiciones de calidad siempre y cuando no se les realice tratamiento a los vertimientos de las aguas domésticas sobre la corriente:

Tabla 2. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad de Agua CDMB

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA							
ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	SUBCUENCA	Unidad Hidrográfica Nivel III	Fuente	COORD. PLANAS	
						Y(NORTE)	X(ESTE)
1	Rasgón	RO - 06	Río de Oro	Río de Oro	Río de Oro	1270371	1119064
2	Conquistador	RO - 05	Río de Oro	Río de Oro	Río de Oro	1264794	1114531
3	Barroblanco	QG-01	Río de Oro	Quebrada Grande	Quebrada Grande	1262690	1111299
4	Villa Paulina	SO - 01	Río de Oro	Quebrada Sorata	Quebrada Sorata	1263519	1110751
5	La Batea	LT - 01	Río de Oro	Río Lato	Río Lato	1263269	1109225
6	Palogordo	RO - 04	Río de Oro	Río de Oro	Río de Oro	1262928	1103313
7	Bahondo	RO - 4A	Río de Oro	Río de Oro	Río de Oro	1271287	1100541
8	Carrizal	RO - 02	Río de Oro	Río de Oro	Río de Oro	1274364	1100103
9	Puente Nariño	RO - 01	Río de Oro	Río de Oro	Río de Oro	1281278	1102245
10	La Esperanza	RF - 03	Río de Oro	Río Frío	Río Frío	1274216	1111641
11	Campestre	ZA - 01	Río de Oro	Quebrada Zapamanga	Quebrada Zapamanga	1273151	1105867
12	El Pórtico	RF - P	Río de Oro	Río Frío	Río Frío	1273097	1105119
13	El Caucho	RF - B	Río de Oro	Río Frío	Río Frío	1272585	1104261
14	Los Totumos	AZ - 1A	Río de Oro	Quebrada Aranzoque-Menzulí	Quebrada Aranzoque-Menzulí	1272559	1104169
15	Caneyes	RF - 1A	Río de Oro	Río Frío	Río Frío	1273097	1100822
16	El Jardín	LF - 01	Río de Oro	Quebrada La Flora	Quebrada La Flora	1279280	1107407
17	La Floresta	CS - 01	Río de Oro	Quebrada La Iglesia	Quebrada La Iglesia	1277536	1107417
18	San Luis	LI - 03	Río de Oro	Quebrada La Iglesia	Quebrada La Iglesia	1276245	1105855
19	Coca-Cola	MA - 01	Río de Oro	Quebrada El Macho	Quebrada El Macho	1276062	1105618
20	Coca-Cola	GY - 01	Río de Oro	Quebrada La Guacamaya	Quebrada La Guacamaya	1276168	1105426
21	Cenfer	DC - 01	Río de Oro	Cañada El Carrasco	Cañada El Carrasco	1275080	1102186
22	Puente Sena	LI - 01	Río de Oro	Quebrada La Iglesia	Quebrada La Iglesia	1274890	1100450
23	El Águila	LA - 04	Lebrija Alto	Quebrada La Angula	Quebrada La Angula	1277122	1092990
24	La Batea	LA - 03	Lebrija Medio	Quebrada La Angula	Quebrada La Angula	1278815	1093548



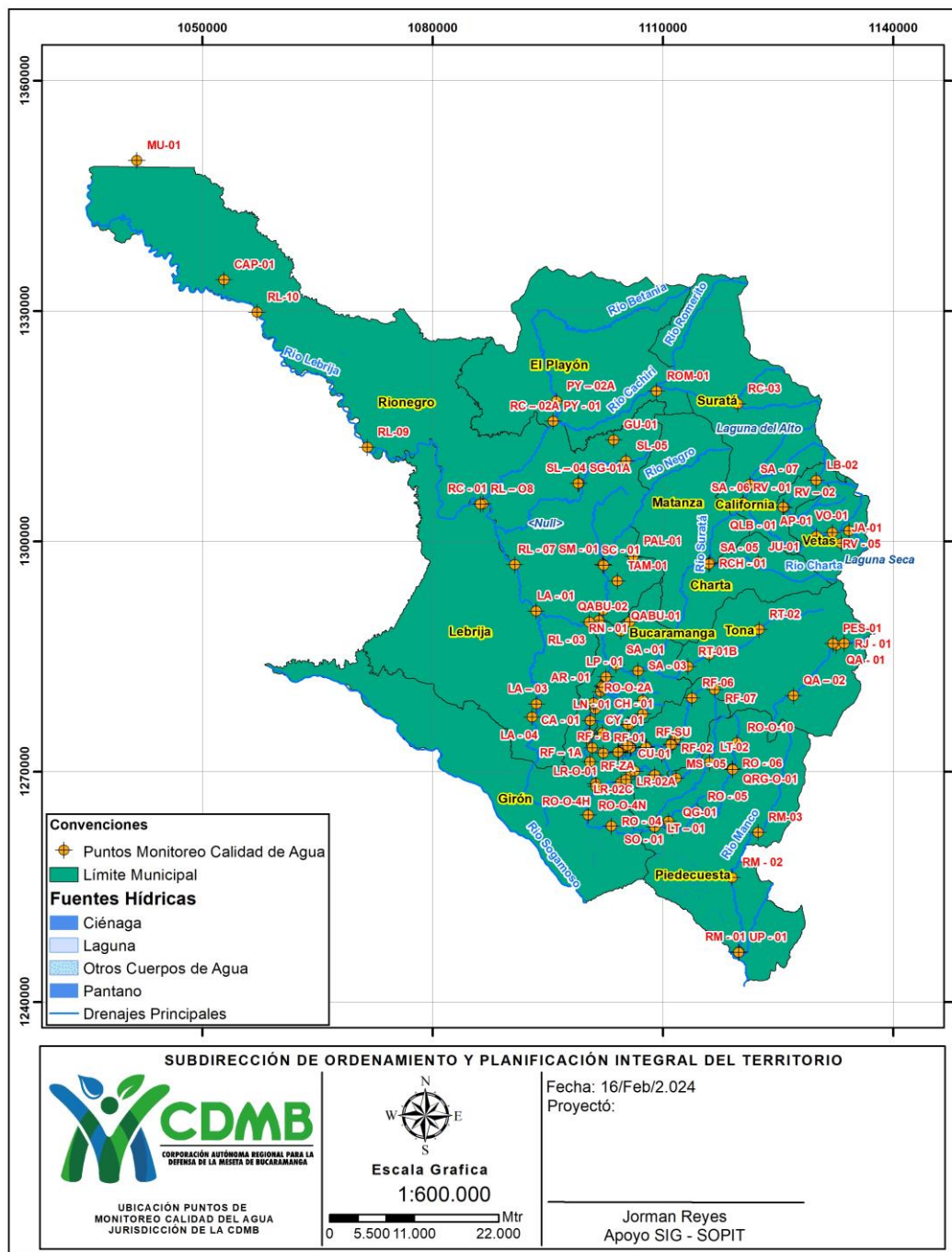
PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA							
ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	SUBCUENCA	Unidad Hidrográfica Nivel III	Fuente	COORD. PLANAS	
						Y(NORTE)	X(ESTE)
25	Chimitá	CA - 01	Río de Oro	Quebrada La Rosita	Quebrada La Rosita	1276649	1100554
26	Parque Industrial	CY - 01	Río de Oro	Quebrada Cuyamita o Pantano	Quebrada Cuyamita o Pantano	1278167	1101223
27	Argelia	AR - 01	Río de Oro	Quebrada Argelia o Cantera	Quebrada Argelia o Cantera	1280426	1101918
28	Forjas Navas	LN - 01	Río de Oro	Quebrada Las Navas	Quebrada Las Navas	1281136	1102121
29	Forjas Chapinero	CH - 01	Río de Oro	Quebrada Chapinero	Quebrada Chapinero	1281017	1102354
30	Trituradora (La Picha)	LP - 01	Río de Oro	Quebrada La Picha	Quebrada La Picha	1282366	1102601
31	Uña de Gato	SA - 07	Río Suratá	Río Suratá	Río Suratá	1307431	1121387
32	Pánaga	SA - 06	Río Suratá	Río Suratá	Río Suratá	1305053	1120446
33	Puente Pánaga	RV - 01	Río Suratá	Río Vetas	Río Vetas	1305048	1120508
34	La Playa confluencia (Charta-Surata)	SA - 05	Río Suratá	Río Suratá	Río Suratá	1297215	1116159
35	La Playa confluencia (Charta-Surata)	RCH - 01	Río Suratá	Río Charta	Río Charta	1297065	1116030
36	Puente Tona	RT - 01A	Río Suratá	Río Tona	Río Tona	1285268	1116084
37	Zaragoza (Bosconia)	SA - 03	Río Suratá	Río Suratá	Río Suratá	1283128	1106795
38	Bavaria	SA - 01	Río Suratá	Río Suratá	Río Suratá	1283912	1103921
39	Bocas	RL - 02	Lebrija Alto	Río Lebrija	Río Lebrija	1289688	1101719
40	Embalse	RL - 03	Lebrija Alto	Río Lebrija	Río Lebrija	1289511	1100448
41	Palmas	LA - 01	Lebrija Medio	Quebrada La Angula	Quebrada La Angula	1290907	1093526
42	Conchal	RL - 07	Lebrija Alto	Río Lebrija	Río Lebrija	1296985	1090710
43	Vanegas	RC - 01	Río Cachira	Río Cachira	Río Cachira	1304898	1086591
44	Vanegas	RL - 08	Lebrija Medio	Río Lebrija	Río Lebrija	1304870	1086228
45	Puente San Alonso	PY - 02A	Río Cachira	Río Playonero	Río Playonero	1318255	1096186
46	Balsas	PY - 01	Río Cachira	Río Playonero	Río Playonero	1315655	1095729
47	Las Olas	RC - 02A	Río Cachira	Río Cachiri	Río Cachiri	1315646	1095741
48	Puente Arturo	SG-01A	Río Salamanca	Río Silgara	Río Silgara	1307565	1099094
49	El Bambú	SL - 04	Río Salamaga	Río Salamaga	Río Salamaga	1307541	1098981
50	Brisas de Samaca	SM - 01	Río Negro	Quebrada Samaca	Quebrada Samaca	1297005	1102232

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA							
ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	SUBCUENCA	Unidad Hidrográfica Nivel III	Fuente	COORD. PLANAS	
						Y(NORTE)	X(ESTE)
51	La virgen	SC - 01	Río Negro	Río Negro	Río Negro	1296906	1102317
52	Brisas	RN - 01	Río Negro	Río Negro	Río Negro	1291068	1102284
53	Primavera (El Chorro)	RM - 02	Río Chicamocha	Río Manco	Río Manco	1256200	1119044
54	Pescadero (Mensuly)	RM - 01	Río Chicamocha	Río Manco	Río Manco	1246516	1119926
55	Pescadero (Umpalá)	UP - 01	Río Chicamocha	Río Umpalá	Río Umpalá	1246475	1119912
56	Platacero	MS - 05	Río de Oro	Quebrada Mensulí o La Estancia	Quebrada Mensulí o La Estancia	1269168	1111743
57	Autopista	AZ - 07	Río de Oro	Quebrada Aranzoque o Mensulí	Quebrada Aranzoque o Mensulí	1272238	1109866
58	Cañaverl	LR - 03	Río de Oro	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	1269576	1108979
59	El Pílon	LR - 02	Río de Oro	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	1268653	1104591
60	Arenales	QA – 02	Río Chitaga	Quebrada Arenales	Quebrada Arenales	1279894	1127032
61	Berlín	QA - 01	Río Chitaga	Quebrada Arenales	Quebrada Arenales	1286473	1132599
62	Berlín	RJ - 01	Río Chitaga	Río Jordán	Río Jordán	1286687	1133659
63	Borrero	RV - 05	Río Vetas	Río Vetas	Río Vetas	1301171	1132080
64	Loma Redonda	RV – 02	Río Vetas	Río Vetas	Río Vetas	1304410	1125835
65	Loma Redonda (La Baja)	QLB - 01	Q. La Baja	Quebrada La Baja o Páez	Quebrada La Baja o Páez	1304455	1125711
66	Cristales	RO-O-10	Río de Oro	Río de Oro	Río de Oro	1273759	1119688
67	CE Rasgón	QRG-O-01	Río de Oro	Quebrada El Rasgón	Quebrada El Rasgón	1270289	1119095
68	Batea Oro	RO-O-2PA	Río de Oro	Río de Oro	Río de Oro	1262984	1109266
69	Chocoa	RO-O-4N	Río de Oro	Río de Oro	Río de Oro	1264382	1100285
70	Barbosa	RO-O-4H	Río de Oro	Río de Oro	Río de Oro	1268478	1101269
71	Chimita	RO-O-2A	Río de Oro	Río de Oro	Río de Oro	1278947	1101005
72	La Vega	QABU-02	alto Lebrija	Quebrada El Aburrido	Quebrada El Aburrido	1289529	1105683
73	Acapulco	LR-02B	Río de Oro	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	1269993	1105900
74	Pollo Plus	LR-02C	Río de Oro	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	1270050	1106362
75	El Porvenir	LR-02A	Río de Oro	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	1268965	1105230
76	La Ruitoca	LR-O-01	Río de Oro	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	Quebrada La Ruitoca o Ruitoque	1268074	1101293

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA							
ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	SUBCUENCA	Unidad Hidrográfica Nivel III	Fuente	COORD. PLANAS	
						Y(NORTE)	X(ESTE)
77	Zona Refrescante	SU-01	Río de Oro	Quebrada Suratoque	Quebrada Suratoque	1273247	1107866
78	La Truchera	RF-07	Río de Oro	Río Frío	Río Frío	1280687	1116761
79	Puente San Ignacio	RF-06	Río de Oro	Río Frío	Río Frío	1279620	1113798
80	La Esperanza	CR-01	Río de Oro	Quebrada Carbona	Quebrada Carbona	1273488	1111246
81	Esperanza Rio Frio	RF-02	Río de Oro	Río Frío	Río Frío	1273558	1111067
82	Z. Refrescante R.F.	RF-SU	Río de Oro	Río Frío	Río Frío	1273167	1107774
83	Campestre R.F.	RF-ZA	Río de Oro	Río Frío	Río Frío	1273125	1105805
84	Tierra Santa	CU-01	Río de Oro	Quebrada Cuellar	Quebrada Cuellar	1273369	1105424
85	Anillo vial	RF-01	Río de Oro	Río Frío	Río Frío	1272439	1102268
86	La Bodega	LB-02	Q. La Baja	Quebrada La Baja o Páez	Quebrada La Baja o Páez	1307954	1130015
87	El Juncal	JU-01	Río Suratá	Quebrada El Juncal	Quebrada El Juncal	1297319	1122469
88	Agua de Paramo	AP-01	Río Vetas	Quebrada Agua de Paramo	Quebrada Agua de Paramo	1300698	1130050
89	El Volcán	VO-01	Río Vetas	Quebrada El Volcán	Quebrada El Volcán	1301357	1134250
90	Jaimes	JA-01	Río Vetas	Quebrada Jaimes	Quebrada Jaimes	1299777	1133277
91	Tienda La Playa	RM-03	Río Chicamocha	Río Manco	Río Manco	1262079	1122426
92	Aburrido Bajo	QABU-01	Alto Lebrija	Quebrada El Aburrido	Quebrada El Aburrido	1288327	1104542
93	La Palmita	PAL-01	Río Negro	Quebrada La Palmita	Quebrada La Palmita	1298078	1106185
94	La Tambora	TAM-01	Río Negro	Quebrada La Tambora	Quebrada La Tambora	1294829	1104080
95	Guayuriba	GU-01	Río Salamaga	Quebrada Guayuriba	Quebrada Guayuriba	1313239	1103615
96	Misiguay	SL-05	Río Salamaga	Río Salamaga	Río Salamaga	1310477	1105245
97	Las Mariposas	LT-02	Río de Oro	Río Lato	Río Lato	1271202	1116094
98	Musanda	MU-01	Bajo Rionegro	Musanda	Musanda	1349633	1041495
99	Caño Pato	CAP-01	Bajo Rionegro	Caño Pato	Caño Pato	1334064	1052857
100	Cachirí	RC-03	Río Cachira	Río Cachiri	Río Cachiri	1317946	1119780
101	El Filo	ROM-01	Río Cachira	Río Romerito	Río Romerito	1319573	1109180
102	Berlín Pescadero	PES-01	Río Chitaga	Quebrada Pescadero	Quebrada Pescadero	1286722	1132168

PUNTOS MONITOREO RED CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA							
ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	SUBCUENCA	Unidad Hidrográfica Nivel III	Fuente	COORD. PLANAS	
						Y(NORTE)	X(ESTE)
103	Provincia	RL-09	Lebrija Medio	Río Lebrija	Río Lebrija	1312250	1071515
104	San Rafael	RL-10	Lebrija Medio	Río Lebrija	Río Lebrija	1329874	1057150
105	El Palmar	RT-02	Río Suratá	Río Tona	Río Tona	1288533	1122565
106	Casa Hotel	RT-01B	Río Suratá	Río Tona	Río Tona	1283687	1113288

## 2.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO AGUA SUPERFICIAL EN EL ÁREA DE JURISDICCIÓN DE LA CDMB



Mapa 1. Ubicación de puntos de monitoreo año 2023, Jurisdicción de la CDMB.

Nota: Ubicación de ciento seis (106) puntos de monitoreo localizados en las principales fuentes hídricas superficiales en la jurisdicción de la CDMB.

## 2.2 PARÁMETROS EVALUADOS

La medición de parámetros de campo insitu consignados en la tabla 3, se realizan en los ciento seis (106) puntos, de igual manera que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos presentados en la tabla 4. Con esta información se determina la calidad del agua en cada estación de monitoreo por medio del cálculo de los índices de calidad-ICAS e ICO`S.

*Tabla 3. Parámetros de campo.*

Parámetro	Unidades
<b>Datos de Campo</b>	
Caudal	L/s
Temperatura del Ambiente	°C
Temperatura del Agua	°C
pH	Unid pH
Oxígeno Disuelto	mg/L
Conductividad	µS/ cm
Presión	mmHg

*Tabla 4. Parámetros evaluados fisicoquímicos y microbiológicos*

PARÁMETROS	
Alcalinidad Total	Coliformes Termotolerantes
Dureza Total	Cianuro
Demanda Química de Oxígeno DQO	Mercurio
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5	Hierro
Fósforo Total	Cobre
Nitrógeno Amoniacal	Cadmio
Nitrógeno Total Kjeldahl NTK	Cromo
Turbidez	Manganeso

PARÁMETROS	
Nitritos	Plomo
Nitratos	Zinc
Sólidos Totales	Níquel
Sólidos Suspendidos	Aluminio
Sólidos Sedimentables	Arsénico
Coliformes Totales	Uranio
Pesticidas Organoclorados	Pesticidas Organofosforados

Se debe agregar, que los parámetros cianuro y metales pesados (excepto el Uranio) descritos en la tabla 4 se miden en las campañas de la red de calidad, específicamente para los puntos de monitoreo ubicados en la zona minera, SA-07, SA-06, SA-05, SA-03, RV-05, RV-02, RV-01, RT- 01, QLB-01, LB-02, JU-01, AP-01, VO-01, JA-01, MU-01, CAD-01, RL-09, RL-10, RT-02 y RT-01B. Para el caso del metal uranio, solo se realizó en los puntos SA-06, RV-01, SA-03, RV-02 y QLB-01.

De igual manera para los parámetros de análisis de pesticidas se ejecutaron solo en los puntos QA-02, QA-01, RJ-01, AP-01, GU-01, SL-05 y PES-01.

### 2.3 ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA

La información de los resultados fisicoquímicos y microbiológicos por cada monitoreo, se recopiló y organizó en una hoja de cálculo, para realizar la verificación y análisis de cada resultado con el laboratorio, al igual que revisar la correlación de resultados entre parámetros, para así, proceder cargarla en el aplicativo del SIC. Posteriormente, se realizó la representación gráfica de los resultados de los ICAS e ICO`S, para las fuentes principales y sus afluentes en las cuales se visualiza el comportamiento de la corriente para el año 2023

### 2.3.1 Índice de Calidad del Agua

De acuerdo al ENA 2018, dentro de los indicadores de intervención antrópica tenemos, el ICA y el IACAL que nos muestran el estado de la Calidad y presión por contaminación, en este informe se calculará el Índice de calidad del agua -ICA.

El cálculo de ICA, se realizó con la ponderación de siete (7) variables: oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, conductividad eléctrica, sólidos totales en suspensión, pH, la relación NT/PT y coliformes termotolerantes. Con los resultados obtenidos del monitoreo puntual de la red de calidad del agua en dos (2) campañas realizadas para el año 2023 dentro del área de jurisdicción de la CDMB, se determinó el ICA promedio como indicativo de las condiciones generales de calidad anual. Las variables consideradas y la ponderación correspondiente se presentan en la Tabla 5.

También, se determinaron los cuatro índices de contaminación complementarios - ICOS: índice de contaminación por mineralización – ICOMI, índice de contaminación por Materia Orgánica – ICOMO, índice de contaminación por Sólidos Suspendedos – 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 Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales – IDEAM.

*Tabla 5. 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



ICA (7 variables – Incluye Coliformes fecales)		
Variable	Expresada como	Peso de importancia
Conductividad eléctrica	μS/cm	0.14
Relación N total / P total	(mg/L) /(mg/L)	0.14
Ph	Unidades de pH	0.14
Coliformes fecales	NMP/100 ml	0.14

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

*Ecuación 1. Fórmula de cálculo Índice de Calidad de Agua*

Dónde:

ICA: Índice de calidad del agua,

w<sub>i</sub>: Ponderación,

l<sub>i</sub>: 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.

**a) Cálculo del porcentaje de saturación de Oxígeno Disuelto – OD:**

- Obtener las mediciones de: OD, Temperatura del agua en °C – T, Altura: Distancia vertical de un punto de la superficie terrestre respecto al nivel del mar en metros [msnm]

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

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

*Ecuación 2. Fórmula de cálculo Porcentaje de saturación*

Donde OD es el oxígeno disuelto (mg/L)

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

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

*Ecuación 3. Fórmula de cálculo concentración de equilibrio de oxígeno*

Para calcular la Presión no estándar – P, se debe obtener:

Valor de la altura sobre el nivel del mar del sitio – altitud.

Con él se calcula la Presión no estándar – P, donde:

$$P = \frac{EXP(6.633 - 0.0001221 * altitud)}{760}$$

*Ecuación 4. Fórmula para calculo Presión no estándar*

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

$$C^* = EXP \left( \left( -139,3441 + \left( \frac{157570,1}{TE} \right) - \left( \frac{66423080}{TE^2} \right) + \left( \frac{12438000000}{TE^3} \right) - \left( \frac{862194900000}{TE^4} \right) \right) \right)$$

*Ecuación 5. Fórmula para calculo concentración de equilibrio de oxígeno*

Hallar la temperatura TE, que corresponde a la temperatura del agua en grados Kelvin (K), donde:

$$TE = T + 273.15$$

*Ecuación 6. Fórmula para calculo temperatura del agua en grados Kelvin (K)*

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

$$PW = EXP \left( 11,8571 - \left( \frac{3840,7}{TE} \right) - \left( \frac{216961}{TE^2} \right) \right)$$

*Ecuación 7. Fórmula para calculo Presión parcial de vapor de agua*

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

$$\theta = 0,000975 - (1,426 * 10^{-5} * T) + (6,436 * 10^{-8} * T^2)$$

*Ecuación 8. Fórmula para calculo Factor de corrección de la temperatura*

- Calcular el Índice de saturación de oxígeno disuelto –  $I_{OD}$

$$Si PS \leq 100\%, \quad I_{OD} = 1 - (1 - 0,01 * PS)$$

$$Si PS > 100\%, \quad I_{OD} = 1 - (0,01 * PS - 1)$$

- b)** Cálculo del Subíndice de calidad para Solidos suspendidos totales, ISST, donde

Si SST  $\leq$  4,5, entonces  $I_{SST}=1$

$$I_{SST} = 1 - (- 0,02 + 0,003 * SST \text{ (mg / L)})$$

Si SST  $\geq$  320, entonces  $I_{SST} = 0$

**c)** 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  $I_{DQO} = 0,15$

**d)** 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  $15 \leq N/P \leq 20$ , 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  $N/P \leq 5$ , o  $N/P > 20$  entonces  $I_{N/P} = 0,15$

**e)** Cálculo del índice de Conductividad eléctrica, donde:

$$I_{Cond} = 1 - 10^{(-326 + 1,34 \log_{10}(\text{Conductividad}))}$$

*Ecuación 9. Fórmula para cálculo del índice de Conductividad eléctrica*

Cuando  $I_{Cond} < 0$ , entonces  $I_{Cond} = 0$

**f)** 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  $7 < \text{pH} \leq 8$ , entonces  $I_{\text{pH}} = 1$

Si  $8 < \text{pH} \leq 11$ , entonces  $I_{\text{pH}} = 1 * e^{((\text{pH}-8) * -0,5187742)}$

Si  $\text{pH} > 11$ , entonces  $I_{\text{pH}} = 0,10$

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

**Valor ponderado = Ponderación \* Valor de cada subíndice**

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






Tabla 6. 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 las Tabla 7 y 8.

Tabla 7. 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.

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

*Ecuación 10. Fórmula para calculo ICOMI*

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

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

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

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

I Alcalinidad =  $-0,25 + 0,005 * \text{Alcalinidad (mg/l)}$

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:

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

*Ecuación 11. Fórmula para cálculo del ICOMO*

$$\text{IDBO} = -0,05 + 0,70 \text{ Log}_{10} \text{ DBO (mg/l)}$$

DBO mayores a 30 mg/l tienen  $\text{IDBO} = 1$

DBO menores a 2 mg/l tienen  $\text{IDBO} = 0$

$$\text{IColiformes Totales} = -1,44 + 0,56 \text{ Log}_{10} \text{ Coliformes Totales (NMP/100ml)}$$

Colif. Totales mayores a 20,000 (NMP/100ml) tienen  $\text{IColiformes Totales} = 1$

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

$$\text{I\%Oxígeno} = 1 - 0,01\% \text{Oxígeno}$$

%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.

$$\text{ICOSUS} = -0,02 + 0,003 * \text{Sólidos Suspendidos (mg/l)}$$

*Ecuación 12. Fórmula para cálculo del ICOSUS*

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:

*Tabla 8. Rangos establecidos para el ICOTRO. Fuente: Ramírez et al. (1999)*

ICOTRO	
Oligotrófico	<0,01
Mesotrófico	0,01 – 0,02
Eutrófico	>0,02 - 1
Hipereutrófico	>1

## 2.4. RESULTADOS DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA 2023

Las actividades y campañas de monitoreo se ejecutaron finalizando el primer semestre y durante el segundo semestre del año 2023, la primera campaña de monitoreo de calidad se realizó a final del mes de junio y principios del mes de julio y la segunda campaña de calidad se realizó en el mes de octubre. Las campañas de metales se fueron realizando cada 15 días aproximadamente mes a mes, desde junio hasta principios de noviembre.

Teniendo en cuenta la información obtenida del informe de la Red



Hidroclimatológica de la CDMB para el año 2023, se determina que durante la ejecución de la primera campaña de calidad realizada entre junio y julio, se presentaron bajas precipitaciones, y para el mes de octubre, fecha en que se realizó la segunda campaña de calidad, se presentaron mayores precipitaciones, lo que ayuda a comprender la variación significativa de los resultados del laboratorio que pueda presentarse entre las épocas.

#### 2.4.1. Índices de Calidad de Agua 2023

A continuación, en la Tabla 09 se reportan los resultados de los índices de calidad – ICA´s de los puntos monitoreados para dos (2) campañas del año 2023, con los valores del ICA y su calidad:

Tabla 9. Índices de Calidad de Agua para las dos (2) campañas de monitoreo 2023

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA - ICA´s		ICA 2023	CALIDAD
		CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2		
Río Suratá	SA-07	0.70	0.65	0.68	REGULAR
Río Suratá	SA-06	0.68	0.66	0.67	REGULAR
Río Suratá	SA-05	0.66	0.65	0.66	REGULAR
Río Suratá	SA-03	0.63	0.53	0.58	REGULAR
Río Suratá	SA-01	0.63	0.69	0.66	REGULAR
Río Vetás	RV-05	0.63	0.55	0.59	REGULAR
Río Vetás	RV-02	0.70	0.69	0.70	REGULAR
Río Vetás	RV-01	0.66	0.65	0.66	REGULAR
Río Tona	RT-01A	0.60	0.60	0.60	REGULAR
Río Chartá	RCH-01	0.68	0.59	0.64	REGULAR
Río de Oro	RO-O-10	0.73	0.81	0.77	ACEPTABLE
Río de Oro	RO-06	0.71	0.68	0.70	REGULAR
Río de Oro	RO-05	0.62	0.61	0.62	REGULAR
Río de Oro	RO-O-2PA	0.47	0.46	0.47	MALA
Río de Oro	RO-04	0.46	0.43	0.45	MALA
Río de Oro	RO-O-4N	0.5	0.56	0.53	REGULAR
Río de Oro	RO-O-4H	0.58	0.68	0.63	REGULAR
Río de Oro	RO-4A	0.59	0.59	0.59	REGULAR
Río de Oro	RO-02	0.54	0.5	0.52	REGULAR
Río de Oro	RO-O-2A	0.39	0.41	0.40	MALA

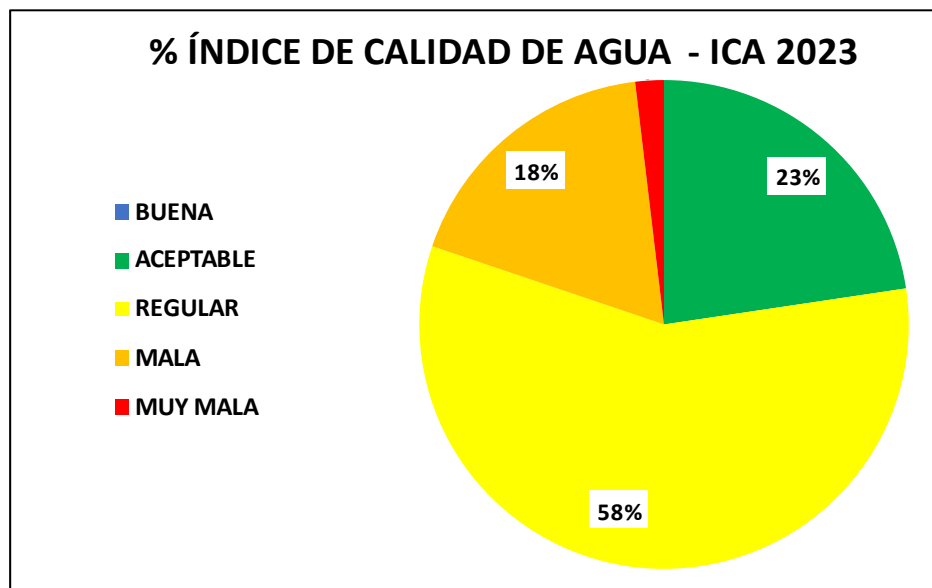
SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA -		ICA 2023	CALIDAD
		ICA's			
		CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2		
Río de Oro	RO-01	0.36	0.23	0.30	MALA
Q. El Rasgón	QRG-O-01	0.72	0.73	0.73	ACEPTABLE
Q. Grande	QG-01	0.6	0.69	0.65	REGULAR
Q. Soratoque	SO-01	0.61	0.58	0.60	REGULAR
Río Lato	LT-01	0.59	0.65	0.62	REGULAR
Q. Chimita	CA-01	0.35	---	0.35	MALA
Q. La Cuyamita	CY-01	0.39	---	0.39	MALA
Q. La Argelia	AR-01	0.5	---	0.50	MALA
Q. Las Navas	LN-01	0.18	---	0.18	MUY MALA
Q. Chapinero	CH-01	0.38	---	0.38	MALA
Q. La Picha	LP-01	0.38	---	0.38	MALA
Río Lebrija	RL-08	0.64	0.63	0.64	REGULAR
Río Lebrija	RL-07	0.6	0.58	0.59	REGULAR
Río Lebrija	RL-03	0.39	0.5	0.45	MALA
Río Lebrija	RL-02	0.67	0.53	0.60	REGULAR
Río Negro	RN-01	0.65	0.71	0.68	REGULAR
Río Salamaga	SL-04	0.81	0.81	0.81	ACEPTABLE
Río Cachira	RC-01	0.68	0.67	0.68	REGULAR
Río Cachirí	RC-02A	0.79	0.67	0.73	ACEPTABLE
Q. La Angula	LA-04	0.65	0.65	0.65	REGULAR
Q. La Angula	LA-03	0.51	0.28	0.40	MALA
Q. La Angula	LA-01	0.75	0.69	0.72	ACEPTABLE
Río Playonero	PY-02A	0.72	0.72	0.72	ACEPTABLE
Río Playonero	PY-01	0.72	0.72	0.72	ACEPTABLE
Río Manco	RM-02	0.73	0.58	0.66	REGULAR
Río Manco	RM-01	0.69	0.4	0.55	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-03	0.66	0.69	0.68	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-02	0.7	0.5	0.60	REGULAR
Río Frío	RF-03	0.82	0.7	0.76	ACEPTABLE
Río Frío	RF-P	0.56	0.63	0.60	REGULAR
Río Frío	RF-B	0.48	0.47	0.48	MALA
Río Frío	RF-1A	0.44	0.48	0.46	MALA
Q. Aranzoque-Mensulí	MS-05	0.58	0.66	0.62	REGULAR
Q. Aranzoque-Mensulí	AZ-07	0.69	0.5	0.60	REGULAR
Q. Aranzoque-Mensulí	AZ-1A	0.6	0.65	0.63	REGULAR
Q. Zapamanga	ZA-01	0.57	0.58	0.58	REGULAR
Q. La Flora	LF-01	0.62	0.67	0.65	REGULAR
Q. La Cascada	CS-01	0.42	0.28	0.35	MALA

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA -		ICA 2023	CALIDAD
		ICA's			
		CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2		
Q. La Iglesia	LI-03	0.28	0.35	0.32	MALA
Q. La Iglesia	LI-01	0.28	0.4	0.34	MALA
Q. El Macho	MA-01	0.62	---	0.62	REGULAR
Q. La Guacamaya	GY-01	0.19	---	0.19	MUY MALA
Q. El Carrasco	DC-01	0.29	0.27	0.28	MALA
Q. Samacá	SM-01	0.7	0.71	0.71	ACEPTABLE
Q. Santa Cruz	SC-01	0.7	0.71	0.71	ACEPTABLE
Río Silgará	SG-01A	0.78	0.76	0.77	ACEPTABLE
Río Umpála	UP-01	0.75	0.54	0.65	REGULAR
Q. Arenales	QA-02	0.65	0.71	0.68	REGULAR
Q. Arenales	QA-01	0.67	0.7	0.69	REGULAR
Río Jordán	RJ-01	0.66	0.7	0.68	REGULAR
Q. La Baja	QLB-01	0.68	0.63	0.66	REGULAR
Q. El Aburrído	QABU-02	0.74	0.77	0.76	ACEPTABLE
Q. La Ruitoca	LR-02B	0.68	0.57	0.63	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-02C	0.71	0.55	0.63	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-02A	0.68	0.59	0.64	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-O-01	0.69	0.56	0.63	REGULAR
Q. Suratoque	SU-01	0.67	0.53	0.60	REGULAR
Río Frío	RF-07	0.74	0.76	0.75	ACEPTABLE
Río Frío	RF-06	0.69	0.72	0.71	ACEPTABLE
Q. La Carbona	CR-01	0.64	0.63	0.64	REGULAR
Río Frío	RF-02	0.74	0.78	0.76	ACEPTABLE
Río Frío	RF-SU	0.69	0.7	0.70	REGULAR
Río Frío	RF-ZA	0.64	0.62	0.63	REGULAR
Q. Cuellar	CU-01	0.53	0.45	0.49	MALA
Río Frío	RF-01	0.42	0.48	0.45	MALA
Q. La Baja	LB-02	0.79	0.79	0.79	ACEPTABLE
Q. El Juncal	JU-01	0.77	0.73	0.75	ACEPTABLE
Q. El Volcán	VO-01	0.59	0.73	0.66	REGULAR
Q. Jaimes	JA-01	0.85	0.81	0.83	ACEPTABLE
Q. Agua de Paramo	AP-01	0.77	0.80	0.79	ACEPTABLE
Río Manco	RM-03	0.74	0.47	0.61	REGULAR
Q. El Aburrído	QABU-01	0.67	0.66	0.67	REGULAR
Q. Palmita	PAL-01	0.73	0.74	0.74	ACEPTABLE
Q. Tambora	TAM-01	0.55	0.6	0.58	REGULAR
Q. Guaduas	GU-01	0.75	0.78	0.77	ACEPTABLE
Río Salamaga	SL-05	0.74	0.84	0.79	ACEPTABLE
Río Lato	LT-02	0.74	0.79	0.77	ACEPTABLE
Q. Musanda	MU-01	0.67	0.66	0.67	REGULAR

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA - ICA's		ICA 2023	CALIDAD
		CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2		
Caño Pato	CPA-01	0.66	0.74	0.70	REGULAR
Río Cachirí	RC-03	0.56	0.57	0.57	REGULAR
Río Romerito	ROM-01	0.84	0.82	0.83	ACEPTABLE
Q. Pescadero	PES-01	0.67	0.65	0.66	REGULAR
Río Lebrija	RL-09	0.55	0.56	0.56	REGULAR
Río Lebrija	RL-10	0.58	0.62	0.60	REGULAR
Río Tona	RT-02	0.65	0.56	0.61	REGULAR
Río Tona	RT-01B	0.67	0.59	0.63	REGULAR

De la tabla anterior se puede observar que para los nuevos veintiún (21) puntos monitoreados (LB-02, JU-01, VO-01, JA-01, AP-01, RM-03, QABU-01, PAL-01, TAM-01, GU-01, SL-05, LT-02, MU-01, CPA-01, RC-03, ROM-01, PES-01, RL-09, RL-10, RT-02, RT-01B), nueve (9) puntos tienen calidad de agua "Aceptable". Y los doce (12) puntos restantes se califica como calidad "Regular". Es importante hacer seguimiento a estas corrientes con el fin de conocer su comportamiento regular y preservar su calidad

Con el fin de mostrar un compendio de los resultados de los ICAS generados en las campañas de monitoreo 2023 y el porcentaje de los mismos, se presenta la gráfica 1 que muestra la ubicación de los índices de calidad de los 106 puntos de monitoreo.



*Gráfica 1. Porcentaje de ICAS- 2022.*

La Gráfica 1 indica la distribución porcentual del índice de calidad de agua correspondiente a los ciento seis (106) puntos monitoreados en el año 2023. De lo anterior se determina que 23% de los puntos monitoreados (21 puntos) se encuentran con un ICA de categoría “ACEPTABLE”, un 58% de los puntos (66 puntos) como categoría “REGULAR”, un 18% (17 puntos) como categoría “MALA” y un 2% de los puntos (2 puntos) como categoría “MUY MALA”, siendo la categoría “REGULAR” la tendencia principal en la región, las cuales hipotéticamente podrían ser a causa de la ausencia de PTAR’s para el tratamiento de las cargas orgánicas receptadas por las principales fuentes hídricas en la jurisdicción. Hay que mencionar, además, los vertimientos generados por los diferentes sectores económicos formales y no formales que aún no cuentan con los respectivos tratamientos.

#### **2.4.2. Comparación de los índices de calidad y su categorización para los años 2022 y 2023.**

Se realiza una comparación de los resultados ICA del año 2022 y 2023, con el fin de analizar si se presentaron variaciones en la calidad de agua de los diferentes puntos evaluados. Se presentan los resultados en la Tabla 10, con los respectivos promedios anuales y categorización. Estos resultados están basados en el cálculo

para siete (7) variables acordes al IDEAM.

Tabla 10. Índices de Calidad de Agua en puntos de monitoreo años 2022 y 2023

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	AÑO 2022		AÑO 2023	
		ICA	Calidad	ICA	Calidad
Río Suratá	SA-07	0.74	ACEPTABLE	0.68	REGULAR
Río Suratá	SA-06	0.69	REGULAR	0.67	REGULAR
Río Suratá	SA-05	0.66	REGULAR	0.66	REGULAR
Río Suratá	SA-03	0.67	REGULAR	0.58	REGULAR
Río Suratá	SA-01	0.62	REGULAR	0.66	REGULAR
Río Vetas	RV-05	0.65	REGULAR	0.59	REGULAR
Río Vetas	RV-02	0.72	ACEPTABLE	0.70	REGULAR
Río Vetas	RV-01	0.67	REGULAR	0.66	REGULAR
Río Tona	RT-01A	0.58	REGULAR	0.60	REGULAR
Río Charta	RCH-01	0.63	REGULAR	0.64	REGULAR
Río de Oro	RO-O-10	0.76	ACEPTABLE	0.77	ACEPTABLE
Río de Oro	RO-06	0.67	REGULAR	0.70	REGULAR
Río de Oro	RO-05	0.72	ACEPTABLE	0.62	REGULAR
Río de Oro	RO-O-2PA	0.47	MALA	0.47	MALA
Río de Oro	RO-04	0.58	REGULAR	0.45	MALA
Río de Oro	RO-O-4N	0.58	REGULAR	0.53	REGULAR
Río de Oro	RO-O-4H	0.60	REGULAR	0.63	REGULAR
Río de Oro	RO-4A	0.61	REGULAR	0.59	REGULAR
Río de Oro	RO-02	0.40	MALA	0.52	REGULAR
Río de Oro	RO-O-2A	0.48	MALA	0.40	MALA
Río de Oro	RO-01	0.44	MALA	0.30	MALA
Q. El Rasgón	QRG-O-01	0.71	ACEPTABLE	0.73	ACEPTABLE
Q. Grande	QG-01	0.63	REGULAR	0.65	REGULAR
Q. Soratoque	SO-01	0.61	REGULAR	0.60	REGULAR
Río Lato	LT-01	0.60	REGULAR	0.62	REGULAR
Q. Chimita	CA-01	0.46	MALA	0.35	MALA
Q. La Cuyamita	CY-01	0.45	MALA	0.39	MALA
Q. La Argelia	AR-01	0.43	MALA	0.50	MALA
Q. Las Navas	LN-01	0.45	MALA	0.18	MUY MALA
Q. La Picha	LP-01	0.36	MALA	0.38	MALA
Q. Chapinero	CH-01	0.28	MALA	0.38	MALA
Río Lebrija	RL-08	0.58	REGULAR	0.64	REGULAR
Río Lebrija	RL-07	0.58	REGULAR	0.59	REGULAR
Río Lebrija	RL-03	0.51	REGULAR	0.45	MALA
Río Lebrija	RL-02	0.55	REGULAR	0.60	REGULAR
Río Negro	RN-01	0.63	REGULAR	0.68	REGULAR
Río Salamaga	SL-04	0.80	ACEPTABLE	0.81	ACEPTABLE

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	AÑO 2022		AÑO 2023	
		ICA	Calidad	ICA	Calidad
Río Cachíra	RC-01	0.55	REGULAR	0.68	REGULAR
Río Cachirí	RC-02A	0.75	ACEPTABLE	0.73	ACEPTABLE
Q. La Angula	LA-04	0.74	ACEPTABLE	0.65	REGULAR
Q. La Angula	LA-03	0.45	MALA	0.40	MALA
Q. La Angula	LA-01	0.66	REGULAR	0.72	ACEPTABLE
Río Playonero	PY-02A	0.68	REGULAR	0.72	ACEPTABLE
Río Playonero	PY-01	0.62	REGULAR	0.72	ACEPTABLE
Río Manco	RM-02	0.75	ACEPTABLE	0.66	REGULAR
Río Manco	RM-01	0.72	ACEPTABLE	0.55	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-03	0.69	REGULAR	0.68	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-02	0.69	REGULAR	0.60	REGULAR
Río Frío	RF-03	0.65	REGULAR	0.76	ACEPTABLE
Río Frío	RF-P	0.65	REGULAR	0.60	REGULAR
Río Frío	RF-B	0.44	MALA	0.48	MALA
Río Frío	RF-1A	0.40	MALA	0.46	MALA
Q. Aran- Men	MS-05	0.66	REGULAR	0.62	REGULAR
Q. Aran- Men	AZ-07	0.59	REGULAR	0.60	REGULAR
Q. Aran- Men	AZ-1A	0.57	REGULAR	0.63	REGULAR
Q. Zapamanga	ZA-01	0.51	REGULAR	0.58	REGULAR
Q. La Flora	LF-01	0.55	REGULAR	0.65	REGULAR
Q. La Cascada	CS-01	0.58	REGULAR	0.35	MALA
Q. La Iglesia	LI-03	0.49	MALA	0.32	MALA
Q. La Iglesia	LI-01	0.42	MALA	0.34	MALA
Q. El Macho	MA-01	0.56	REGULAR	0.62	REGULAR
Q. La Guacamaya	GY-01	0.41	MALA	0.19	MUY MALA
Q. El Carrasco	DC-01	0.29	MALA	0.28	MALA
Q. Samacá	SM-01	0.66	REGULAR	0.71	ACEPTABLE
Q. Santa Cruz	SC-01	0.61	REGULAR	0.71	ACEPTABLE
Río Silgará	SG-01A	0.74	ACEPTABLE	0.77	ACEPTABLE
Río Umpála	UP-01	0.74	ACEPTABLE	0.65	REGULAR
Q. Arenales	QA-02	0.72	ACEPTABLE	0.68	REGULAR
Q. Arenales	QA-01	0.70	REGULAR	0.69	REGULAR
Río Jordán	RJ-01	0.69	REGULAR	0.68	REGULAR
Q. La Baja	QLB-01	0.71	ACEPTABLE	0.66	REGULAR
Q. El Aburrido	QABU-02	0.74	ACEPTABLE	0.76	ACEPTABLE
Q. La Ruitoca	LR-02B	0.68	REGULAR	0.63	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-02C	0.64	REGULAR	0.63	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-02A	0.67	REGULAR	0.64	REGULAR
Q. La Ruitoca	LR-O-01	0.65	REGULAR	0.63	REGULAR
Q. Suratoque	SU-01	0.56	REGULAR	0.60	REGULAR
Río Frío	RF-07	0.69	REGULAR	0.75	ACEPTABLE

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	AÑO 2022		AÑO 2023	
		ICA	Calidad	ICA	Calidad
Río Frío	RF-06	0.70	REGULAR	0.71	ACEPTABLE
Q. La Carbona	CR-01	0.65	REGULAR	0.64	REGULAR
Río Frío	RF-02	0.79	ACEPTABLE	0.76	ACEPTABLE
Río Frío	RF-SU	0.66	REGULAR	0.70	REGULAR
Río Frío	RF-ZA	0.67	REGULAR	0.63	REGULAR
Q. Cuellar	CU-01	0.59	REGULAR	0.49	MALA
Río Frío	RF-01	0.46	MALA	0.45	MALA
Q. La Baja	LB-02	---	---	0.79	ACEPTABLE
Q. El Juncal	JU-01	---	---	0.75	ACEPTABLE
Q. El Volcán	VO-01	---	---	0.66	REGULAR
Q. Jaimes	JA-01	---	---	0.83	ACEPTABLE
Q. Agua de Paramo	AP-01	---	---	0.79	ACEPTABLE
Río Manco	RM-03	---	---	0.61	REGULAR
Q. El Aburrido	QABU-01	---	---	0.67	REGULAR
Q. Palmita	PAL-01	---	---	0.74	ACEPTABLE
Q. Tambora	TAM-01	---	---	0.58	REGULAR
Q. Guaduas	GU-01	---	---	0.77	ACEPTABLE
Río Salamaga	SL-05	---	---	0.79	ACEPTABLE
Río Lato	LT-02	---	---	0.77	ACEPTABLE
Q. Musanda	MU-01	---	---	0.67	REGULAR
Caño Pato	CPA-01	---	---	0.70	REGULAR
Río Cachirí	RC-03	---	---	0.57	REGULAR
Río Romerito	ROM-01	---	---	0.83	ACEPTABLE
Q. Pescadero	PES-01	---	---	0.66	REGULAR
Río Lebrija	RL-09	---	---	0.56	REGULAR
Río Lebrija	RL-10	---	---	0.60	REGULAR
Río Tona	RT-02	---	---	0.61	REGULAR
Río Tona	RT-01B	---	---	0.63	REGULAR

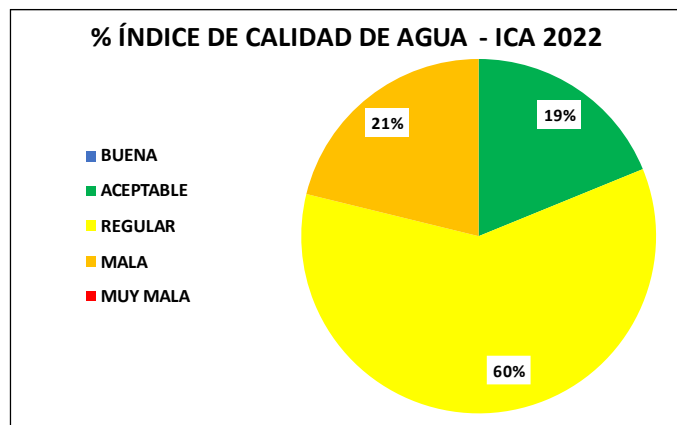
En la Tabla 11, y Gráfica 2 y 3, se muestra el porcentaje obtenido para las diferentes categorías en los años 2022 y 2023, teniendo en cuenta los 85 puntos comunes durante los dos años.

Tabla 11. Comparativo ICAS 2022-2023

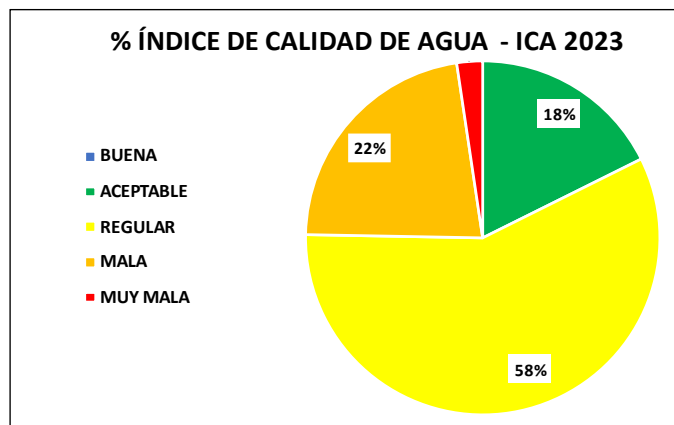
COMPARATIVO ICAS 2022-2023				
CATEGORIA ICA	2022		2023 (85 puntos)	
	# puntos	%	# puntos	%
BUENA	0	0%	0	0%
ACEPTABLE	16	19%	15	18%
REGULAR	51	60%	49	58%



COMPARATIVO ICAS 2022-2023				
CATEGORIA ICA	2022		2023 (85 puntos)	
	# puntos	%	# puntos	%
MALA	18	21%	19	22%
MUY MALA	0	0%	2	2%



Gráfica 2. Índices de Calidad de Agua 2023 de los 85 puntos monitoreados del 2022



Gráfica 3. Índices de Calidad de Agua 2023 de los 85 puntos monitoreados del 2022

En la Tabla 11, se presenta la comparación de los ICAS correspondientes a ochenta y cinco puntos (85) de monitoreo comunes para los años 2022 y 2023, donde se evidencia un comportamiento similar del porcentaje de índices de calidad en las respectivas categorías en los dos años, sin embargo, es de resaltar el dos (2) por ciento que se ubica en la categoría “Muy Mala” y que no se había presentado en los años anteriores.

Entre los puntos de monitoreo donde se presentaron mejorías en el indicador se encuentran sobre el Río de Oro en el punto RO-02 donde paso de estar de categoría “Mala” a “Regular”; sobre el Río Frío los puntos RF-07, RF-06 y RF-03 en donde los ICAS pasaron de la categoría “Regular” en 2022 a “Aceptable” en 2023, una mejora importante, teniendo en cuenta que los puntos mencionados se encuentran aguas arriba de la Bocatoma de la planta de potabilización del municipio de Floridablanca; y las quebradas Samaca y Santa Cruz que son afluentes de Río Negro y que pasaron de la categoría “Regular” en 2022 a “Aceptable” en 2023.

Entre los puntos que desmejoraron entre el año 2022 y 2023 en la calificación del ICA se encuentran sobre el Río Vetas el punto RV-02 que paso de categoría

“Aceptable” a “Regular”, sobre la quebrada La Baja en el punto QLB-01 se evidencio el mismo comportamiento que el punto RV-02; sobre el Río Manco y Umpala, se presentó desmejora del indicador al pasar de “Aceptable” a “Regular” ; sobre el Río de Oro el punto RO-04 que paso de ubicarse en la categoría “Regular” a “Mala” y los puntos GY-01 y LN-01 que pasaron de ICA “Mala” a “Muy Mala”.

En conclusión, al comparar la Grafica 2 con la Gráfica 3, se observa una desmejora general de la calidad del agua ya que disminuyó un 1% la categoría “Aceptable” y un 2% la categoría “Regular”, aumentando el porcentaje de categoría “Mala” y la categorización de la calidad como “Muy mala” en un 2%, la cual nunca se había presentado en el histórico.

### 2.4.3. Índices de Contaminación – ICO´s 2023

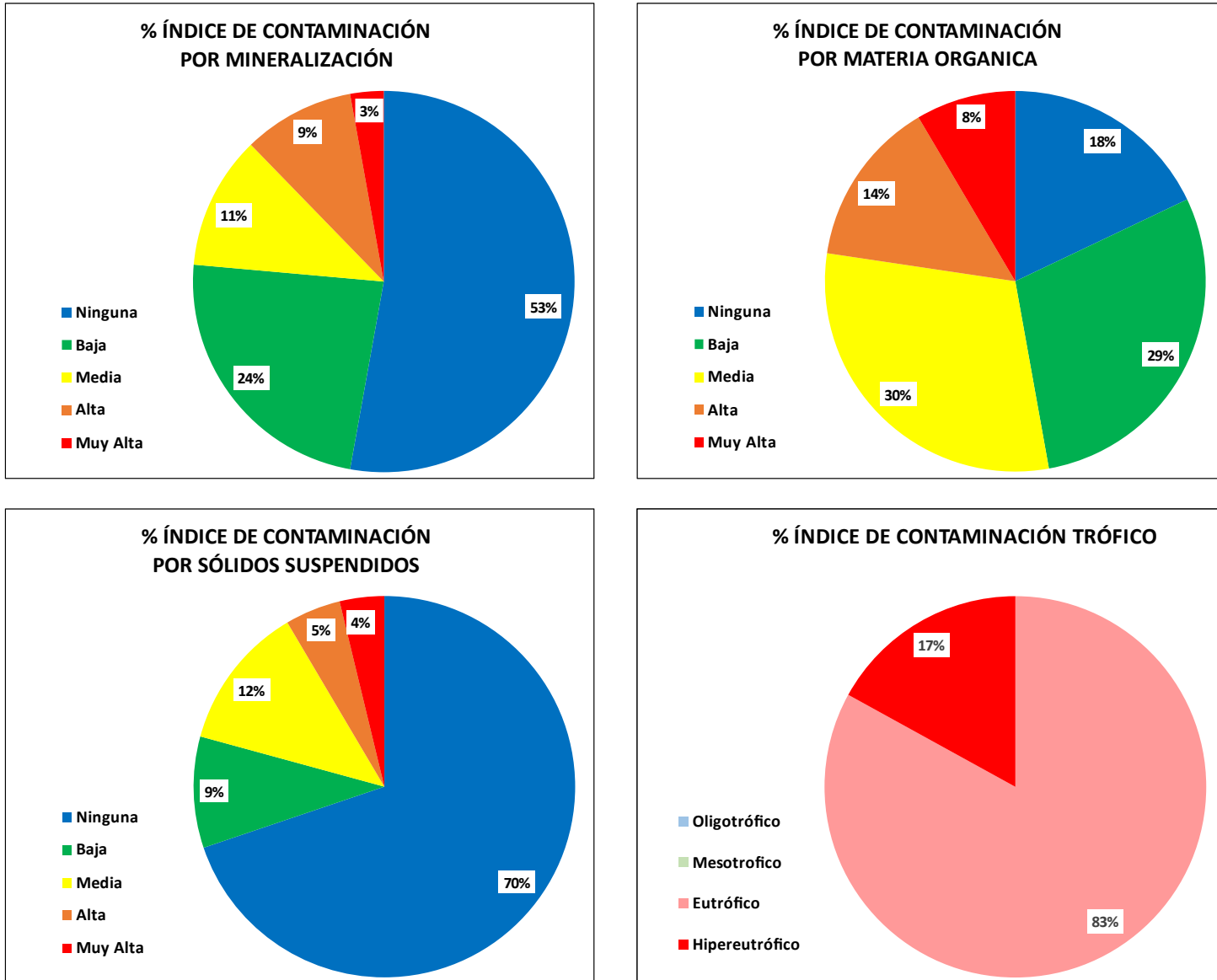
Tabla 12. Índices de Contaminación- 2023.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	Grado de Contaminación	ICOMO	Grado de Contaminación	ICOSUS	Grado de Contaminación	ICOTRO	Grado de Contaminación
Río Suratá	SA-07	0.10	NINGUNA	0.29	BAJA	0.05	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Río Suratá	SA-06	0.09	NINGUNA	0.42	MEDIA	0.06	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Río Suratá	SA-05	0.15	NINGUNA	0.41	MEDIA	0.15	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Río Suratá	SA-03	0.22	BAJA	0.32	BAJA	0.41	MEDIA	0.07	Eutrófico
Río Suratá	SA-01	0.27	BAJA	0.44	MEDIA	0.23	BAJA	0.14	Eutrófico
Río Vetas	RV-05	0.06	NINGUNA	0.30	BAJA	0.64	ALTA	0.20	Eutrófico
Río Vetas	RV-02	0.05	NINGUNA	0.31	BAJA	0.16	NINGUNA	0.05	Eutrófico
Río Vetas	RV-01	0.16	NINGUNA	0.39	BAJA	0.15	NINGUNA	0.05	Eutrófico
Río Tona	RT-01A	0.40	BAJA	0.40	BAJA	0.01	NINGUNA	0.06	Eutrófico
Río Charta	RCH-01	0.28	BAJA	0.32	BAJA	0.34	BAJA	0.16	Eutrófico
Río de Oro	RO-O-10	0.15	NINGUNA	0.20	NINGUNA	0.05	NINGUNA	0.14	Eutrófico
Río de Oro	RO-06	0.08	NINGUNA	0.22	BAJA	0.06	NINGUNA	0.11	Eutrófico
Río de Oro	RO-05	0.19	NINGUNA	0.27	BAJA	0.04	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Río de Oro	RO-O-2PA	0.39	BAJA	0.72	ALTA	0.13	NINGUNA	1.87	Hipereutrófico
Río de Oro	RO-04	0.35	BAJA	0.76	ALTA	0.08	NINGUNA	0.98	Eutrófico
Río de Oro	RO-O-4N	0.34	BAJA	0.64	ALTA	0.21	BAJA	0.94	Eutrófico
Río de Oro	RO-O-4H	0.24	BAJA	0.56	MEDIA	0.08	NINGUNA	0.60	Eutrófico
Río de Oro	RO-4A	0.25	BAJA	0.62	ALTA	0.10	NINGUNA	0.65	Eutrófico
Río de Oro	RO-02	0.39	BAJA	0.66	ALTA	0.15	NINGUNA	0.96	Eutrófico
Río de Oro	RO-O-2A	0.61	ALTA	0.73	ALTA	0.52	MEDIA	1.58	Hipereutrófico
Río de Oro	RO-01	0.51	MEDIA	0.90	MUY ALTA	0.70	ALTA	1.61	Hipereutrófico
Q. El Rasgón	QRG-O-01	0.02	NINGUNA	0.25	BAJA	0.01	NINGUNA	0.06	Eutrófico
Q. Grande	QG-01	0.45	MEDIA	0.44	MEDIA	0.02	NINGUNA	0.16	Eutrófico
Q. Soratoque	SO-01	0.49	MEDIA	0.41	MEDIA	0.01	NINGUNA	0.42	Eutrófico
Río Lato	LT-01	0.29	BAJA	0.48	MEDIA	0.01	NINGUNA	0.54	Eutrófico
Q. Chimita	CA-01	0.73	ALTA	0.84	MUY ALTA	0.55	MEDIA	3.79	Hipereutrófico
Q. La Cuyamita	CY-01	0.76	ALTA	0.71	ALTA	0.94	MUY ALTA	2.76	Hipereutrófico
Q. La Argelia	AR-01	0.65	ALTA	0.67	ALTA	0.06	NINGUNA	2.45	Hipereutrófico

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	Grado de Contaminación	ICOMO	Grado de Contaminación	ICOSUS	Grado de Contaminación	ICOTRO	Grado de Contaminación
Q. Las Navas	LN-01	0.62	ALTA	0.93	MUY ALTA	1.00	MUY ALTA	0.93	Eutrófico
Q. La Picha	CH-01	0.76	ALTA	0.72	ALTA	0.94	MUY ALTA	2.75	Hipereutrófico
Q. Chapinero	LP-01	0.68	ALTA	1.00	MUY ALTA	0.12	NINGUNA	3.09	Hipereutrófico
Río Lebrija	RL-08	0.24	BAJA	0.57	MEDIA	0.30	BAJA	0.34	Eutrófico
Río Lebrija	RL-07	0.37	BAJA	0.53	MEDIA	0.03	NINGUNA	0.25	Eutrófico
Río Lebrija	RL-03	0.38	BAJA	0.57	MEDIA	0.54	MEDIA	0.36	Eutrófico
Río Lebrija	RL-02	0.43	MEDIA	0.58	MEDIA	0.11	NINGUNA	0.64	Eutrófico
Río Negro	RN-01	0.12	NINGUNA	0.42	MEDIA	0.07	NINGUNA	0.11	Eutrófico
Río Salamaga	SL-04	0.04	NINGUNA	0.06	NINGUNA	0.03	NINGUNA	0.06	Eutrófico
Río Cachira	RC-01	0.10	NINGUNA	0.25	BAJA	0.18	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Río Cachirí	RC-02A	0.13	NINGUNA	0.19	NINGUNA	0.26	BAJA	0.08	Eutrófico
Q. La Angula	LA-04	0.08	NINGUNA	0.43	MEDIA	0.01	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Q. La Angula	LA-03	0.28	BAJA	0.94	MUY ALTA	0.15	NINGUNA	1.31	Hipereutrófico
Q. La Angula	LA-01	0.25	BAJA	0.28	BAJA	0.02	NINGUNA	0.63	Eutrófico
Río Playonero	PY-02A	0.05	NINGUNA	0.39	BAJA	0.02	NINGUNA	0.09	Eutrófico
Río Playonero	PY-01	0.05	NINGUNA	0.39	BAJA	0.02	NINGUNA	0.07	Eutrófico
Río Manco	RM-02	0.05	NINGUNA	0.30	BAJA	0.60	MEDIA	0.23	Eutrófico
Río Manco	RM-01	0.06	NINGUNA	0.54	MEDIA	0.59	MEDIA	0.55	Eutrófico
Q. La Ruitoca	LR-02	0.10	NINGUNA	0.54	MEDIA	0.54	MEDIA	0.41	Eutrófico
Q. La Ruitoca	LR-03	0.08	NINGUNA	0.41	MEDIA	0.05	NINGUNA	0.09	Eutrófico
Río Frío	RF-03	0.06	NINGUNA	0.37	BAJA	0.06	NINGUNA	0.12	Eutrófico
Río Frío	RF-P	0.12	NINGUNA	0.52	MEDIA	0.24	BAJA	0.18	Eutrófico
Río Frío	RF-B	0.56	MEDIA	0.73	ALTA	0.21	BAJA	3.51	Hipereutrófico
Río Frío	RF-1A	0.52	MEDIA	0.71	ALTA	0.19	NINGUNA	3.76	Hipereutrófico
Q. Aran- Men	MS-05	0.16	NINGUNA	0.51	MEDIA	0.28	BAJA	0.40	Eutrófico
Q. Aran- Men	AZ-07	0.36	BAJA	0.65	ALTA	0.04	NINGUNA	0.55	Eutrófico
Q. Aran- Men	AZ-1A	0.25	BAJA	0.54	MEDIA	0.08	NINGUNA	0.56	Eutrófico
Q. Zapamanga	ZA-01	0.46	MEDIA	0.58	MEDIA	0.02	NINGUNA	0.46	Eutrófico
Q. La Flora	LF-01	0.28	BAJA	0.50	MEDIA	0.06	NINGUNA	0.20	Eutrófico
Q. La Cascada	CS-01	0.73	ALTA	0.68	ALTA	1.00	MUY ALTA	1.07	Hipereutrófico
Q. La Iglesia	LI-03	0.56	MEDIA	0.89	MUY ALTA	0.39	BAJA	2.57	Hipereutrófico

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	Grado de Contaminación	ICOMO	Grado de Contaminación	ICOSUS	Grado de Contaminación	ICOTRO	Grado de Contaminación
Q. La Iglesia	LI-01	0.60	MEDIA	0.83	MUY ALTA	0.70	ALTA	1.44	Hipereutrófico
Q. El Macho	MA-01	0.45	MEDIA	0.45	MEDIA	0.01	NINGUNA	0.69	Eutrófico
Q. La Guacamaya	GY-01	0.96	MUY ALTA	0.99	MUY ALTA	0.46	MEDIA	3.80	Hipereutrófico
Q. El Carrasco	DC-01	1.00	MUY ALTA	1.00	MUY ALTA	0.18	NINGUNA	12.56	Hipereutrófico
Q. Samacá	SM-01	0.08	NINGUNA	0.35	BAJA	0.01	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Q. Santa Cruz	SC-01	0.05	NINGUNA	0.32	BAJA	0.08	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Río Silgará	SG-01A	0.04	NINGUNA	0.10	NINGUNA	0.07	NINGUNA	0.10	Eutrófico
Río Umpála	UP-01	0.17	NINGUNA	0.21	BAJA	0.23	BAJA	0.06	Eutrófico
Q. Arenales	QA-02	0.06	NINGUNA	0.37	BAJA	0.04	NINGUNA	0.07	Eutrófico
Q. Arenales	QA-01	0.11	NINGUNA	0.39	BAJA	0.02	NINGUNA	0.14	Eutrófico
Río Jordán	RJ-01	0.13	NINGUNA	0.33	BAJA	0.01	NINGUNA	0.16	Eutrófico
Q. La Baja	QLB-01	0.37	BAJA	0.24	BAJA	0.05	NINGUNA	0.05	Eutrófico
Q. El Aburrido	QABU-02	0.15	NINGUNA	0.13	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Q. La Ruitoca	LR-02B	0.10	NINGUNA	0.58	MEDIA	0.57	MEDIA	0.43	Eutrófico
Q. La Ruitoca	LR-02C	0.10	NINGUNA	0.50	MEDIA	0.51	MEDIA	0.50	Eutrófico
Q. La Ruitoca	LR-02A	0.10	NINGUNA	0.56	MEDIA	0.53	MEDIA	0.45	Eutrófico
Q. La Ruitoca	LR-O-01	0.11	NINGUNA	0.53	MEDIA	0.52	MEDIA	0.52	Eutrófico
Q. Suratoque	SU-01	0.49	MEDIA	0.56	MEDIA	0.01	NINGUNA	0.60	Eutrófico
Río Frío	RF-07	0.05	NINGUNA	0.18	NINGUNA	0.04	NINGUNA	0.06	Eutrófico
Río Frío	RF-06	0.04	NINGUNA	0.28	BAJA	0.03	NINGUNA	0.07	Eutrófico
Q. La Carbona	CR-01	0.23	BAJA	0.34	BAJA	0.01	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Río Frío	RF-02	0.07	NINGUNA	0.11	NINGUNA	0.09	NINGUNA	0.10	Eutrófico
Río Frío	RF-SU	0.07	NINGUNA	0.45	MEDIA	0.10	NINGUNA	0.33	Eutrófico
Río Frío	RF-ZA	0.12	NINGUNA	0.52	MEDIA	0.08	NINGUNA	0.20	Eutrófico
Q. Cuellar	CU-01	0.73	ALTA	0.62	ALTA	0.01	NINGUNA	1.08	Hipereutrófico
Río Frío	RF-01	0.52	MEDIA	0.65	ALTA	0.18	NINGUNA	3.96	Hipereutrófico
Q. La Baja	LB-02	0.08	NINGUNA	0.05	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.05	Eutrófico
Q. El Juncal	JU-01	0.09	NINGUNA	0.14	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.07	Eutrófico
Q. El Volcán	VO-01	0.11	NINGUNA	0.14	NINGUNA	0.20	NINGUNA	0.05	Eutrófico
Q. Jaimes	AP-01	0.03	NINGUNA	0.07	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.05	Eutrófico
Q. Agua de Paramo	JA-01	0.01	NINGUNA	0.05	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.05	Eutrófico

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	Grado de Contaminación	ICOMO	Grado de Contaminación	ICOSUS	Grado de Contaminación	ICOTRO	Grado de Contaminación
Río Manco	RM-03	0.19	NINGUNA	0.31	BAJA	0.70	ALTA	0.24	Eutrófico
Q. El Aburrado	QABU-01	0.24	BAJA	0.44	MEDIA	0.03	NINGUNA	0.15	Eutrófico
Q. Palmita	PAL-01	0.06	NINGUNA	0.16	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.08	Eutrófico
Q. Tambora	TAM-01	0.86	MUY ALTA	0.27	BAJA	0.02	NINGUNA	0.10	Eutrófico
Q. Guaduas	GU-01	0.02	NINGUNA	0.12	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.05	Eutrófico
Río Salamaga	SL-05	0.02	NINGUNA	0.10	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.05	Eutrófico
Río Lato	LT-02	0.06	NINGUNA	0.11	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.07	Eutrófico
Q. Musanda	MU-01	0.02	NINGUNA	0.32	BAJA	0.03	NINGUNA	0.49	Eutrófico
Caño Pato	CPA-01	0.04	NINGUNA	0.39	BAJA	0.01	NINGUNA	0.45	Eutrófico
Río Cachirí	RC-03	0.40	BAJA	0.18	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.05	Eutrófico
Río Romerito	ROM-01	0.07	NINGUNA	0.08	NINGUNA	0.01	NINGUNA	0.09	Eutrófico
Q. Pescadero	PES-01	0.14	NINGUNA	0.29	BAJA	0.05	NINGUNA	0.19	Eutrófico
Río Lebrija	RL-09	0.20	BAJA	0.47	MEDIA	0.70	ALTA	0.28	Eutrófico
Río Lebrija	RL-10	0.17	NINGUNA	0.43	MEDIA	0.58	MEDIA	0.54	Eutrófico
Río Tona	RT-02	0.75	ALTA	0.19	NINGUNA	0.04	NINGUNA	0.06	Eutrófico
Río Tona	RT-01B	0.31	BAJA	0.31	BAJA	0.16	NINGUNA	0.14	Eutrófico



Gráfica 4. Porcentaje de Índices de Contaminación -2023.

Los resultados obtenidos para los diferentes de índices de contaminación ICO`S en los monitoreos realizados en el año 2023, se pueden observar en la tabla 12, donde se muestra la categoría para cada uno de los puntos de monitoreo. Adicionalmente la gráfica 4, presenta los porcentajes de distribución de cada índice de contaminación.

En términos generales, se determinaron los ICO`S para los ciento seis (106) puntos monitoreados en 2023, observando que el Índice de contaminación por mineralización (ICOMI) se categoriza como “Ninguno” en un 53% (56 puntos) indicando un buen índice, sin embargo, existe un ICOMI categorizado como “Muy Alto” para el 3%, que equivale a tres (3) puntos correspondientes a la Q. La Guacamaya GY-01, Q. El Carrasco DC-01, Q. Tambora TAM-01 y un 9% en categoría “ALTO” para 10 puntos monitoreados. Ver tabla 12.

El ICOMI con respecto al reportado año 2022, aumenta el porcentaje de los ICOMI de categorización “BAJA”, disminuyendo principalmente los porcentajes de contaminación de mayor índice.

Así mismo, al revisar los resultados generados en el cálculo de los índices de contaminación por materia orgánica (ICOMO), se observa una distribución pareja entre las categorías “BAJA” en un 29% correspondiente a treinta y un (31) puntos de monitoreo y la categoría “MEDIA” en un 30% con treinta y dos (32) puntos; quedando la categoría “ALTA” con un 14% en quince (15) puntos. Estos resultados porcentuales son la respuesta a la contaminación de las corrientes en diferentes zonas acorde a las densidades poblacionales del área de jurisdicción de la CDMB.

Con respecto al año 2022, el ICOMO ha presentado un aumento en la categorización “Muy Alta” pasando de un 5% (4 puntos) a un 8% (9 puntos), en los cuales se sugiere realizar seguimiento a los posibles vertimientos que puedan afectar las corrientes para que su índice de contaminación por materia orgánica se incrementara, tales como los puntos Rio de Oro RO-01, quebrada Chimitá CA-01, quebrada Las Navas LN-01, y quebrada la Iglesia en el LI-03 y LI-01, ya que anteriormente se clasificaba como “ALTA”. Por otra parte, se observó un incremento de los ICOMO en categoría “Ninguna”



pero se debe principalmente a las nuevas fuentes monitoreadas, ya que, de manera general frente a antiguos puntos monitoreados, se encontraban doce (12) puntos en esta categoría y se redujeron a siete (7) puntos.

Con respecto a, los resultados obtenidos en el índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS) se observa que predomina la categoría “NINGUNO” con un 70% correspondiente a setenta y cuatro (74) puntos monitoreados, lo que indica que no hubo contaminación por sólidos en suspendidos, y un índice de contaminación “BAJO” en un 9% para diez (10) puntos. Sin embargo, en la categoría “MEDIA” se reporta un 12% equivalente a trece (13) y en la categoría “ALTA” un 5% correspondiente a cinco (5) puntos.

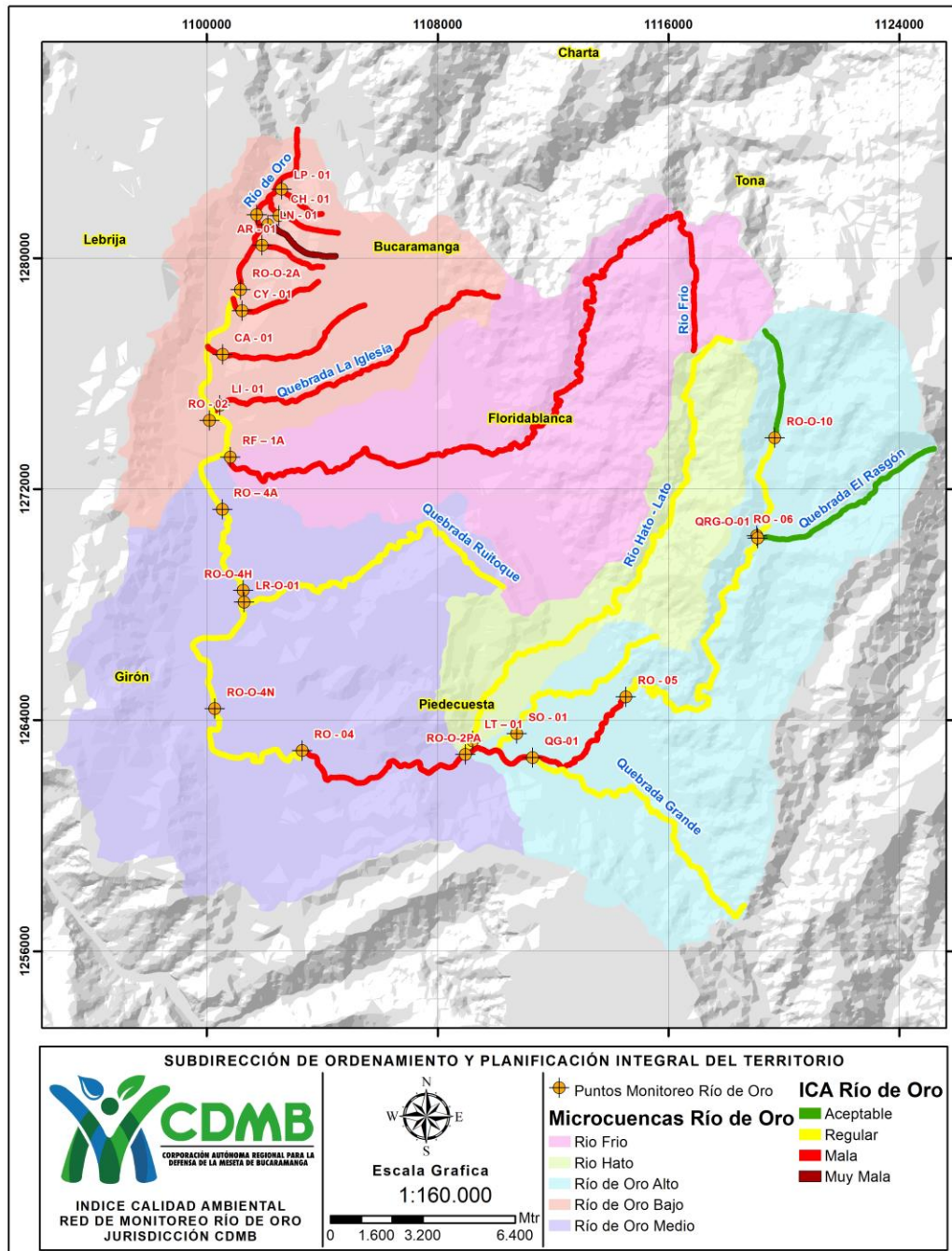
Con respecto a los ICOSUS reportados en el informe del año 2022, se observó un cambio altamente significativo en el cual el porcentaje de ICOSUS reportados como “Baja”, presentaron una mejora categorizándose a “Ninguno”, ya que esta categoría representaba el 53% y actualmente representa el 70%.

Finalmente, se determinó el índice de contaminación Tráfico (ICOTRO) indicando que el 88% se categoriza como “EUTRÓFICO” correspondiente a ochenta y ocho (88) puntos monitoreados y un 17% como “HIPEREUTRÓFICO” en dieciocho (18) puntos evaluados, lo que indica que toda la zonas evaluadas son ricas en el contenido de fósforo, lo que podría favorecer la alta productividad y sobresaturación biológica de algunas especies o microorganismos, especialmente la categoría hipertráfico que representa baja calidad de agua, por lo tanto se requiere tratamiento para uso doméstico acorde a los criterios del decreto 1594 de 1984 y la resolución 2115 de 2007. Los niveles de riqueza en fósforo pueden deberse tanto a la composición geológica de las zonas como a las descargas por actividades humanas tales como la agricultura, ganadería, industria y urbanas.

Con respecto a los ICOTRO reportados en el informe año 2022, relativamente mantiene el mismo comportamiento, la diferencia porcentual se debe a la inclusión de los nuevos puntos de monitoreo los cuales todos presentan una categorización “Eutrófica”.

## 2.5. RESULTADOS POR CORRIENTE

### 2.5.1. Río de Oro y sus principales afluentes



Mapa 2. Ubicación puntos de monitoreo Río de Oro y sus Tributarios

La fuente hídrica del río de Oro tiene once (11) puntos de monitoreo a lo largo de toda su corriente, iniciando en el punto RO-O-10 en la cabecera del río, luego el punto RO-06 ubicado aguas arriba del casco urbano de Piedecuesta conocido como "Rasgón" ubicado 70 mt después de la finca El Rasgón propiedad de la CDMB, seguido por RO-05 el "Conquistador" localizado antes del municipio de Piedecuesta. Posteriormente continua el punto RO-O-2PA dispuesto en la vereda Malpaso, el cual ya lleva la contaminación domestica del pueblo de Piedecuesta, para continuar con RO-04 punto de monitoreo "Palogordo" colocado antes de la derivación de la cárcel Palogordo, y posteriormente el punto RO-O-4N situado en la vereda Chocóa, seguido por RO-O-4H ubicado en la vereda Barbosa y luego se llega a "Bahondo" punto RO-4A localizado antes del área urbana del municipio de Girón. Se continua el monitoreo en el punto RO-02 después de la confluencia de este con la quebrada la Iglesia en el distrito cuatro (4) conocido como "Carrizal", para continuar con el punto RO-O-2A que lleva las aguas de la quebrada Cuyamita y Chimita, para finalizar en el punto RO-01, sitio conocido como "Puente Nariño" antes de la confluencia con el río Surata, pero después del vertimiento de las quebradas de la escarpa occidental.

*Tabla 13. Fechas de campañas de monitoreo de Río de Oro y sus principales afluentes*

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO	
	CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2
RO-O-10	4/07/2023	24/10/2023
RO-06	4/07/2023	24/10/2023
RO-05	4/07/2023	24/10/2023
RO-O-2PA	4/07/2023	24/10/2023
RO-04	4/07/2023	24/10/2023
RO-O-4N	4/07/2023	24/10/2023
RO-O-4H	4/07/2023	24/10/2023
RO-04A	4/07/2023	24/10/2023
RO-02	4/07/2023	24/10/2023
RO-O-2A	4/07/2023	24/10/2023
RO-01	4/07/2023	24/10/2023
QRG-O-01	4/07/2023	24/10/2023
QG-01	4/07/2023	24/10/2023
SO-01	4/07/2023	24/10/2023
LT-01	4/07/2023	24/10/2023

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO	
	CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2
LR-O-01	5/07/2023	25/10/2023
RF-1A	30/06/2023	17/10/2023
CA-01	4/07/2023	---
CY-01	4/07/2023	---
CH-01	4/07/2023	---
AR-01	4/07/2023	---
LN-01	4/07/2023	---
LP-01	4/07/2023	---



Imagen 1. Monitoreo de corrientes, punto RO-O-10 / RO-01

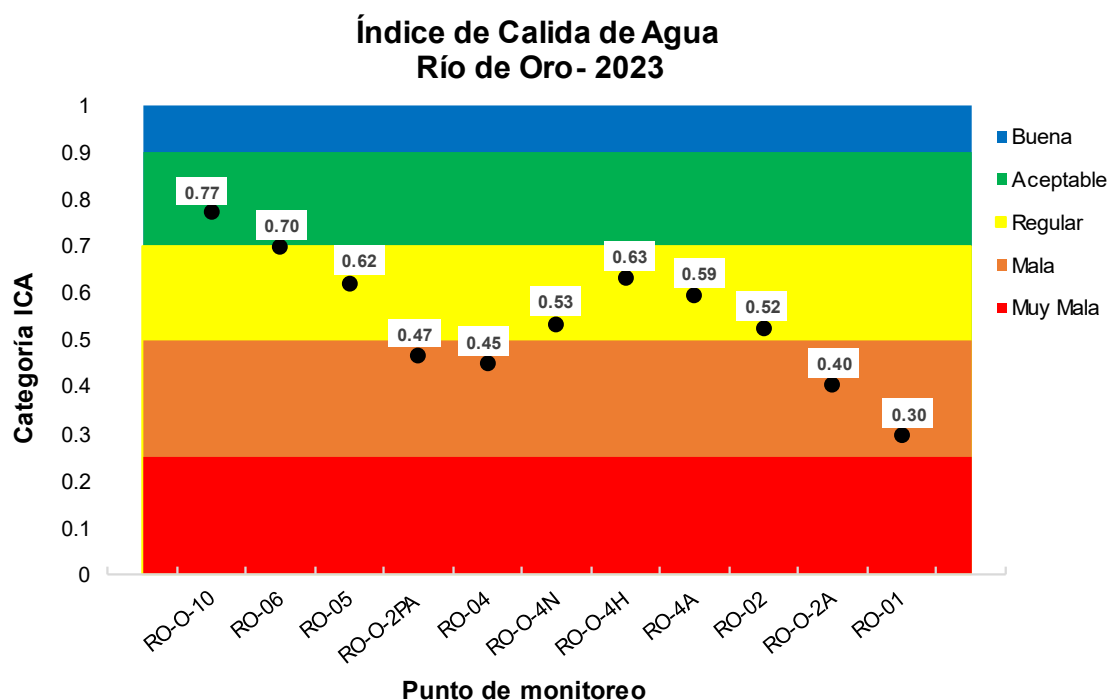
### 2.5.1.1. Índice de calidad río de Oro

La Tabla 14 y la Grafica 5, muestran los resultados y la representación gráfica del índice de calidad de agua en río de Oro.

Tabla 14. Índice de Calidad de Agua – ICA, Río de Oro 2023

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
RÍO DE ORO	RO-O-10	0.77	ACEPTABLE
	RO-06	0.70	REGULAR
	RO-05	0.62	REGULAR
	RO-O-2PA	0.47	MALA
	RO-04	0.45	MALA

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
	RO-O-4N	0.53	REGULAR
	RO-O-4H	0.63	REGULAR
	RO-4A	0.59	REGULAR
	RO-02	0.52	REGULAR
	RO-O-2A	0.40	MALA
	RO-01	0.30	MALA



Gráfica 5. Índice de Calidad de Agua – ICA, Río de Oro 2023 -

El comportamiento de la calidad observado en las dos (2) campañas de monitoreo en el río de Oro, se observa algunos cambios en los ICAS con respecto al año 2022. El primer punto RO-O-10 permanece en calidad “Aceptable”, siendo el punto más alto, cercano a su nacimiento. Luego se presenta una disminución de la calidad en el punto RO-06 donde pasa a “Regular” pero muy cerca del umbral del cambio de criterio, posiblemente por vertimientos de las fincas aledañas a la fuente hídrica, en el punto RO-05 ubicado en la bocatoma de la PTAP de Piedecuesta el ICA permanece en la categoría “Regular”, por incremento de la relación de Nitrógeno total con respecto al

fosforo total de las muestras analizadas al igual que su conductividad, por lo que se sugiere seguimiento del decaimiento de su calidad con respecto al reportado en el informe del año 2022.

El punto RO-O-2PA, que recibe los vertimientos del municipio de Piedecuesta ubica su calidad de agua en criterio de calidad "Mala" que continua en el punto RO-04 ubicado aguas abajo del vertimiento de la cárcel de Palogordo; y el indicador muestra una continuidad en su mala calidad, a diferencia del año 2022 el cual presentaba una mejoría. Para los siguientes puntos de monitoreo (RO-O-4N yRO-O-4H) ubicados en la zona rural entre Piedecuesta y Girón se presenta una mejora en la puntuación del ICA en "Regular". en los puntos RO-4A y RO-02 se mantiene en categoría "Regular" aunque con tendencia a la baja en su calidad ya que el punto evaluado RO-04<sup>a</sup> salió de nuevo Girón y el punto RO-02 se encuentra dentro del casco urbano de Girón.

Finalmente, los puntos los últimos dos puntos de monitoreo localizados en la parte baja de la corriente, que corresponden a RO-O-2A y RO-01, ubicados antes de la confluencia con el río Surata, continúan presentando un ICA de clasificación "Mala", resultado de la recepción los vertimientos de alcantarillado de Girón y Bucaramanga, condición que requiere el tratamiento de las aguas vertidas.

### **2.5.1.2 Índice de calidad de agua ICA para los tributarios del río de Oro**

En la parte alta del río de Oro se encuentra el afluente Quebrada El Rasgón con el punto de monitoreo QRG-O-01, ubicado antes de confluir con el río Oro, presentando una calidad "Aceptable", un valor congruente acorde a la ubicación del punto.

En cuanto al afluente más importante del río de Oro tenemos el río Frío que confluye en el punto RF-1A, también la Q. Grande, Q. Soratoque, el Río Lato y la Q. Ruitoca. En la parte baja del Río de Oro, se encuentran ubicados los puntos de monitoreo de las quebradas denominadas Quebradas de la Escarpa Occidental, y se monitorean la quebrada Chimitá en el punto CA-01, la Q. Cuyamita punto CY-01 en el Parque

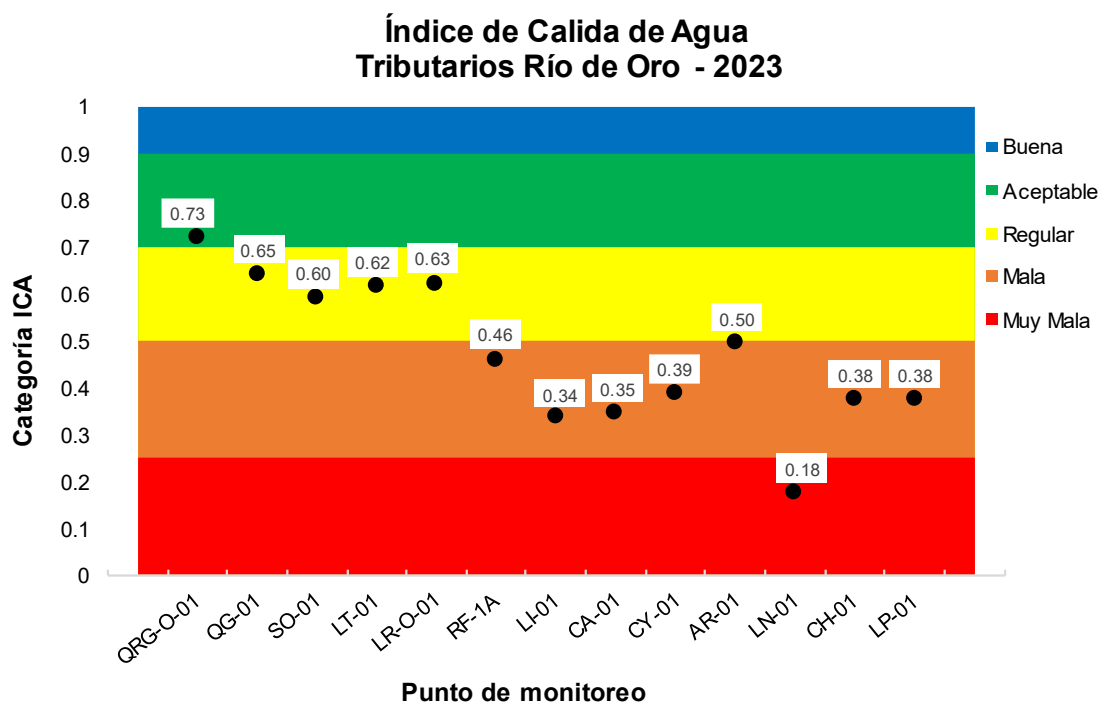
Industrial, la Q. Argelia AR-01, la Q. Las Navas en el punto LN-01 designado Forjas, la Q. Chapinero en el punto CH-01 conocido como Forjas Chapinero, la Q. la Picha LP-01, punto llamado Trituradora y la Q. La Iglesia LI-01 (Puente Sena). Todos estos puntos ubicados sobre las quebradas antes de la confluencia con el río de Oro, obteniendo un grado de calidad “Mala” a excepción del punto LN-01 que se ubicó en la categoría “MUY MALA” a causa de la recepción de los vertimientos de aguas domésticas y del sector industrial, los puntos de Caneyes RF-1A ubicado en la corriente rio frio antes de la confluencia con el rio de Oro y el punto Puente Sena LI-01 en la corriente quebrada la iglesia, se ubicaron también en la categoría “Mala”. En la tabla 15, se muestran los respectivos criterios de Calidad.

Tabla 15. Índice de Calidad de Agua ICA – Tributarios Río de Oro.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
TRIBUTARIOS RIO DE ORO	QRG-O-01	0.73	ACEPTABLE
	QG-01	0.65	REGULAR
	SO-01	0.60	REGULAR
	LT-01	0.62	REGULAR
	LR-O-01	0.63	REGULAR
	RF-1A	0.46	MALA
	LI-01	0.34	MALA
	CA-01	0.35	MALA
	CY-01	0.39	MALA
	AR-01	0.50	MALA
	LN-01	0.18	MUY MALA
	CH-01	0.38	MALA
	LP-01	0.38	MALA

Los demás afluentes se clasificaron como: Categoría “Regular” para las Quebradas Grande (QG-01), Soratoque (SO-01), La Ruitoca (LR-O-01) y el río Lato (LT-01). Ver tabla 15 y gráfica 6.

Es importante tener en cuenta que, en los puntos ubicados en las quebradas de la Escarpa Occidental, se realizó una campaña de monitoreo durante el año 2023.



Gráfica 6. Índice de Calidad de Agua ICA – Tributarios Río de Oro.

Es importante tener en cuenta que, en el histórico de los monitoreos de calidad del agua, nunca se había presentado una categorización de “muy mala” para el punto de la Quebrada Las Navas (LN-01). Se debe realizar un seguimiento a los vertimientos sobre la fuente, ya que la calidad del punto decayó significativamente en el valor del ICA con un puntaje previo para el año 2022 de 0.45 a un puntaje de 0.18 en el cálculo del ICA.

Los demás puntos evaluados, presentan ICAS calculados, relativamente similares al año anterior, sin embargo, es importante recordar la importancia de la implementación de la PTAR, para mejorar los índices de calidad principalmente de las quebradas de la Escarpa Occidental.



### 2.5.1.3 Índices de Contaminación ICO's en el río de Oro

Los índices de contaminación ICOMI, ICOMO e ICOSUS en los puntos RO-O-10 a RO-05 presentan categoría de “Ninguna” y “Baja” contaminación. Estos criterios desmejoran a medida que la fuente hídrica atraviesa la zona urbana de Piedecuesta y en el trayecto recibe los diferentes vertimientos no domésticos que lo contaminan, por lo que el índice de contaminación por materia orgánica ICOMO llega a “Muy Alto”, luego se recupera un poco en el tramo RO-O-4H, para degradarse nuevamente en el tramo RO-4<sup>a</sup> hasta RO-01 llegando a la contaminación más alta. A diferencia de lo reportado en el informe del año 2022, se debe hacer seguimiento principalmente entre el punto RO-O-2<sup>a</sup> y RO-01, ya que decae el índice significativamente, y podría presuntamente estar correlacionado a la caída del ICA que se presentó con el punto de la quebrada Las Navas (LN-01).

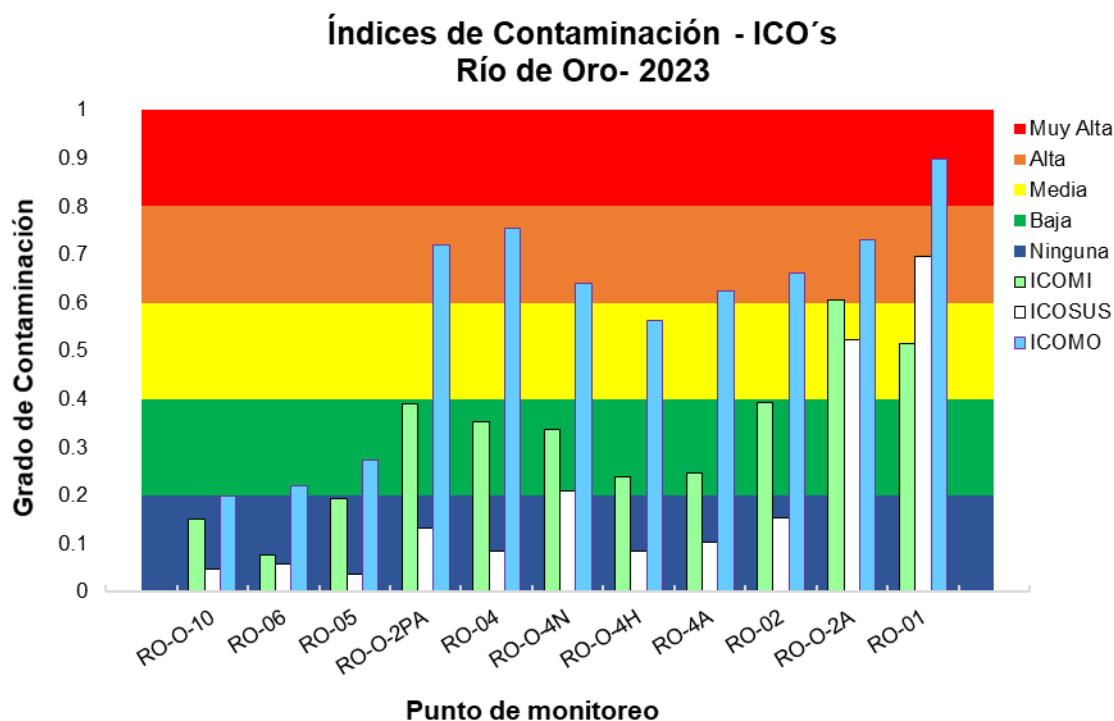
En el caso del ICOSUS, contaminación por sólidos suspendidos el cual se mantiene en “Ninguna” en la mayor parte de la corriente, aunque drásticamente el nivel de contaminación aumenta en el último tramo del río en los puntos RO-O-2<sup>a</sup> y RO-01. Con respecto al 2022, se obtuvo mantuvo o mejoro el ICOSUS en la mayoría de puntos a excepción del RO-O-2<sup>a</sup> y RO-01.

Es de resaltar igualmente para los ICOMI, que se observó un índice de contaminación Alto, para el punto RO-O-2<sup>a</sup>, lo que indica que se está presentando alguna afectación en la parte baja del Río de Oro, ya que la mayoría de sus características una tendencia a la baja en las condiciones de calidad de la corriente.

Tabla 16. Índices de Contaminación – Río de Oro 2023.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO DE ORO	RO-O-10	0.15	0.20	0.05	0.14
	RO-06	0.08	0.22	0.06	0.11
	RO-05	0.19	0.27	0.04	0.08
	RO-O-2PA	0.39	0.72	0.13	1.87
	RO-04	0.35	0.76	0.08	0.98
	RO-O-4N	0.34	0.64	0.21	0.94

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
	RO-O-4H	0.24	0.56	0.08	0.60
	RO-4ª	0.25	0.62	0.10	0.65
	RO-02	0.39	0.66	0.15	0.96
	RO-O-2ª	0.61	0.73	0.52	1.58
	RO-01	0.51	0.90	0.70	1.61



Gráfica 7. Índices de Contaminación – Río de Oro 2023.

#### 2.5.1.4 Índices de contaminación ICO's tributarios río de Oro

La quebrada QRG-O-01 tiene un ICA de calidad Aceptable, consecuente al ICOMI, ICOSUS y el ICOMO que varían entre “NINGUNA” a “BAJA” contaminación. Otros tributarios del río Oro presentan ICO'S con grados de contaminación de calidad “Media” en mineralización como el río Frío en el punto RF-1A, la quebrada la Iglesia punto LI-01,

el punto QG-01 y SO-01. Con respecto a toda la escarpa occidental (CA-01, CY-01, AR-01, LN-01, CH-01, LP-01), la calificación ICOMI coincide con los índices de calidad (ICA'S) obtenidos en criterio "MALA".

El índice de contaminación por materia orgánica refleja un valor de "Alta" en los puntos RF-1A, CY-01, AR-01 y CH-01. También se presentó contaminación "Muy Alta" en los puntos de la Quebrada la Iglesia LI-01, quebrada Chimitá CA-01, Quebrada Las Navas LN-01, por lo que es importante realizar seguimiento, ya que en años anteriores no presentaba esos valores de índices de contaminación, a pesar de que estas fuentes son receptoras de vertimientos domésticos y no domésticos de la zona urbana de Bucaramanga.

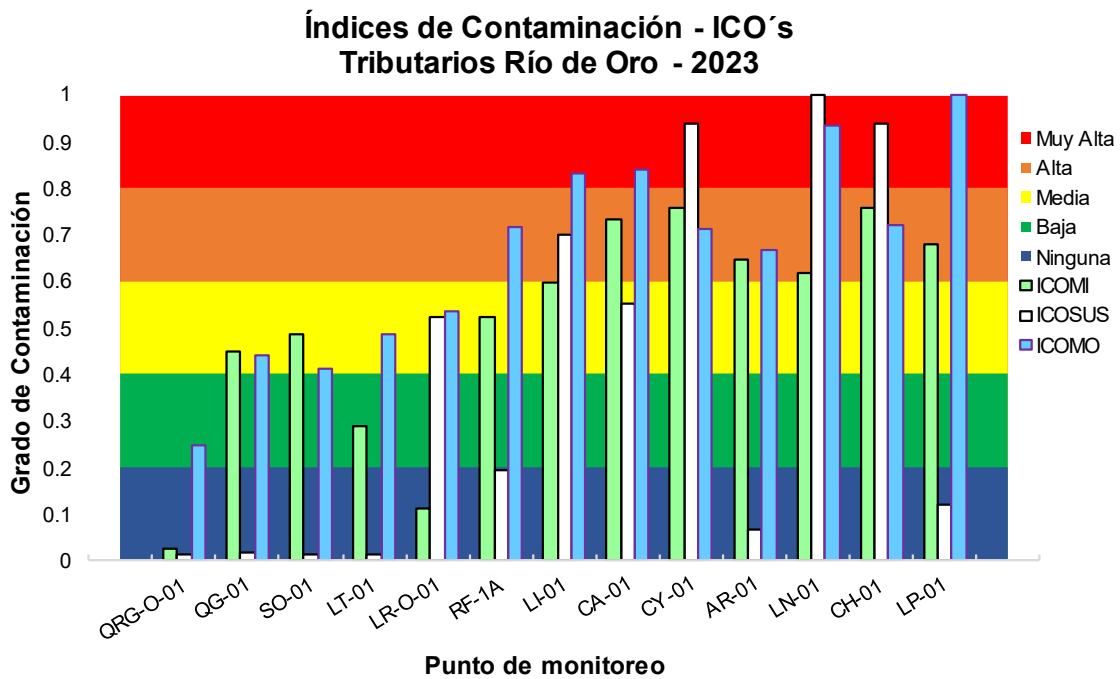
Con respecto a los índices de contaminación por sólidos suspendidos ICOSUS, se mantuvo la calificación de "Ninguna" para los puntos QRF-O-01, QG-01, SO-01, LT-01 y LP-01, adicionalmente solo mejoró la calidad a "Ninguna" de los puntos RF-1A y AR-01, con respecto año anterior. Los puntos LR-O-01 y CA-01 presentaron un ICOSUS de "Aceptable". Un ICOSUS de contaminación "Alta" en el punto LI-01, el cual tenía una concentración "Baja" para el 2022. Por último, se presentó contaminación "Muy Alta" para los puntos CY-01, LN-01 y CH-01, con respecto al año 2022, se observó una desmejora drástica para los puntos CY-01 y CH-01, por tanto, es importante realizar seguimiento a las fuentes afectadas, para controlar las causas del aumento en los índices de contaminación.

Los ICOTRO presentaron un comportamiento similar a los reportados en el informe del año 2022, correspondiente a altas concentraciones de fósforo total.

Tabla 17. Índices de Contaminación - Tributarios Río de Oro 2023

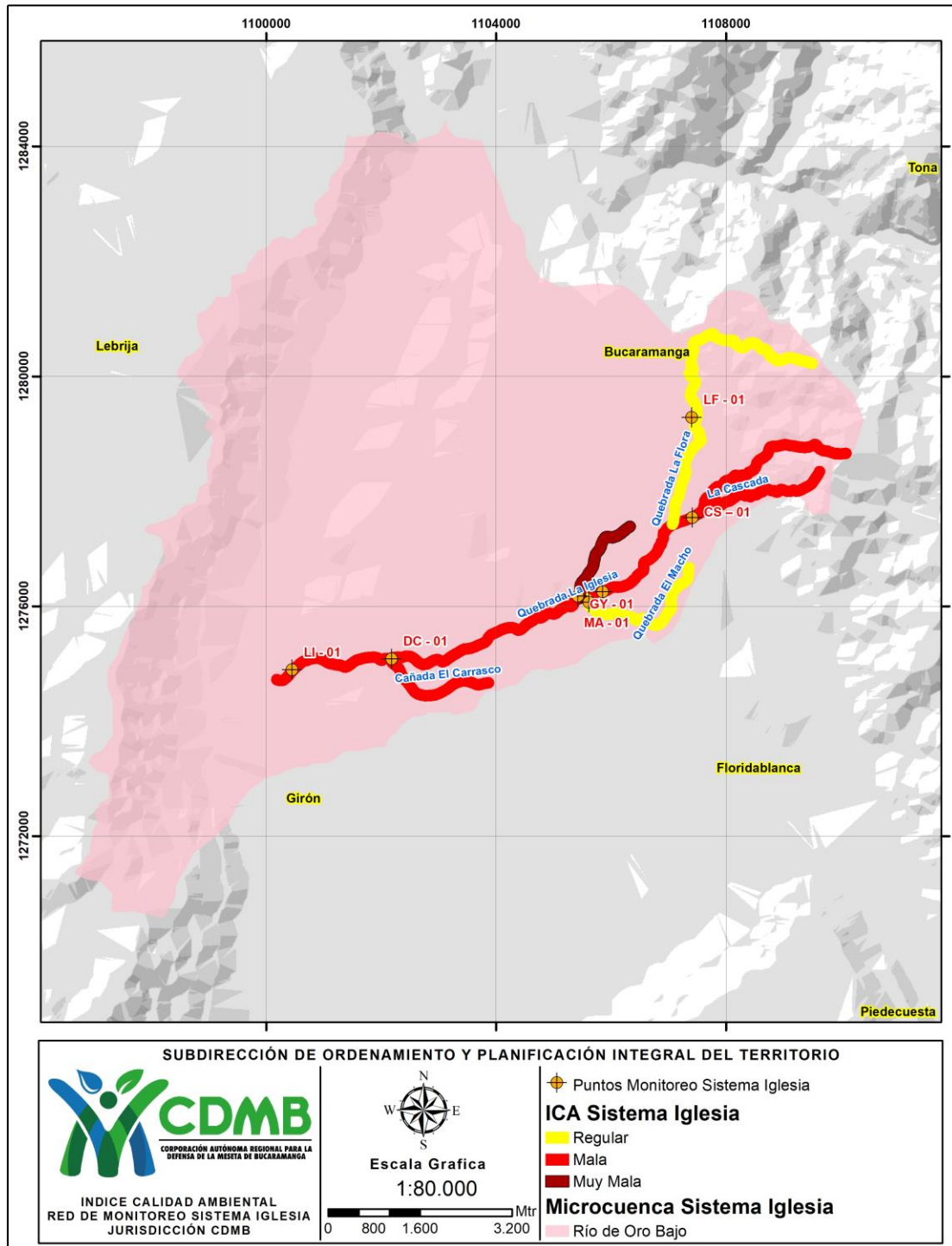
SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
TRIBUTARIOS RÍO DE ORO	QRG-O-01	0.02	0.25	0.01	0.06
	QG-01	0.45	0.44	0.02	0.16
	SO-01	0.49	0.41	0.01	0.42
	LT-01	0.29	0.48	0.01	0.54
	LR-O-01	0.11	0.53	0.52	0.52
	RF-1A	0.52	0.71	0.19	3.76

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
	LI-01	0.60	0.83	0.70	1.44
	CA-01	0.73	0.84	0.55	3.79
	CY-01	0.76	0.71	0.94	2.76
	AR-01	0.65	0.67	0.06	2.45
	LN-01	0.62	0.93	1.00	0.93
	CH-01	0.76	0.72	0.94	2.75
	LP-01	0.68	1.00	0.12	3.09



Gráfica 8. Índices de Contaminación - Tributarios Río de Oro 2023

## 2.5.2. Sistema quebrada La Iglesia



Mapa 3. Ubicación de puntos de monitoreo Sistema Iglesia

La quebrada La Iglesia está conformada por la confluencia de las Quebradas La Flora y La Cascada, donde se tiene el punto de monitoreo LF-01 y el punto CS- 01 La Floresta respectivamente antes de la unión de estas fuentes. Así mismo, en el trayecto de la Iglesia se tienen ubicados dos puntos de monitoreo, el punto LI-01 denominado Puente Sena y LI-03 San Luís, y como afluentes de la misma se monitorean las quebradas El Macho, La Guacamaya y El Carrasco, en los puntos MA-01, GY-01 y DC-01 respectivamente

En la vigencia 2023 se realizaron dos campañas de monitoreo, sin embargo, en los puntos MA-01 y GY-01 se disminuyó la periodicidad a una campaña, debido a que sobre estas fuentes se realiza los vertimientos domésticos del municipio de Bucaramanga, y mientras no se cuente con una PTAR para su tratamiento antes de la descarga, no podría ser posible observar una mejora en sus condiciones de calidad de agua.

*Tabla 18. Fechas de campañas de monitoreo de Sistema La Iglesia*

<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1</b>	<b>FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2</b>
LI-03	29/06/2023	20/10/2023
MA-01	29/06/2023	---
GY-01	29/06/2023	---
DC-01	29/06/2023	20/10/2023
LF-01	29/06/2023	20/10/2023
LI-01	29/06/2023	20/10/2023
CS-01	29/06/2023	20/10/2023



*Imagen 2. Monitoreo de corrientes, puntos LI-03 / GY-01*

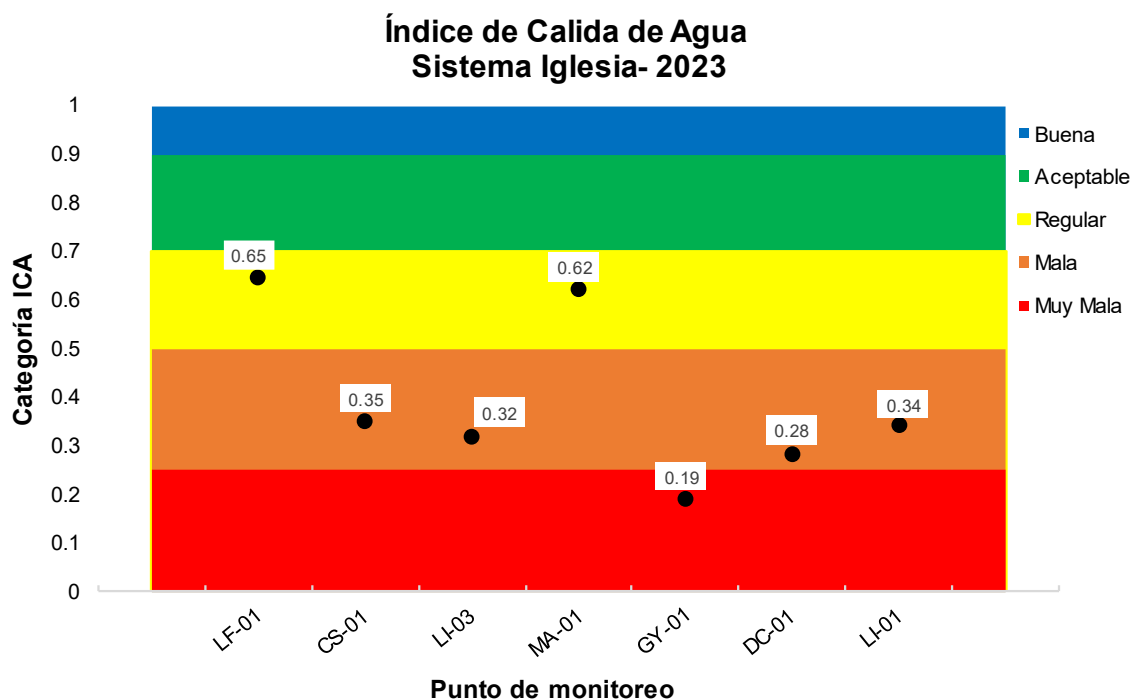
### 2.5.2.1. Índice de calidad sistema La Iglesia

Tabla 19. Índice de Calidad de Agua ICA - Sistema Iglesia.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD	
<b>SISTEMA IGLESIA</b>	Q. La Flora	LF-01	0.65	REGULAR
	Q. La Cascada	CS-01	0.35	MALA
	Q. La Iglesia	LI-03	0.32	MALA
	Q. El Macho	MA-01	0.62	REGULAR
	Q. La Guacamaya	GY-01	0.19	MUY MALA
	Q. El Carrasco	DC-01	0.28	MALA
	Q. La Iglesia	LI-01	0.34	MALA

Los puntos de monitoreo ubicados sobre la quebrada La Iglesia (LI-03, LI-01) y los puntos sobre la quebrada El Carrasco (DC-01) y La Cascada (CS-01) presentaron un Índice de Calidad de Agua en la categoría “Mala”, en cuanto al punto GY-01 sobre la Quebrada La Guacamaya, este se ubicó en ICA “Muy Mala”, la categoría más baja en el indicador debido a que presentó un valor de pH muy alto, oxígeno disuelto muy bajo, alta concentración de sólidos suspendidos y una baja relación entre el nitrógeno y fósforo; y las quebradas La Flora y El Macho se ubicaron en la categoría “Regular” como se observa en la gráfica 9.

A diferencia del año 2022, se observó la desmejora del ICA con respecto a los puntos CS-01 el cual estaba en calidad “Regular” y bajo a “Mala”, y el punto GY-01 que se encontraba en calidad “Mala” y paso a “Muy Mala”.



Gráfica 9. Índice de Calidad de Agua ICA - Sistema Iglesia.

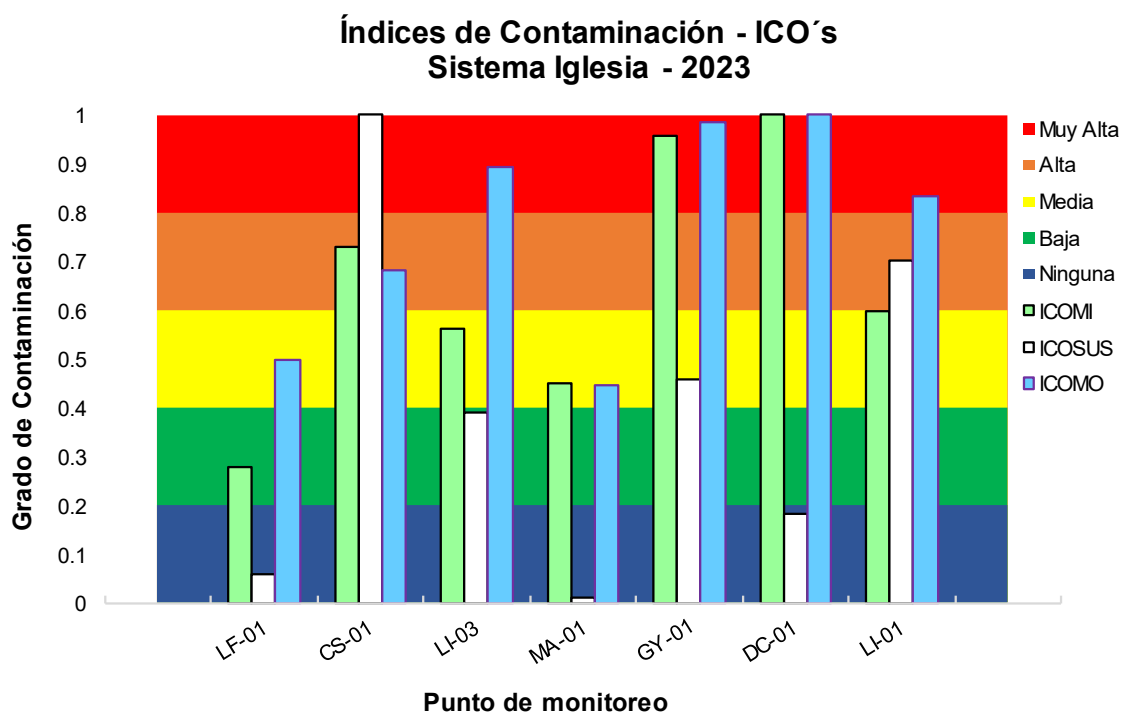
### 2.5.2.2 Índices de Contaminación ICO's sistema La Iglesia

El índice de contaminación por mineralización - ICOMI se encuentra en categoría "Muy Alta" en el punto DC-01 y la quebrada La Guacamaya (GY-01), como también el índice de contaminación por Materia Orgánica- ICOMO en las quebradas Guacamaya GY-01 y el Carrasco DC-01 y la quebrada La iglesia en sus dos puntos de monitoreo, índices de contaminación significativos con respecto a los reportados en el informe del año 2022, lo que indica una desmejora. Por otra parte, el índice de contaminación de sólidos suspendidos - ICOSUS evidencia categorías "NINGUNA" en los puntos LF-01, MA-01 y DC-01 y "Muy Alta" en el punto CS-01, tal como se observa en la Tabla 20 y Gráfica 10, el cual no se había presentado ICOSUS superiores a categoría "Baja" para el año 2022.



Tabla 20. Índices de Contaminación 2023 - Sistema Iglesia.

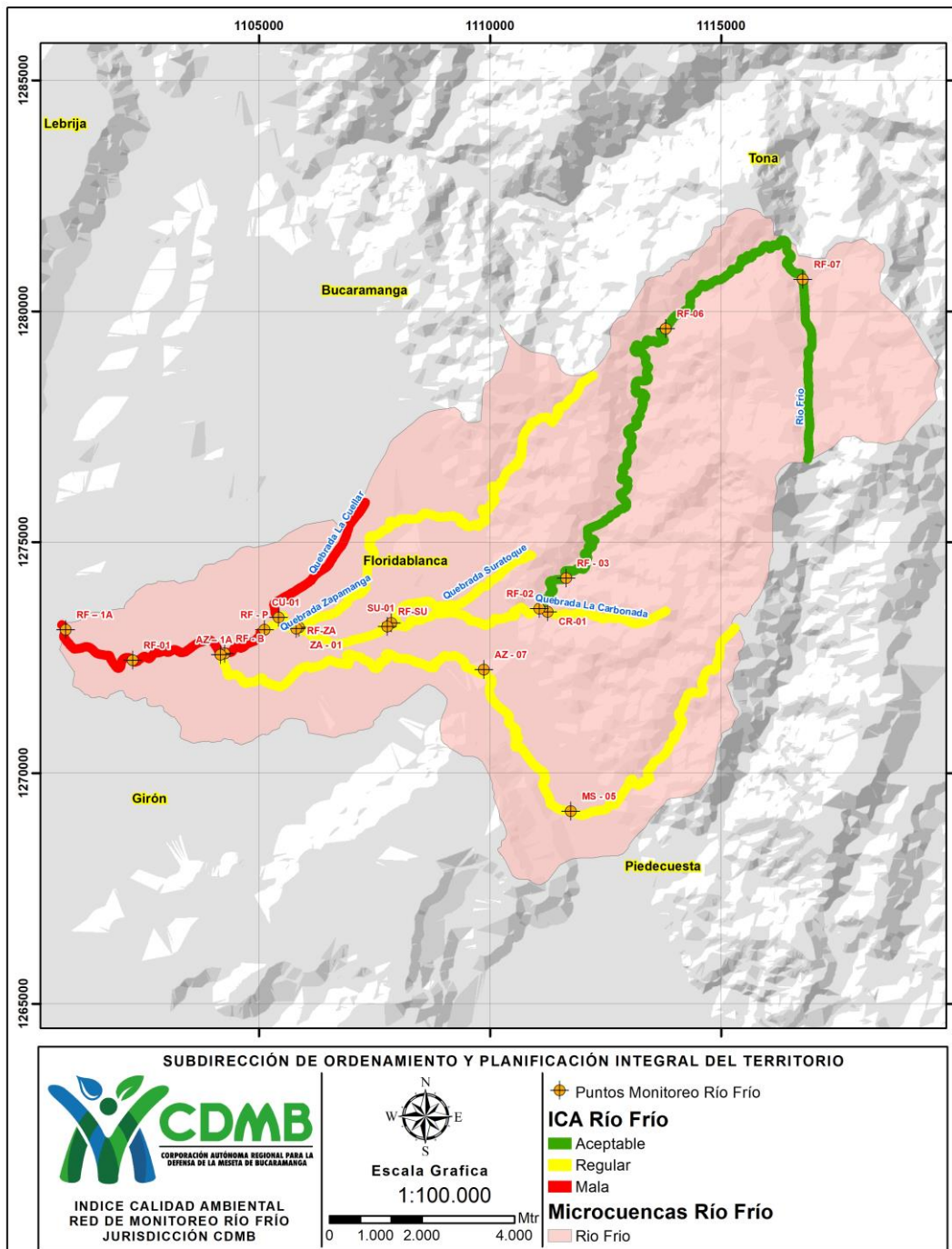
SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO	
SISTEMA IGLESIA	Q. La Flora	LF-01	0.28	0.50	0.06	0.20
	Q. La Cascada	CS-01	0.73	0.68	1.00	1.07
	Q. La Iglesia	LI-03	0.56	0.89	0.39	2.57
	Q. El Macho	MA-01	0.45	0.45	0.01	0.69
	Q. La Guacamaya	GY-01	0.96	0.99	0.46	3.80
	Q. El Carrasco	DC-01	1.00	1.00	0.18	12.56
	Q. La Iglesia	LI-01	0.60	0.83	0.70	1.44



Gráfica 10. Índices de Contaminación 2023 - Sistema Iglesia.

Es de resaltar que solo se presentó mejora en el índice de contaminación ICOMI para el punto LF-01 y LI-01, por lo que es importante hacer seguimiento y proponer acciones que mantengan los índices de contaminación controlados para mantener estos dos puntos, y mejorar las demás fuentes hídricas evaluadas.

### 2.5.3 Río Frío y principales afluentes



Mapa 4. Ubicación puntos de monitoreo Río Frío y tributarios

El Río Frío es un afluente importante del río de Oro, y cuenta con diez (10) puntos de monitoreo que inician en la parte alta del río con el punto RF-07 “La Truchera”, luego se evalúa el punto RF-06 ubicado en el puente San Ignacio, pasando por el RF-03, 800 metros aproximadamente río arriba de la finca la esperanza (Floridablanca), se analiza posteriormente el punto RF-02 antes de recibir el afluente de la quebrada Carbona (CR-01), siguiente al punto anterior se evalúa el punto RF-SU “Zona refrescante” que se caracteriza en estar ubicado en el municipio de Floridablanca (Zona urbana) antes de recibir el afluente del punto SU-01 quebrada Suratoque; se continúa el recorrido al punto RF-ZA Campestre R.F., antes de recibir la descarga de la quebrada Zapamanga. Continuando el recorrido se monitorea el punto RF-P El Pórtico, ubicado posteriormente de recibir la corriente hídrica del punto CU-01 quebrada Cuellar, y a su vez antes de llegar a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales - PTAR 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). Luego de este punto la corriente de Río Frío pasa por el punto de monitoreo RF-B “El Caucho” (antes de la confluencia con la Quebrada Aranzoque AZ-01), continuando su recorrido al punto RF-01 Anillo Vial, antes del ingreso al casco urbano de Girón y finalmente se reciben descargas domésticas para terminar en el punto RF-1A “Caneyes” situado antes de la confluencia con Río de Oro.

También es importante señalar que, en el año 2021, se formuló el PORH, Plan de Ordenamiento de Recurso Hídrico de Río Frío.

*Tabla 21. Fechas de campañas de monitoreo de Río Frío y sus principales afluentes*

<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1</b>	<b>FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2</b>
RF-07	30/06/2023	17/10/2023
RF-06	30/06/2023	17/10/2023
RF-03	30/06/2023	17/10/2023
RF-02	30/06/2023	17/10/2023
RF-SU	30/06/2023	17/10/2023
RF-ZA	30/06/2023	17/10/2023

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2
RF-P	30/06/2023	17/10/2023
RF-B	30/06/2023	17/10/2023
RF-01	30/06/2023	17/10/2023
RF-1A	30/06/2023	17/10/2023
CR-01	30/06/2023	17/10/2023
CU-01	30/06/2023	17/10/2023
SU-01	30/06/2023	17/10/2023
ZA-01	30/06/2023	17/10/2023
AZ-1A	30/06/2023	17/10/2023



Imagen 3. Monitoreo de corrientes, punto RF-P / CR-01

### 2.5.3.1 Índice de Calidad ICA río Frío

Los índices de calidad de agua para Río Frío se encuentran entre categorías “Aceptable”, “Regular” y “Mala” como se observa en la Tabla 22 y Gráfica 11. Los puntos de ICAS más contaminados se encuentran desde el punto El Caucho RF-B hasta el punto Caneyes RF-1A.

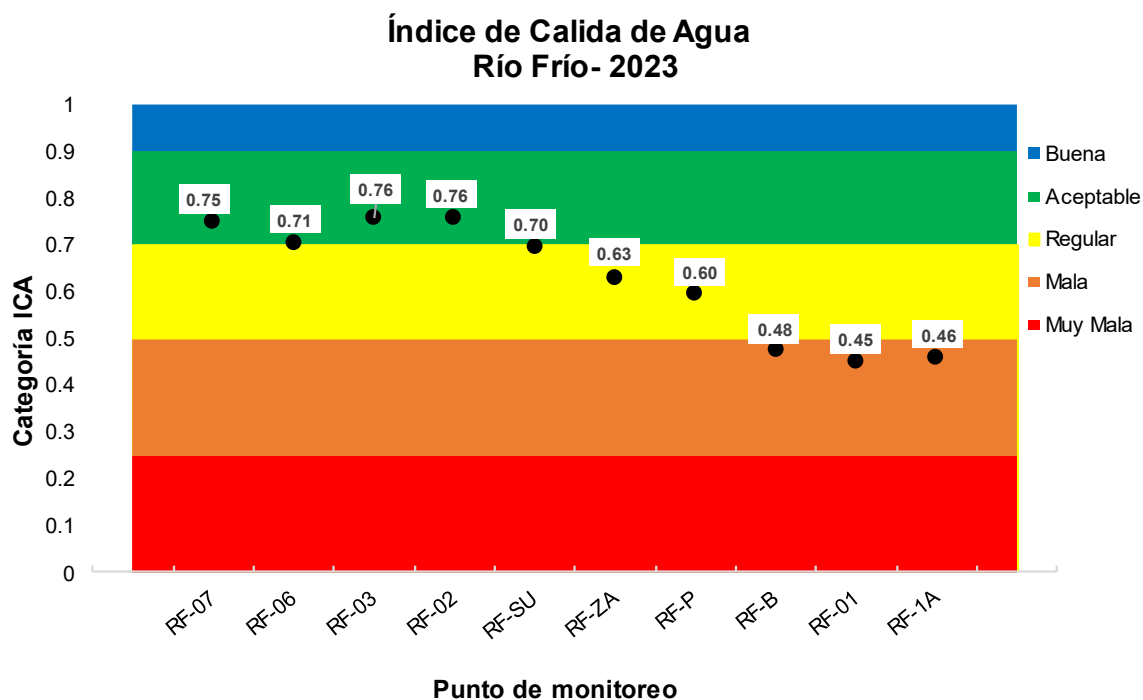
Desde el punto RF-07 hasta el punto RF-02 ubicado aguas abajo de la bocatoma del acueducto del municipio de Floridablanca la calidad del agua se ubica en la categoría “Aceptable” mostrando una mejora respecto al año 2022, que se ubicaban en ICA “Regular”. Desde este punto se presenta una desmejora a calidad “Regular” hasta el

punto RF-P ubicado aguas arriba de la Planta de tratamiento de aguas residuales al pasar por el casco urbano de Floridablanca; finalmente en los tres puntos aguas abajo RF-B, RF-01 y RF-1A, la calidad del agua se caracteriza como “Mala” al atravesar en parte zonas industriales y parcialmente sectores del casco urbano de Girón. Se recomienda realizar actividades de seguimiento y control, entre los puntos RF-P y RF-B debido a que se observa una desmejora de la calidad del agua determinada, por el valor del ICA, a partir de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, tales como los coliformes presentes, alcalinidad, DQO, nitrógeno total, entre otros, bajo los parámetros normales de recuperación de la fuente hídrica frente a los vertimientos.

Se recomienda mantener el seguimiento y preservación de los puntos que mejoraron de calidad “Regular” a “Aceptable”, para preservar la sostenibilidad de la corriente de Río Frío.

Tabla 22. Índice de Calidad de Agua ICA- Río Frío.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
RÍO FRÍO	RF-07	0.75	ACEPTABLE
	RF-06	0.71	ACEPTABLE
	RF-03	0.76	ACEPTABLE
	RF-02	0.76	ACEPTABLE
	RF-SU	0.70	REGULAR
	RF-ZA	0.63	REGULAR
	RF-P	0.60	REGULAR
	RF-B	0.48	MALA
	RF-01	0.45	MALA
	RF-1A	0.46	MALA



Gráfica 11. Índice de Calidad de Agua ICA- Río Frío.

### 2.5.3.2 Índice de Calidad para los tributarios del río Frío

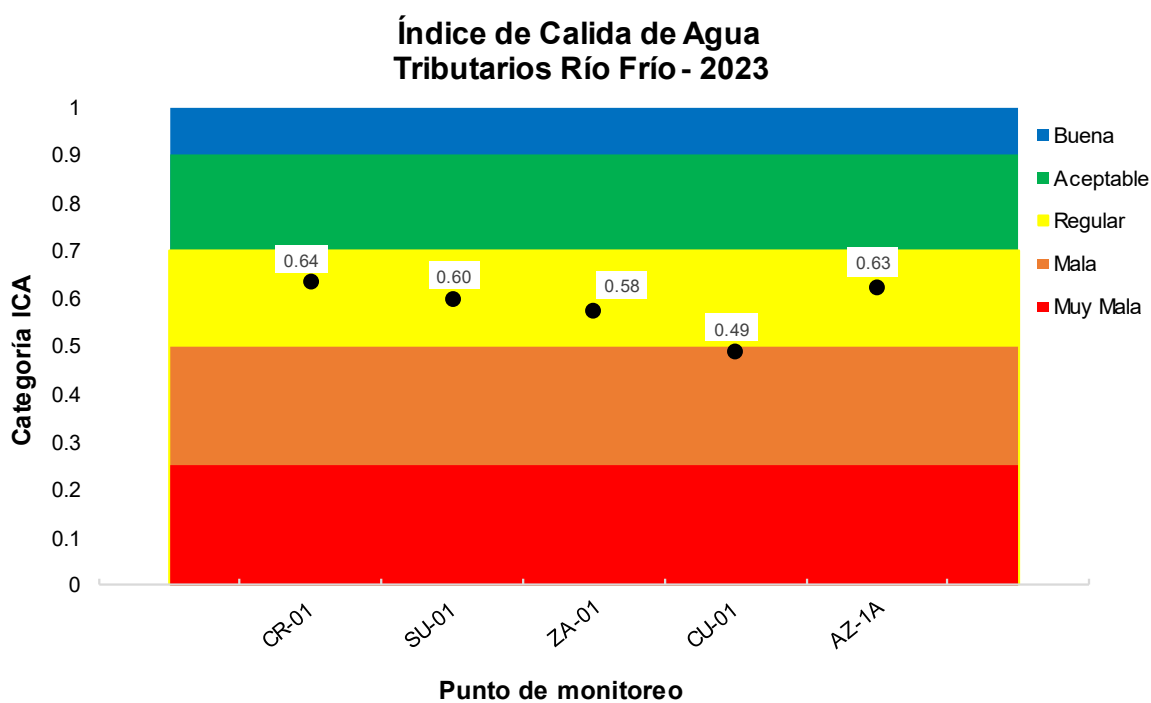
Los afluentes del río Frío, son la quebrada Aranzoque o Mensuli en el punto AZ-1A, la quebrada Zapamanga que tiene el punto ZA-01 Campestre, la Quebrada Carbona con el punto CR-01 La Esperanza, la Quebrada Suratoque en el punto SU-01 Zona Refrescante y la Quebrada Cuellar CU-01 Tierra Santa, los cuales se encuentran antes de la confluencia con el Río Frío.

Como lo evidencia la Tabla 23 y Gráfica 12, la mayoría de las quebradas tributarias se ubicaron en la categoría ICA “Regular”, a excepción de la quebrada Cuellar que se ubicó en la categoría “Mala” para la vigencia 2023, la estación de monitoreo ZA-01 continua con la misma calidad del año 2022. Se sugiere realizar seguimiento a la quebrada Cuellar para identificar las causas del aumento de los contaminantes que están afectando la calidad del punto, si presuntamente

corresponde al aumento de vertimientos domésticos alrededor de esta corriente.

Tabla 23. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Frío.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
TRIBUTARIOS RÍO FRÍO	Q. Carbona	CR-01	0.64 REGULAR
	Q. Suratoque	SU-01	0.60 REGULAR
	Q. Zapamanga	ZA-01	0.58 REGULAR
	Q. Cuellar	CU-01	0.49 MALA
	Q. Aranzoque- Mensulí	AZ-1ª	0.63 REGULAR



Gráfica 12. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Frío.

### 2.5.3.3 Índices de Contaminación ICO's Río Frío

En la Gráfica 13 y la tabla 24, para los puntos evaluados a lo largo de la corriente Río Frío se registró un grado contaminación "Alta" para los índices de

contaminación por materia orgánica en el punto El Caucho RF-B, Anillo Vial RF-01 y Caneyes RF-1A puntos que reciben alto contenido de materia orgánica, los puntos RF-SU, RF-ZA y RF-P muestran contaminación “Media” y los demás puntos sobre el Río Frío se ubican en contaminación “Baja” y “Ninguna”, al estar en la parte más alta, antes de llegar a las zonas urbanas.

Con respecto al índice de contaminación por mineralización ICOMI, en el curso del río Frío se observó que desde el punto RF-07 hasta el punto RF-P ubicado antes de la PTAR de Río Frío no presenta contaminación y en el tramo evaluado desde el punto RF-B hasta la entrega al Río de Oro se registra una contaminación en la categoría “Media”.

En cuanto al indicador ICOSUS de Sólidos suspendidos, la corriente no presentó contaminación, ubicándose en categorías “Baja” y “Ninguna”. Con respecto a los resultados del año 2022, el punto RF-01, presentó una mejora en su ICOSUS ya que presentaba categoría “Regular” y actualmente tiene un valor de “Ninguna”.

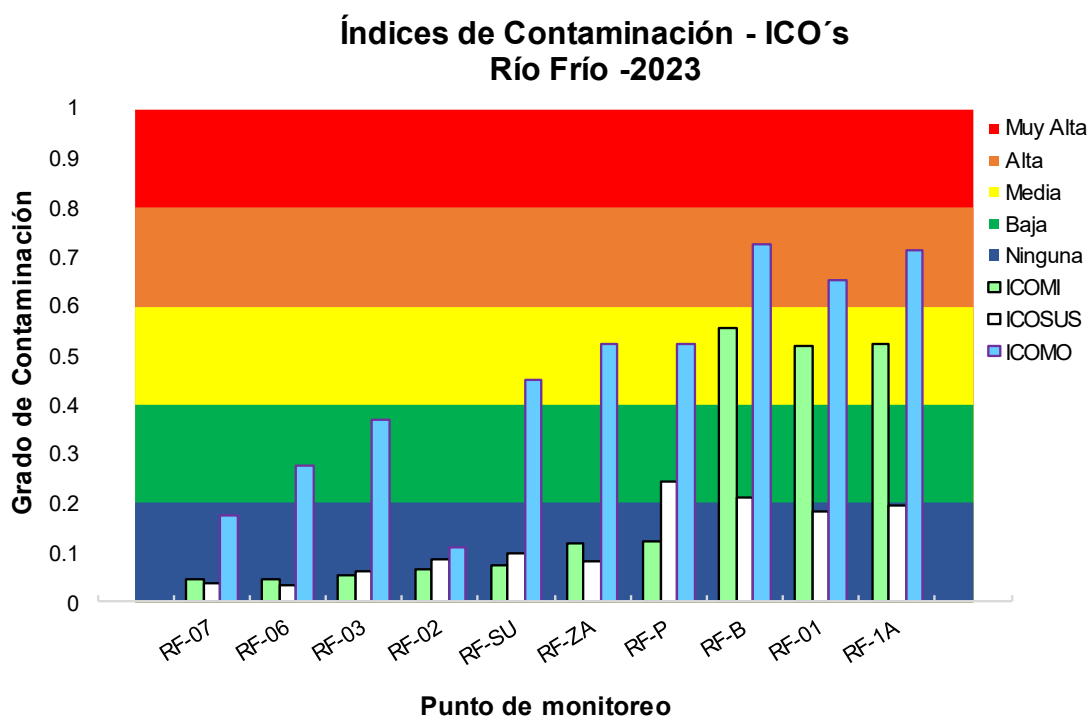
Con respecto al Índice ICOTRO que se determinó que para los puntos RF-B, RF-01 y RF-1A la categoría fue “HIPEREUTROFICA” por la recepción de las diferentes descargas por actividades domésticas y no domésticas entre Floridablanca y Girón, al igual que se presentaba para el año 2022.

Tabla 24. Índices de Contaminación - Río Frío.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO FRÍO	RF-07	0.05	0.18	0.04	0.06
	RF-06	0.04	0.28	0.03	0.07
	RF-03	0.06	0.37	0.06	0.12
	RF-02	0.07	0.11	0.09	0.10
	RF-SU	0.07	0.45	0.10	0.33
	RF-ZA	0.12	0.52	0.08	0.20
	RF-P	0.12	0.52	0.24	0.18
	RF-B	0.56	0.73	0.21	3.51
	RF-01	0.52	0.65	0.18	3.96



SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
	RF-1A	0.52	0.71	0.19	3.76



Gráfica 13. Índices de Contaminación - Río Frío.

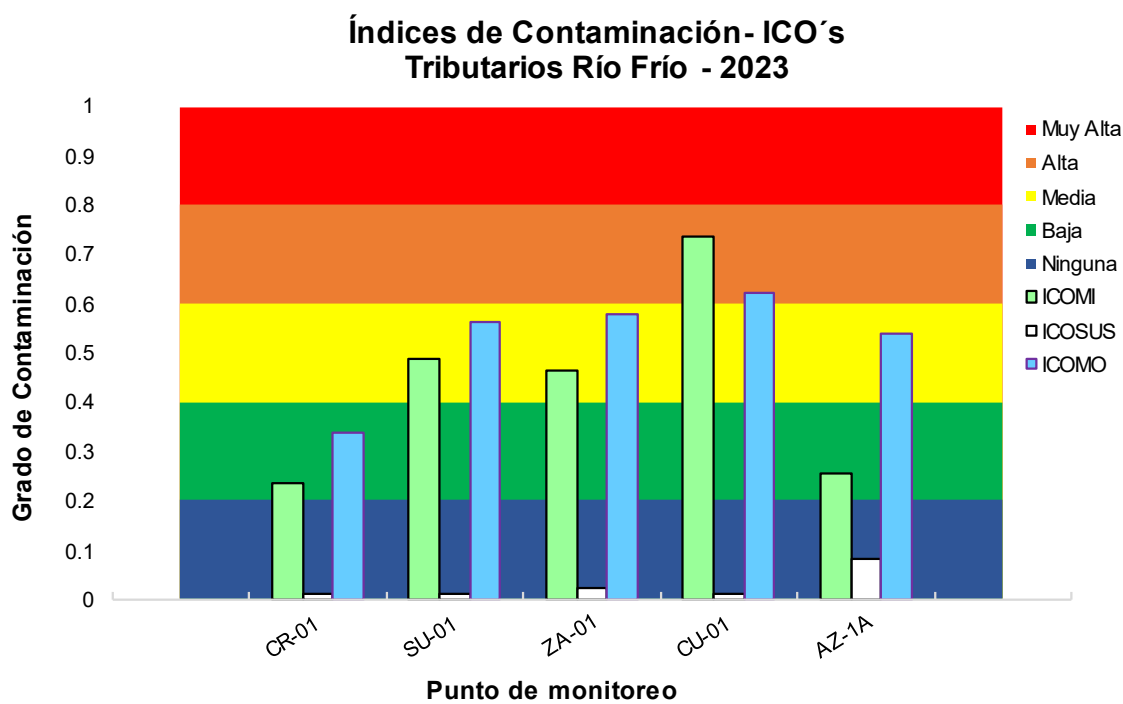
#### 2.5.3.4 Índices de contaminación tributarios río Frío

En relación con los índices de contaminación de los tributarios del río Frío, los cuales se exponen en la tabla 25, y gráfica 14, tenemos que el ICOMO nos muestra la degradación de la fuente por materia orgánica en la quebrada Cuellar con criterio de "ALTA" contaminación, mientras las demás se ubican en categorías de "Alta" y "Media" contaminación, el índice ICOMI mostró los mismos criterios de contaminación que el ICOMO. A diferencia del año 2022 el ICOMO mejoró en los puntos SU-01 y ZA-01, pero decayó en el punto CU-01 el cual tenía un ICOMO de contaminación "Baja".

El ICOSUS para todos los puntos evaluados no presentó índices de contaminación (“Ninguna”).

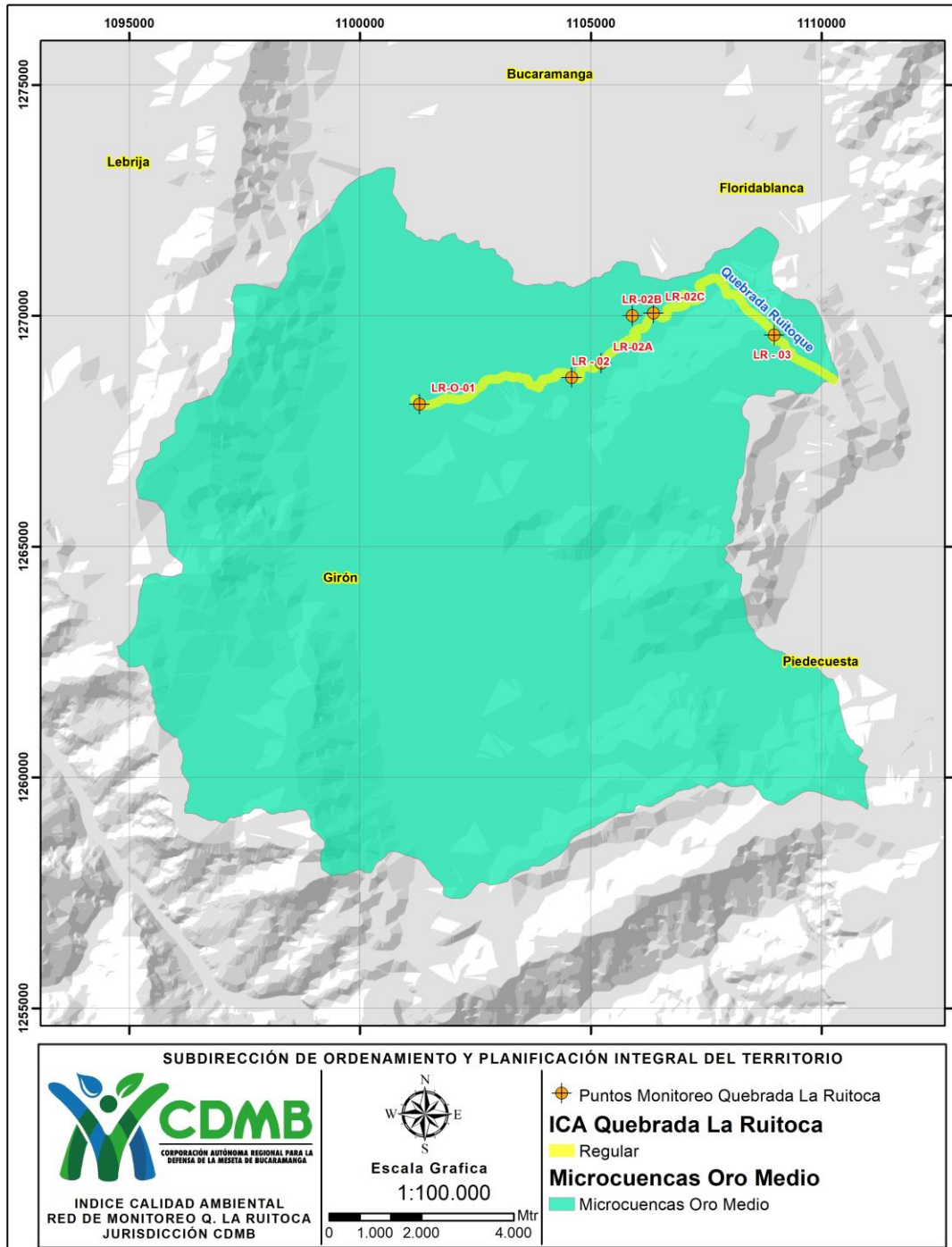
Tabla 25. Índices de Contaminación – Tributarios Río Frío.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO	
TRIBUTARIOS RÍO FRÍO	Q. Carbona	CR-01	0.23	0.34	0.01	0.08
	Q. Suratoque	SU-01	0.49	0.56	0.01	0.60
	Q. Zapamanga	ZA-01	0.46	0.58	0.02	0.46
	Q. Cuellar	CU-01	0.73	0.62	0.01	1.08
	Q. Aranzoque- Mensulí	AZ-1A	0.25	0.54	0.08	0.56



Gráfica 14. Índices de Contaminación – Tributarios Río Frío.

## 2.5.4. Quebrada La Ruitoca



Mapa 5. Ubicación puntos de monitoreo Quebrada La Ruitoca

La quebrada La Ruitoca tiene su nacimiento en la mesa de Ruitoque, específicamente en el sector de Ruitoque Golf Country Club. A lo largo de su trayecto recibe vertimientos de sistemas de alcantarillado, empresas de sacrificio de aves y del sector agrícola. Su entrega al río de Oro se realiza en el sector de Girón aguas arriba del punto de monitoreo RO-04H. En la Q. La Ruitoca se monitorearon los puntos LR-03 Cañaveral, LR-02C Pollo Plus, LR-02B Acapulco, LR-02A EL Porvenir, LR-02 El Pilón, LR-O-01 La Ruitoca. La tabla 26, presenta los puntos y las campañas de monitoreo realizadas en la vigencia.

*Tabla 26. Fechas de campañas de monitoreo de Quebrada La Ruitoca*

<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1</b>	<b>FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2</b>
LR-03	12/7/2023	25/10/2023
LR-02B	5/07/2023	25/10/2023
LR-02	5/07/2023	25/10/2023
LR-02C	5/07/2023	25/10/2023
LR-02A	5/07/2023	25/10/2023
LR-O-01	5/07/2023	25/10/2023



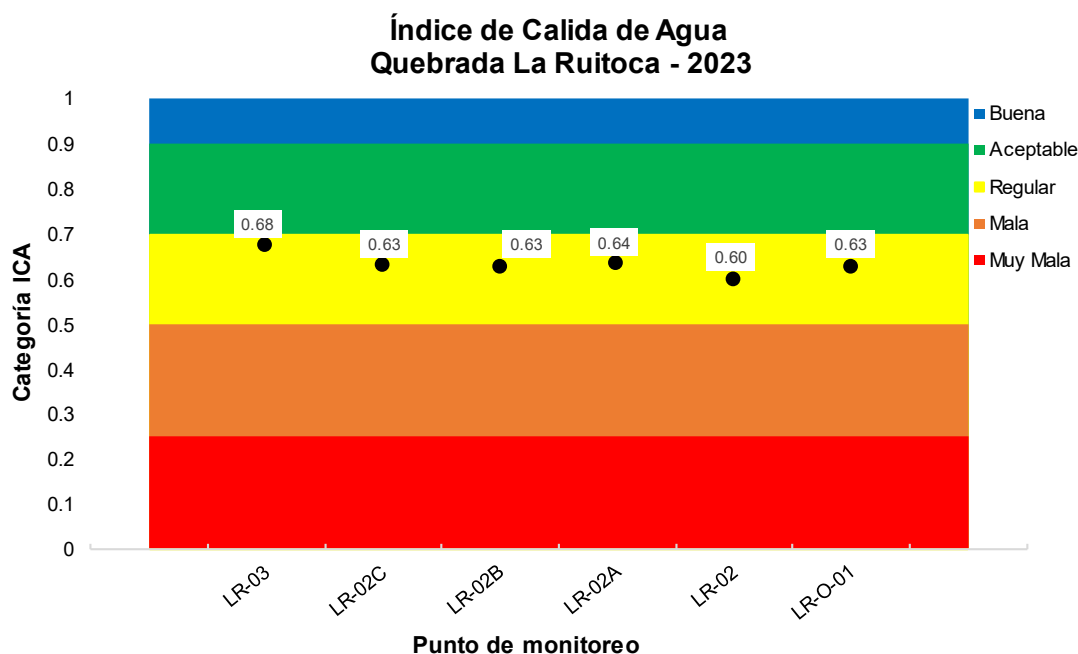
*Imagen 4. Puntos de monitoreo LR-02B / LR-02A*

### 2.5.4.1. Índice de calidad – ICA Quebrada La Ruitoca

Con respecto a la quebrada La Ruitoca, los seis (6) puntos monitoreados a lo largo de la corriente, presentados en la tabla 27 y gráfica 15, mostraron Índices de Calidad- ICA “REGULAR” ya que atraviesa y/o pasan próximas a diferentes zonas que están urbanizadas. Los códigos de los puntos son: LR-03 Cañaverel, LR-02C Pollo Plus, LR-02B Acapulco, LR-02A El Porvenir, LR-02 El Pilón, y LR-O-01 La Ruitoca. Con respecto al año 2022, los ICAS se mantienen, no se han generado cambios significativos en el tiempo.

Tabla 27. Índice de Calidad de Agua ICA – Quebrada La Ruitoca.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
QUEBRADA LA RUITOCA	LR-03	0.68	REGULAR
	LR-02C	0.63	REGULAR
	LR-02B	0.63	REGULAR
	LR-02 <sup>a</sup>	0.64	REGULAR
	LR-02	0.60	REGULAR
	LR-O-01	0.63	REGULAR



Gráfica 15. Índice de Calidad de Agua ICA – Quebrada La Ruitoca.

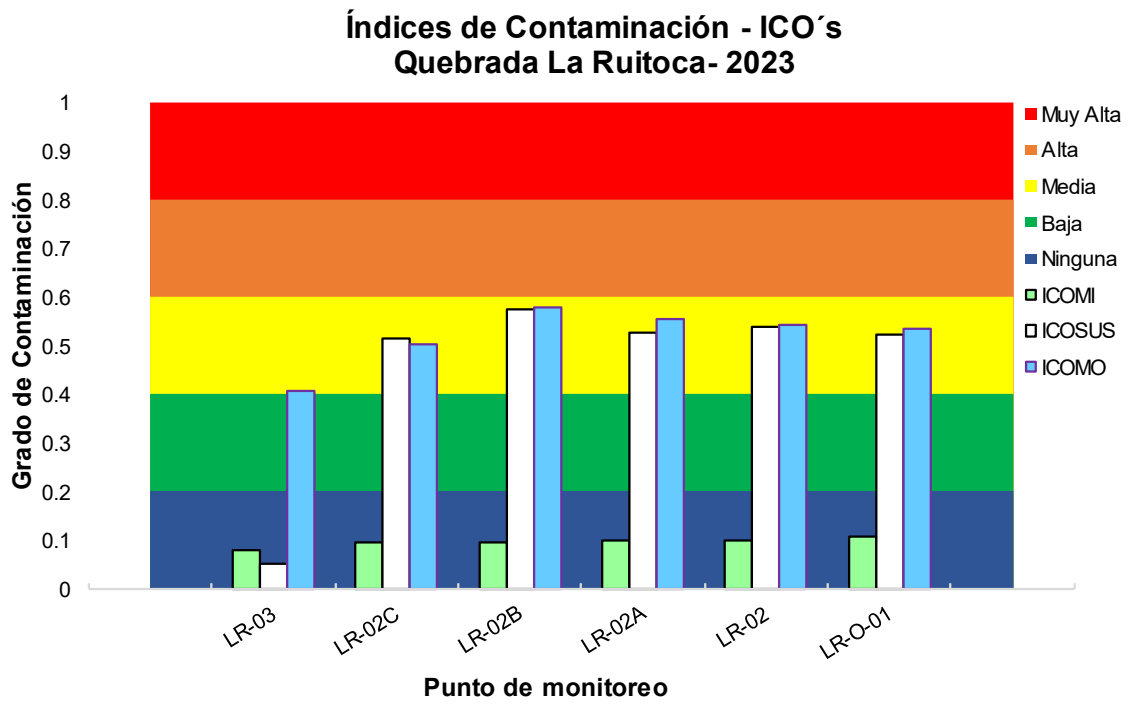
### 2.5.4.2. Índices de contaminación Quebrada La Ruitoca

El Índice de contaminación ICOMI para los puntos monitoreados en la Quebrada La Ruitoca se categorizó como “Ninguna” como se advierte en la Tabla 28 y Gráfica 16. Con respecto a los índices de contaminación por materia orgánica ICOMO, se obtuvo una categoría de “Media” en toda la corriente, lo que indica la afectación en su paso por las zonas urbanizadas, y que esta contaminación ha incrementado en los puntos de LR-03 “Cañaverál” y LR-02 “El Pilón” con respecto al año 2022, ya que tenían un grado de contaminación “Bajo”.

Los índices de contaminación ICOSUS demostraron un decaimiento en su estado, debido a que para el año 2022, se encontraban en categoría “Ninguna” para los puntos LR-02B, LR-02A y LR-02, y “Baja” para LR-02C y LR-O-01, y actualmente se determinó un grado de contaminación “Medio”. Es necesario realizar un seguimiento para conocer los motivos que llevaron al incremento de los sólidos suspendidos sobre la corriente hídrica a través de toda su trayectoria.

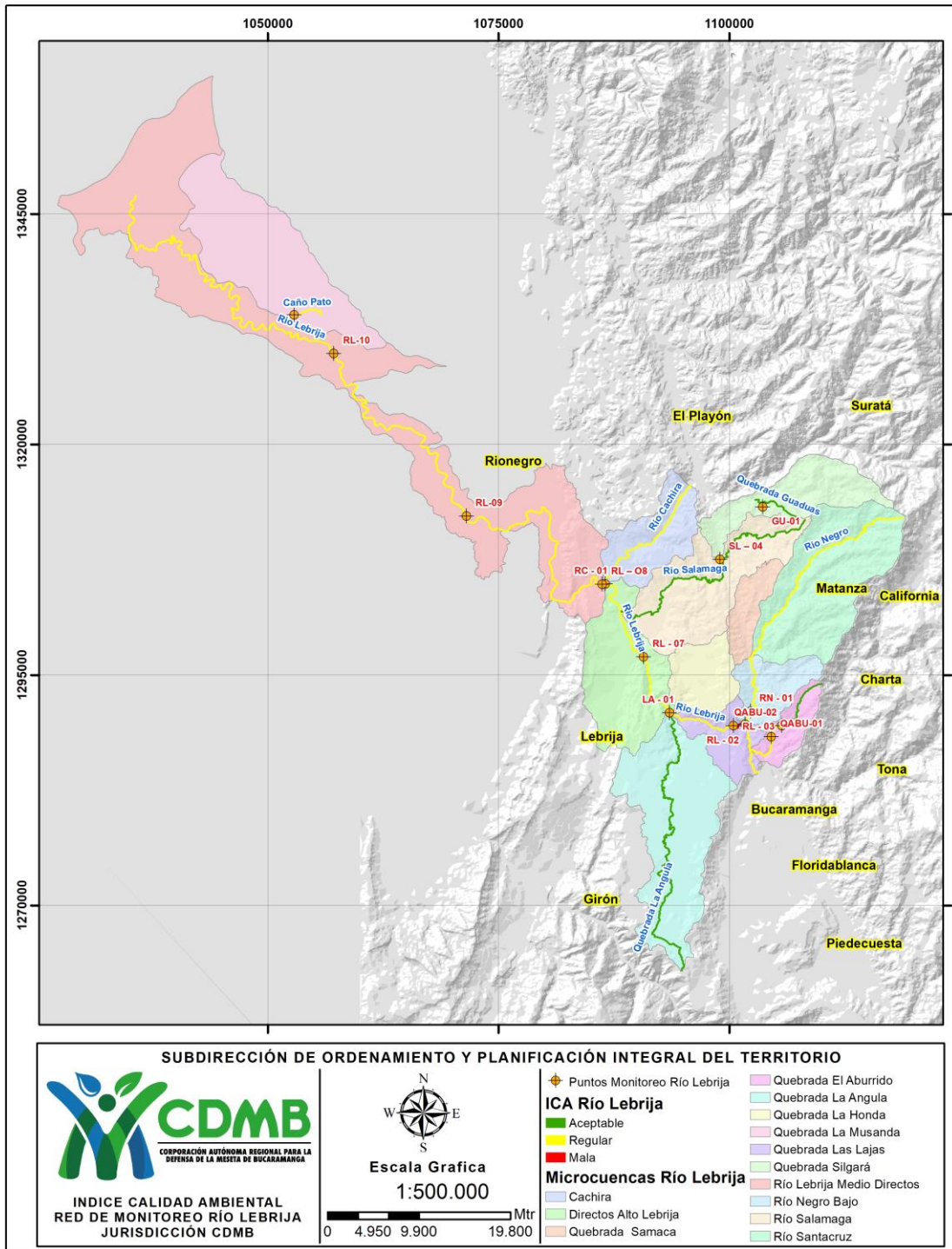
Tabla 28. Índices de Contaminación – Quebrada La Ruitoca.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
QUEBRADA LA RUITOCA	LR-03	0.08	0.41	0.05	0.09
	LR-02C	0.10	0.50	0.51	0.50
	LR-02B	0.10	0.58	0.57	0.43
	LR-02A	0.10	0.56	0.53	0.45
	LR-02	0.10	0.54	0.54	0.41
	LR-O-01	0.11	0.53	0.52	0.52



Gráfica 16. Índices de Contaminación – Quebrada La Ruitoca.

### 2.5.5 Río Lebrija y sus afluentes principales



Mapa 6. Ubicación de puntos de monitoreo Río Lebrija



El río Lebrija se forma por la confluencia entre el río Surata y el río de Oro y fluye hacia el norte a través de los municipios de Girón, capital de Santander Bucaramanga, Lebrija y Sabana de Torres para desembocar en el río Magdalena, en el trayecto que abarca la jurisdicción de la CDMB, durante el año 2023 se monitorean dos puntos adicionales en el municipio de Rionegro, para completar un total de seis (6) puntos de monitoreo sobre la corriente hídrica:

- RL-02 “Bocas”
- RL-03 “Embalse”
- RL-07 “El Conchal”
- RL-08 “Vanegas”
- RL-09 “Provincia”
- RL-10 “San Rafael”

*Tabla 29. Fechas de campañas de monitoreo de Río de Lebrija y sus principales afluentes*

<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1</b>	<b>FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2</b>
RL-02	28/06/2023	19/10/2023
RL-03	28/06/2023	19/10/2023
RL-07	28/06/2023	19/10/2023
RL-08	28/06/2023	19/10/2023
RL-09	28/06/2023	19/10/2023
RL-10	28/06/2023	19/10/2023
QABU-02	28/06/2023	19/10/2023
QABU-01	28/06/2023	19/10/2023
RN-01	27/06/2023	18/10/2023
SL-04	27/06/2023	18/10/2023
LA-01	28/06/2023	19/10/2024
RC-01	28/06/2023	19/10/2024



Imagen 5. Monitoreo de corrientes, punto RL-09 / RL-10

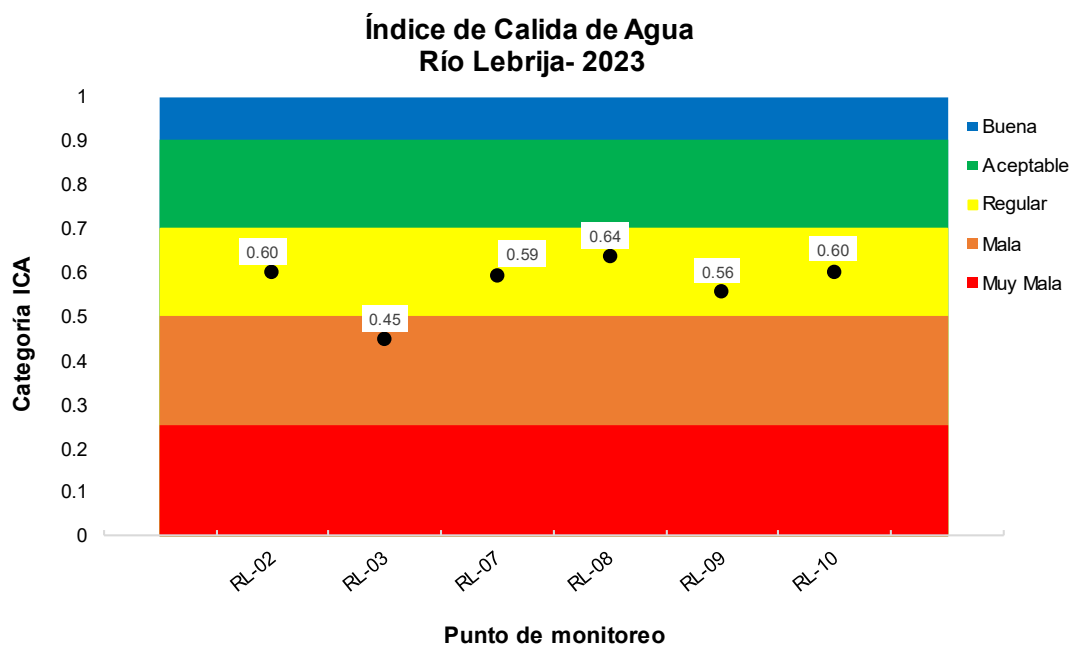
### 2.5.5.1 Índice de calidad Río Lebrija

Como se puede observar en la Tabla 30 y Gráfica 17, cinco de los seis puntos ubicados sobre la corriente hídrica Río Lebrija, presentan un Índice de Calidad de Agua “Regular” y el punto ubicado aguas abajo de la Represa de Bocas presenta un ICA “Mala”.

Con respecto a lo reportado en el año 2022, el punto de RL-03 bajo su índice de calidad a categoría “Mala” desde la categoría “Regular”, sin embargo, esta tendencia era probable ya que el valor del ICA para el 2022 se encontraba en el límite inferior, próxima a la categoría “Mala”. La desmejora del ICA se debe principalmente al incremento en los coliformes totales, coliformes fecales, DQO y los sólidos suspendidos con respecto al año anterior.

Tabla 30. Índice de calidad de agua ICA - Río Lebrija.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
RÍO LEBRIJA	RL-02	0.60	REGULAR
	RL-03	0.45	MALA
	RL-07	0.59	REGULAR
	RL-08	0.64	REGULAR
	RL-09	0.56	REGULAR
	RL-10	0.60	REGULAR



Gráfica 17. Índice de calidad de agua ICA - Río Lebrija.

### 2.5.5.2. Índice de calidad tributarios río Lebrija

El río Lebrija en la jurisdicción de la CDMB, cuenta con cinco (5) afluentes monitoreados en los siguientes puntos:

- Quebrada el Aburrido em dos puntos QABU-01 ubicado aguas abajo del antiguo frigorífico Vijagual, y el puto QABU-02 ubicado en la estación La Vega.
- Río Negro punto RN-01 ubicado en “Brisas”, y sus afluentes el rio Santacruz y la quebrada Samaca
- Quebrada La Angula en tres puntos: LA-04 “El Águila”, LA-03 “La Batea” y LA-01 “Palmas”
- Río Salamaga en el punto SL-04 “El Bambú”, y su afluente Silgará SG-01A

- Río Cáchira RC-01 "Vanegas" con sus afluentes río cachiri y el Playonero.

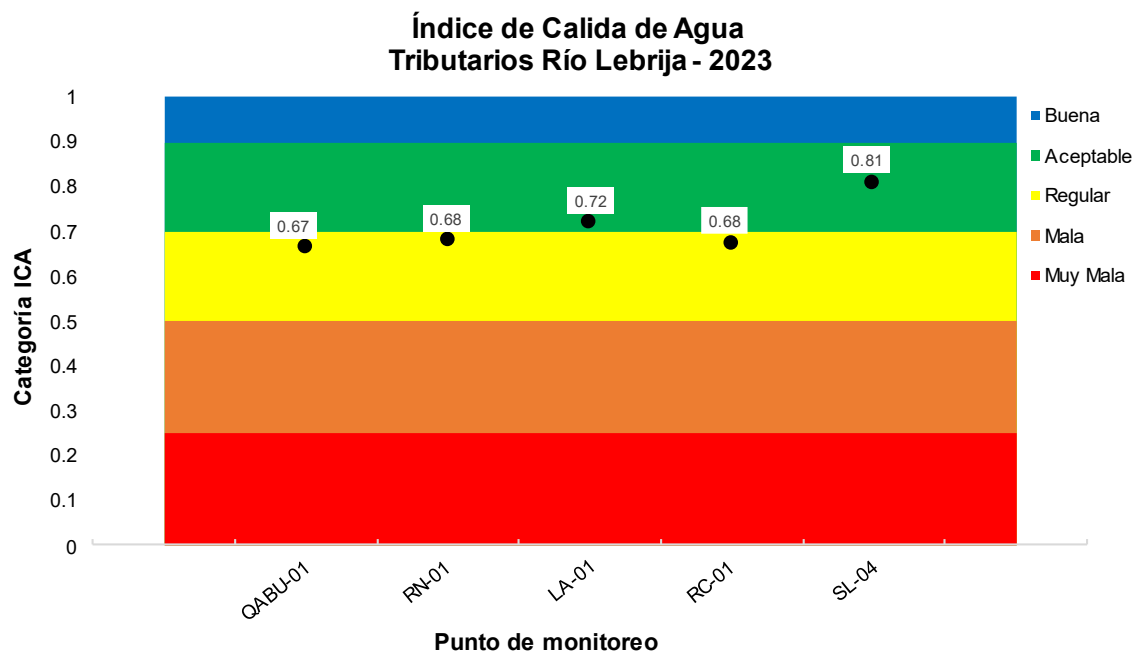
Se observa en la Tabla 31 y grafica 18, que la calidad para los tributarios Q. La Angula LA-01 y Río Salamaga- SL-04 El Bambú se encuentran en calidad "Aceptable". Sin embargo, los puntos Río Negro RN-01, la Quebrada El Aburrido QABU-01 y el Río Cáchira RC-01, se ubican en calidad "REGULAR". Con respecto año 2022 se evidencio una mejor en el punto LA-01, donde anteriormente tenía un índice de calidad "Regular".

Tabla 31. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Lebrija.

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
<b>TRIBUTARIOS RIO LEBRIJA</b>	Q. El Aburrido	QABU-01	0.67	REGULAR
	Río Negro	RN-01	0.68	REGULAR
	Q. La Angula	LA-01	0.72	ACEPTABLE
	Río Cachira	RC-01	0.68	REGULAR
	Río Salamaga	SL-04	0.81	ACEPTABLE

En cuanto a la Q. La Angula, quien abastece al municipio de Lebrija, adicional al punto LA-01, se evaluaron los puntos LA-04 El Águila y LA-03 La batea, teniendo en cuenta los resultados ICAS, ver Tabla 9. Para el punto LA-04 "El Águila", quien se encuentra ubicado en la bocatoma del acueducto municipal de Lebrija, obtuvo categoría "Regular", mostrando desmejora con respecto al 2022. Con relación al punto LA-03 "La Batea" localizado aguas abajo de la descarga de los vertimientos de las aguas residuales domésticas y no domésticas del municipio de Lebrija se clasifico en categoría "Mala", siendo coherente con la recepción de material orgánico.

En relación al punto adicional realizado en la Q. El Aburrido, el punto QABU-02 ubicado en la Vega, antes del balneario, con respecto al año 2022, su ICA se mantiene con el valor de "Aceptable", ya que se encuentra en la parte alta antes de una intervención significativa por actividades humanas.



Gráfica 18. Índice de Calidad de Agua - Tributarios Río Lebrija.

### 2.5.5.3. Índices de contaminación río Lebrija

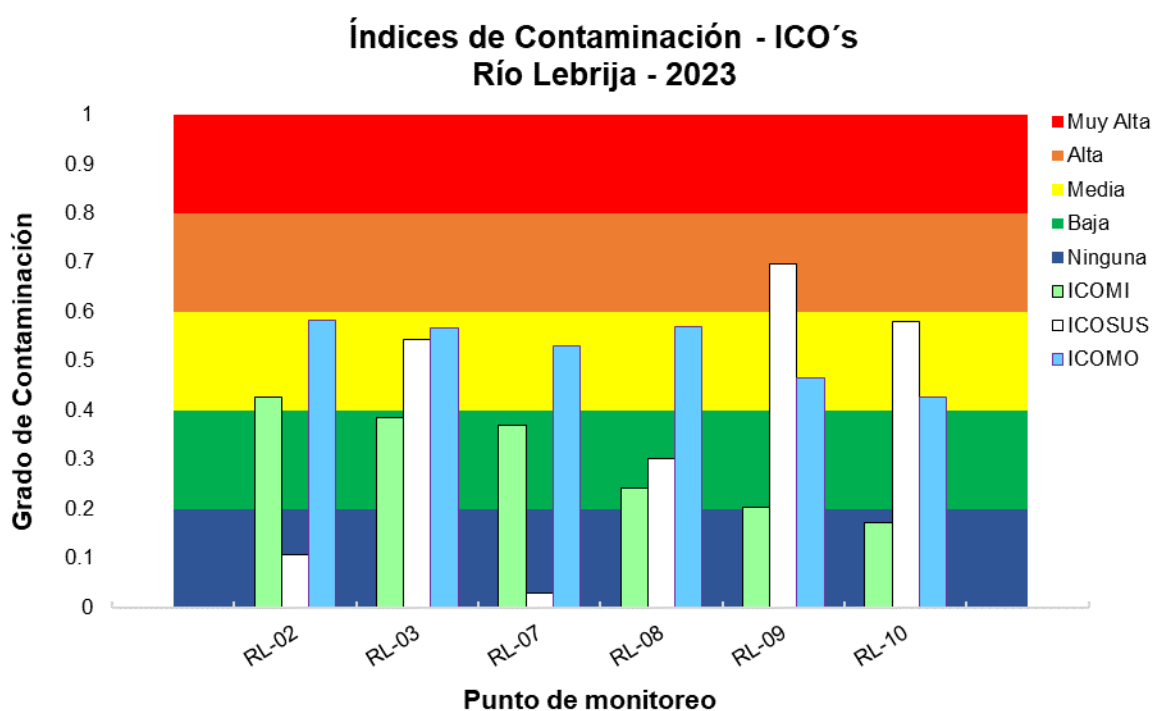
El índice de contaminación por materia orgánica-ICOMO en los puntos monitoreados en el río Lebrija alcanzó categoría "MEDIA" como se muestra en la Tabla 32 y Gráfica 19, igual que los resultados del año 2021 y 2022.

Para el caso de los ICOSUS, se obtuvo una calificación de "Alta" para los puntos RL-09, por los altos contenidos de sólidos suspendidos en las muestras de agua de las diferentes campañas, con respecto a los demás puntos monitoreados, se observó una mejora de este índice de contaminación, ya que, en el 2022, los puntos RL-03, RL-07 y RL-08 tenían un ICOSUS de "Alto".

Con respecto al ICOMI se clasificó el Índice de Contaminación por mineralización se ubicó como "Media" en el punto RL-02, "Baja" para los puntos, RL-03, RL-07, RL-08 y RL-09 y "Ninguna" para el punto RL-10.

Tabla 32. Índices de Contaminación - Río Lebrija.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO LEBRIJA	RL-02	0.43	0.58	0.11	0.64
	RL-03	0.38	0.57	0.54	0.36
	RL-07	0.37	0.53	0.03	0.25
	RL-08	0.24	0.57	0.30	0.34
	RL-09	0.20	0.47	0.70	0.28
	RL-10	0.17	0.43	0.58	0.54



Gráfica 19. Índices de Contaminación - Río Lebrija.

#### 2.5.5.4. Índice de contaminación ICO's tributarios del río Lebrija

Se evidencia en la Tabla 33 y Gráfica 20, que el índice de contaminación por mineralización ICOMI, se encuentra en calificación "Ninguna" y "Baja" en los cinco (5)

puntos tributarios del río Lebrija.

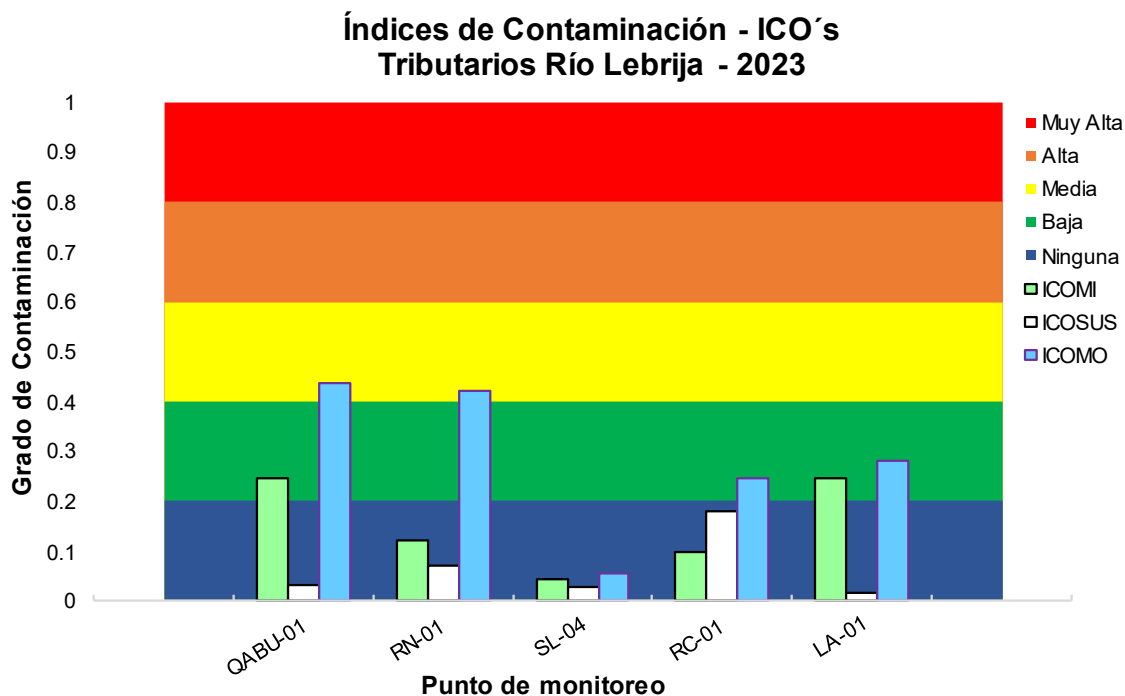
Con respecto al índice de Materia Orgánica-ICOMO, la calificación es "Media" para el afluente Rionegro RN-01 y Q. El Aburrido en el punto QABU-01, la calificación "BAJA" para el Río Cachira (RC-01) y la Q. La Angula (LA-01). y el punto del Rio Salamaga (SL-04) no presentaron contaminación por materia orgánica ya que su descriptor se ubicó "NINGUNA".

Así mismo, en el caso del índice de contaminación por sólidos suspendidos-ICOSUS, en ningún punto de la corriente se evidencio contaminación, como se observa en la gráfica 20.

Tabla 33. Índices de Contaminación - Tributarios Río Lebrija.

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
TRIBUTARIOS RIO LEBRIJA	Q. El Aburrido	QABU-01	0.24	0.44	0.03	0.08
	Río Negro	RN-01	0.12	0.42	0.07	0.15
	Río Salamaga	SL-04	0.04	0.06	0.03	0.06
	Río Cachira	RC-01	0.10	0.25	0.18	0.08
	Q. La Angula	LA-01	0.25	0.28	0.02	0.63

En cuanto a los demás puntos monitoreados de la Q. La Angula y Q- El Aburrido, se evaluaron los puntos LA-04 El Águila, LA-03 La batea y QABU-02 La Vega, se evaluaron los ICOS, ver Tabla 12. Los ICOSUS no presentaron contaminación "Ninguna" en todos los puntos. Con respecto al ICOMI, solo se determinó contaminación "Baja" en el punto LA-03. Al determinar el ICOMO, se observó contaminación "Alta" en el punto LA-03, debido a que está, podría estar recibiendo las descargas domésticas del municipio de Lebrija; para el punto LA-04 se obtuvo un ICOMO de "Media" ya que este punto es monitoreado posteriormente del paso de la quebrada a algunas viviendas rurales de la zona.



Gráfica 20. Índices de Contaminación - Tributarios Río Lebrija.

#### 2.5.5.5. Metales pesados en el Río Lebrija – RED DE CALIDAD

La CDMB, entre sus compromisos, realizó el análisis de metales pesados en los puntos RL-09 Provincia y RL-10 San Rafael para los cuales se monitorearon los parámetros de Mercurio, Cadmio, Arsénico, Zinc, Cobre, Cromo, Plomo, Aluminio, Hierro, Manganeso y Níquel dentro de las dos campañas realizadas en las fechas reportadas en la tabla 29.

Para el análisis de resultados se tienen en cuenta como máximos permisibles los límites indicados en los criterios de calidad establecidos por el Decreto 1594 de 1984 donde se enmarcan “Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano...” en el artículo 38 y 39 y “Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola...” en el artículo 40.

Con base en lo anterior se determinó que para el punto RL-09, ninguno de los parámetros evaluados supera los límites máximos permisibles por la normatividad. Caso contrario



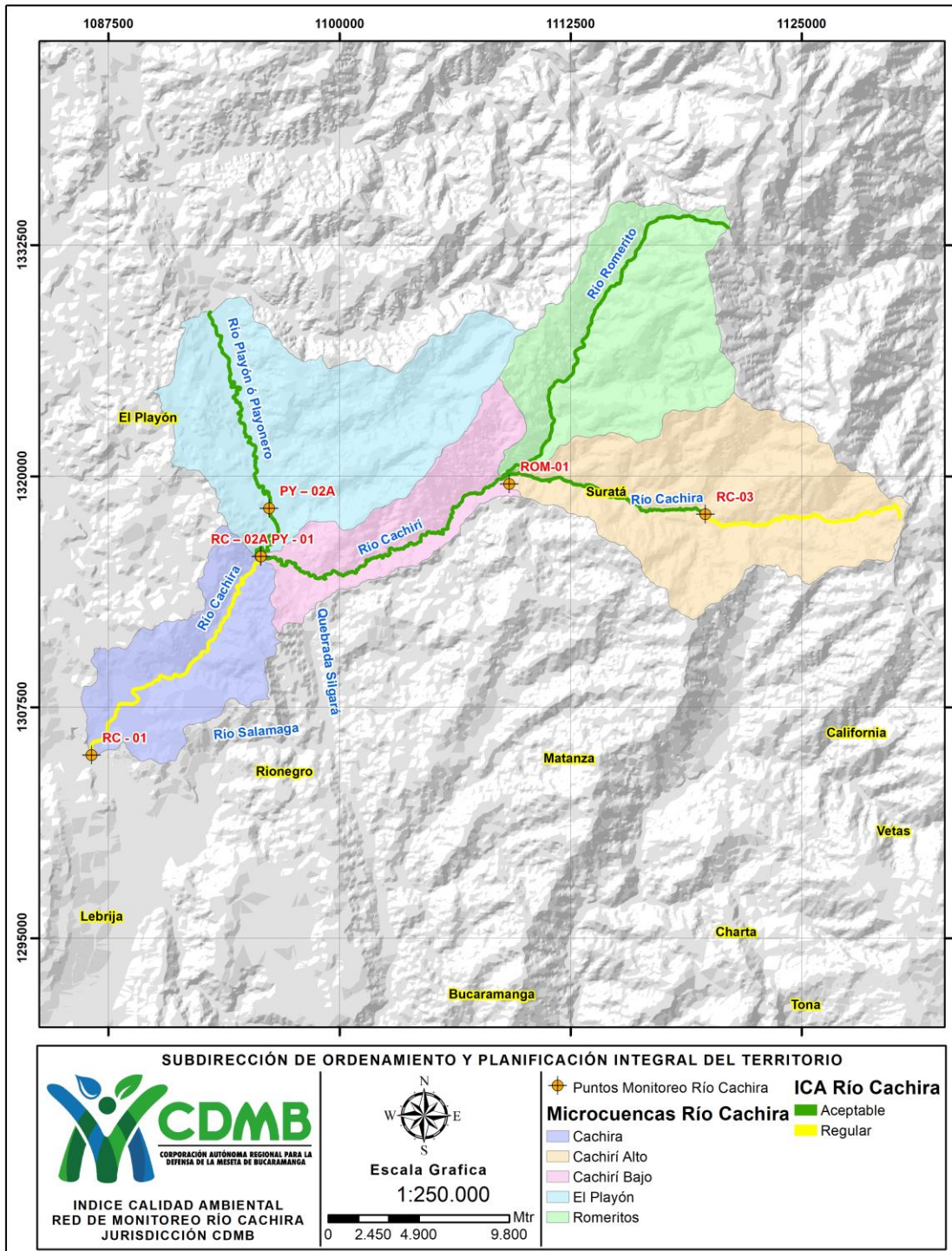
sucede con el punto RL-10, el cual presentó concentraciones de hierro y manganeso superior al límite máximo permisible como se observa en la Tabla 34, en las diferentes campañas realizadas.

*Tabla 34. Resultados de concentración de Hierro y Manganeso en el Río Lebrija.*

Concentración de Hierro (Fe) [mg/L]			
PUNTO	CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2	Limite normativo Dec. 1594, Art. 40
RL-09	0.051	4.32	5.00 mg/L
RL-10	8.29	5.12	
Concentración de Manganeso (Mn) [mg/L]			
RL-09	0.063	0.170	0.20 mg/L
RL-10	0.075	0.204	

Se recomienda realizar seguimiento en la zona del punto RL-10, con el fin de evaluar los posibles factores que puedan generar la excedencia de concentraciones en los parámetros de hierro y manganeso sobre la corriente hídrica.

### 2.5.6 Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)



Mapa 7. Ubicación de puntos de monitoreo Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)

En la unidad hidrográfica del Río Cachira Sur, se ubican seis (6) puntos de monitoreo, de los cuales dos (2) hacen parte de la actualización de la red de monitoreo del año 2023, sobre el Río Cachiri se sitúan los puntos RC-03 Cachirí (punto nuevo) ubicado aguas abajo del corregimiento Cachiri en el municipio de Suratá, RC-02A Las Olas ubicado antes de la confluencia con el Río Playonero y RC-01 Vanegas ubicado antes de la entrega al Río Lebrija, de sus afluentes se monitorea el Río Romerito en el punto RM-01 El Filo (punto nuevo) ubicado antes de la entrega al Río Cachiri, y sobre el afluente Río Playonero se monitorean dos puntos, el PY-02A Puente San Alonso ubicado en la parte norte de la zona urbana del municipio del Playón y el punto PY-01 Balsas ubicado antes de la entrega al Río Cachiri. Ver mapa 7.

Así mismo, la Tabla 355, muestra las fechas de las dos (2) campañas de monitoreo realizadas durante la vigencia 2023.

*Tabla 35. Fechas de campañas de monitoreo Ríos Cachira, Salamaga, Río Negro*

<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1</b>	<b>FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2</b>
PY-02A	27/06/2023	18/10/2023
PY-01	27/06/2023	18/10/2023
RC-02A	27/06/2023	18/10/2023
RC-01	28/06/2023	18/10/2023
RC-03	30/06/2023	23/10/2023
ROM-01	13/07/2023	18/10/2023



*Imagen 6. Monitoreo de corrientes, puntos RC-03 / ROM-01*

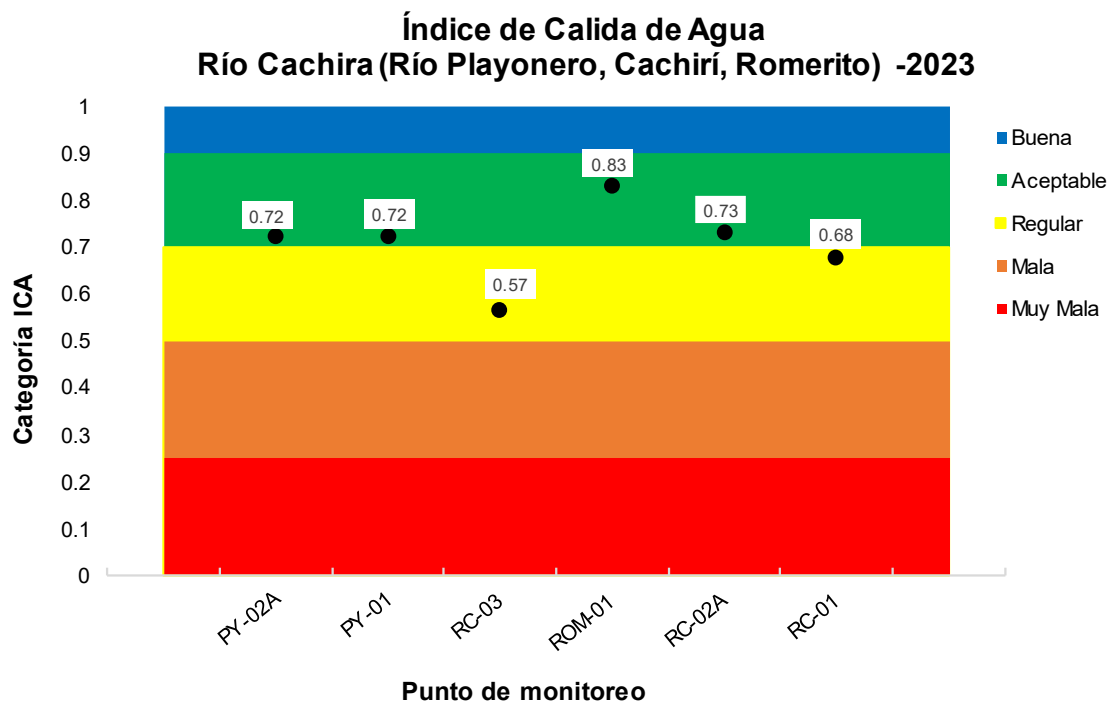
### 2.5.6.1 Índice de calidad ICA Rio Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)

De acuerdo a los índices de calidad de agua, el Río Cachiri presenta calidad entre las categorías “Aceptable” y “Regular”, en la parte alta según los resultados del punto RC-03 la calidad de afluente se ubica en la categoría “Regular”, posteriormente recibe al Río Romerito que se clasifica en la categoría “Aceptable”, lo que ayuda a que la clasificación de calidad aguas abajo en el punto RC-02A se ubique en la categoría “Aceptable”, así mismo el tributario Río Playonero mejoró su ICA con respecto al año 2022, ubicándose en categoría “Aceptable” en sus dos puntos de monitoreo (PY-02A y PY-01). Finalmente, en el punto de monitoreo ubicado antes de la entrega al Río Lebrija se ubica en la categoría “Regular”, como se observa en la gráfica 21 y la tabla 36.

En conclusión, se debe propender a mantener los índices de calidad del Rio Playonero, ante la mejora lograda para el año 2023.

*Tabla 36. Índice de Calidad de Agua - Rio Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)*

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA	CALIDAD
<b>Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)</b>	PY-02A	0.72	ACEPTABLE
	PY-01	0.72	ACEPTABLE
	RC-03	0.57	REGULAR
	ROM-01	0.83	ACEPTABLE
	RC-02A	0.73	ACEPTABLE
	RC-01	0.68	REGULAR



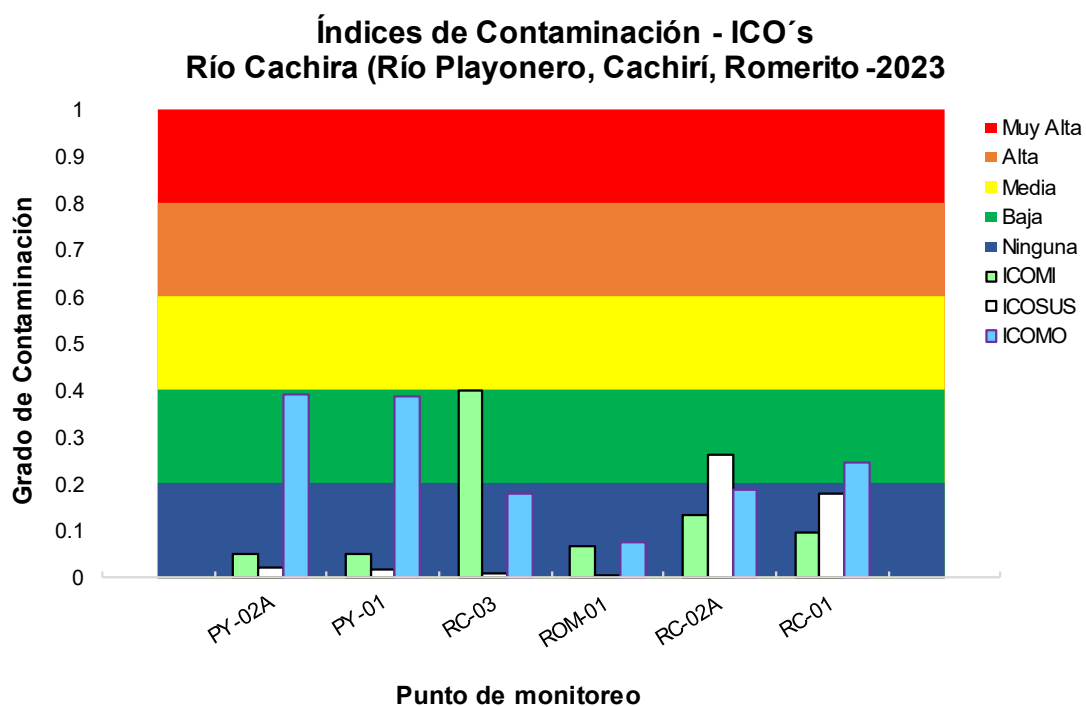
Gráfica 21. Índice de Calidad de Agua - Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)

### 2.5.6.2 Índices de Contaminación ICO's Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)

Los ICO'S evaluados en la unidad hidrográfica del Río Cachira, muestran clasificaciones entre "Baja" y "Ninguna" para contaminaciones por mineralización, materia orgánica y solidos suspendidos, en cuanto a contaminación trófica ubica a todos los puntos evaluados en la categoría "Eutrófica". Ver tabla 37 y grafica 22. Con respecto a los reportados en el año 2022, se obtuvo una mejora en todos los puntos que reportaron ICOS con calificación "Media" y Alta", el cual es coherente con las mejoras observadas en la determinación de los ICAS.

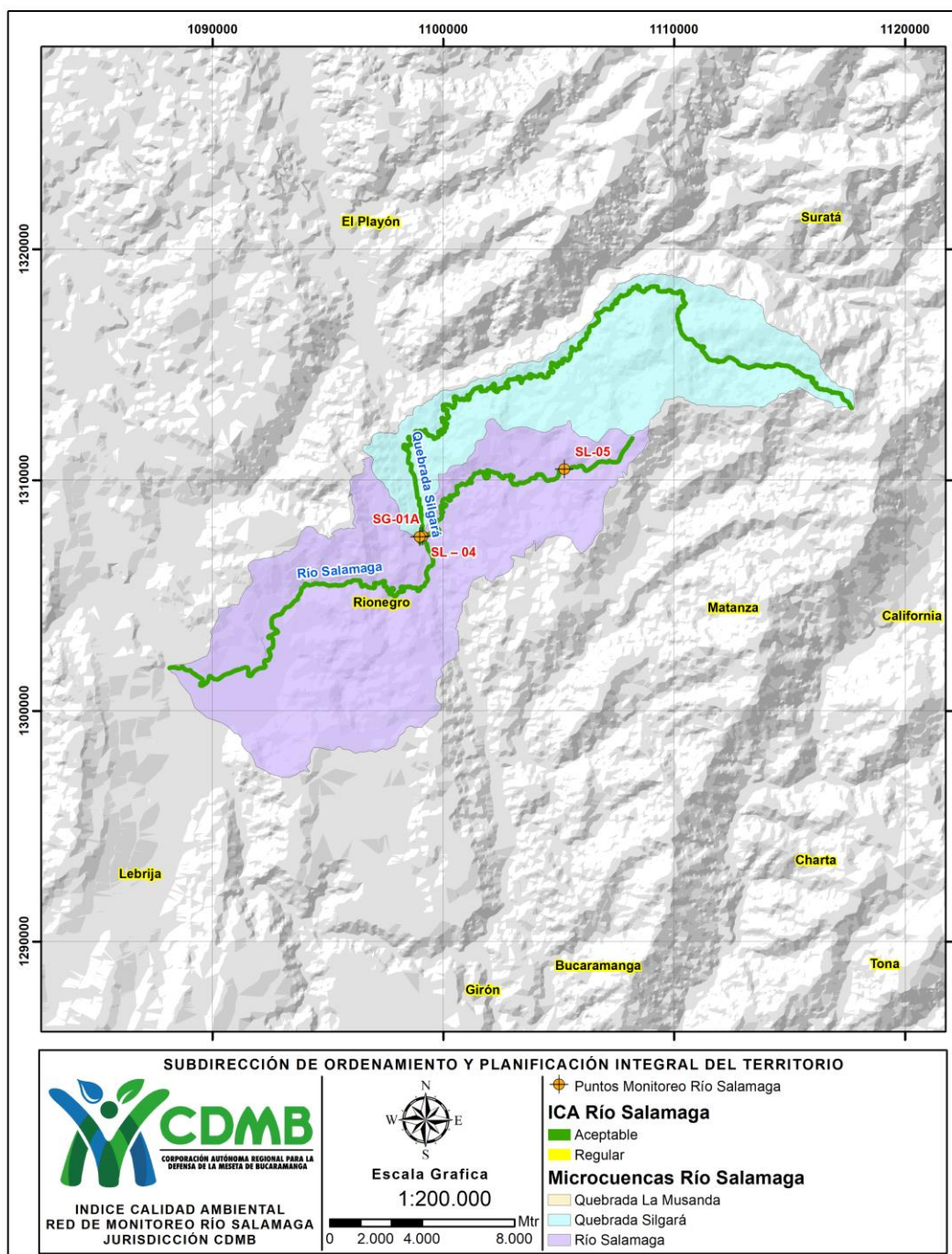
Tabla 37. Índices de Contaminación - Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)	PY-02A	0.05	0.39	0.02	0.09
	PY-01	0.05	0.39	0.02	0.07
	RC-03	0.40	0.18	0.01	0.05
	ROM-01	0.07	0.08	0.01	0.09
	RC-02A	0.13	0.19	0.26	0.08
	RC-01	0.10	0.25	0.18	0.08



Gráfica 22. Índices de Contaminación - Río Cachira (Río Playonero, Cachirí, Romerito)

## 2.5.7 Río Salamaga y Río Silgara



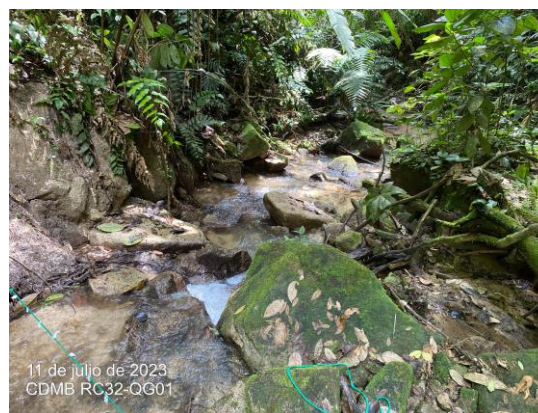
Mapa 8. Ubicación de puntos de monitoreo Río Salamaga y Río Silgara

En la unidad hidrográfica del Río Salamaga se monitorean cuatro (4) puntos de los cuales dos (2) hacen parte de la actualización de la red de monitoreo del año 2023; sobre la corriente Salamaga se ubican dos puntos de monitoreo, el punto SL-05 Misiguay (punto nuevo) ubicado en la parte alta de la fuente hídrica, y el punto SL-04 El Bambú, ubicado aguas debajo de la confluencia con el Río Silgara, en el Río Silgara se monitorea el punto SG-01A Puente Arturo, y como afluente de éste se evalúa en punto GU-01 en la quebrada Guayuriba.

*Tabla 38. Fechas de campañas de monitoreo Ríos Salamaga y Silgará.*

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2
SG-01A	27/06/2023	18/10/2023
SL-04	27/06/2023	18/10/2023
SL-05	27/06/2023	18/10/2023
GU-01	11/07/2023	18/10/2023

A continuación, en la imagen 7, se muestran fotos de los puntos de monitoreo SL-04 Y GU-01 en las fuentes Rio Salamaga y Quebrada Guayuriba respectivamente.



*Imagen 7. Monitoreo de corrientes, puntos SL-04 / GU-01*

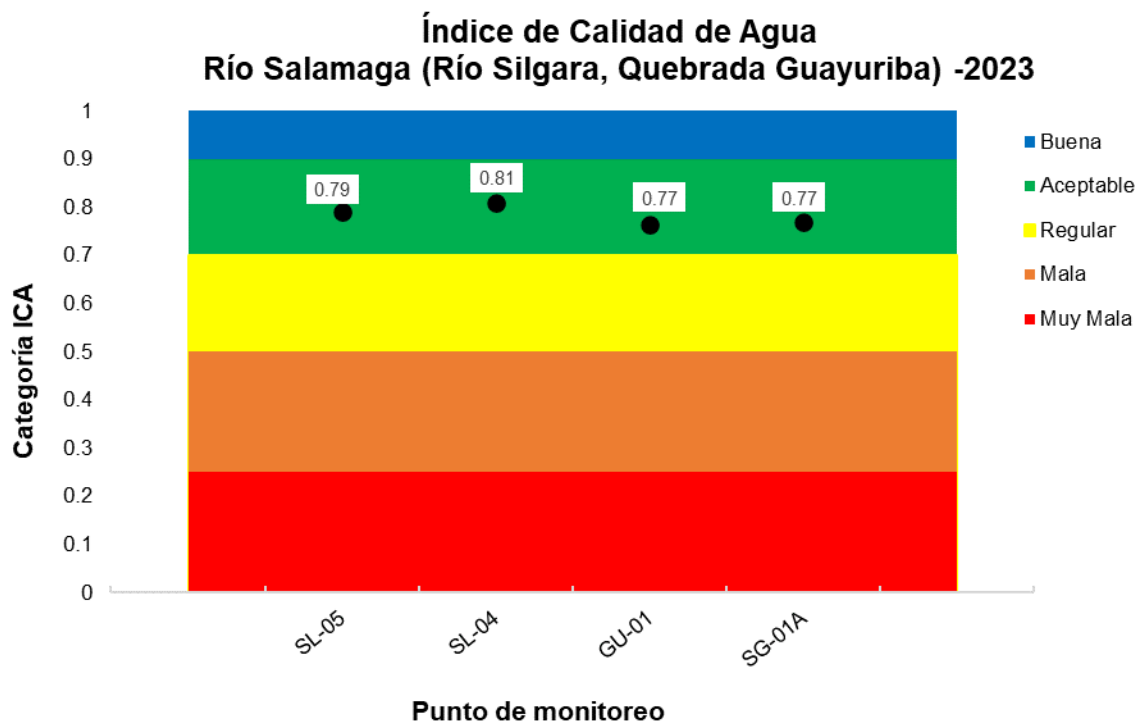
### 2.5.7.1. Índice de calidad ICA para los Ríos Salamaga y Silgará



El ICA calculado en la unidad hidrográfica del Río Salamaga, muestra que la calidad de agua se encuentra en la categoría “Aceptable” para los cuatro (4) puntos evaluados, SL-05, SL-04, GU-01 y SG-01A. Ver tabla 39 y Grafica 23.

Tabla 39. Índice de Calidad de Agua - Río Salamaga y Río Silgará

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA	CALIDAD
Río Salamaga (Río Silgara, Quebrada Guayuriba)	SL-05	0.79	ACEPTABLE
	SL-04	0.81	ACEPTABLE
	GU-01	0.77	ACEPTABLE
	SG-01 <sup>a</sup>	0.77	ACEPTABLE



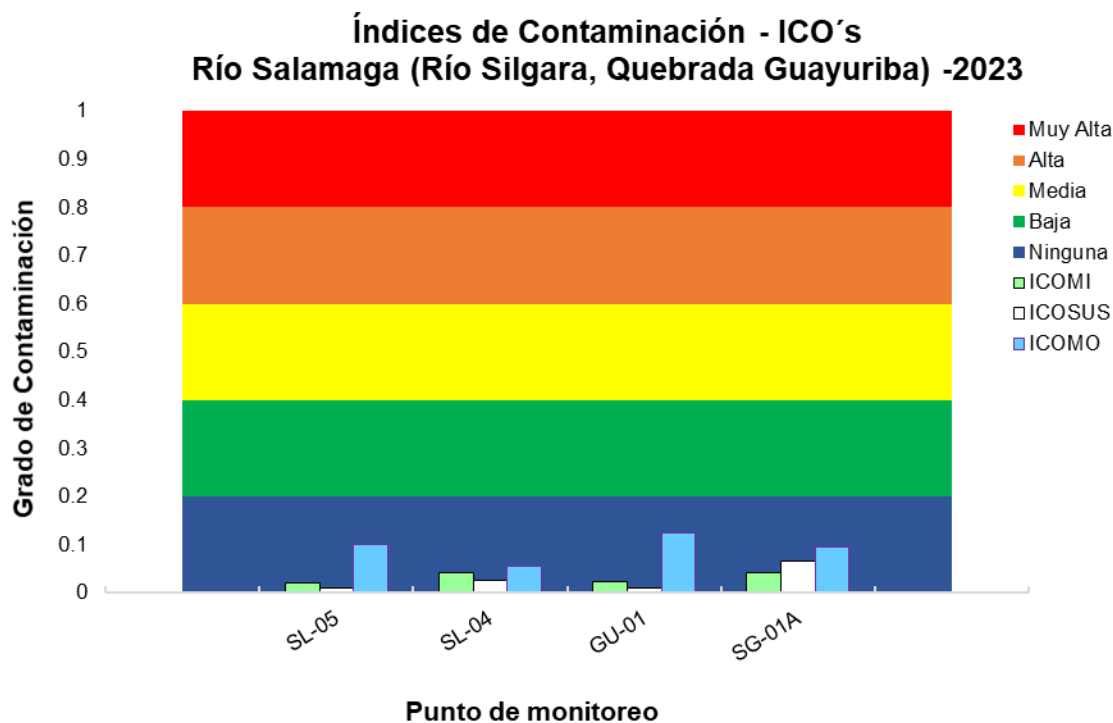
Gráfica 23. Índice de Calidad de Agua - Río Salamaga y Silgará

### 2.5.7.2. Índices de Contaminación ICO's Ríos Salamaga

Los Índices de contaminación permiten establecer que en El Río Silgará, Río Salamaga y Quebrada Guayuriba no se evidencia presencia de contaminación por sólidos suspendidos, materia orgánica y mineralización.

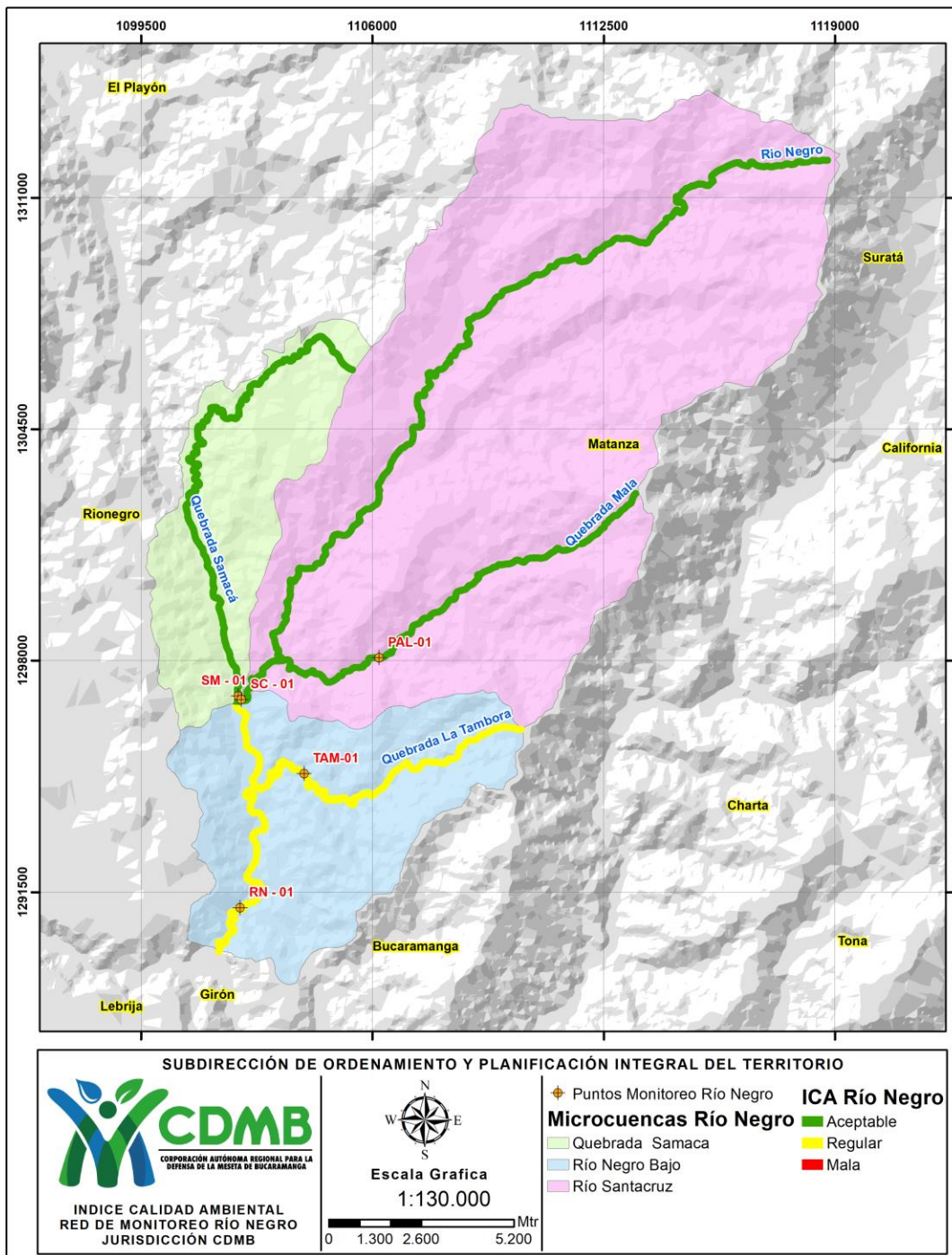
Tabla 40. Índices de Contaminación - Río Salamaga y Río Silgará

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Salamaga (Río Silgara, Quebrada Guayuriba)	SL-05	0.02	0.10	0.01	0.05
	SL-04	0.04	0.06	0.03	0.06
	GU-01	0.02	0.12	0.01	0.05
	SG-01A	0.04	0.10	0.07	0.10



Gráfica 24. Índice de Contaminación - Río Salamaga y Silgará

## 2.5.8 Río Negro y sus tributarios



Mapa 9. Ubicación de puntos de monitoreo Río Negro y sus tributarios

El Río Negro es tributario del Río Lebrija, por lo que la red de monitoreo de la CDMB evalúa la zona en los siguientes puntos. Sobre la Quebrada Samacá se encuentra el punto SM-01, ubicado antes de la confluencia con la Quebrada Santa Cruz, la cual cuenta con un punto de monitoreo denominado SC-01, como afluentes de la corriente hídrica principal (Río Negro) se ubican los puntos sobre las Quebradas Palmita y Tambora denominados PAL-01 y TAM-01 respectivamente, finalizando los puntos muestreados en la zona, sobre Río Negro en el punto RN-01 ubicado antes de la entrega al Río Lebrija.

*Tabla 41. Fechas de campañas de monitoreo Río negro y sus tributarios.*

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO	
	CAMPAÑA 1	CAMPAÑA 2
PAL-01	27/06/2023	18/10/2023
SC-01	27/06/2023	18/10/2023
SM-01	27/06/2023	18/10/2023
TAM-01	27/06/2023	18/10/2023
RN-01	27/06/2023	18/10/2023



*Imagen 8. Monitoreo de corrientes, puntos TAM-01 / RN-01*

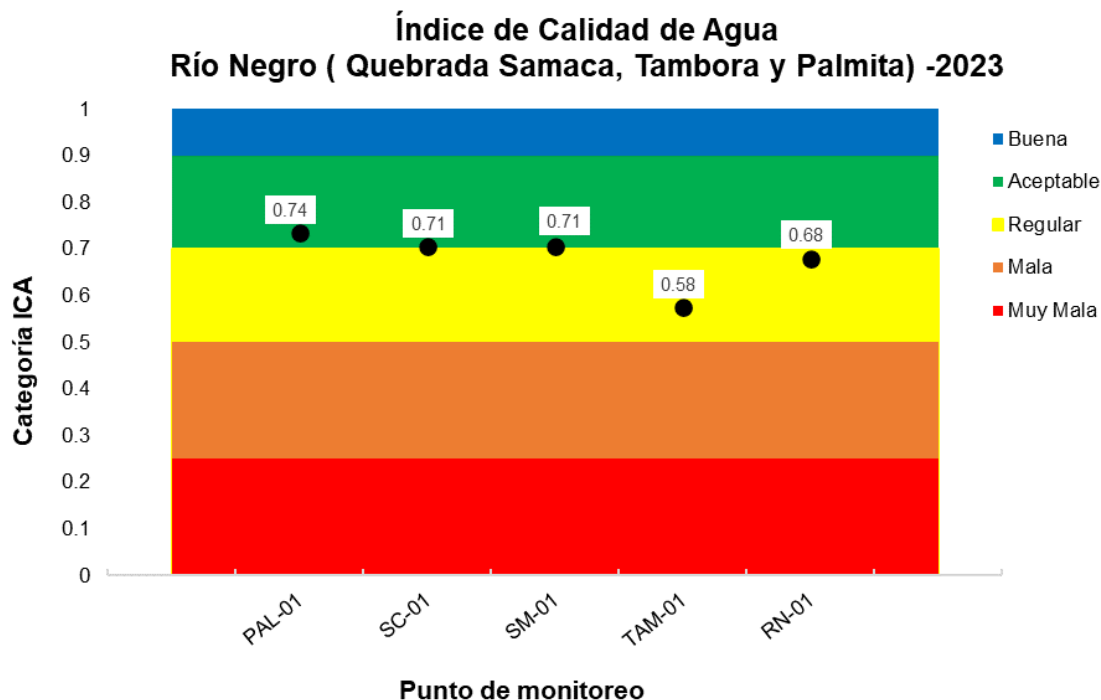
### 2.5.8.1. Índice de calidad ICA para Río Negro

La evaluación realizada indica que en la parte alta de la unidad hidrográfica el ICA de las quebradas Palmita, Santa Cruz y Samacá se ubica en la categoría “Aceptable”, y que la quebrada Tambora presenta una calidad “Regular” así como el punto evaluado sobre la

corriente Rionegro. Esta consecuencia se podría deber a que el punto monitoreado RN-01, se ubica luego de que la corriente ha pasado por el municipio de Rionegro y otras zonas rurales, por lo que sus vertimientos pudieron haber generado un incremento en los coliformes totales y termotolerantes. En el caso del punto TAM-01, el valor del ICA se podría deber a la alta concentración de la alcalinidad y el valor del pH superior a 8.0 sobre la corriente, se sugiere realizar inspección de la zona para conocer el motivo de estas características fisicoquímicas si son propias del suelo o se debe a una afectación humana.

Tabla 42. Índices de Calidad de agua - Río Negro y sus tributarios

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA	CALIDAD
Río Negro (Quebrada Samaca, Tambora y Palmita)	PAL-01	0.74	ACEPTABLE
	SC-01	0.71	ACEPTABLE
	SM-01	0.71	ACEPTABLE
	TAM-01	0.58	REGULAR
	RN-01	0.68	REGULAR



Gráfica 25. Índice de Calidad de Agua - Río Negro y sus tributarios

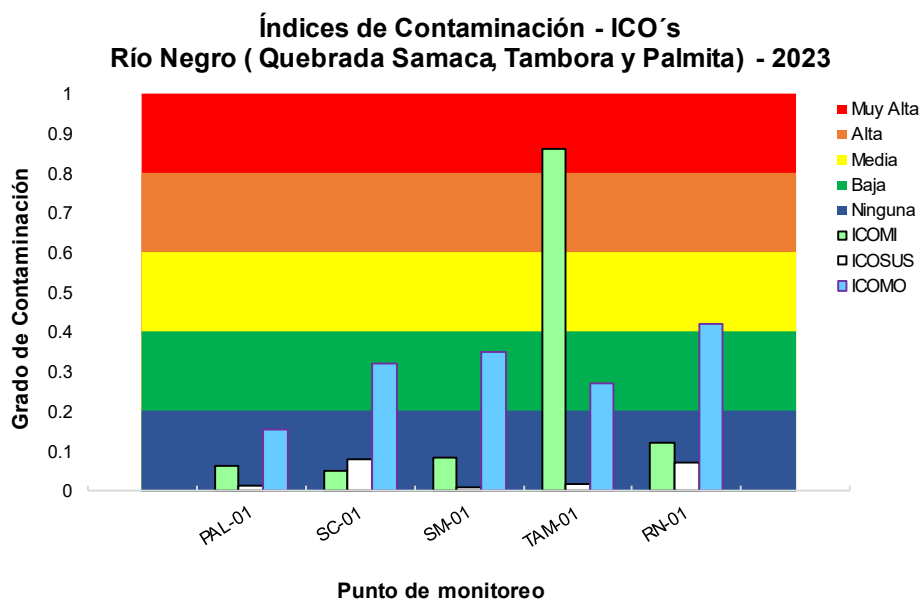
### 2.5.8.2. Índices de Contaminación ICO's *Río Negro*

Los índices de contaminación en la unidad hidrográfica de Rionegro, muestran que la quebrada Tambora, presenta mayor contaminación por mineralización, al ubicar el índice en la categoría “Muy Alta”; por lo anterior se sugiere realizar seguimiento a esta corriente para conocer los motivos de esta contaminación, si corresponde a una afectación humana, o si son características propias de la zona por las condiciones del suelo, ya que presenta pH superior a 8, y altos valores de conductividad, alcalinidad y dureza.

En cuanto a contaminación por materia orgánica, en el punto RN-01 se calcula un índice de contaminación “Media”, posiblemente causado por los vertimientos originados de las zonas rurales y del municipio de Rionegro.

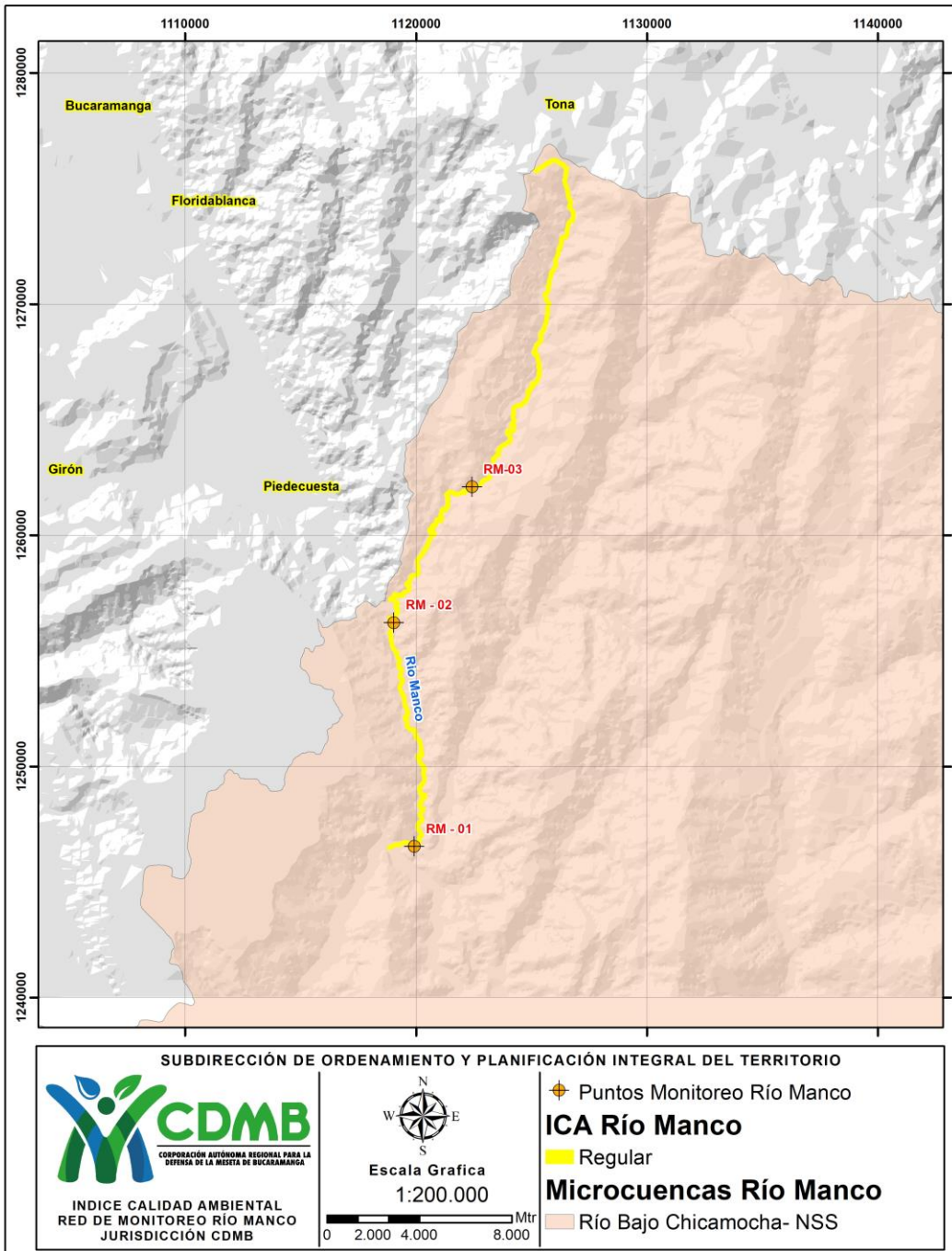
Tabla 43. Índices de Contaminación - *Río Negro y sus tributarios*

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Negro (Quebrada Samaca, Tambora y Palmita)	PAL-01	0.06	0.16	0.01	0.08
	SC-01	0.05	0.32	0.08	0.08
	SM-01	0.08	0.35	0.01	0.08
	TAM-01	0.86	0.27	0.02	0.10
	RN-01	0.12	0.42	0.07	0.11



Gráfica 26. Índices de Contaminación - *Río Negro y sus tributarios*

### 2.5.9 Ríos Manco y Umpalá



Mapa 10. Ubicación de puntos de monitoreo Río Manco - Río Umpala

En el mapa 10, se puede apreciar la ubicación de los puntos de monitoreo sobre el Río Umpalá y el Río Manco; sobre el río Manco en la vigencia 2023 se localizó un nuevo punto de monitoreo denominado RM-03 “Tienda La Playa” en la zona alta, luego se encuentra el punto RM-02 llamado Primavera, se localiza en el sitio donde el río cruza el puente que esta sobre la vía curos - rio Chicamocha antes de los establecimientos dedicados al lavado de vehículos. Por otro lado, tenemos el punto RM-01, nombrado Pescadero, el cual se encuentra sobre el rio manco antes de la confluencia de este río con el río Umpalá, mismo que se evalúa en el punto UP-01 ubicado antes de la confluencia con el río Manco.

*Tabla 44. Fechas de campañas de monitoreo de Río Manco y Umpalá*

<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1</b>	<b>FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2</b>
RM-03	29/06/2023	20/10/2023
RM-02	29/06/2023	20/10/2023
RM-01	29/06/2023	20/10/2023
UP-01	29/06/2023	20/10/2023

A continuación, en la imagen 9, se muestran fotos de los puntos de monitoreo RM-01 Y UP-01 en las fuentes Manco y Umpalá.



*Imagen 9. Monitoreo de corrientes, puntos RM-03 / UP-01*

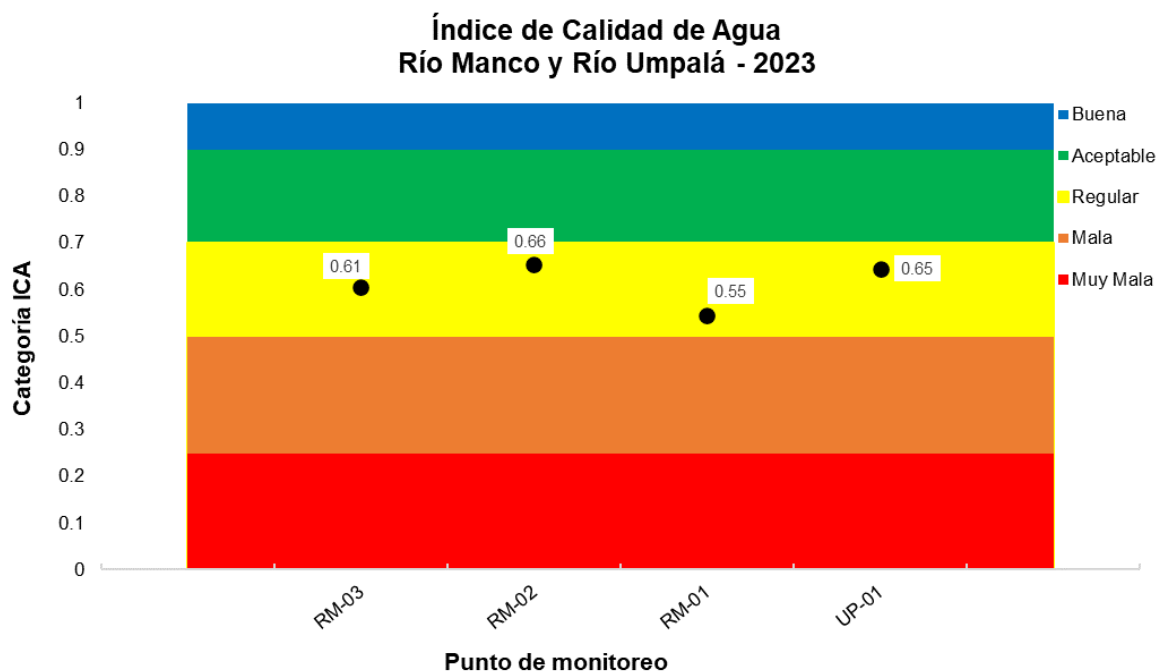


### 2.5.9.1 Índice de calidad río Manco y Umpalá

El índice de calidad para los tres (3) puntos de monitoreo en el presente año 2023 en el Río Manco estuvieron con categoría “Regular”. Ver en la Tabla 45, y Gráfica 27. Con respecto a años anteriores, nuevamente los ICAS de los puntos evaluados decayeron a “Regular” como se reportó para el año 2021, ya que en el año 2022 habían mejorado a calidad “Aceptable “. Se sugiere realizar seguimiento de las causas por las cuales se vieron afectadas las corrientes hídricas para que su calidad disminuyera nuevamente.

Tabla 45. Índice de Calidad de Agua ICA - Río Manco y Umpalá.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
Río Manco y Río Umpalá	RM-03	0.61	REGULAR
	RM-02	0.66	REGULAR
	RM-01	0.55	REGULAR
	UP-01	0.65	REGULAR



Gráfica 27. Índice de Calidad de Agua ICA - Río Manco y Umpalá.

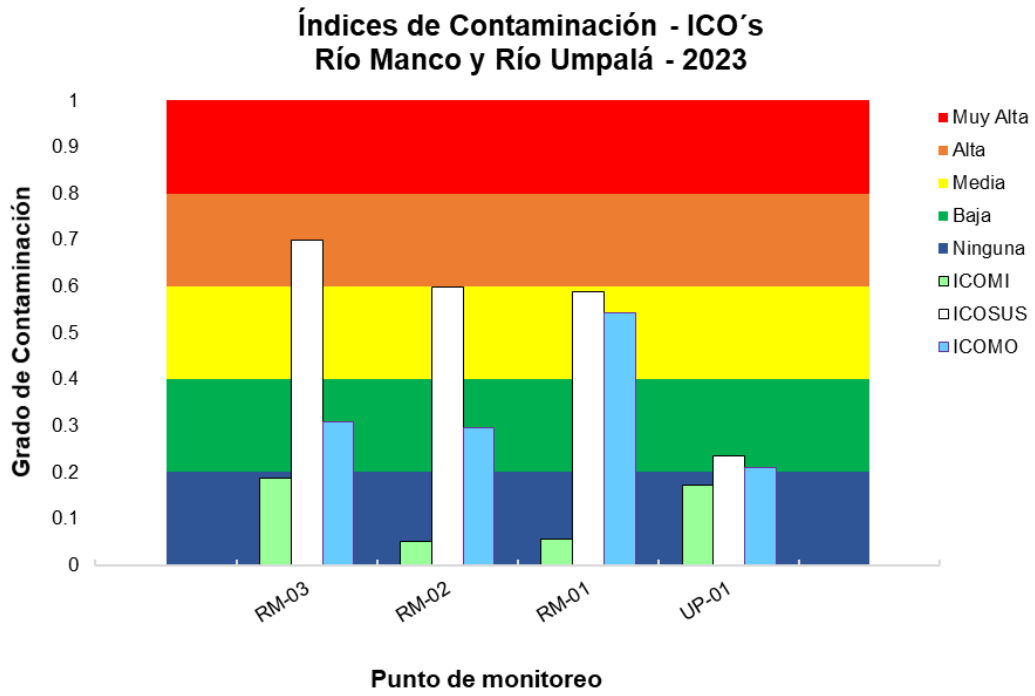
### 2.5.9.2 Índices de contaminación ICO's Río Manco y Río Umpalá

Los índices de contaminación ICOMI, se valoró como “Ningunas” frente a todos los puntos monitoreados. En el caso de la determinación de ICOMO, los puntos RM-03, RM-02 y UP-01 se clasifican como contaminación “Baja”, sin embargo, para el punto RM-01, se califica como ICOMO “Media”. A diferencia del año 2022, se observa una desmejora de la calidad en este aspecto, debido al incremento en los coliformes totales y una disminución del oxígeno disuelto en los puntos evaluados de las corrientes. Se recomienda realizar seguimiento ya que se presentó la desmejora de calidad con respecto al año 2022, teniendo en cuenta que la valoración de contaminación “Baja” proviene más arriba del punto nuevo RM-03.

Al determinar el ICOSUS, se obtuvo que el punto más contaminado es el RM-03 en el cual se clasifica como “Alto”, para los puntos RM-02 y RM-01 se califican como “Medio”, y para el punto UP-01 el ICOSUS se calificó como “Bajo”. A diferencia del año 2022, se observó generalmente una desmejora de este índice, sin embargo al evaluar los resultados, el incremento de ICOSUS se dio principalmente en la segunda campaña de monitoreo correspondiente a la época de lluvias, por lo que pudo haberse dado por la remoción del suelo al incremento de los caudales, sin embargo se recomienda realizar un seguimiento para confirmar esta hipótesis, y no se estén efectuando actividades que afecten de manera significativa la naturaleza de la corriente.

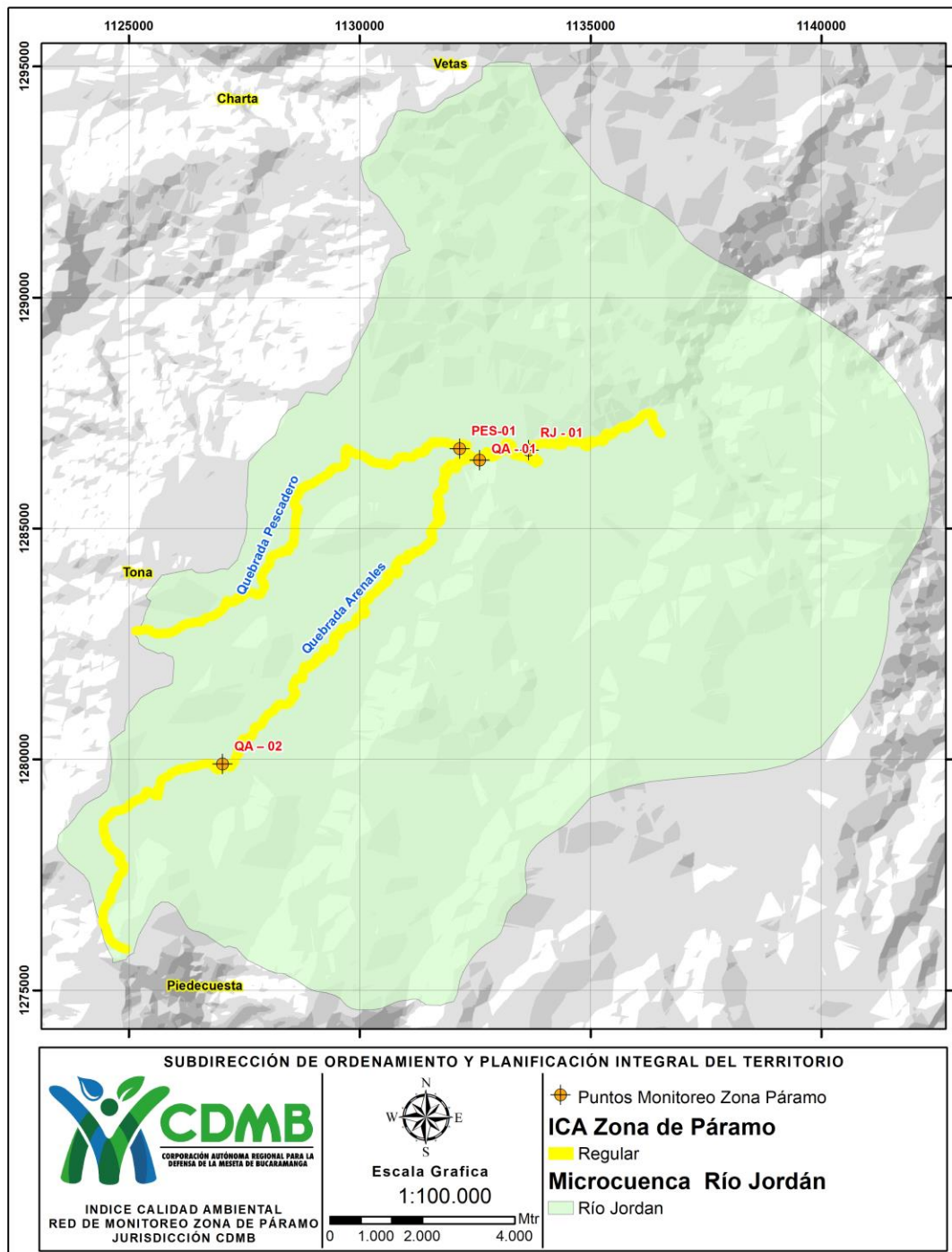
Tabla 46. Índices de Contaminación - Río Manco y Umpalá.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
Río Manco	RM-03	0.19	0.31	0.70	0.24
Río Manco	RM-02	0.05	0.30	0.60	0.23
Río Manco	RM-01	0.06	0.54	0.59	0.55
Río Umpalá	UP-01	0.17	0.21	0.23	0.06



Gráfica 28. Índices de Contaminación - Río Manco y Umpalá.

## 2.5.10 Zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán



Mapa 11. Ubicación puntos de monitoreo Quebrada Arenales- Río Jordán

En la zona de páramo se encuentran dos fuentes hídricas: La quebrada Arenales donde se hallan dos (2) puntos de monitoreo. El primero QA-02 denominado Arenales, está ubicado antes de las descargas de aguas residuales domesticas del corregimiento de Berlín y el segundo QA-01 llamado punto Berlín 1, situado aguas abajo del vertimiento del corregimiento de Berlín. Antes del punto QA-01, se incluyó el monitoreo de la quebrada Pescadero denominado PES-01 “Berlín Pescadero” el cual es un tributario de la quebrada arenas en el municipio de Berlín.

El último punto monitoreado se ubica cuando la quebrada Arenales, pasa el embalse y cambia su nombre a Río Jordán, este se denomina el punto RJ-01 Berlín. La tabla 47, muestra los puntos y las Fechas de las dos (2) campañas de monitoreo en la Quebrada Arenales, Pescadero y el Río Jordán.

*Tabla 47. Fechas de campañas de monitoreo de Quebrada Arenales y Río Jordán*

<b>PUNTO DE MONITOREO</b>	<b>FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1</b>	<b>FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2</b>
RJ-01	29/06/2023	20/10/2023
QA-01	29/06/2023	20/10/2023
QA-02	29/06/2023	20/10/2023
PES-01	29/06/2023	20/10/2023



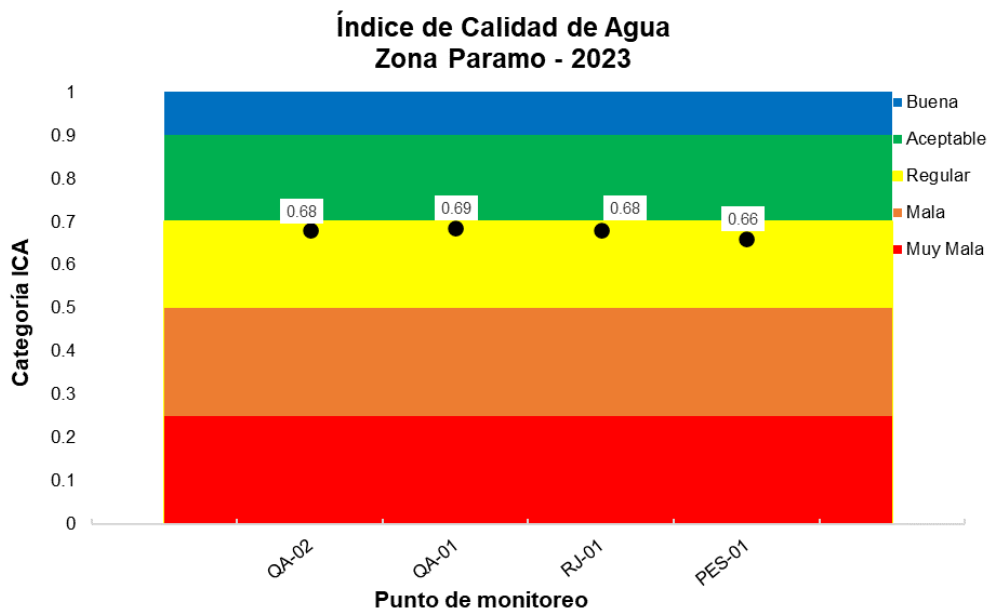
*Imagen 10. Monitoreo de corrientes, punto QA-02 / PES-01.*

### 2.5.10.1 Índice de calidad zona de Páramo, quebrada Arenales y río Jordán

La Gráfica 29 y tabla 48, señalan que todos los puntos monitoreados tienen un ICA de “Regular”, inclusive el nuevo punto monitoreado PES-01. Se entiende que la calidad regular correspondiente a los puntos PES-01 y QA-01 se podrían deber a los vertimientos domésticos del municipio de Berlín. En el caso del punto QA-02, se observó una desmejoró con respecto al 2022, ya que se dio un incremento en los parámetros de pH y oxígeno disuelto que afectaron el indicador de calidad, por lo que se sugiere realizar seguimiento para conocer si existe alguna actividad antrópica o propia del ecosistema que afectan las condiciones de la fuente hídrica, siendo un punto ubicado en la parte alta, próxima al Paramo de Santurbán.

Tabla 48. Índice de Calidad de Agua ICA- Zona Páramo.

SITIO DE MUESTREO		PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
<b>ZONA DE PARAMO</b>	Q. Arenales	QA-02	0.68	REGULAR
	Q. Arenales	QA-01	0.69	REGULAR
	Río Jordán	RJ-01	0.68	REGULAR
	Q. Pescadero	PES-01	0.66	REGULAR



Gráfica 29. Índice de Calidad de Agua ICA- Zona Páramo.

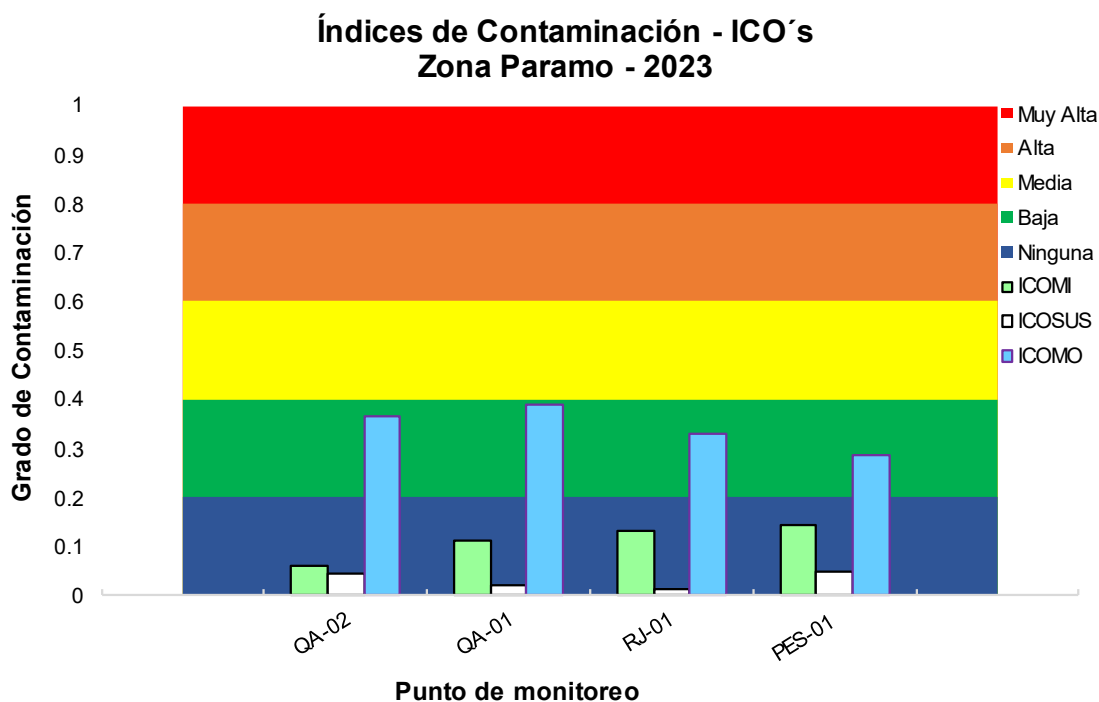
### 2.5.10.2 Índice de contaminación ICO's zona de Páramo quebrada Arenales y río Jordán

Al determinar los ICOS (Tabla 49 y gráfica 30), se obtuvo que tanto los ICOMI, ICOMO, ICOSUS e ICOTRO se mantienen con respecto a los reportados para el año 2022 en los puntos QA-02, RJ-01 y QA-01, a excepción del ICOMO del punto QA-01, el cual presentó una leve mejoría ya que se encontraba en categoría “Media” y calificó ahora como “Baja”, aunque está en el límite de los valores de clasificación por lo que puede ser una variación de incertidumbre.

Con respecto al nuevo punto nuevo, correspondiente a la quebrada de Pescadero (PES-01), solo presentó índice de contaminación por Materia Orgánica – ICOMO en categoría “Baja”, posiblemente como se había mencionado antes, a causa de vertimientos domésticos en la zona.

Tabla 49. Índices de Contaminación - Zona Paramo.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO	
<b>ZONA DE PARAMO</b>	Q. Arenales	QA-02	0.06	0.37	0.04	0.07
	Q. Arenales	QA-01	0.11	0.39	0.02	0.14
	Río Jordán	RJ-01	0.13	0.33	0.01	0.16
	Q. Pescadero	PES-01	0.14	0.29	0.05	0.19



Gráfica 30. Índices de Contaminación - Zona Paramo.

### 2.5.11 Zona del Complejo de Ciénagas Papayal

Dentro del complejo de Ciénagas papayal y teniendo en cuenta la implementación del PIRMA, incluyendo dos (2) nuevos puntos de monitoreo en la zona que corresponden a la Quebrada Caño Pato (CAP-01) después del paso de esta corriente por el municipio de San Rafael y el segundo punto ubicado en la Quebrada La Musanda (MU-01), el cual se encuentra más allá de la salida de la zona protegida del Complejo de Ciénagas Papayal.

Tabla 50. Fechas de campañas de monitoreo de Quebrada Arenales y Río Jordán

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2
MU-01	05/07/2023	28/10/2023
CAP-01	05/07/2023	28/10/2023





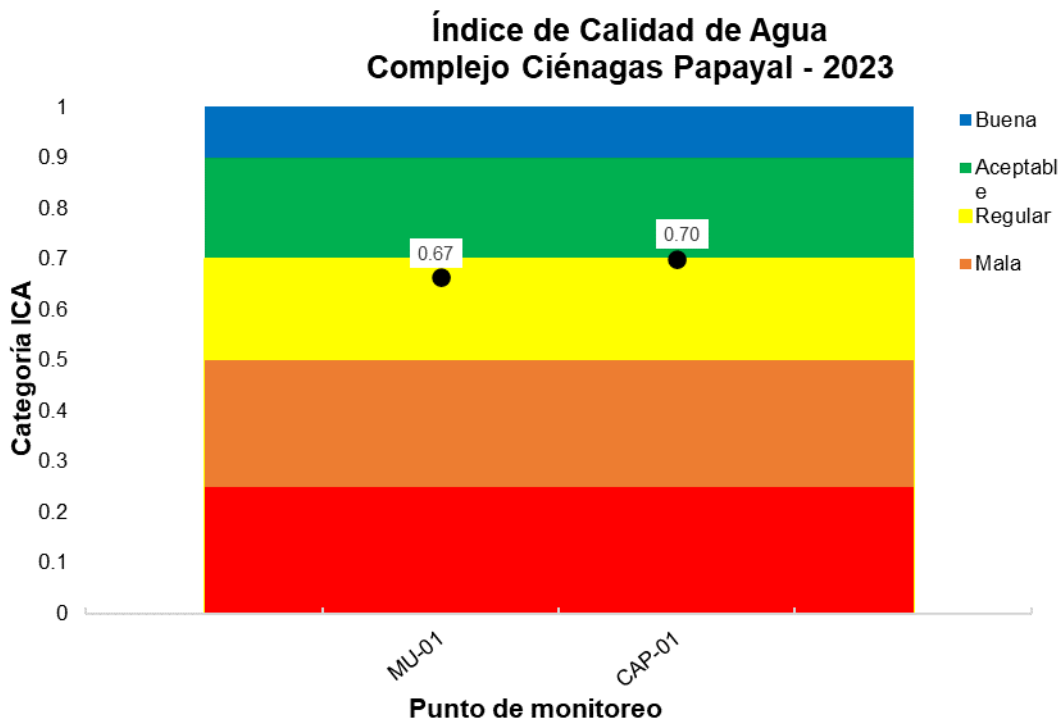
Imagen 11. Monitoreo de corrientes, punto MU-01 / CAP-01.

### 2.5.11.1 Índice de calidad Complejo de Ciénagas Papayal

La Gráfica 31 y tabla 51, señalan que los puntos monitoreados tienen un ICA de “Regular”. El punto CAP-01 Q. Caño Pato, presenta este índice de calidad “Regular” posiblemente porque se encuentra ubicado más delante de su paso por el municipio de San Rafael, por lo que podría llevar dentro de su carga de contaminantes, vertimientos domésticos. Para el caso del punto MU-01 “Quebrada La Musanda”, su índice ICA es “Regular”, posiblemente a causa de vertimientos domésticos provenientes de las fincas aledañas y posibles afecciones de las condiciones del suelo por cultivos próximos, afectando principalmente la concentración de coliformes y valores de pH ácidos (inferior a 7,00).

Tabla 51. Índice de Calidad de Agua ICA- Complejo Ciénagas Papayal.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
COMPLEJO CIENAGAS PAPAYAL	MU-01	0.67	REGULAR
	CAP-01	0.70	REGULAR



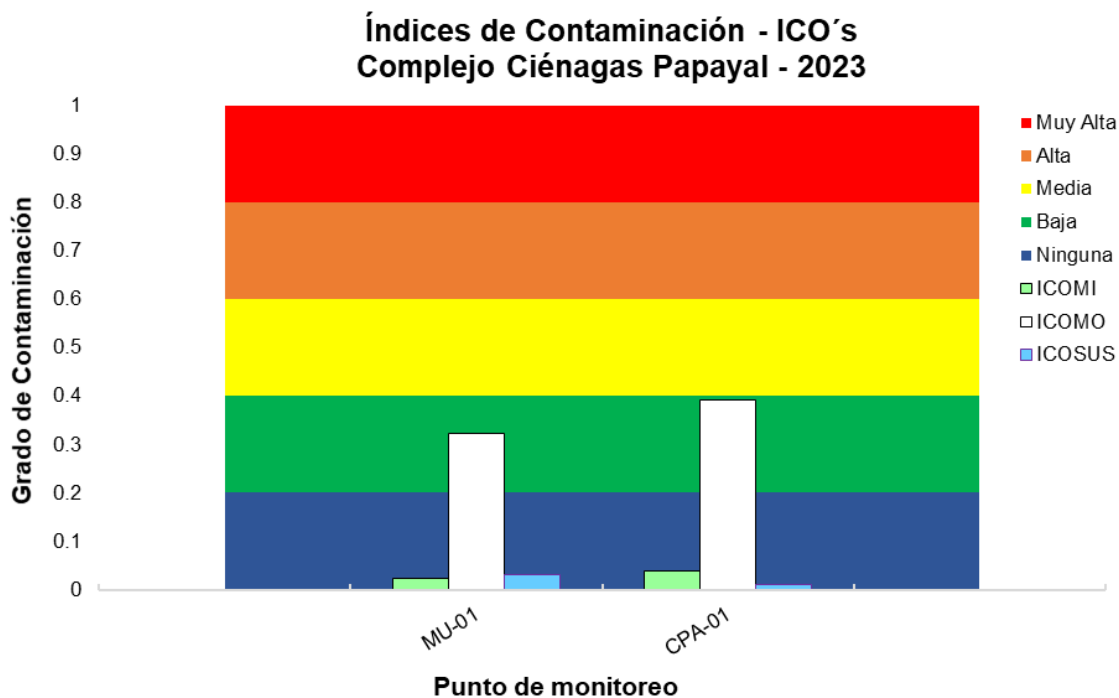
Gráfica 31. Índice de Calidad de Agua ICA- Complejo Ciénagas Papayal.

### 2.5.11.2 Índice de contaminación ICO's zona de Complejo Ciénagas Papayal

En los puntos evaluados, se determinaron índice de contaminación ICOMI e ICOSUS como "Ninguna", sin embargo, para los ICOMO, se determinó índices de contaminación "Bajo" por la presencia de coliformes principalmente en los puntos evaluados, por los motivos anteriormente expuestos en los ICA calculados.

Tabla 52. Índices de Contaminación – Complejo Ciénagas Papayal.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
COMPLEJO CIENAGAS PAPAYAL	MU-01	0.02	0.32	0.03	0.49
	CPA-01	0.04	0.39	0.01	0.45



Gráfica 32. Índices de Contaminación – Complejo Ciénagas Papayal.

### 2.5.11.3. Metales pesados en la zona de Complejo Ciénagas Papayal – RED DE CALIDAD

La CDMB, entre sus compromisos, realizó el análisis de metales pesados en los puntos MU-01 Quebrada La Musanda y CAP-01 Quebrada Caño Pato para los cuales se monitorearon los parámetros de Mercurio, Cadmio, Arsénico, Zinc, Cobre, Cromo, Plomo, Aluminio, Hierro, Manganeso y Níquel dentro de las dos campañas realizadas en las fechas reportadas en la tabla 50.

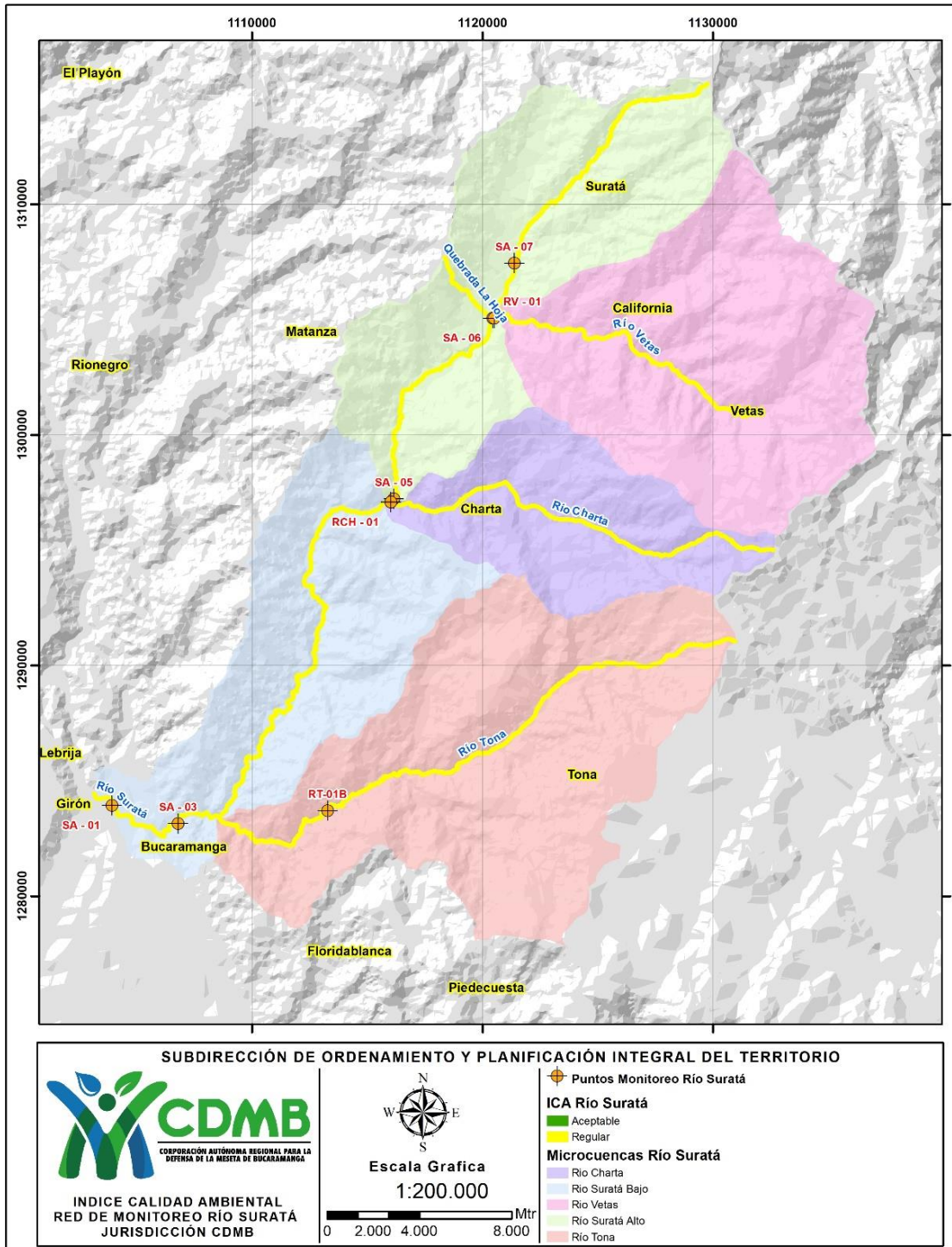
Para el análisis de resultados se tienen en cuenta como máximos permisibles los límites indicados en los criterios de calidad establecidos por el Decreto 1594 de 1984 donde se enmarcan “Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano...” en el artículo 38 y 39 y “Los criterios de calidad admisibles para la

destinación del recurso para uso agrícola...” en el artículo 40.

Con base en lo anterior se determinó que, para los dos puntos evaluados, ninguno de los parámetros supera los límites máximos permisibles por la normatividad. Se recomienda realizar seguimiento en la zona del Complejo de Ciénagas Papayal, para caracterizar que estas corrientes hídricas se encuentran bajo su condición normal, con concentraciones de metales dentro de los límites permisibles.

#### **2.5.12. Río Suratá y sus principales afluentes**

En el río Suratá se han establecido cinco puntos de monitoreo a lo largo de su corriente, que inician en la cabecera con el punto SA-07 conocido como “Uña de gato”, ubicado antes de la población de Suratá, luego le sigue el punto de monitoreo SA-06 “Puente Pánaga” antes de la confluencia con el río Vetás, rio abajo continua el punto SA-05 “La Playa” localizado antes de la confluencia con el río Charta, posteriormente encontramos el punto SA-03 “Zaragoza” ubicado antes de la bocatoma del acueducto de Bucaramanga, para conocer el estado de calidad con que podría llegar el agua para ser captada, y por último, se ubica el punto de monitoreo SA-01 “Bavaria” localizado antes de la confluencia con el río de Oro.



Mapa 12 Ubicación puntos de monitoreo Río Suratá

Además, el río Surata tiene tres afluentes importantes que son los ríos Vetas, Charta y Tona con sus puntos de monitoreo RV-01 situado antes de la confluencia Vetás - Surata”, RCH-01 La Playa ubicado antes de la confluencia Charta- Surata” y el punto de monitoreo RT-01B “Casa Hotel” ubicado aguas arriba del embalse “río Tona” sobre el establecimiento “Casa Hotel Tona Boutique”.

A continuación, en la Tabla 53, se indican las fechas de monitoreo de las dos (2) campañas de calidad ejecutadas en el Río Surata y sus principales afluentes.

*Tabla 53. Fechas de campañas de monitoreo de Río Surata y sus principales afluentes*

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2
SA-07	27/06/2023	23/10/2023
SA-06	27/06/2023	23/10/2023
RCH-01	27/06/2023	23/10/2023
SA-05	27/06/2023	23/10/2023
SA-03	26/06/2023	21/10/2023
RV-01	26/06/2023	23/10/2023
SA-01	26/06/2023	21/10/2023
RT-01B	01/08/2023	17/10/2023



*Imagen 12. Monitoreo de corrientes, punto SA-03 / RT-01B*

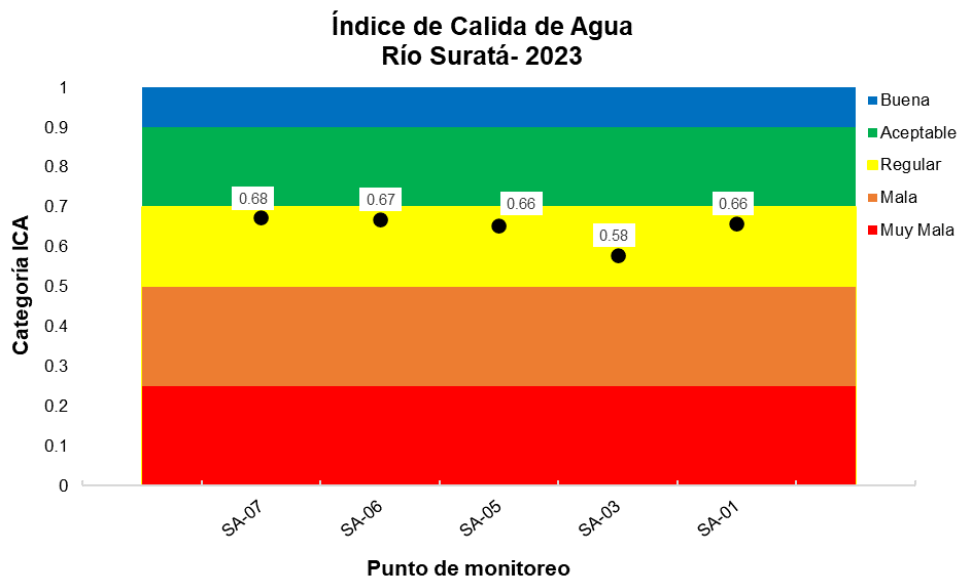
### 2.5.12.1 Índice de calidad de agua Río Suratá

El índice de calidad de agua para el año 2023 se clasificó en todos los puntos evaluados en categoría “Regular”, manteniendo generalmente el mismo índice con respecto al 2022, a excepción del punto SA-07. Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.54.**

Por otro lado, el punto SA-03, a pesar de categorizarse en calidad “Regular” decayó desde 0.67 durante el año 2022 hasta 0.58 para el 2023, punto cercano al lugar de captación y/o abastecimiento de la planta Bosconia del acueducto metropolitano de Bucaramanga.

Tabla 54. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Suratá.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
RÍO SURATA	SA-07	0.68	REGULAR
	SA-06	0.67	REGULAR
	SA-05	0.66	REGULAR
	SA-03	0.58	REGULAR
	SA-01	0.66	REGULAR



Gráfica 33. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Suratá.

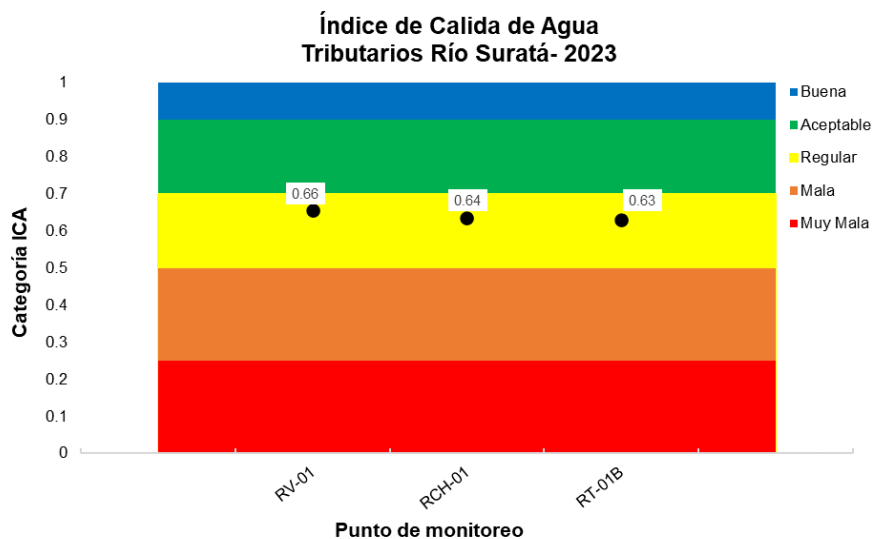
Al evaluar el recorrido de los puntos evaluados a través de la corriente hídrica, se observa en la Gráfica 33 una tendencia de descenso de la calidad, posteriormente al paso del punto SA-03, el río tiene una recuperación de la calidad del agua en el tramo hasta el punto SA-01 a pesar de aproximarse a la zona urbana en el norte de Bucaramanga y atravesar parte de ella.

### 2.5.12.2 Índice de calidad tributarios río Surata

Los afluentes principales del río Surata son: Río Vetas, Charta y Tona, presentan índices de calidad “Regular” durante el año 2023. Estas corrientes continúan presentando la misma categorización desde el año 2021.

Tabla 55. Índice de Calidad del Agua ICA- Tributarios Río Surata.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
TRIBUTARIOS RÍO SURATA	RV-01	0.66	REGULAR
	RCH-01	0.64	REGULAR
	RT-01B	0.63	REGULAR



Gráfica 34. Índice de Calidad del Agua ICA- Tributarios Río Surata.



### 2.5.12.3 Índices de contaminación ICO's río Suratá

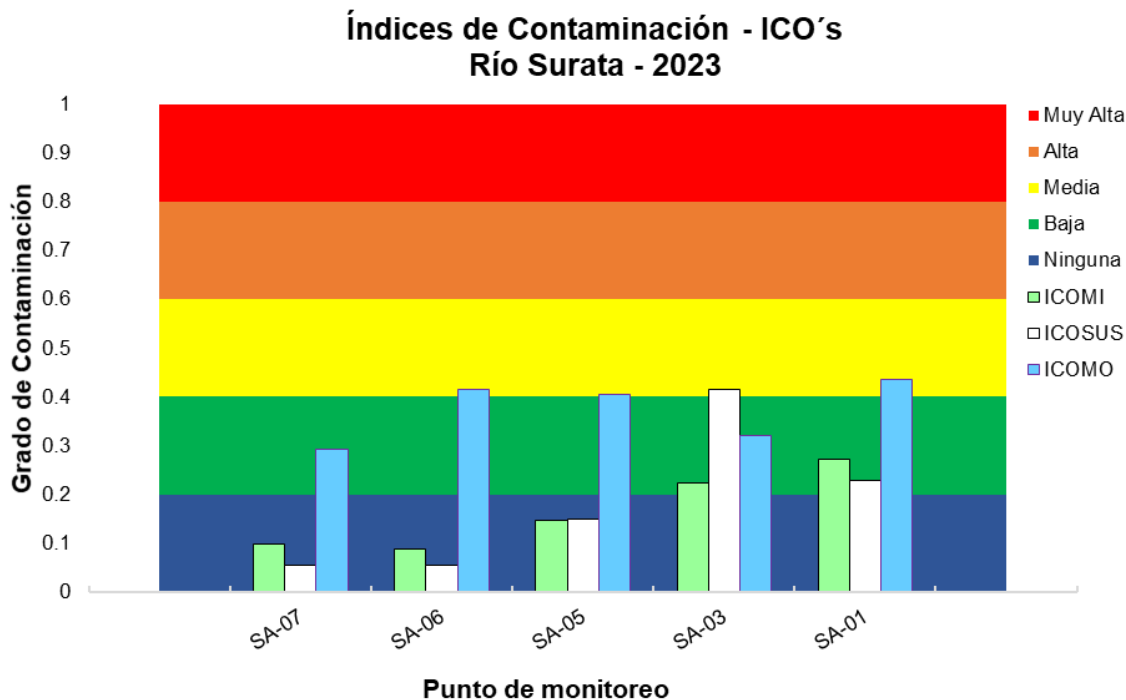
Tabla 56. Índices de Contaminación - Río Suratá.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO SURATA	SA-07	0.10	0.29	0.05	0.08
	SA-06	0.09	0.42	0.06	0.08
	SA-05	0.15	0.41	0.15	0.08
	SA-03	0.22	0.32	0.41	0.07
	SA-01	0.27	0.44	0.23	0.14

Se determinaron los diferentes índices de contaminación para los puntos SA-07, SA-06, SA-05, SA-03 y SA-01. Con respecto al índice de contaminación por mineralización (ICOMI), los puntos SA-03 y SA-01 tienen una categorización de “Bajo”, y los puntos SA-07, SA-06 y SA-05 que se encuentran aguas arriba no presentan grado de contaminación siendo categorizados como “Ninguna”. Evaluando el comportamiento en relación al año 2022 (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.56**), los índices se mantienen.

El índice de contaminación de materia orgánica ICOMO, presentó categorizaciones de contaminación “Bajo” para los puntos SA-07 y SA-03, y contaminación “Media” para los puntos SA-06, SA-05 y SA-01. La contaminación por materia orgánica en estos puntos puede deberse a las descargas de los municipios de Suratá para el punto SA-06, Matanza para el SA-05, y el norte de Bucaramanga para el SA-01. Por otro lado, al comparar los resultados con lo reportado en el informe del año 2022, se presentó un incremento de los ICOMO a excepto del punto SA-03 el cual no presenta descargas de algún municipio.

Respecto a los índices de contaminación por sólidos suspendidos ICOSUS, los índices se mantuvieron acorde al año 2022 a excepción del punto SA-03 Zaragoza, el cual podría deberse por las precipitaciones presentadas en el mes de octubre por la zona, para la segunda campaña monitoreada.



*Gráfica 35. Índices de Contaminación - Río Surata.*

#### 2.5.12.4. Índices de Contaminación ICO's tributarios del Río Surata

Los tributarios del río Surata son los ríos Vetas, Charta y Tona. El Indicador de mineralización – ICOMI, señala que el punto RV-01 Puente Panaga tiene una categorización de “Ninguna”, para los tributarios RCH-01 Río Charta y RT-01B Río tona “Casa Hotel” se determinó como “Bajo” el índice de contaminación. En general se mantienen el mismo ICOMI respecto al año 2022.

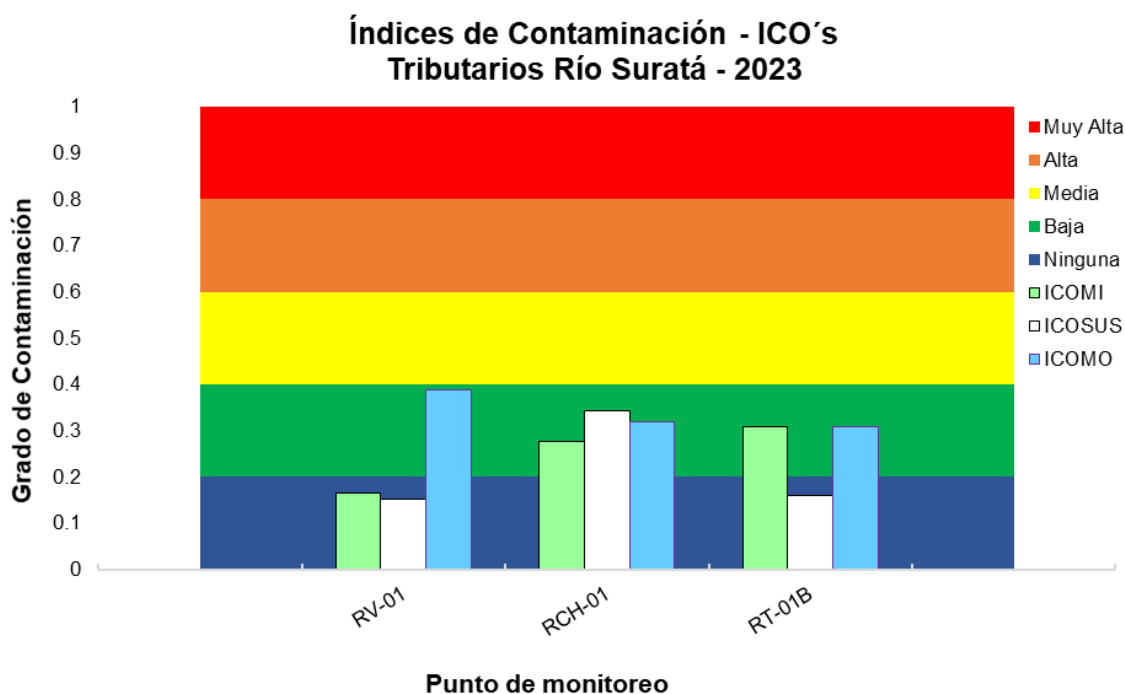
El índice de contaminación por materia orgánica – ICOMO, presenta para los tres tributarios antes de la entrega al río Suratá una calificación de “Bajo”, manteniendo los índices de calidad presentados del año 2022.

Al evaluar los índices de contaminación por sólidos suspendidos se obtuvo que para los tributarios RV-01 y RCH-01 se mantiene la calificación de “Ninguno” y “Bajo” respectivamente, acorde al año 2022. Para el caso del punto evaluado RT-01B, se

observó una mejora en el ICOSUS con respecto al año 2022.

Tabla 57. Índices de Contaminación – Tributarios Río Surata.

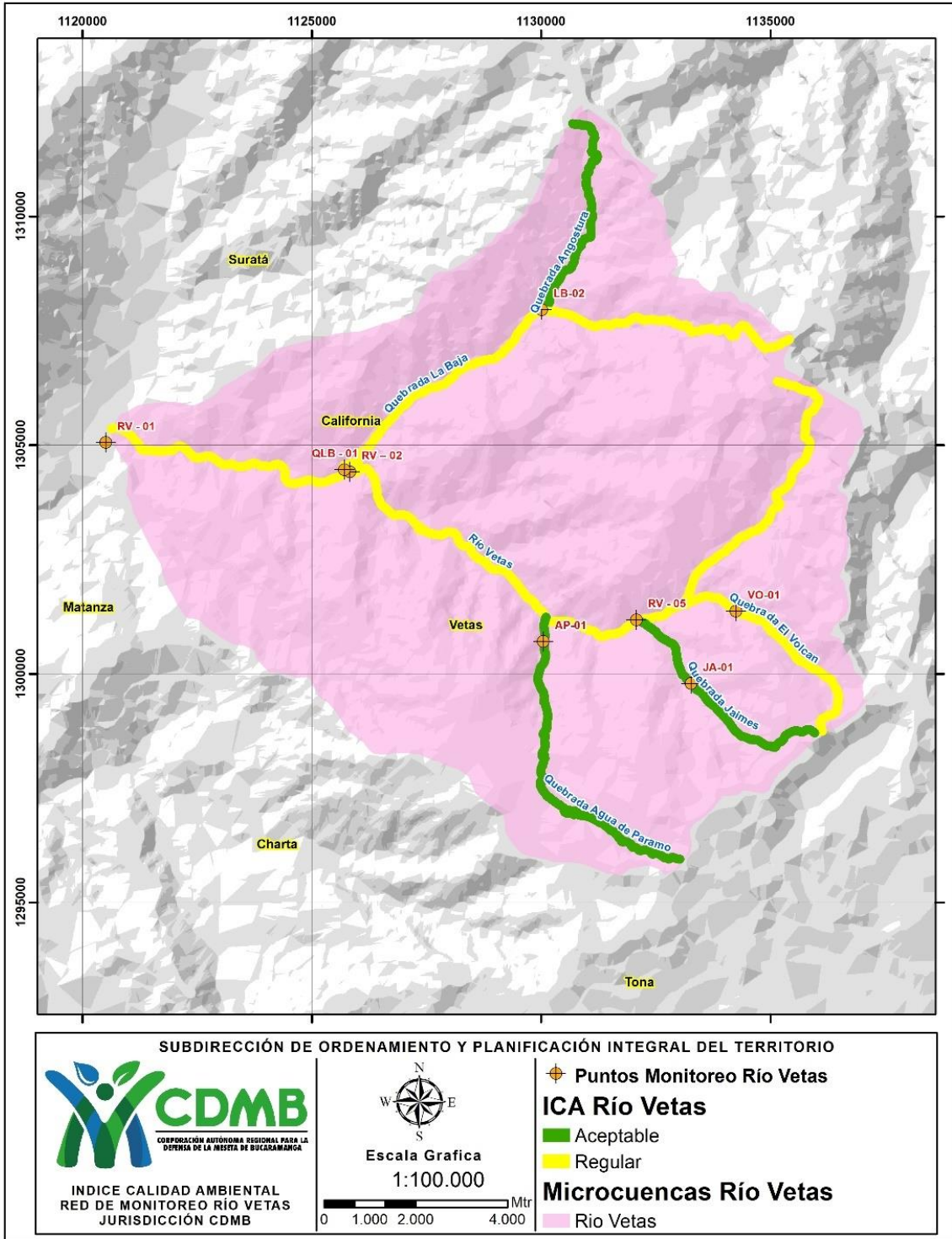
SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
TRIBUTARIOS RÍO SURATA	RV-01	0.16	0.39	0.15	0.05
	RCH-01	0.28	0.32	0.34	0.16
	RT-01B	0.31	0.31	0.16	0.14



Gráfica 36. Índices de Contaminación – Tributarios Río Surata.

### 2.5.13. Río Vetas y sus principales afluentes

El río Vetas es un tributario importante del río Surata, que tiene establecidos tres puntos de monitoreo: RV-05 "Borrero" ubicado por el sector de Borrero, RV-02 Loma Redonda ubicado antes del municipio de California y el punto RV-01 Puente Pánaga, localizado antes de la confluencia con el Río Suratá



Mapa 13 Ubicación puntos de monitoreo Río Vetas y sus principales afluentes

Además, el río Vetas tiene cuatro afluentes importantes que le aporta, estos son la quebrada El Volcán, Quebrada Jaimes, quebrada Agua de Paramo y la quebrada La Baja. Los puntos de monitoreo fueron situados de la siguiente manera: El punto VO-01 (Q. El Volcán), ubicado antes de la vereda El Volcán; La quebrada Jaimes (JA-01), ubicado antes del municipio de Vetas; La quebrada Agua de Paramo (AP-01) situados antes de la confluencia con el río Vetas; y la quebrada La Baja (QLB-01) ubicado antes de la confluencia con el río Vetas.

En la Tabla 5858, se muestran los puntos, y las fechas de las dos (2) campañas de monitoreo del Río Vetas.

Tabla 58. Fechas de campañas de monitoreo de Río Vetas

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2
VO-01	26/06/2023	23/10/2023
JA-01	26/06/2023	23/10/2023
RV-05	26/06/2023	23/10/2023
AP-01	26/06/2023	23/10/2023
RV-02	26/06/2023	23/10/2023
QLB-01	26/06/2023	23/06/2023
RV-01	26/06/2023	23/10/2023

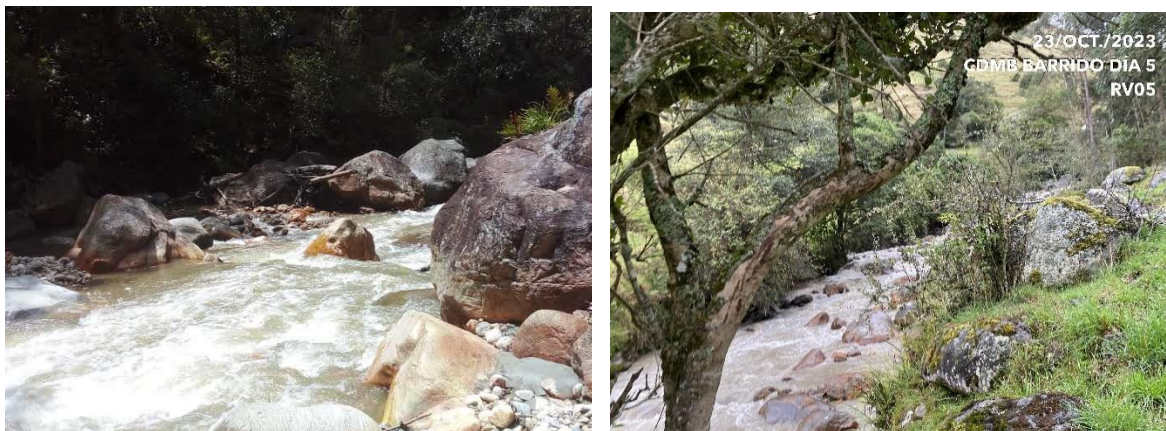


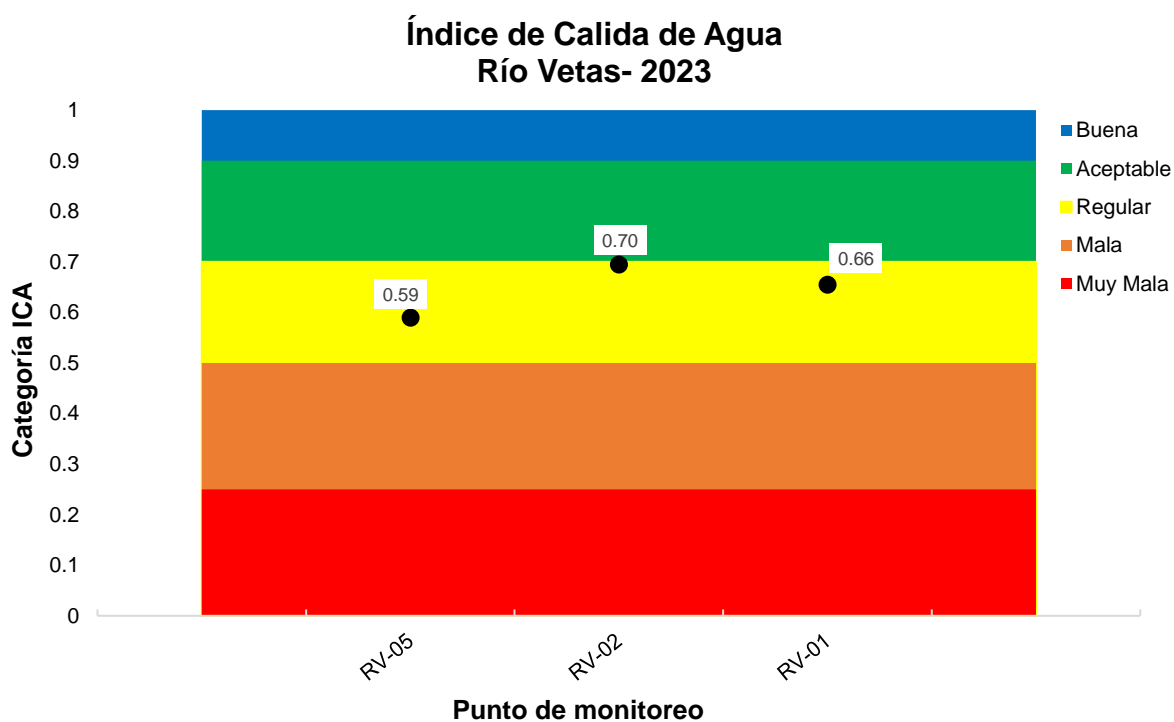
Imagen 13. Monitoreo de corrientes, punto RV-02 / RV-05

### 2.5.13.1. Índice de calidad río Vetás

Como lo muestra la Tabla 59 y la Gráfica 37, el índice de calidad de agua en el Río Vetás mantiene la categoría de “Regular” en su trayectoria, en el caso del ICA para el punto RV-02, este disminuyó de 0.65 en 2022 a 0.59 en 2023, pasando de calidad del agua de “Aceptable” en 2022 a “Regular” en 2023. (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.)

Tabla 59. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Vetás.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
RÍO VETAS	RV-05	0.59	REGULAR
	RV-02	0.70	REGULAR
	RV-01	0.66	REGULAR



Gráfica 37. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Vetás.

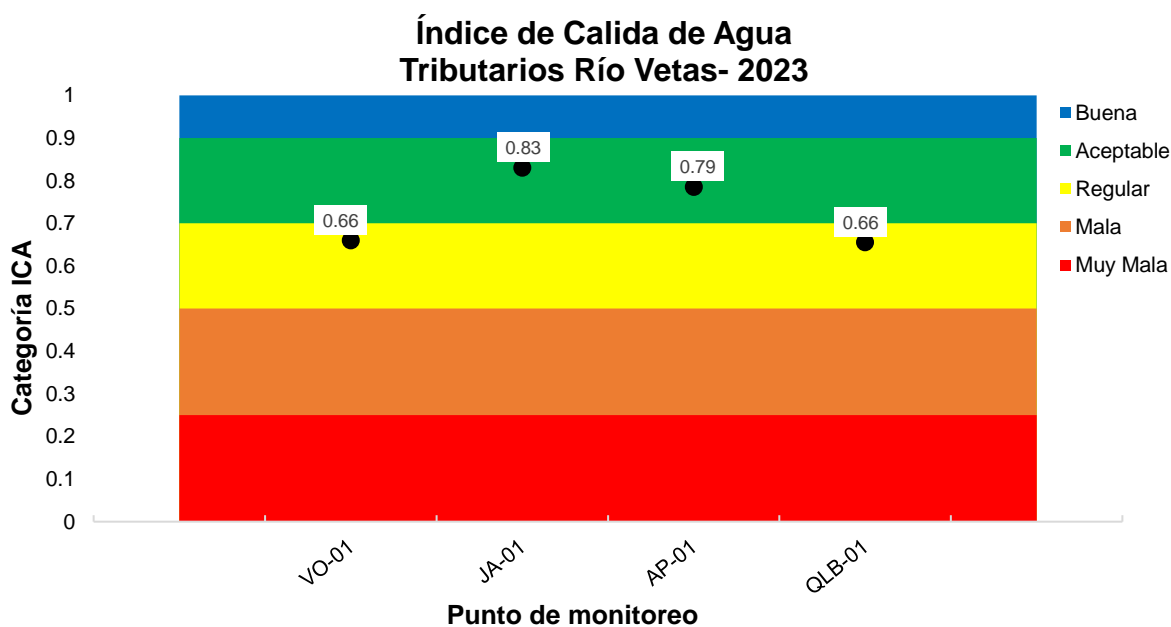
Entre el punto RV-02 al punto RV-01 se observa un leve desmejoramiento del índice de calidad de agua, en el tramo se encuentra la descarga de las aguas residuales domésticas del municipio de California, y la confluencia con la Quebrada la Baja.

### 2.5.13.2. Índice de calidad tributarios río Vetas

El río Vetas tiene cuatro afluentes importantes, los cuales son la quebrada El Volcán, Quebrada Jaimes, quebrada Agua de Paramo y la quebrada La Baja. Para el año 2023 los índices de calidad fueron de categoría “Aceptable” para los puntos JA-01 “Q. La Jaime” y AP-01 “Q. Agua de Páramo”. Por otro lado, para los puntos VO-01 “Q. El Volcán” y QLB-01 “Loma Redonda” presentaron un índice de calidad ICA “Regular”.

Tabla 60. Índice de Calidad del Agua ICA- Tributarios Río Surata.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
TRIBUTARIOS RIO VETAS	VO-01	0.66	REGULAR
	JA-01	0.83	ACEPTABLE
	AP-01	0.79	ACEPTABLE
	QLB-01	0.66	REGULAR



Gráfica 38. Índice de Calidad del Agua ICA- Tributarios Río Vetas.

### 2.5.13.3. Índice de contaminación río Vetas

En la determinación del ICOMI de los tres puntos monitoreados, no presento contaminación significativa por mineralización categorizándose en “Ninguna”. Al evaluar el ICOMO, se determinó para los tres puntos evaluados una categorización de “Baja”, sin embargo, al evaluar con respecto a los resultados del año 2022, el punto RV-02 presentó una desmejora en este índice ya que se encontraba en categoría “Ninguna”.

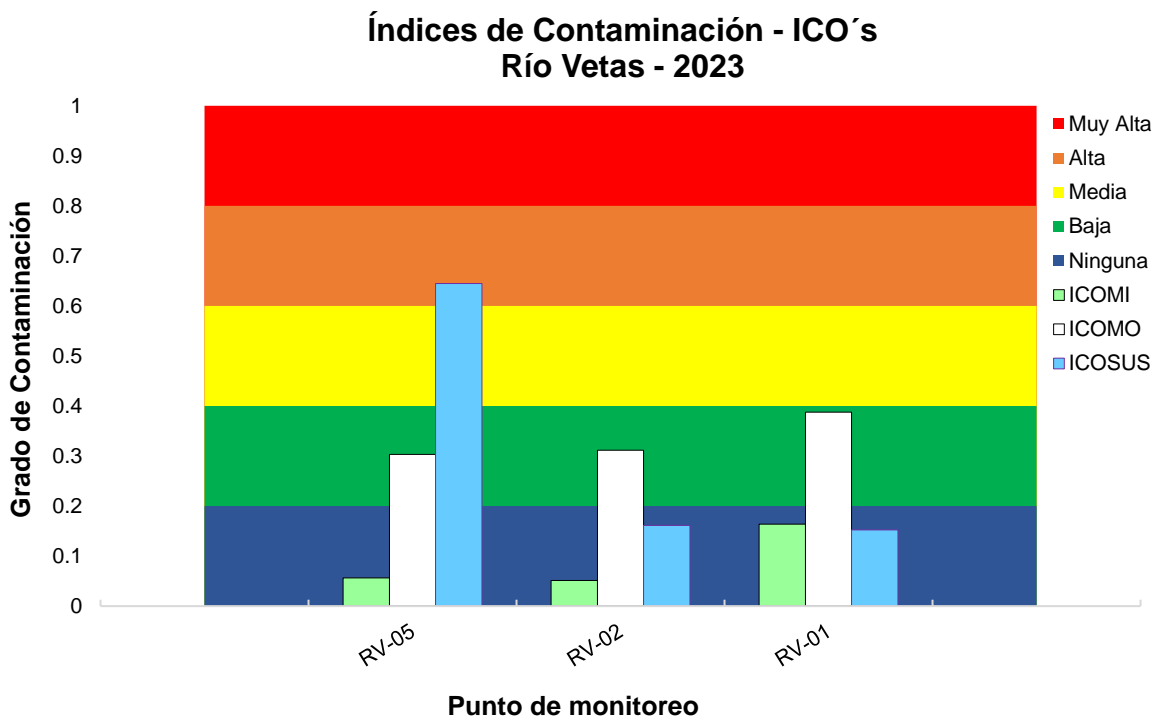
El ICOSUS en el punto RV-05 presentó una desmejora a comparación del año 2022, ya que se calificaba en “Medio” y actualmente se califica en modo “Alto”. Con respecto a los puntos RV-02 y RV-01 se categorizó como “Ninguno”, lo que indica una mejora a diferencia del año 2022 en la cual el punto RV-02 la cual se presentaba como un ICOSUS “Bajo”.

El ICOTRO para los puntos evaluados tienen un nivel “Eutrófico”, por lo que se mantienen con respecto a lo determinado en el año 2022.

Tabla 61. Índices de Contaminación Río Vetas.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO VETAS	RV-05	0.06	0.30	0.64	0.20
	RV-02	0.05	0.31	0.16	0.05
	RV-01	0.16	0.39	0.15	0.05





Gráfica 39. Índices de Contaminación Río Vetas.

#### 2.5.13.4. Índice de contaminación ICO's tributarios del río Vetas

Los principales tributarios del río Vetas son las quebradas El Volcán, Jaimes, Agua de Paramo y La Baja. El indicador de contaminación por mineralización – ICOMI obtuvo calificación “Ninguna” para los nuevos puntos incluidos en la red de calidad de agua que corresponden a VO-01, AP-01 y JA-01. En el caso del punto QLB-01 se obtuvo una calificación de “Baja”.

Al evaluar el ICOMO, para los puntos VO-01, AP-01 y JA-01 se categoriza como contaminación “Ninguna”, sin embargo, para el punto QLB-01 se clasifica como contaminación “Baja” a diferencia del año 2022 en la cual se encontraba como “Ninguna”.

Los ICOSUS de los puntos evaluados se determinaron como “Ninguno”, por lo que se mantiene en una buena calidad con respecto a los resultados obtenidos para el año 2022.

Tabla 62. Índices de Contaminación tributarios del Río Vetás.

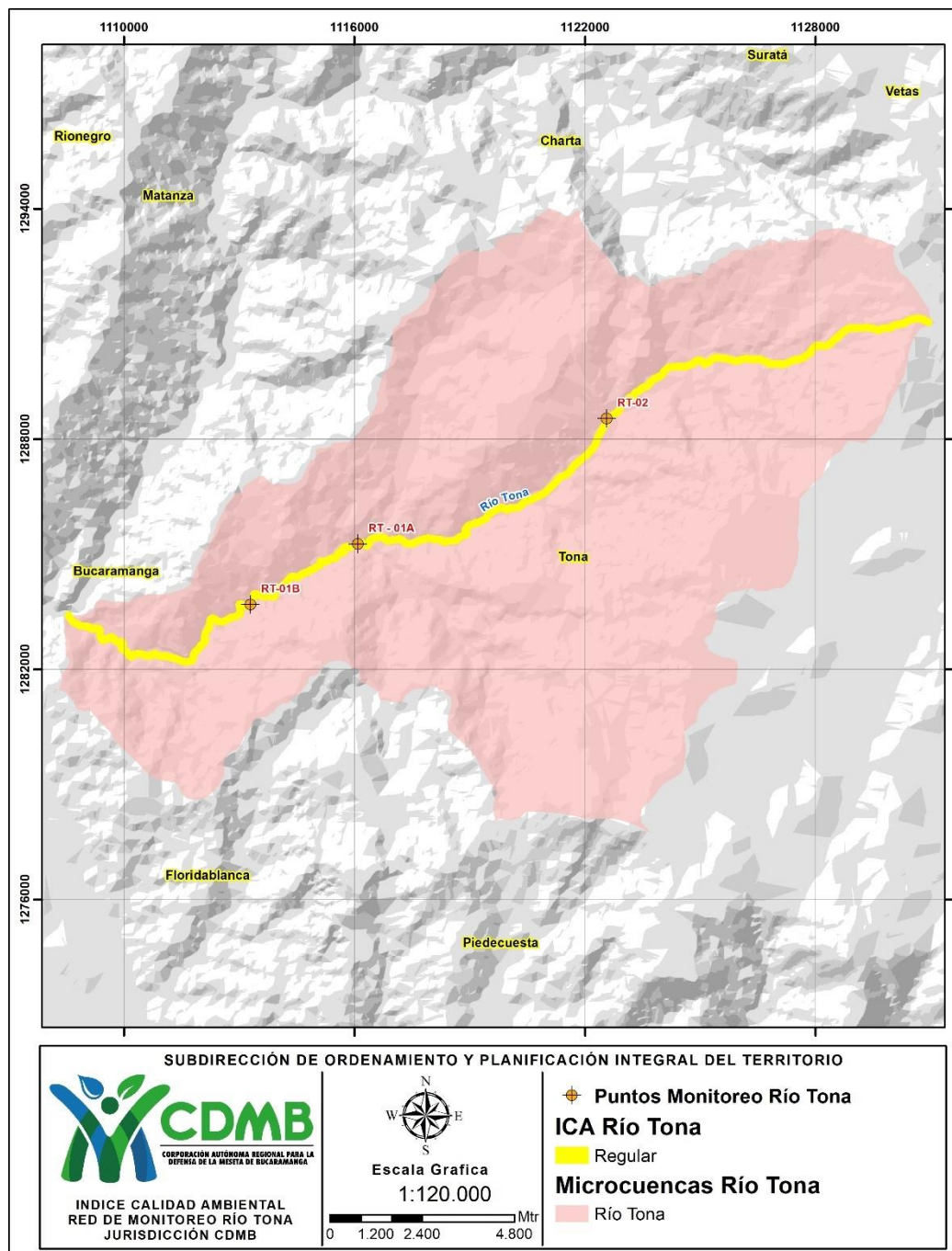
SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
TRIBUTARIOS RIO VETAS	VO-01	0.11	0.14	0.20	0.05
	AP-01	0.03	0.07	0.01	0.05
	JA-01	0.01	0.05	0.01	0.05
	QLB-01	0.37	0.24	0.05	0.05

#### 2.5.14. Río Tona

El río tona es un tributario importante en la parte baja del río Suratá, antes de la entrega al Suratá se ubica el embalse diseñado por el acueducto para abastecer las plantas de La Flora y Morrórico.

Tabla 63. Fechas de campañas de monitoreo de Río Tona

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2
RT-02	01/08/2023	17/10/2023
RT-01A	01/08/2023	17/10/2023
RT-01B	01/08/2023	17/10/2023



Mapa 14. Ubicación puntos de monitoreo Río Tona.

Para el río Tona se definieron tres puntos de monitoreo (Mapa 144) que son RT-02 El Palmar, RT-01A Puente Tona y RT-01B Casa Hotel.



Imagen 14. Monitoreo de corrientes, punto RT-02 / RT-01B

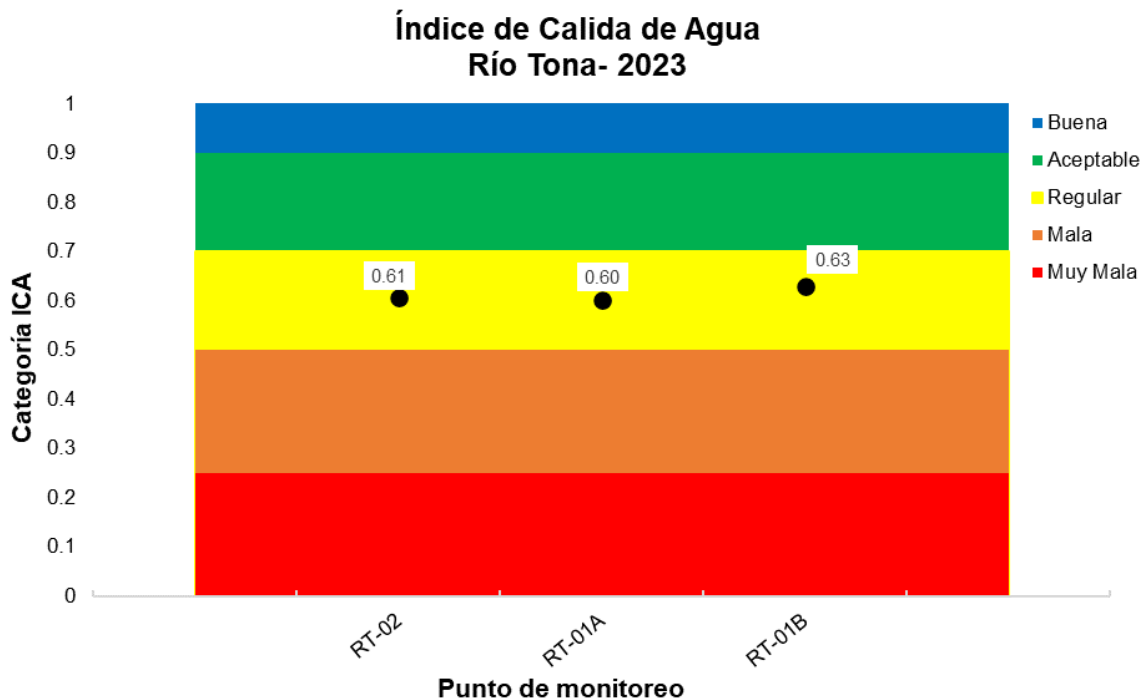
### 2.5.14.1. Índice de calidad río Tona

En la Tabla 64 y Gráfica 40, Se indica que el índice de calidad para los 3 puntos evaluados esta categorizado como “Regular”. Con respecto al historio del RT-01A, se ha mantenido su ICA con respecto al 2022. Los puntos RT-01A y RT-02 se evalúan por primera vez en la expansión de la red de calidad de agua.

Tabla 64. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Tona.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICA 2023	CALIDAD
RÍO TONA	RT-02	0.61	REGULAR
	RT-01A	0.60	REGULAR
	RT-01B	0.63	REGULAR

El ICA evaluado en el punto RT-02 presentó calidad de “Regular”, punto ubicado aguas abajo del vertimiento del municipio de Tona. La corriente hídrica presenta un pH alcalino y valores de alcalinidad altos, lo que disminuye el índice de calidad calculado, es importante tener en cuenta si los valores de pH y alcalinidad corresponden a la naturaleza de la corriente hídrica o pueda ser un factor externo que este afectando la corriente.



Gráfica 40. Índice de Calidad del Agua ICA- Río Tona.

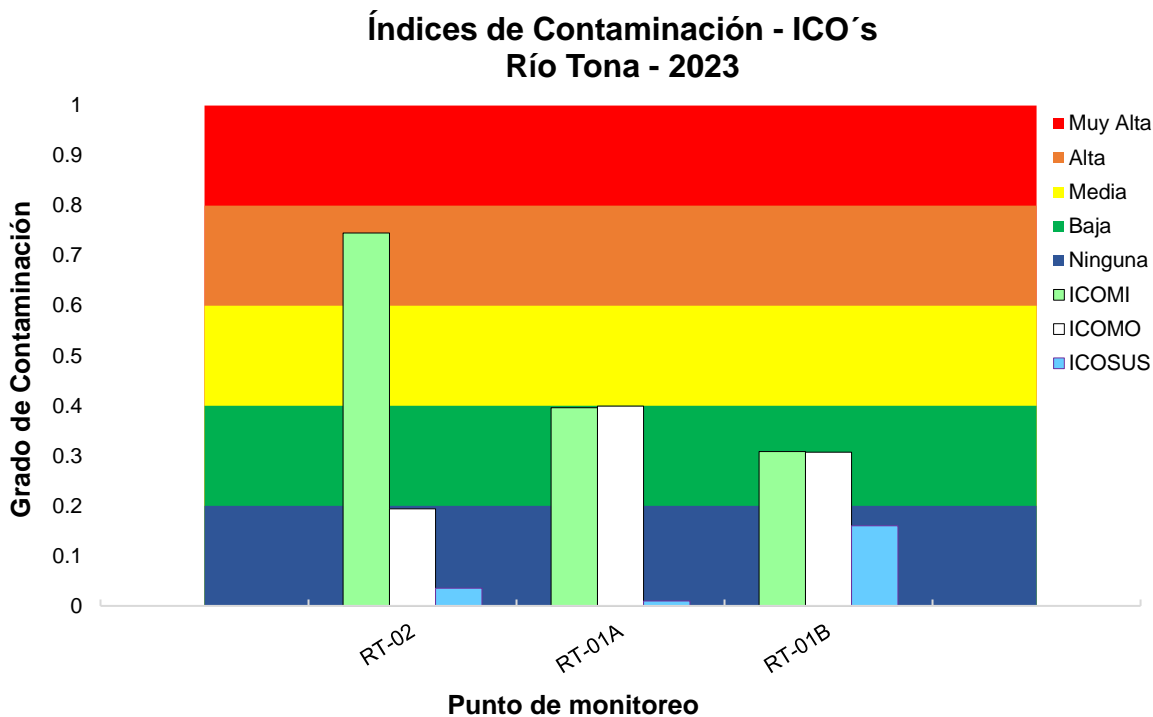
#### 2.5.14.2. Índice de contaminación río Tona

El ICOMI calculado para los puntos del río Tona fueron, “Alto” para el punto RT-02, y “Bajo” para los puntos RT-01A y RT-01B. El ICOMI determinado al punto RT-02, se debe a la alta concentración que presenta para alcalinidad y dureza, en cuanto a el ICOMO, para el punto RT-02 se clasifica como “Ninguna” y para los puntos RT-01A y RT-01B se categoriza como ICOMO “Bajo”.

Con respecto al ICOSUS, en los tres puntos evaluados se determinó como “Ninguno”. Al comparar con el histórico del punto RT-01A, se determinó una mejora en este índice de contaminación ya que se presentaba como “Media” en el año 2022.

Tabla 65. Índices de Contaminación Río Vetás.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
RÍO TONA	RT-02	0.75	0.19	0.04	0.06
	RT-01A	0.40	0.40	0.01	0.06
	RT-01B	0.31	0.31	0.16	0.14



Gráfica 41. Índices de Contaminación Río Vetás.

## 5.6. PESTICIDAS ORGANOCLORADOS Y ORGANOFOSFORADOS EN LA RED

Para el año 2023, se decidió realizar la inclusión del parámetro de medición de pesticidas en siete puntos (Tabla 66). Los puntos seleccionados se deben principalmente a que en históricos se han encontrado altas concentraciones de fósforo y cloruros, lo que se podría sugerir la presencia de residuos de pesticidas que se pudiesen estar utilizando en la zona para uso agrícola.

Tabla 66. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad en caracterización de Pesticidas

ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	FUENTE	X(ESTE)	Y(NORTE)
1	Arenales	QA – 02	Quebrada Arenales	1279894	1127032
2	Berlín	QA - 01	Quebrada Arenales	1286473	1132599
3	Berlín	RJ - 01	Río Jordán	1286687	1133659
4	Agua de Paramo	AP-01	Quebrada Agua de Paramo	1300698	1130050
5	Guayuriba	GU-01	Quebrada Guayuriba	1313745	1103671
6	Misiguay	SL-05	Río Salamaga	1310477	1105245
7	Berlín Pescadero	PES-01	Quebrada Pescadero	1286828	1132247

Para la determinación de los pesticidas en los diferentes puntos, se analizó la concentración de los pesticidas organoclorados y organofosforados, durante las dos campañas principales de monitoreo de calidad del agua.

Tabla 67. Fechas de campañas de monitoreo de pesticidas

PUNTO DE MONITOREO	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 1	FECHA DE MUESTREO CAMPAÑA 2
QA – 02	29/06/2023	20/10/2023
QA - 01	29/06/2023	20/10/2023
RJ - 01	29/06/2023	20/10/2023
AP-01	26/06/2023	23/10/2023
GU-01	11/07/2023	18/10/2023
SL-05	27/06/2023	18/10/2023
PES-01	29/06/2023	20/10/2023

Para definir los límites máximos permisibles de concentraciones de los pesticidas se tomó el criterio máximo admisible del Decreto 1598 de 1984, en el artículo 45 para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna en aguas dulces cálidas, para plaguicidas organoclorados y organofosforados.

Tabla 68. Resultados de la concentración de pesticidas organoclorados

<b>PESTICIDAS ORGANOCOLORADOS (mg/L)</b>			
<b>PUNTO</b>	<b>CAMPAÑA 1</b>	<b>CAMPAÑA 2</b>	<b>Limite normativo Dec. 1594, Art. 45</b>
<b>QA - 02</b>	<0.000047	<0.000047	
<b>QA - 01</b>	<0.000047	<0.000047	
<b>RJ - 01</b>	<0.000047	<0.000047	
<b>AP-01</b>	<0.000047	<0.000047	0.001 mg/L
<b>GU-01</b>	<0.000047	<0.000047	
<b>SL-05</b>	<0.000047	<0.000047	
<b>PES-01</b>	<0.000047	<0.000047	

No se encontraron concentraciones significativas de pesticidas organoclorados que superan el límite de cuantificación del laboratorio contratado. En otras palabras, los puntos monitoreados no presentaron concentraciones de pesticidas organoclorados superiores al límite admisible por la norma.

Tabla 69. Resultados de la concentración de pesticidas organofosforados

<b>PESTICIDAS ORGANOFOSFORADOS (mg/L)</b>			
<b>PUNTO</b>	<b>CAMPAÑA 1</b>	<b>CAMPAÑA 2</b>	<b>Limite normativo Dec. 1594, Art. 45</b>
<b>QA - 02</b>	<0.000176	<0.000176	
<b>QA - 01</b>	<0.000176	<0.000176	
<b>RJ - 01</b>	<0.000176	<0.000176	
<b>AP-01</b>	<0.000176	<0.000176	0.05 mg/L
<b>GU-01</b>	<0.000176	<0.000176	
<b>SL-05</b>	<0.000176	<0.000176	
<b>PES-01</b>	<0.000176	<0.000176	

No se encontraron concentraciones significativas de pesticidas organofosforados que superan el límite de cuantificación del laboratorio contratado. En otras palabras, los puntos monitoreados no presentaron concentraciones de pesticidas organoclorados superiores al límite admisible por la norma.

En conclusión, durante las campañas realizadas no se determinaron concentraciones de pesticidas organoclorados, ni organofosforados, por fuera de los límites máximos



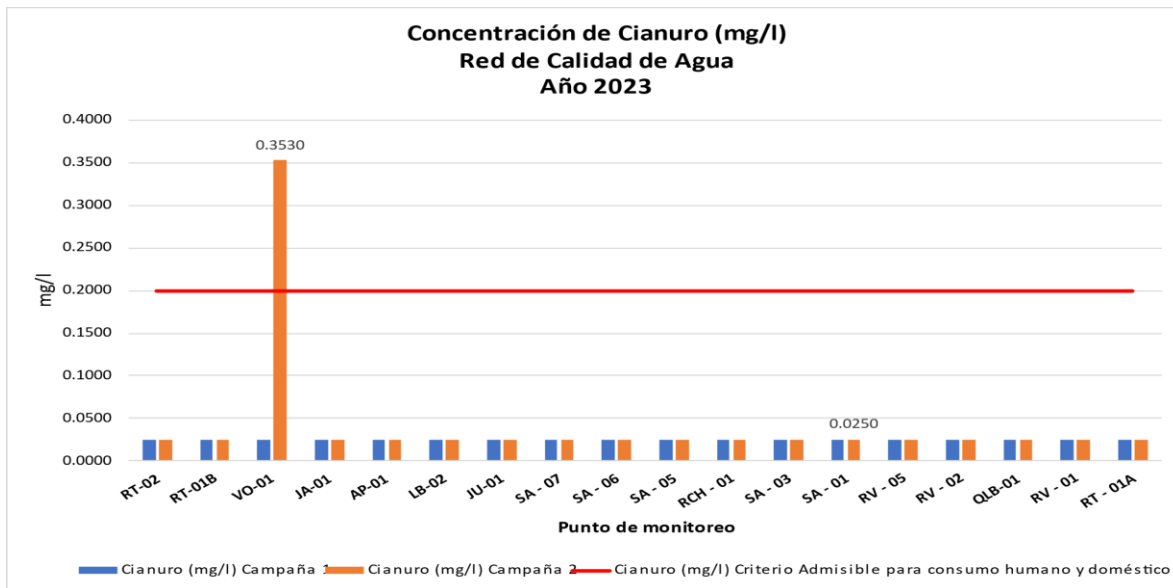
admisibles por el Decreto 1594 de 1984 sobre los puntos monitoreados en las dos épocas evaluadas.

## **2.6. CIANURO Y METALES PESADOS EN LA UNIDAD HIDROGRÁFICA DEL RÍO SURATA – RED DE CALIDAD**

La CDMB, entre sus compromisos, estableció los objetivos de calidad mediante el Acuerdo del Consejo Directivo N° 1075 de 2006 para las principales corrientes y tramos de corrientes del área de jurisdicción donde se encuentran los Objetivos de Calidad para el río Surata al cual se le estableció Uso Doméstico en el tramo comprendido entre el nacimiento y el punto SA-03 y Uso Estético en el tramo de SA-03 a SA-01, para el Río Tona el 28 de diciembre de 2023 se adoptó el PORH del Río Tona mediante la resolución 1901 de 2023 con la actualización de Objetivos de calidad de la corriente. Es importante tener en cuenta que los Objetivos de Calidad establecidos para la corriente principal son aplicables a sus tributarios.

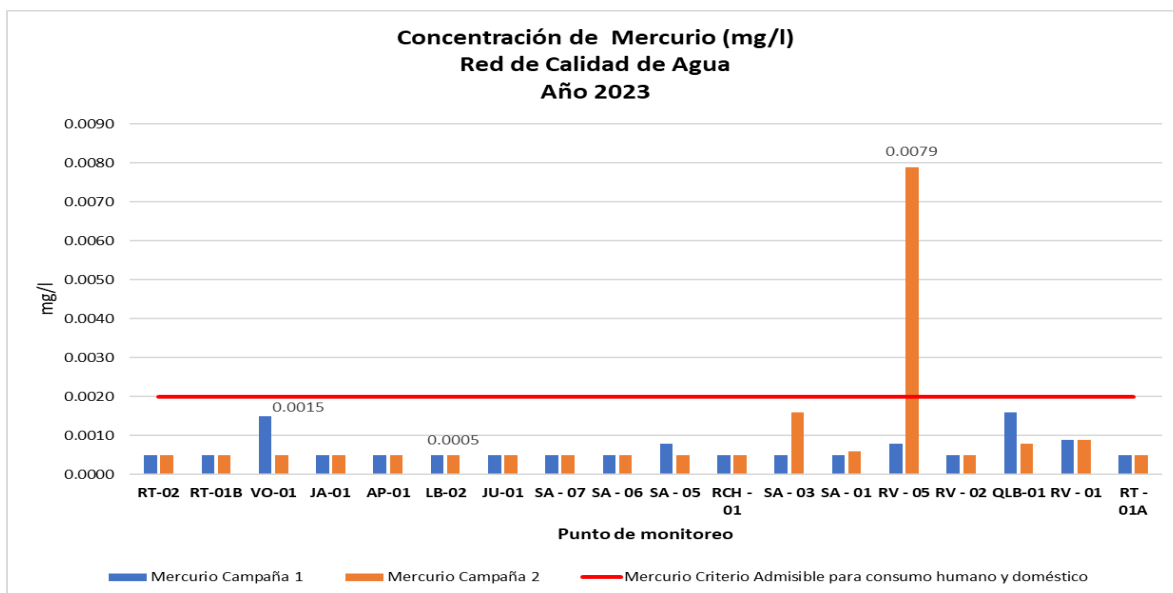
A continuación, de la Gráfica 42 hasta la Gráfica 54 muestran los resultados obtenidos para los parámetros cianuro y los metales Mercurio, Cadmio, Arsénico, Zinc, Cobre, Cromo, Plomo, Aluminio, Hierro, Manganeso, Níquel y Uranio para el año 2023.

Los resultados obtenidos para la determinación de cianuro, tiene como criterio de comparación los límites máximos permisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico acorde al decreto 1594 de 1984, artículo 38, el cual indica que el cianuro debe estar por debajo del 0.200 mg/L. De la gráfica se puede observar que solo se obtuvo concentraciones superiores al límite en el punto VO-01 para la segunda campaña realizada en octubre, por lo que es importante realizar mayor seguimiento en el mismo.



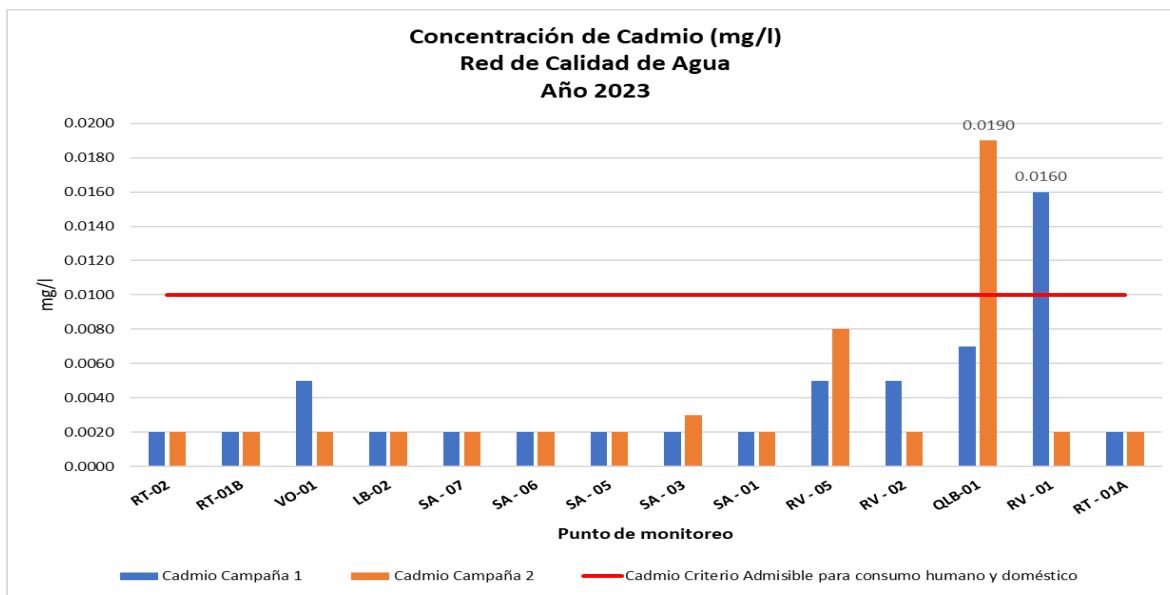
Gráfica 42. Cianuro en zona minera

Por otro lado, como se evidencia en la gráfica 43, se analizó la concentración de mercurio en los dieciocho (18) puntos de la zona minera, observando un incumplimiento en el punto RV-05 del Río Vetas en la segunda campaña, el cual **No Cumple** con las concentraciones permitidas ya que el mercurio sobrepasa la norma de 0.002 mg/L (Decreto 1594 de 1984).



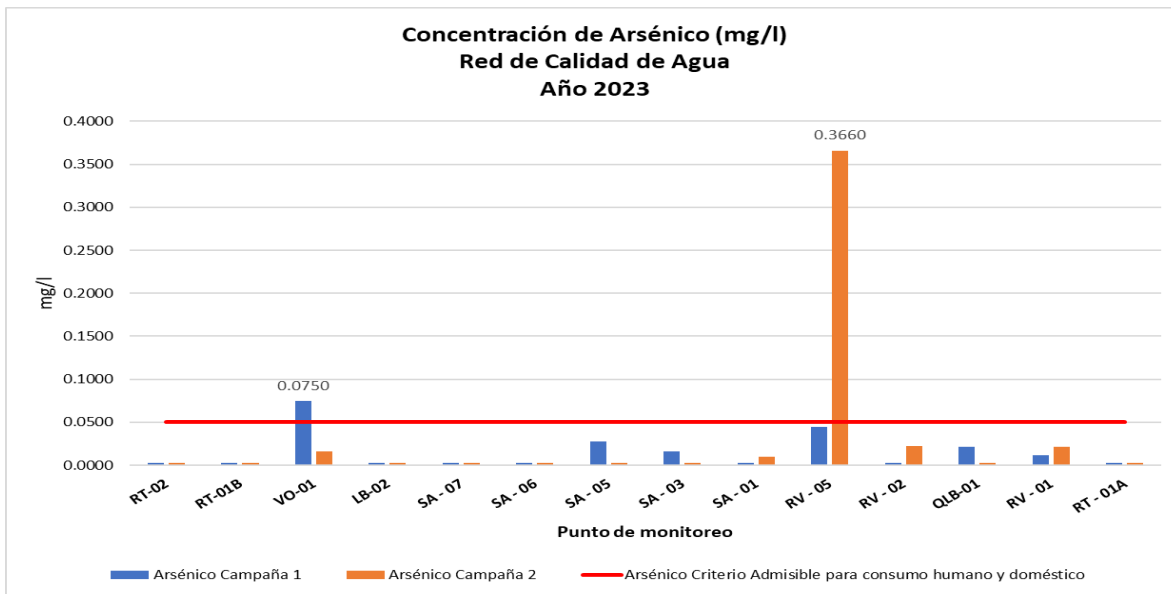
Gráfica 43. Mercurio en zona minera.

Hay que mencionar, además, las variables Arsénico, Cadmio, Zinc, Cobre, Cromo y Plomo, se evaluaron con respecto al Decreto 1594 de 1984 para consumo humano y uso doméstico.



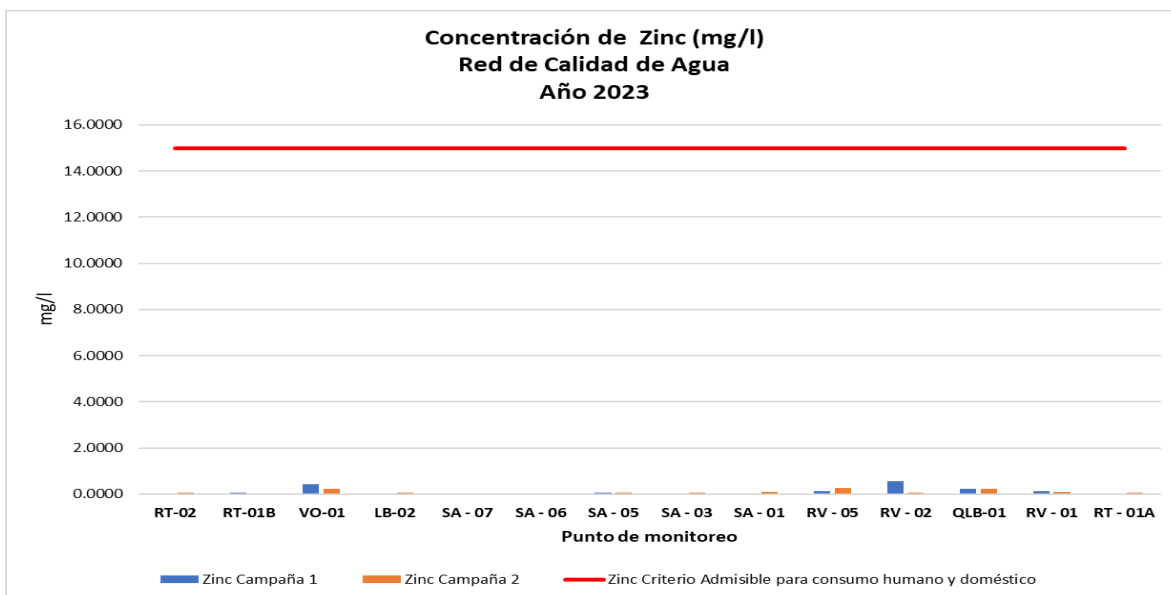
Gráfica 44. Cadmio en zona minera.

La gráfica 44, refleja los resultados de las concentraciones de cadmio en las dos campañas realizadas en el 2023, aquí se puede observar como en el punto QLB-01 para la segunda campaña y el punto RV-01 en la primera campaña sobrepasan los límites normativos de 0.01 mg/L para la concentración de este metal, acorde al Decreto 1594 de 1984.

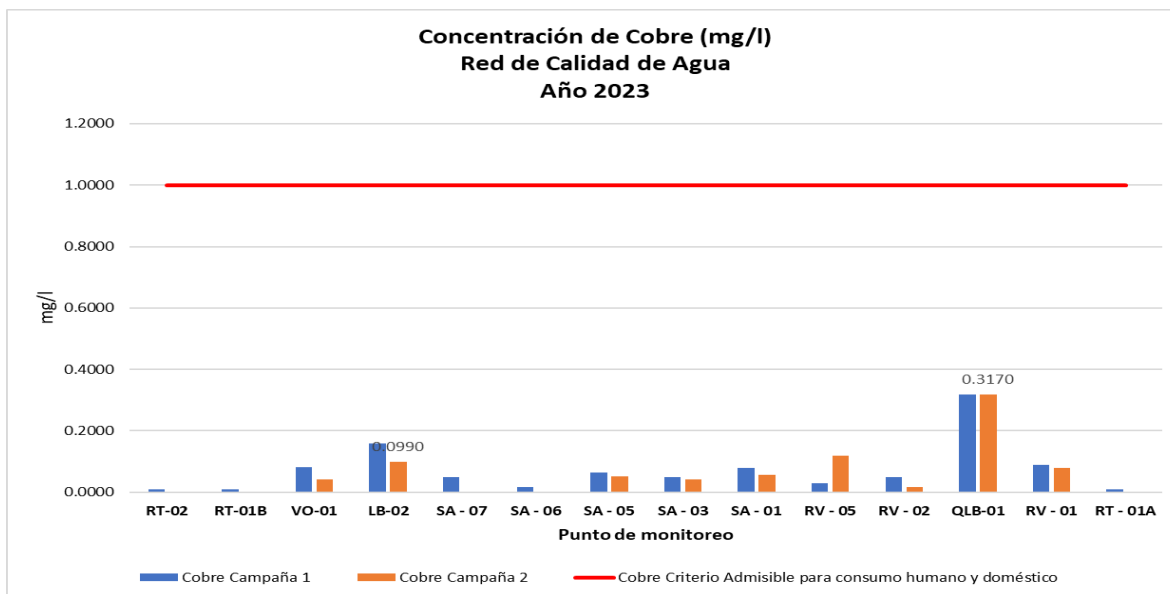


Gráfica 45. Arsénico en zona minera.

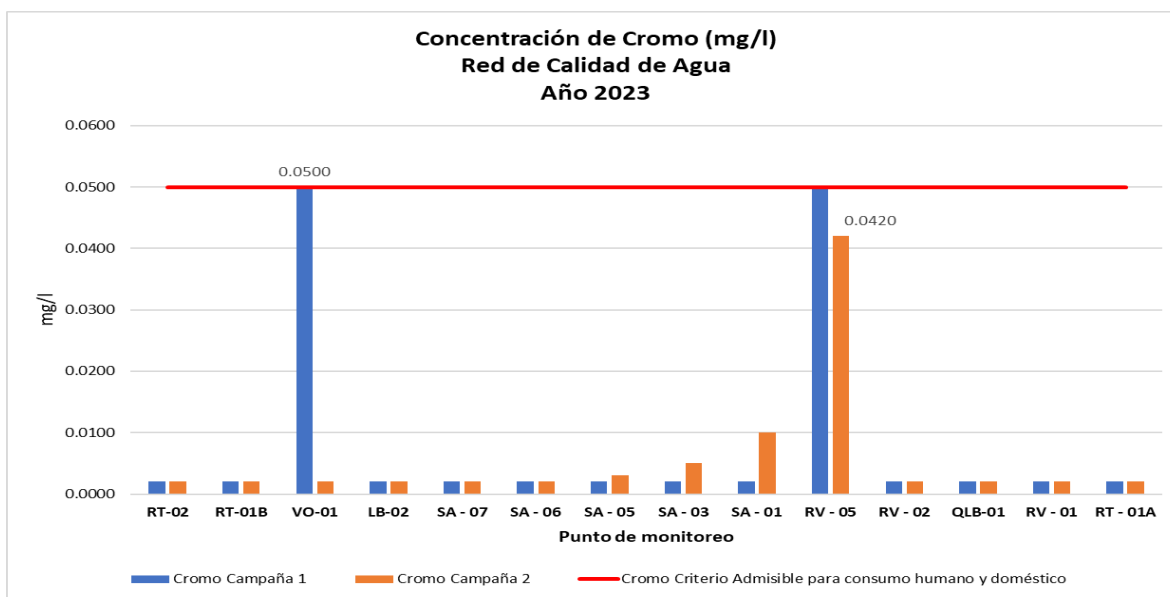
El arsénico en los diferentes puntos (gráfica 45), presento altas concentraciones superando la normatividad de 0.05 mg/L, en los puntos VO-01 para la primera campaña y de manera significativa en el punto RV-05 en la segunda campaña.



Gráfica 46. Zinc en zona minera.



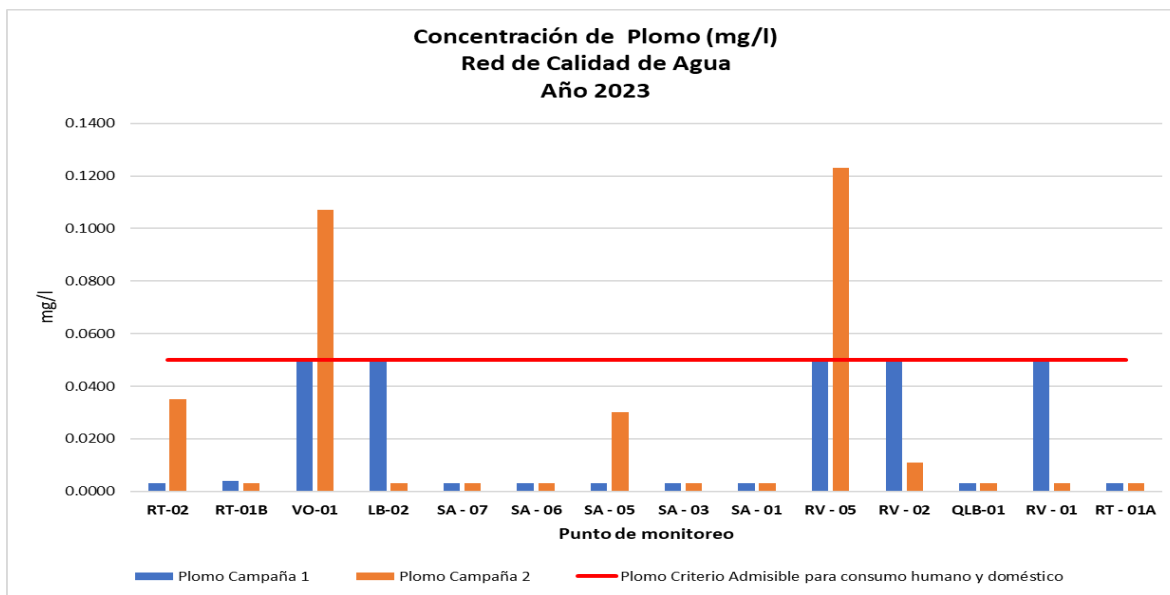
Gráfica 47. Cobre en zona minera.



Gráfica 48. Cromo en zona minera.

Como se presentan las gráficas 46, 47 y 48, las concentraciones de zinc, cobre y cromo respectivamente, se encuentran dentro de los límites permisibles sobre el recurso hídrico dispuesto en el decreto 1594 de 1984 para uso doméstico. Sin embargo, es de denotar

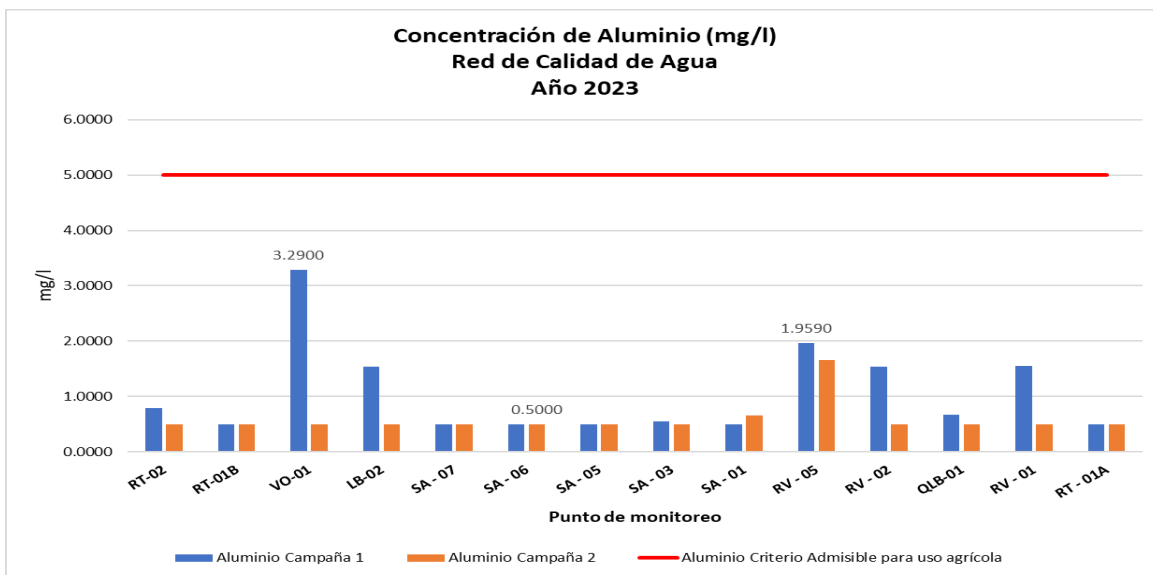
que las concentraciones de cromo para el punto VO-05 y RV-05 están sobre el límite máximo permisible, por lo que requiere que se continúe realizando seguimiento a estas corrientes.



Gráfica 49. Plomo en zona minera.

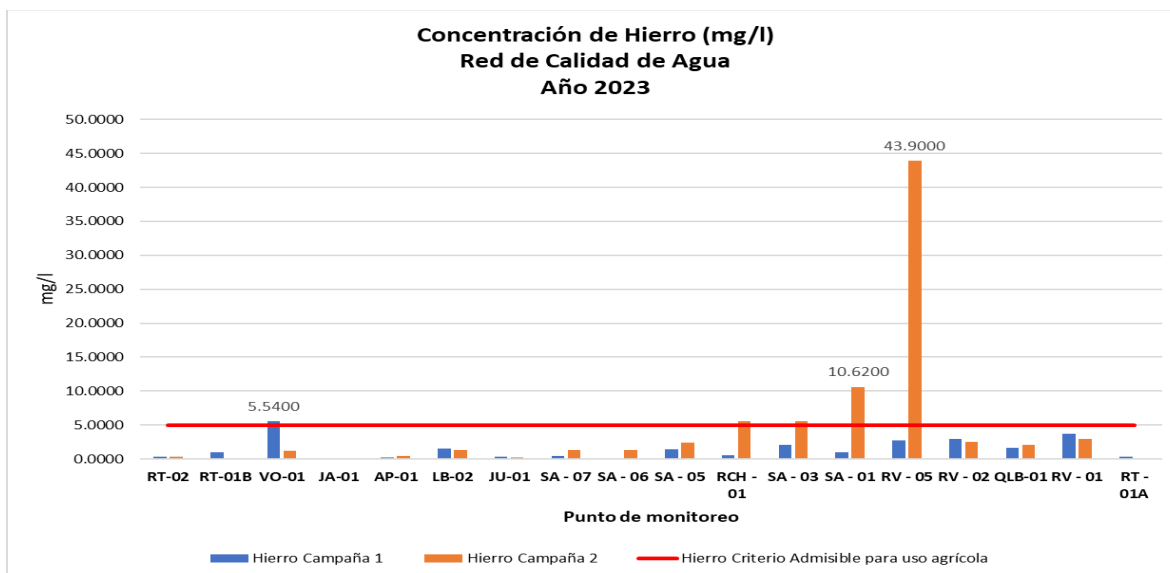
En relación al plomo, se determinaron concentraciones superiores al 0.05 mg/L, valor máximo permisible, para los puntos VO-01 y RV-05, por lo que es importante seguir monitoreando ya que el plomo en altas concentraciones puede causar daño al cerebro y a los riñones y puede interferir con la producción de los glóbulos rojos que llevan el oxígeno a todas las partes del cuerpo.

En el caso de las variables aluminio, hierro, manganeso y níquel se evaluaron con respecto al Decreto 1594 de 1984 para uso agrícola.



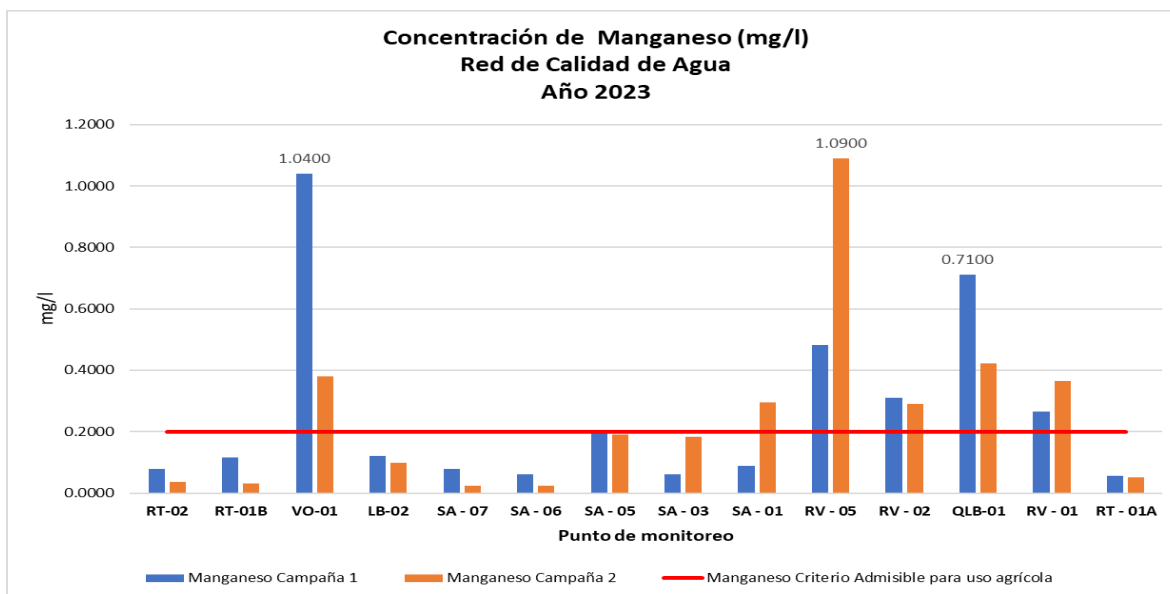
Gráfica 50. Aluminio en zona minera.

Para evaluar los resultados de las concentraciones de aluminio se tuvo los límites admisibles para uso agrícola, dispuestos en el decreto 1594 de 1984. Para los puntos de monitoreo evaluado se determinó que las concentraciones se encuentran dentro los límites permisibles sin embargo en algunos puntos se observaron variaciones significativas como lo son los puntos VO-01, RV-02, y RV-01.



Gráfica 51. Hierro en zona minera.

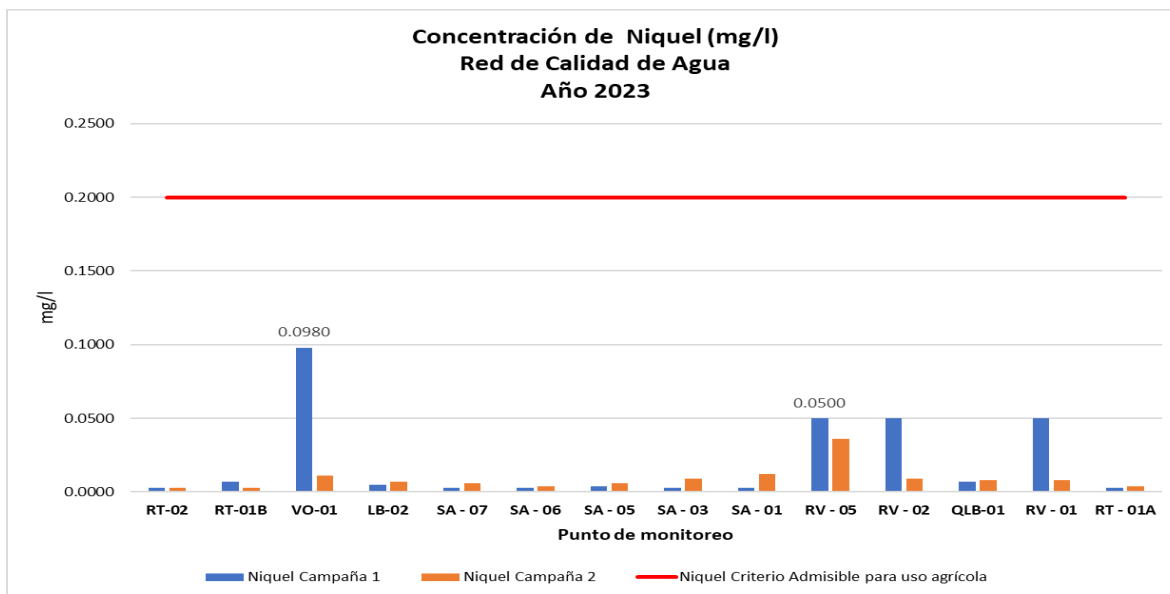
Al igual que con el parámetro de aluminio, para las concentraciones del hierro en los puntos evaluados, se tuvo en cuenta el criterio máximo permisible para uso agrícola, en los cuales se determinó que se obtuvieron concentraciones altas para los puntos VO-01, RCH-01, SA-03, SA-01 y RV-05, lo que se sugiere realizar seguimiento a la zona para determinar las causas de los cambios de concentración de este metal de manera significativa.



Gráfica 52. Manganeso en zona minera.

La concentración de manganeso presente en los puntos VO-01, SA-01, RV-05, RV-02, QLB-01 y RV-01, superan los límites máximos permisibles para uso agrícola, por lo que es importante continuar con el monitoreo de los diferentes puntos ya que presentó un incremento de las concentraciones a diferencia de los resultados reportados en el año 2022.

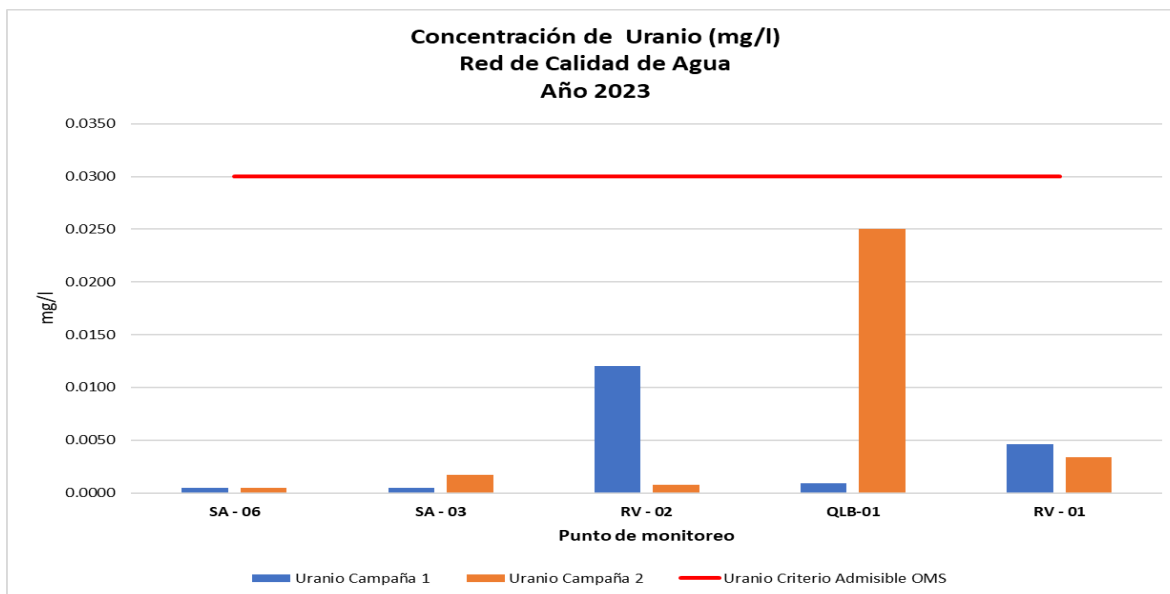




*Gráfica 53. Níquel en zona minera.*

Con respecto a la concentración de níquel, teniendo en cuenta los criterios admisibles para uso agrícola con base en el decreto 1594 de 1984, todos los puntos monitoreados se encuentran por debajo del límite máximo permisible.

Por último, se evaluó la concentración de uranio en algunos puntos de la subcuenca de Suratá, tales como SA-06, SA-03, RV-02, QLB-01 y RV-01, para evaluar este criterio se tuvo en cuenta un análisis comparativo con las guías de calidad para consumo de agua de la Organización Mundial de la Salud (OMS), edición 2022, donde el límite máximo permisible es de 0.03 mg U/L. Al analizar los resultados se obtuvo que para ningún punto la concentración supera la norma, sin embargo, es la primera vez que se evalúa este parámetro por lo que es importante continuar con el monitoreo de este metal para confirmar que no aparezca una presencia significativa sobre las corrientes superficiales en la zona minera.

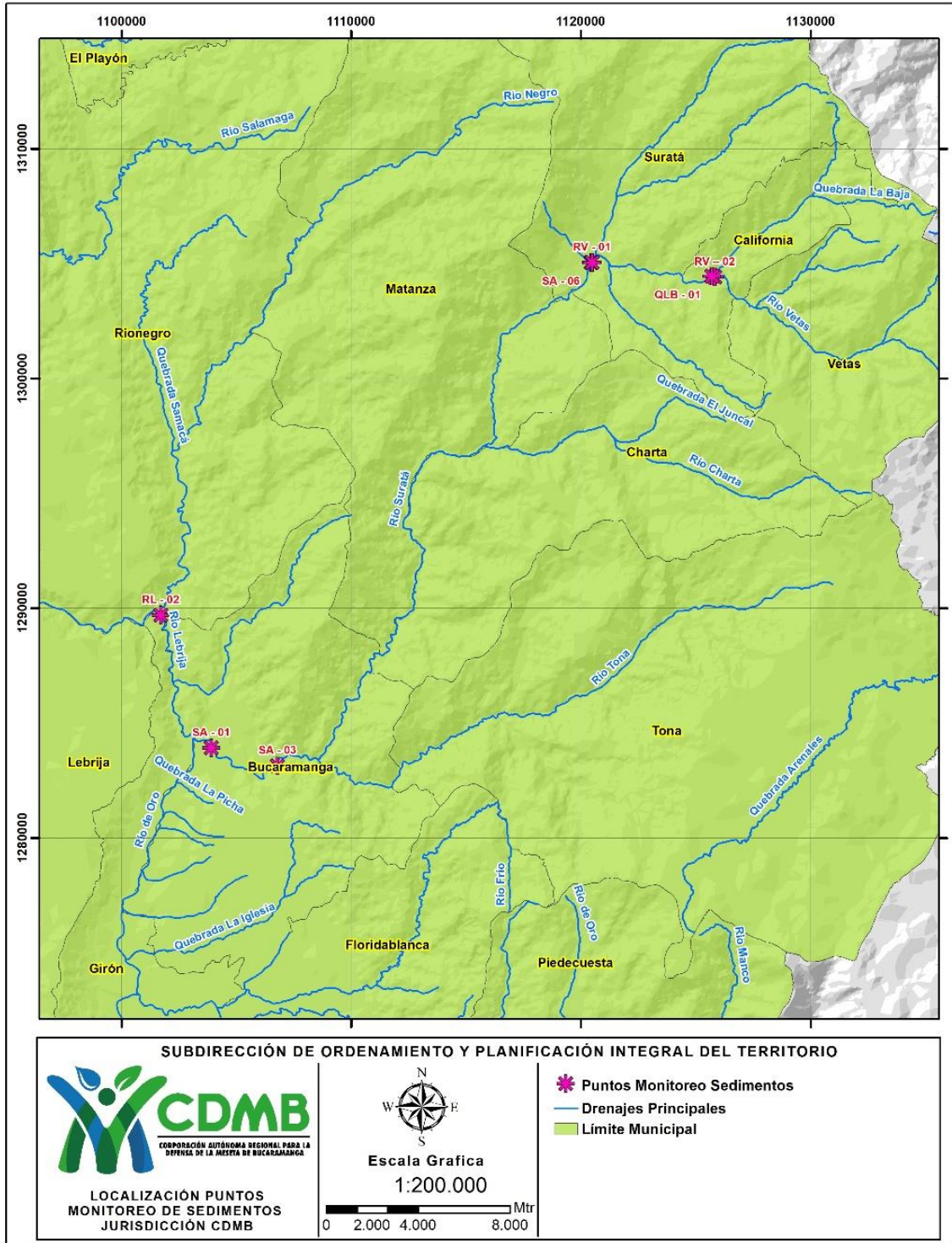


Gráfica 54. Uranio en zona minera.

### 3. MONITOREO DE SEDIMENTOS – RED DE CALIDAD

La CDMB, con el fin de realizar la modernización de la red de calidad de monitoreo de calidad del agua, estableció dentro del marco del PIRMA, la implementación del monitoreo de sedimentos. El objetivo del monitoreo de sedimentos en cuanto a calidad, se asocia a la presencia de metales pesados provenientes de la relación fisicoquímica y biológica con la fase acuosa de la corriente hídrica. Tanto la calidad como la cantidad se relacionan con la toxicidad que puede causar en la salud humana y en el ecosistema.

De acuerdo a lo anterior, en las dos (2) campañas de monitoreo de la red de calidad del agua, se incluyó la toma de muestras sedimentos, los puntos se ven identificados en el Mapa 155.



Mapa 15. Ubicación de puntos de monitoreo de sedimentos año 2023, Jurisdicción de la CDMB.

A continuación, se describen los puntos monitoreados en toma de muestra puntual, para evaluar los parámetros fisicoquímicos de los sedimentos.

*Tabla 70. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad en sedimentos CDMB*

ID	ESTACIÓN	CÓDIGO ESTACIÓN	FUENTE	Y (NORTE)	X (ESTE)
1	Loma Redonda	RV - 02	Río Vetas	1304410	1125835
2	Loma Redonda (La Baja)	QLB - 01	Quebrada La Baja o Páez	1304455	1125711
3	Puente Pánaga	RV - 01	Río Vetas	1305048	1120508
4	Pánaga	SA - 06	Río Surata	1305053	1120446
5	Zaragoza	SA-03	Río Surata	1283314	1106774
6	Bavaria	SA - 01	Río Surata	1283912	1103921
7	Bocas	RL - 02	Río Lebrija	1289688	1101719

### 3.1. PARÁMETROS EVALUADOS

En la orilla de los ríos se forman depósitos de arena, por lo tanto, se realizó muestreo de este material en los siete (7) puntos consignados en la Tabla 7070. Igualmente, se determinó la composición granulométrica y metales en las dos (2) campañas de monitoreo realizadas durante el año 2023.

Los parámetros fisicoquímicos definidos para el monitoreo de depósito de sedimento de arena en la orilla del río fueron los siguientes (Tabla 7171):

*Tabla 71. Parámetros evaluados fisicoquímicos en sedimentos*

Parámetros Físico y químicos	Unidades
Granulometría	% en peso
Cobre	mg /L
Arsénico	mg /L
Bario	mg /L
Cadmio	mg /L
Cromo	mg /L
Mercurio	mg /L
Plomo	mg /L
Selenio	mg /L

Parámetros Físico y químicos	Unidades
Zinc	mg /L
Vanadio	mg /L

Actualmente, Colombia no cuenta con una normatividad para poder realizar una comparación del estado de las concentraciones de metales en los diferentes sedimentos monitoreados, sin embargo, se recurre a normatividad internacional, por lo que se tomaran como límites máximos, los límites normativos referenciados en el Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life, edición 1999, como directrices de calidad interinas para sedimentos acorde a estudios de efectos biológicos adversos por diferentes concentraciones de los metales.

## **3.2. RESULTADOS DEL MONITOREO DE SEDIMENTOS 2023**

### **3.2.1. Resultados de granulometría**

En Tabla 7272 se indican los resultados de granulometría obtenidos en las dos campañas de monitoreo realizadas de la red de calidad, al igual que los caudales de la corriente hídrica, los cuales pueden estar correlacionados en el comportamiento de los sedimentos:

Tabla 72. Resultados de granulometría en sedimentos

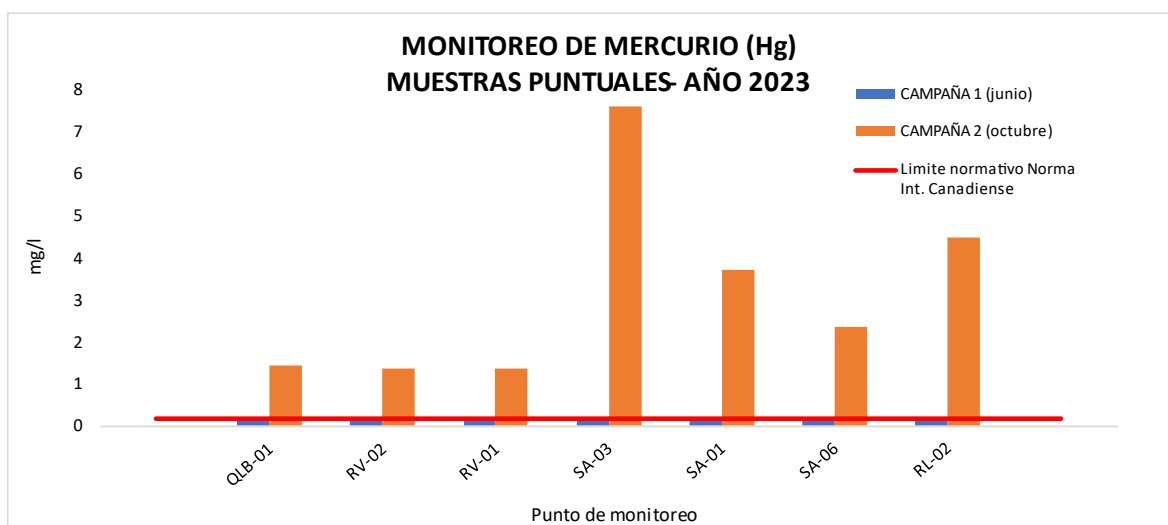
GRANULOMETRÍA (%)												
PUNTO	Malla #16 (1.190 mm)		Malla #30 (0.595 mm)		Malla #50 (0.297 mm)		Malla #100 (0.149 mm)		Malla #200 (0.074 mm)		Porcentaje de fondo	
	CAMPAÑA	CAMPAÑA	CAMPAÑA	CAMPAÑA	CAMPAÑA	CAMPAÑA	CAMPAÑA	CAMPAÑA	CAMPAÑA	CAMPAÑA	CAMPAÑA	CAMPAÑA
	1 (junio)	2 (octubre)	1 (junio)	2 (octubre)	1 (junio)	2 (octubre)	1 (junio)	2 (octubre)	1 (junio)	2 (octubre)	1 (junio)	2 (octubre)
QLB-01	11.25	0.14	25.94	3.11	37.34	19.32	20.96	40.93	3.95	30.94	0.56	5.56
RV-02	7.42	0.36	34.61	3.24	36.86	20.51	17.22	48.78	3.5	22.89	0.38	4.21
RV-01	2.29	1.1	11.5	7.23	26.94	16.74	44.85	40.55	12.31	30.33	2.11	4.05
SA-03	0.23	3.81	6.97	54.55	50.21	32.05	32.91	7.09	8.45	1.27	1.23	1.22
SA-01	0.22	0.09	2.41	3.78	27.95	22.33	50.71	51.81	16.12	19.67	2.59	2.32
SA-06	17.8	3.81	31.81	9.41	27.29	15.55	16.17	26.26	5.67	35.14	1.25	9.83
RL-02	13.62	8.62	0.36	7.13	1.64	2.13	11.81	35.12	46.14	48.59	33.44	5.83

Tabla 73. Resultados de caudales de aforo líquido de las corrientes donde se realizó toma de muestra de sedimentos.

PUNTO	Caudal agua (m <sup>3</sup> /s)		Variación de caudal entre campañas
	CAMPAÑA 1 (junio)	CAMPAÑA 2 (octubre)	
QLB-01	0.534	0.764	Aumento el caudal
RV-02	1.505	1.589	Aumento el caudal
RV-01	2.401	2.648	Aumento el caudal
SA-03	8.435	5.512	Disminuyo el caudal
SA-01	4.948	6.235	Aumento el caudal
SA-06	3.515	5.407	Aumento el caudal
RL-02	13.624	8.617	Disminuyo el caudal

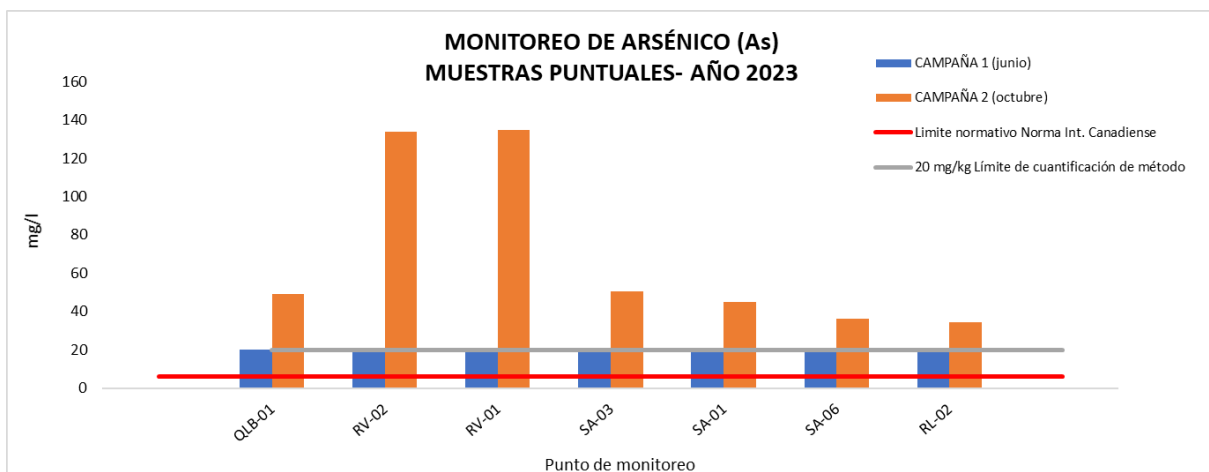
En la Tabla 7273 se puede observar que en los puntos QLB-01, RV-02, RV-01 y SA-06 hay una tendencia en la disminución en el tamaño de las partículas de los sólidos para las mallas #16, #30 y #50, y un aumento en las partículas finas para las demás mallas, esto posiblemente efectuado por dos motivos, ya sea por la época de lluvias en octubre y el aumento del caudal de la corriente hídrica lo que puede ocasionar mayor flujo de las partículas sedimentadas y un aumento en la disolución de las mismas, incrementando la superficie de contacto del sedimento.

### 3.2.2. Metales pesados en sedimentos – Red de calidad



Gráfica 55. Concentración de mercurio en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.

Al evaluar la concentración de mercurio en los sedimentos de diferentes puntos como se observa en la Gráfica 55, para la primera campaña, no se detectaron concentraciones que superaran el límite normativo de las guías internacionales canadienses en calidad de sedimentos para la protección de la vida acuática (0,17 mg Hg/kg). Sin embargo, para la segunda campaña se encontraron concentraciones superiores al límite normativo para todos los puntos evaluados. Este efecto podría estar relacionado al crecimiento de los niveles de las corrientes hídricas a causa de la época de lluvias, lo que genera mayor remoción de los sedimentos y todo el material cubierto por capas de arenas que deja expuesto en la superficie todo el mercurio bioacumulado.

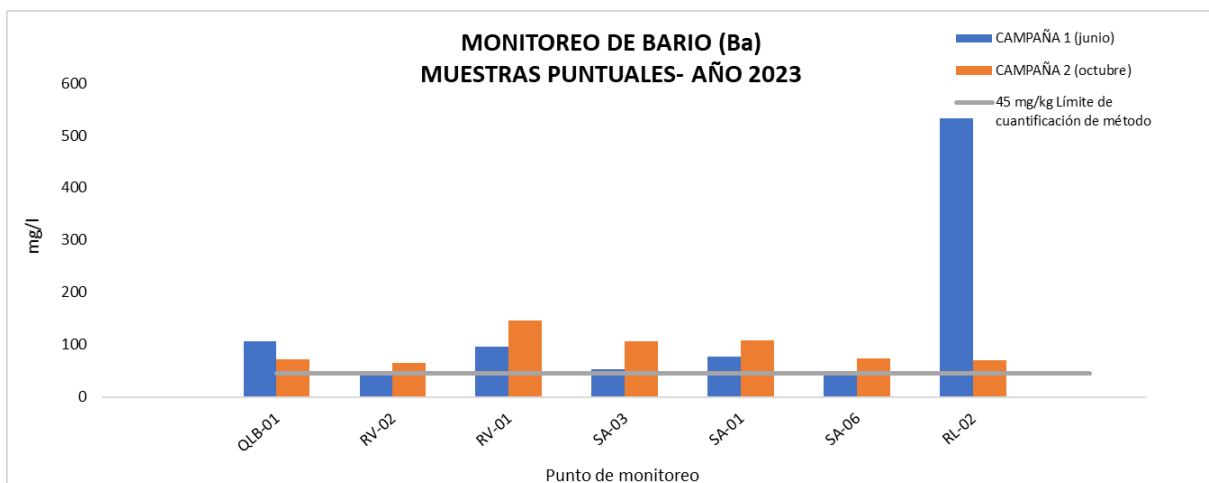


Gráfica 56. Concentración de arsénico en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.

En la determinación de arsénico para la primera campaña se desconoce las concentraciones reales debido a que el laboratorio contratado maneja un límite de cuantificación (20 mg As/kg) superior al límite máximo permisible normativo internacional de Canadá, que corresponde a 5,9 mg As/kg, por lo que no se puede confirmar si las concentraciones de arsénico efectivamente superan este límite en los diferentes puntos evaluados. Sin embargo, para la segunda campaña se obtuvieron concentraciones más altas al límite de cuantificación y al límite normativo. Al igual que los resultados hallados para el parámetro mercurio, es posible que, por la época de lluvias, cause una movilidad de los sedimentos, y salga

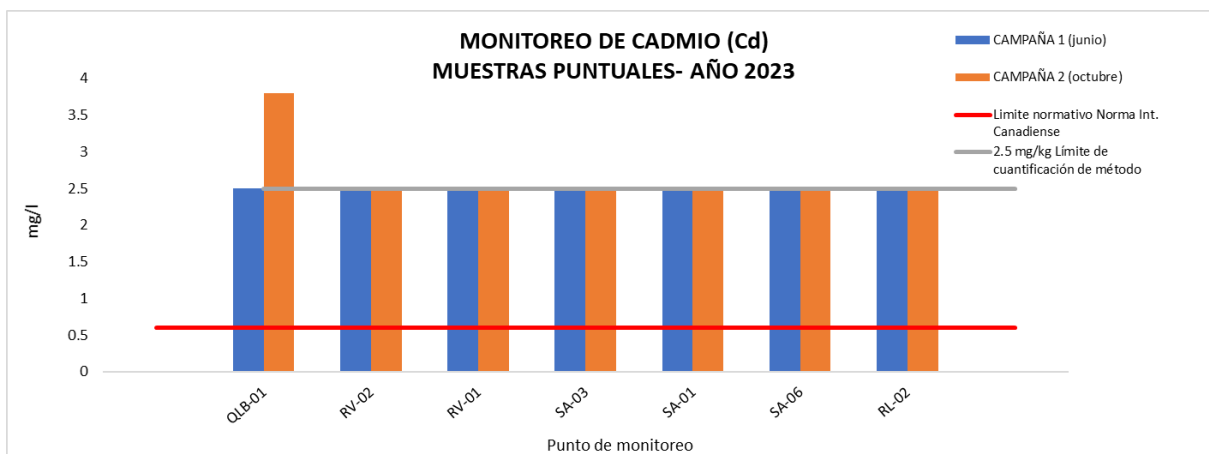


a exposición la acumulación de arsénico en ellos.



Gráfica 57. Concentración de bario en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.

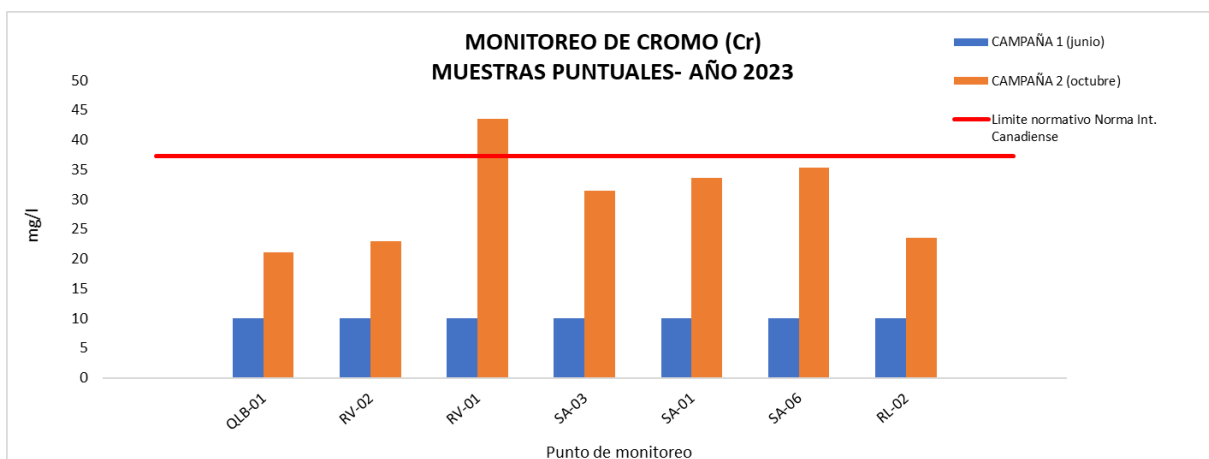
El parámetro de Bario no cuenta con un límite normativo internacional canadiense en sedimentos, sin embargo, es importante resaltar que en el río Lebrija en el punto RL-02 en la primera campaña presento concentraciones altas de bario. Con respecto a los demás puntos, se presentó un incremento de concentración para los puntos RV-02, RV-01, SA-03, SA-06 para la segunda campaña. Con el punto QLB-01 se detectó concentraciones de bario en las dos campañas realizadas.



Gráfica 58. Concentración de cadmio en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.

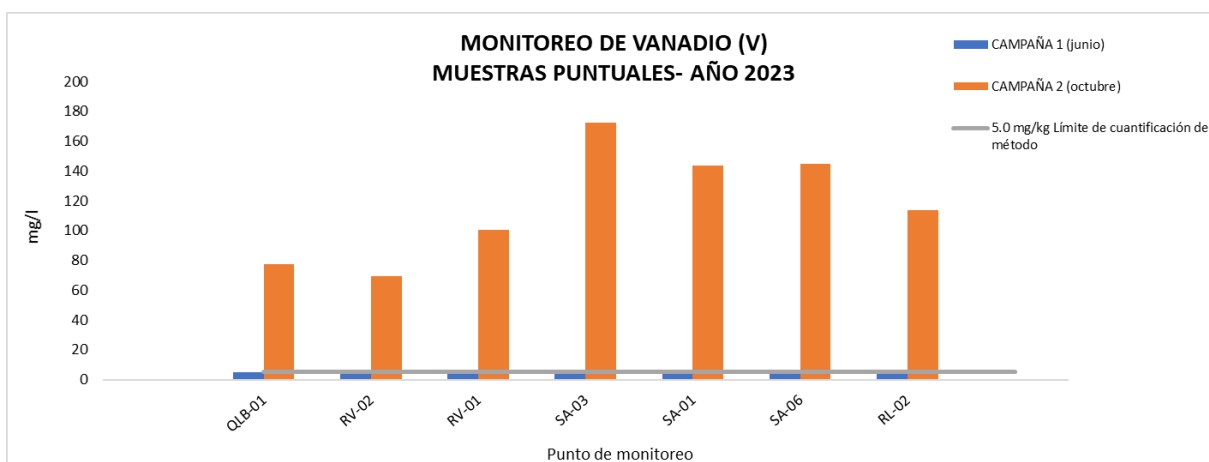
Los resultados obtenidos para la determinación de cadmio estuvieron por debajo

del límite cuantificable por lo cual no fue posible analizar, a excepción del resultado obtenido para la segunda campaña en el punto QLB-01, el cual arroja un resultado cuantificable por encima del límite normativo canadiense (2,5 mg Cd/kg).



Gráfica 59. Concentración de cromo en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.

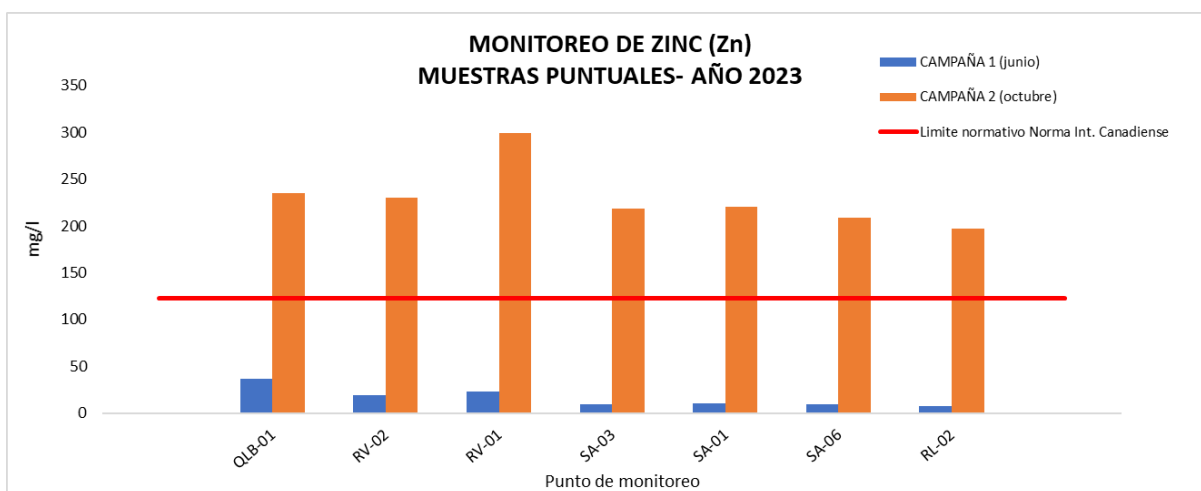
Respecto a la presencia de cromo, se observó que en el punto RV-01 para la segunda campaña, la concentración de cromo alcanzó un valor de 43,51 mg/kg el cual está por encima del límite normativo internacional (37,3 mg Cr/kg).



Gráfica 60. Concentración de vanadio en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.

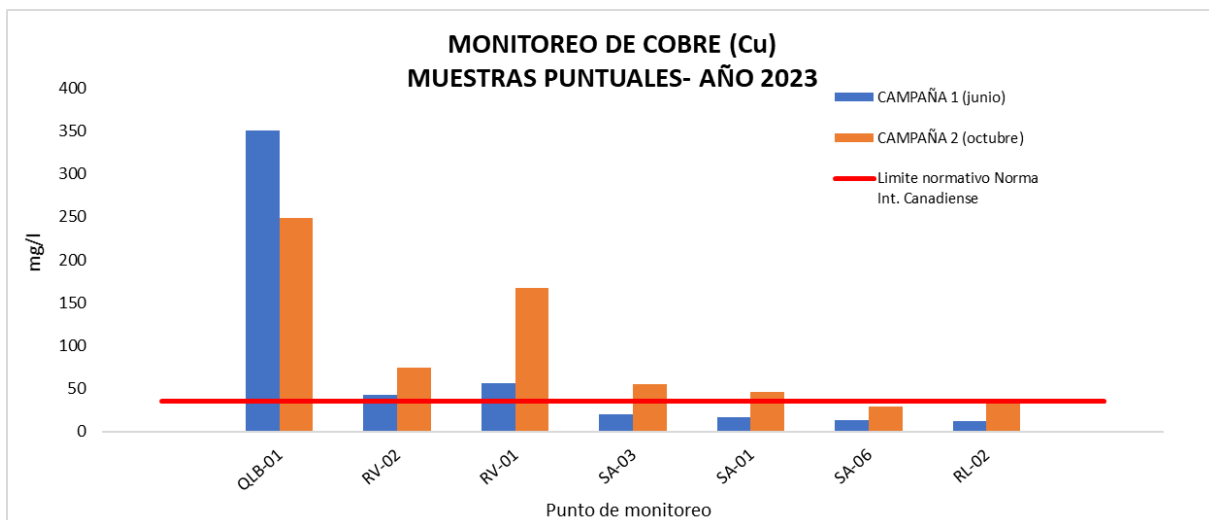
Los resultados obtenidos con la determinación de vanadio en los sedimentos indica claramente una diferencia significativa entre la primera campaña y la segunda, ya

que hay un incremento de concentración del metal, dado por el movimiento de los sedimentos en la época de lluvias del año al incrementar los caudales, lo que deja expuesto los metales que se hayan sedimentado previamente en épocas de sequía. La concentración más alta de vanadio se observó en el SA-03 del río Surata con un valor de 172,22 mg V/kg.



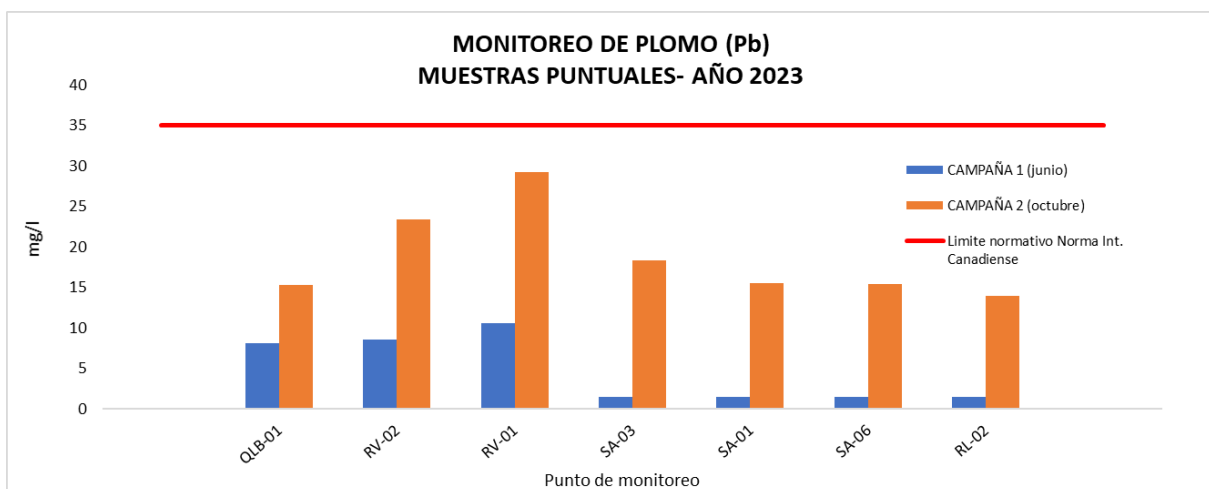
Gráfica 61. Concentración de zinc en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.

La presencia de zinc en los sedimentos de los puntos monitoreados, aumentó significativamente en la segunda campaña, en la época de lluvias, donde todos los puntos monitoreados superan el límite máximo permisible por la normatividad internacional (123 mg Zn/kg). El zinc causa en el ser humano dolores de cabeza, pérdida de apetito, y el consumo prolongado afecta el sistema inmunitario y los niveles de colesterol “bueno” (HDL) entre otros efectos principalmente.



Gráfica 62. Concentración de cobre en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.

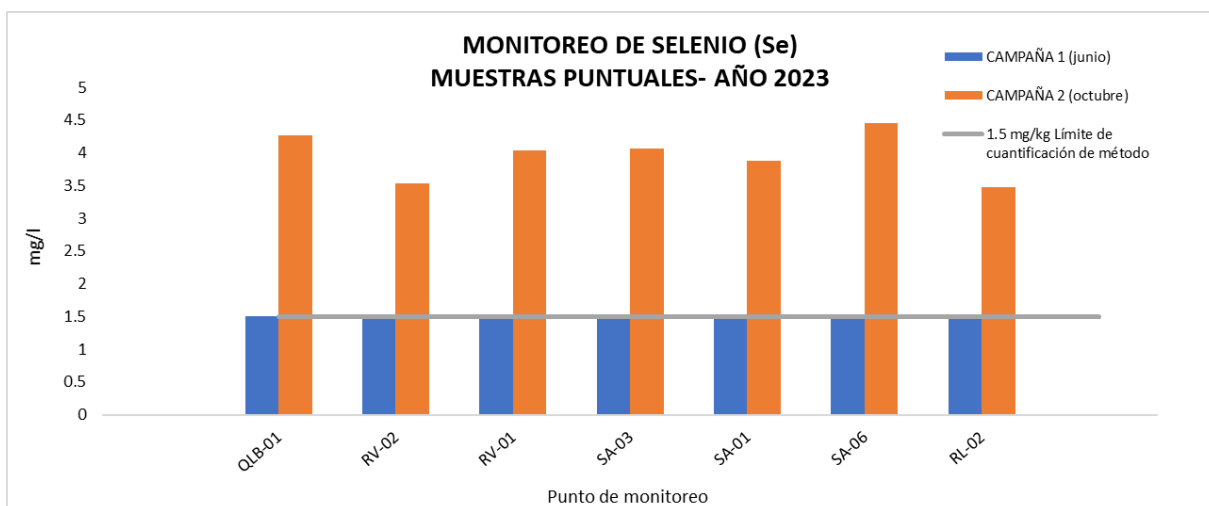
Las concentraciones de cobre en los puntos QLB-01, RV-02 y RV-01 presentaron concentraciones de cobre superiores al límite máximo permisible de la norma internacional (35.7 mg Cu/kg), tanto en la primera como segunda campaña. El punto SA-01 presentó solo concentraciones superiores de cobre al límite permisible en la segunda campaña. El único punto que contuvo concentraciones inferiores al límite máximo permisible fue el Río Lebrija RL-02.



Gráfica 63. Concentración de plomo en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.

Al realizar el monitoreo de plomo en los sedimentos, se obtuvo que en ningún punto de monitoreo se supera el límite máximo permitido internacionalmente en la norma

canadiense (35 mg Pb/kg), sin embargo, se puede observar un cambio sustancial de concentración entre la primera campaña con la segunda en todos los puntos evaluados.



Gráfica 64. Concentración de selenio en sedimentos de las corrientes hídricas evaluadas.

Actualmente no existe un límite normativo para la concentración máxima permitida de selenio en sedimentos frente a su toxicidad a nivel internacional, sin embargo, se puede observar en la gráfica que en la segunda campaña se observa un incremento de su concentración lo que podría ser por causa de la remoción de los sedimentos por el aumento de los caudales por ser época de lluvias, lo que hace sobre saltar la concentración depositada del metal durante el año.

#### 4. MONITOREO DE METALES EN LA UNIDAD HIDROGRÁFICA DEL RÍO SURATÁ

En la parte alta de Unidad Hidrográfica del Río Suratá con el fin de realizar la extracción del oro en la zona se desarrollan actividades de minería, en la cual durante el proceso de extracción hacen uso de sustancias tóxicas para el medio ambiente y el ser humano como es el caso del mercurio, con límites de toxicidad por consumo entre 50 a 150  $\mu\text{g}/\text{día}$  (Ellemhorn MJ. Medical Toxicology. 2nd Edition). El uso de esta sustancia se prohibió a partir del mes de julio de 2018 por la legislación colombiana mediante la Resolución del MADS N.º 1658 de 2013.

Para el año 2023, se monitorearon dieciséis (16) puntos en la Unidad Hidrográfica del Río Suratá. Se monitorearon Arsénico, Cadmio, Hierro, Mercurio y Plomo por tomas de muestra puntual en ocho (8) campañas. También, se realizó un seguimiento de sólo caudal y mercurio por 24 horas con toma de alícuotas cada dos (2) horas en diferentes campañas para los puntos de la quebrada la Baja (LB-02, QLB-01) y en el río Vetas (RV-02, RV-05).

En la Tabla 7474 y la Tabla 7575, se presentan los dieciséis (16) puntos de monitoreo, coordenadas, tipo y fechas de muestreo.

Tabla 74. Puntos de monitoreo – Suratá – para monitoreo de cianuro y metales pesados.

	Estación	Código CDMB	Coordenada X	Coordenada Y	Muestreo puntual	Muestreo 24 horas
1	La playa confluencia (Charta-Suratá)	RCH - 01	1115981	1297054	8	
2	Puente Tona	RT-01A	1116084	1285268	8	
3	Puente Pánaga	RV - 01	1120780	1305357	8	
4	Borrero	RV- 05	1132027	1301122	8	3
5	Loma Redonda	RV - 02	1125838	1304415	8	1
6	Bavaria	SA - 01	1103941	1283907	8	
7	Zaragoza (Bosconia)	SA - 03	1106774	1283144	8	
8	La Playa confluencia (Charta-surata)	SA - 05	1116170	1297202	8	
9	Pánaga	SA - 06	1120447	1305018	8	
10	Uña de Gato	SA - 07	1121395	1307446	8	
11	Loma Redonda (La Baja)	QLB-01	1125722	1304459	8	9
12	La Bodega	LB-02	1130015	1307954	8	6
13	El Juncal	JU-01	1122469	1297319	8	
14	Agua de Paramo	AP-01	1130050	1300698	8	
15	El Volcán	VO-01	1134673	1301217	8	
16	Jaimes	JA-01	1133277	1299777	8	

Tabla 75. Fechas de monitoreo de cianuro y metales pesados- Suratá.

Punto	Campaña								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha
	<b>Muestras puntuales</b>								
RV -05	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
RV-02	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
QLB-01	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
RV-01	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
LB-02	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***

Punto	Campaña								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha
Muestras puntuales									
SA-07	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
SA-06	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
SA-05	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
SA-03	24/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
SA-01	24/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
JU-01	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
AP-01	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
*VO-01	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
JA-01	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
RCH-01	21/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***
RT-01A	24/06/23	17/07/23	16/08/23	28/08/23	04/09/23	26/09/23	10/10/23	10/11/23	***

Muestras cada 2 horas por 24 Horas (Hg)									
QLB-01	22/06/23	07/07/23	18/07/23	17/08/23	29/08/23	05/09/23	27/09/23	07/11/23	11/10/23
LB-02	22/06/23	07/07/23	18/07/23	17/08/23	29/08/23	05/09/23	***	***	***
RV-05	***	***	***	***	***	***	27/09/23	07/11/23	14/11/23
RV-02	***	***	***	***	***	***	11/10/23	***	***

#### 4.1. PARÁMETROS EVALUADOS

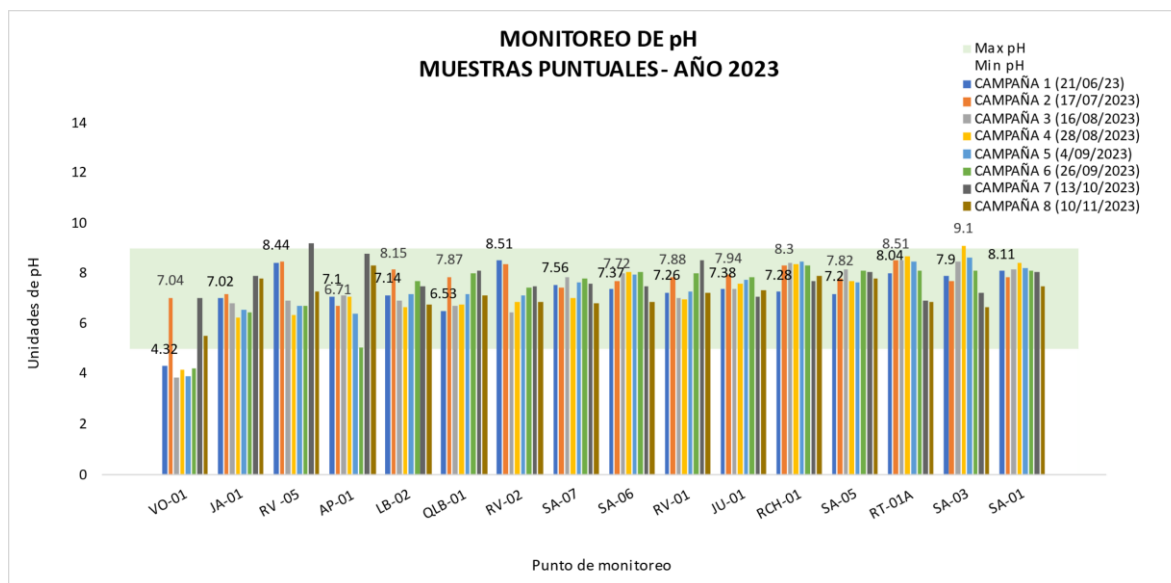
Se determinaron los siguientes parámetros de campo en las diferentes campañas, con el fin de evaluar las características de la fuente hídrica en la cuenca del río Suratá frente a la presencia de metales por ser una zona minera: Caudal, Temperatura ambiente, Temperatura del agua, pH, Conductividad, Oxígeno disuelto y Presión atmosférica; y los siguientes metales: Arsénico, Cadmio, Hierro, Mercurio y Plomo.

Teniendo en cuenta que la unidad hidrográfica del Río Suratá está catalogada en gran parte del área como Uso Doméstico, se realizan comparaciones con los criterios de calidad establecidos por el Decreto 1594 de 1984 donde se enmarcan “Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para consumo humano...” en el artículo 38 y 39, y “Los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso agrícola...” en el artículo 40.

## 4.2. RESULTADOS DE MONITOREOS PUNTUALES

### 4.2.1 Parámetros de campo en monitoreos puntuales

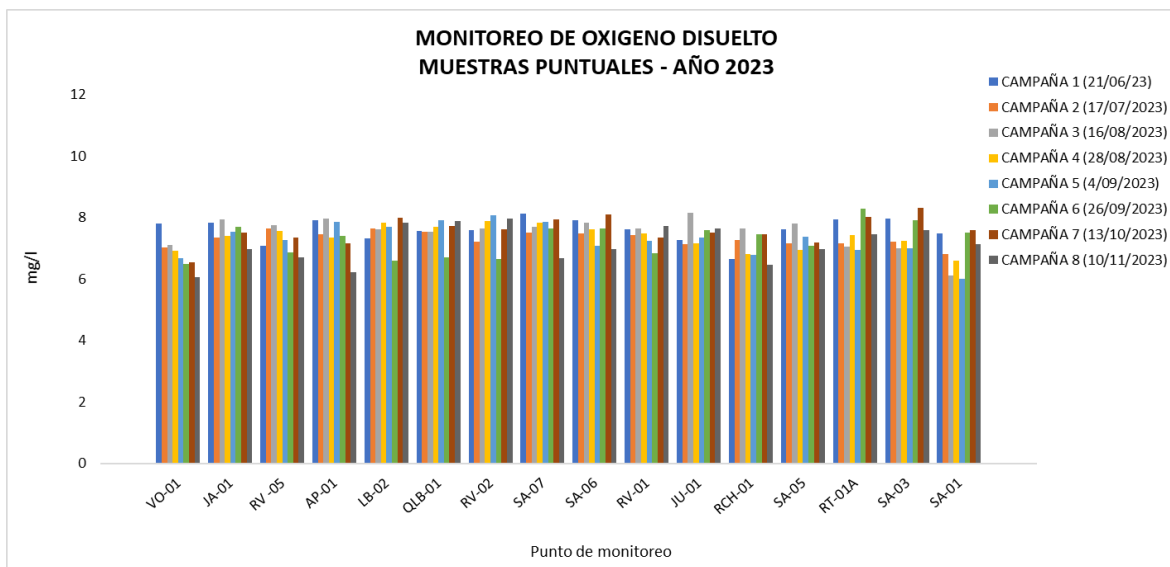
En las gráficas 65, 66 y 67 se observa el comportamiento de los parámetros pH, oxígeno disuelto y conductividad respectivamente entre los más representativos para los monitoreos puntuales realizados en los 16 puntos.



Gráfica 65. Monitoreo de pH en muestras puntuales.

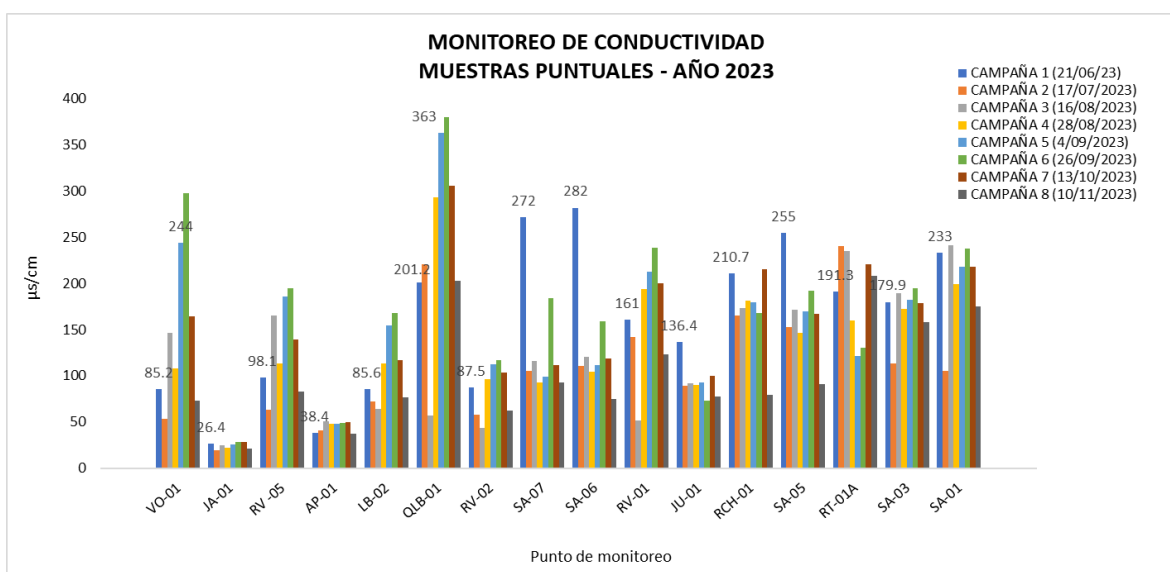
En los resultados de pH de las muestras puntuales durante las diferentes campañas y teniendo en cuenta los límites permitidos en el decreto 1594 de 1984, artículo 38, para su potabilización con tratamiento convencional, se observa que para el punto el Volcán (VO-01) en las campañas 1,3,4,5 y 6, la corriente tiene valores de pH muy ácidos por debajo de la norma, por lo que es necesario hacer un seguimiento para conocer las causas de estas caídas de pH. Por otra parte, también se observó que en el punto del Rio Vetas RV-05 en la séptima campaña presentó un valor de pH superior a la norma, el cual es anómalo a su comportamiento en las otras campañas realizadas.





Gráfica 66. Monitoreo de Oxígeno Disuelto en muestras puntuales.

Con respecto al oxígeno disuelto de los diferentes puntos evaluados, señalaron que se encuentran dentro de los límites óptimos para la conservación de la fauna y flora, para las condiciones del agua acorde al decreto 1594 de 1984, artículo 45, que especifica que se requieren valores de oxígeno superiores a 4,0 mg/L, al igual que se cumple con los objetivos de calidad del acuerdo 1075 de 2006 con valores superiores a 5mg/L.

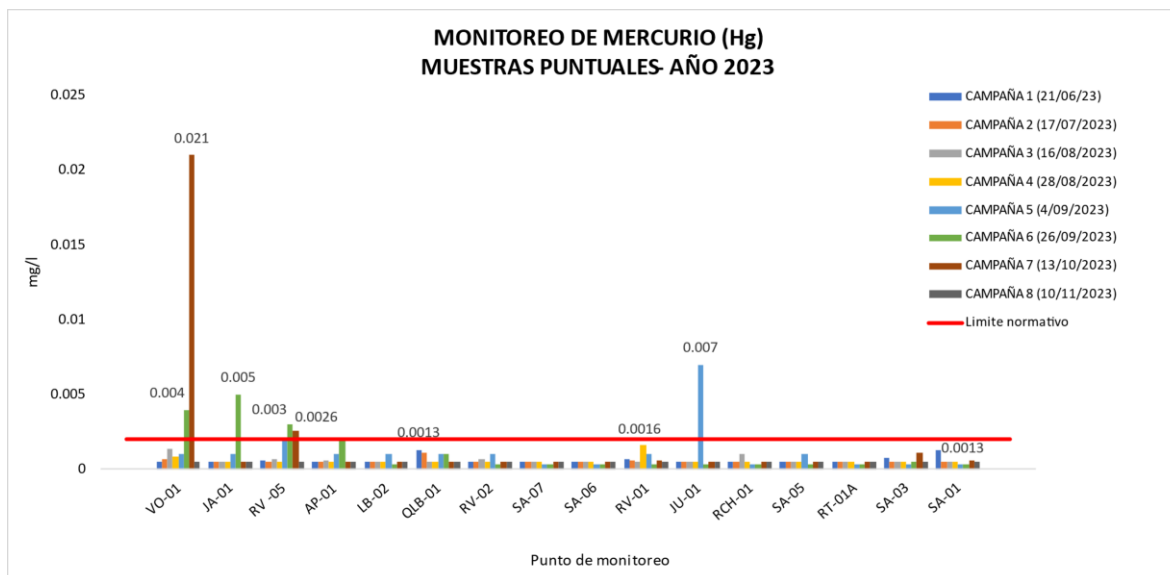


Gráfica 67. Monitoreo de Conductividad en muestras puntuales.

Los resultados obtenidos de la conductividad, reflejaron un aumento de

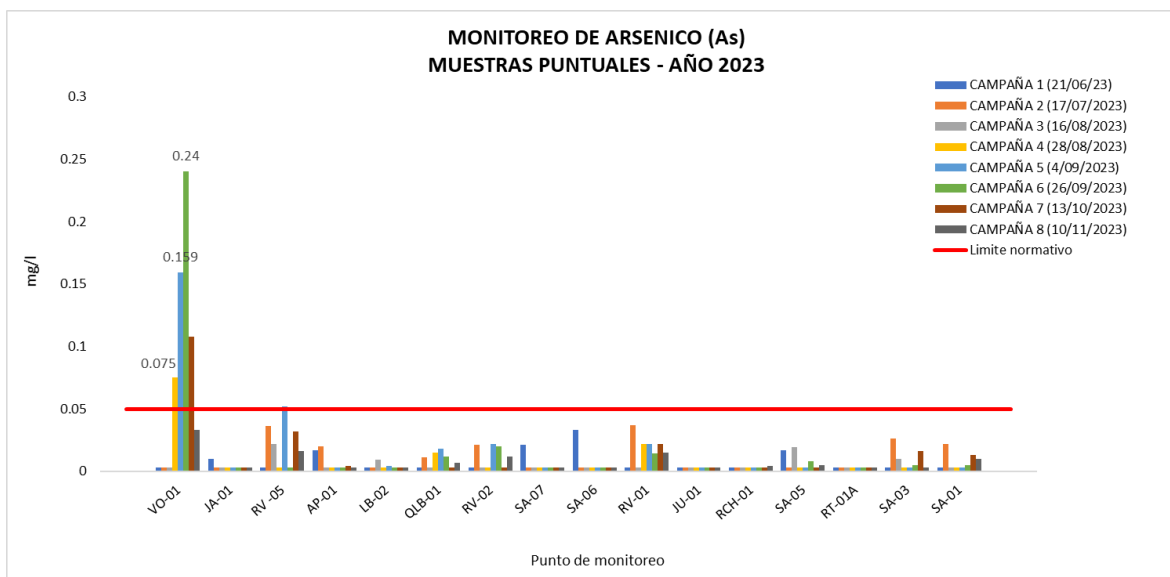
conductividad en las campañas 5, 6 y 7 para los puntos VO-01, RV-05 y RV-01, acorde a su comportamiento durante las campañas. Por otra parte, se observaron conductividades anómalas significativas para los puntos SA-07, SA-06 y SA-05 en la primera campaña.

#### 4.2.2 Metales pesados en muestras puntuales



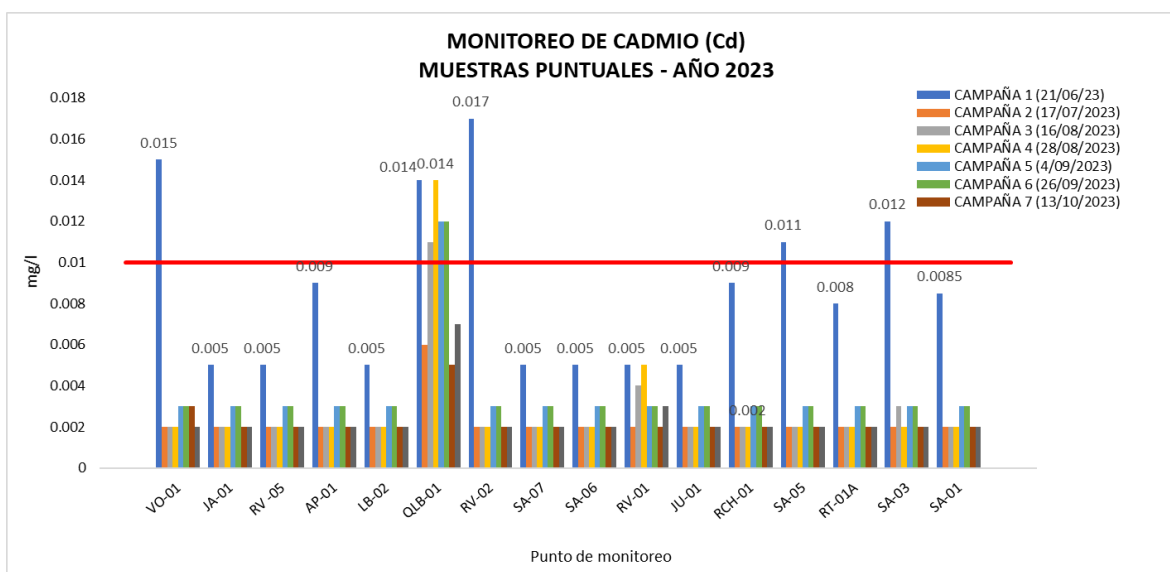
Gráfica 68. Monitoreo de Mercurio en muestras puntuales.

Durante las campañas ocho (8) campañas puntuales realizadas en el año para el seguimiento de mercurio en las fuentes hídricas de la unidad hidrográfica del Río Suratá, se observó que para los puntos VO-01, JA-01, RV-05 y JU-01, las concentraciones de mercurio superan los límites permitidos en algunas campañas ( $>0,002$  mg Hg/L, acorde al Decreto 1594 de 1984), lo que presuntamente puede ser por la actividad de la minería en los diferentes sectores, siendo importante proponer un mayor seguimiento en esos puntos con respecto a la presencia de mercurio en la fuente hídrica durante el transcurso del día. Durante las campañas se presentan dos (2) puntos que requieren especial atención, uno es la quebrada el Juncal (JU-01) con una concentración de 0.007 mg Hg/L y el punto de la quebrada el Volcán (VO-01) con un valor de 0,021 mg Hg/L) superando de manera significativa los límites permisibles.



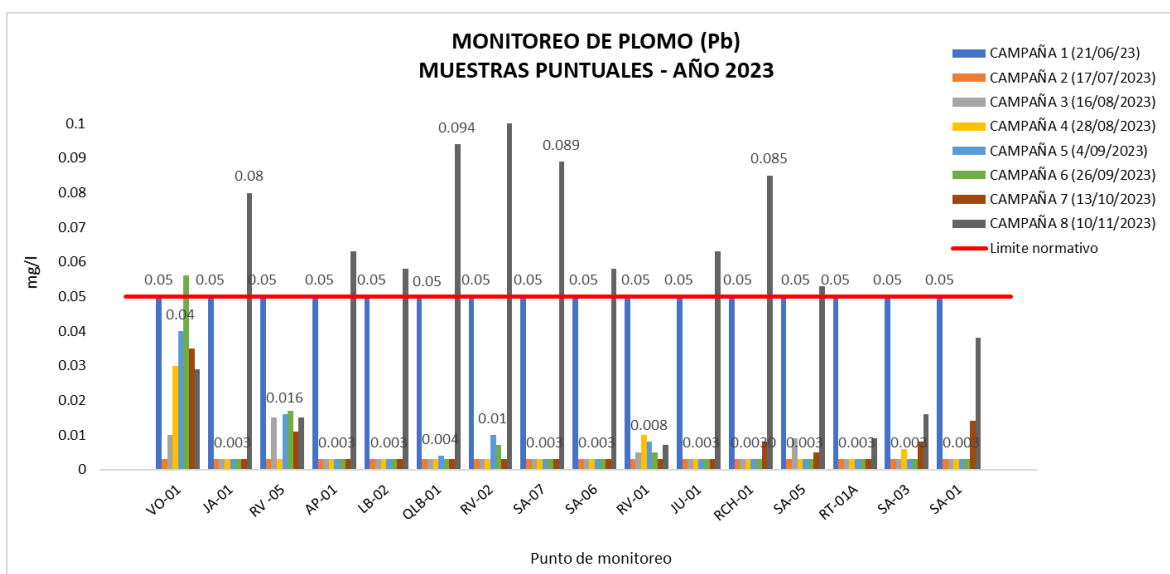
Gráfica 69. Monitoreo de Arsénico en muestras puntuales.

A diferencia del año 2022 que no se reportaron concentraciones de arsénico en ninguno de los puntos, para el año 2023 se encontró un incremento en las concentraciones de arsénico que superan los límites permisibles de 0,05 mg/L en el punto del VO-01 para cuatro (4) campañas de las ocho (8), por lo que es importante realizar un seguimiento a este punto.



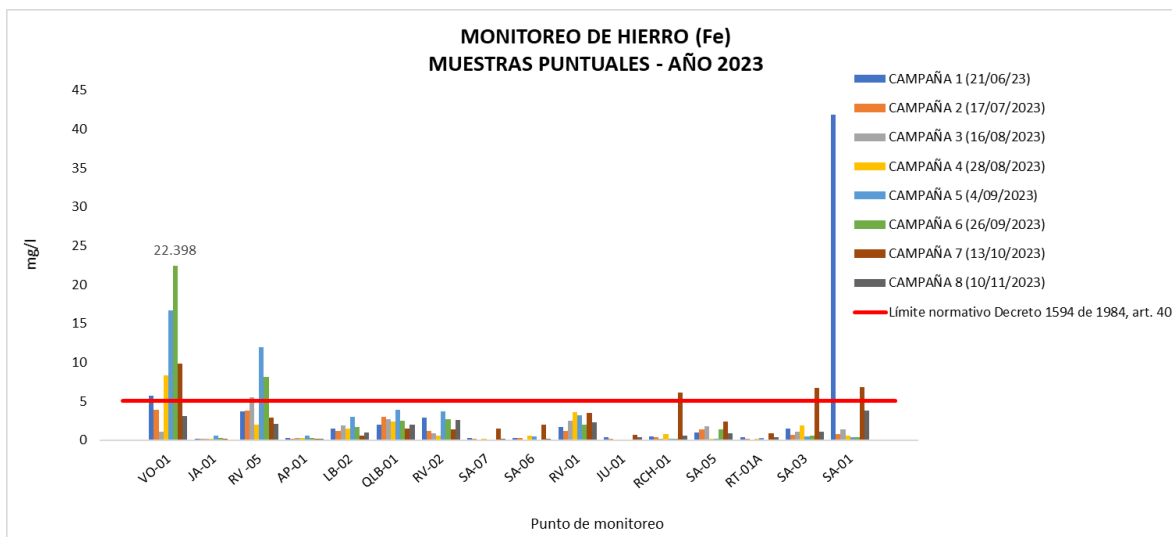
Gráfica 70. Monitoreo de Cadmio en muestras puntuales.

Con respecto al metal Cadmio en las diferentes campañas, se encontró que para los puntos VO-01, RV-02, SA-05 y SA-03 durante la primera campaña se superó las concentraciones máximas permitidas de 0,01 mg Cd/L, y en el caso del punto QLB-01, se determinó frecuentemente la presencia de este metal por fuera de los límites máximos permitidos sobre la corriente en diferentes campañas (cinco campañas).



Gráfica 71. Monitoreo de Plomo en muestras puntuales.

Las concentraciones de plomo no cumplen con lo establecido en el decreto 1594 de 1984 en los puntos VO-01, JA-01, AP-01, LB-02, RV-02, SA-07, SA-06, JU-01, RCH-01, SA-05 ya que superan el máximo permisible de 0,05 mg Pb/L, solo los resultados de la primera campaña se ejecutaron con un límite de cuantificación del método de 0,05 mg Pb/L, por lo que no puede el laboratorio asegurar un valor exacto por debajo de su límite.



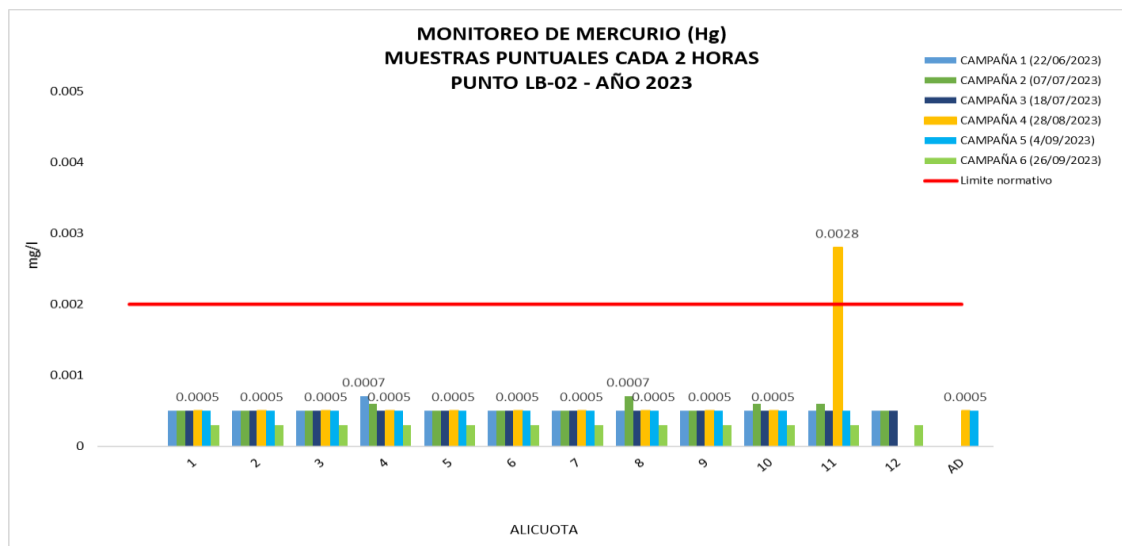
Gráfica 72. Monitoreo de Hierro en muestras puntuales.

Al determinar la concentración de Hierro en las diferentes campañas se presentaron concentraciones altas en los puntos VO-01 campaña 4, 5, 6 y 7, RV-05 campaña 5 y 6, RCH-01 campaña 7, SA-03 campaña 7 y en el punto SA-01 campaña 1 y 7, superando los límites permisibles para la destinación del recurso con fines agrícolas acorde al decreto 1594 de 1984, artículo 40, con un máximo permisible de 5,0 mg/L.

### 4.3. RESULTADOS DE MONITOREOS DE MERCURIO 24 HORAS EN LA UNIDAD HIDROGRÁFICA DEL RÍO SURATA

Se determinó la concentración de mercurio por 24 horas en toma de muestras cada 2 horas en diferentes puntos LB-02 (Quebrada la baja), QLB-01 (Quebrada la baja), RV-02 (Rio Vetas) y RV-05 (Río Vetas), adicionalmente se tomó una muestra extra en la campaña 4 y 5, debido a que se observó un cambio cualitativo (color y turbidez aparente) en el comportamiento de la fuente hídrica en los puntos de LB-02 y QLB-01.

#### 4.3.1. Monitoreo de mercurio 24 horas en la quebrada la Baja, La bodega LB-02

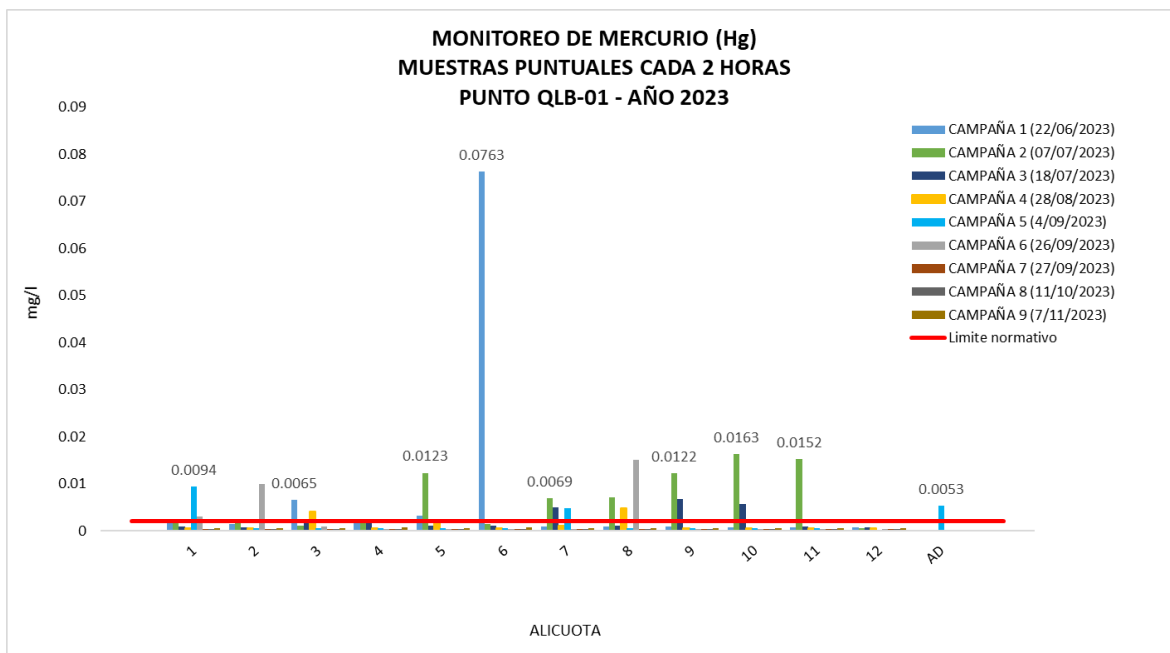


Gráfica 73. Monitoreo de Mercurio 24 horas punto LB-02.

Se evaluó la concentración de mercurio en el punto LB-02 por 24 horas por toma de cada muestra cada dos (2) horas, durante seis (6) campañas y como resultado se obtuvo que para la cuarta (4) campaña la concentración de mercurio a las 4:00 a.m. se reporta 0.0028 mg Hg/L, por encima de los límites máximos permisibles de mercurio (0,002 mg Hg/L). En la Gráfica 73, se genera una columna de AD, que se refiere a toma de muestra adicional a destiempo a causa de que en un momento se observó un cambio significativo en la apariencia del agua, por incremento de su turbidez por visualización.

#### 4.3.2. Monitoreo de mercurio 24 horas en la quebrada la Baja, Loma Redonda QLB-01

En el punto QLB-01, se evidencia presencia de mercurio en concentraciones superiores al límite máximo permisible de 0,002 mg/L, en diferentes horarios y en diferentes campañas (nueve campañas). Es de resaltar que se encontraron concentraciones mucho más altas que las del año 2022 donde el valor máximo fue de 0.0091 mg Hg/L, y en el año 2023 se presentó una concentración máxima de 0.0763 mg Hg/L (primera campaña, hora: 8:00 p.m.) y que el orden de las concentraciones determinadas fue del 0,01 mg Hg/L, lo que genera preocupación presuntamente por el incremento del uso del mercurio en las zonas mineras.

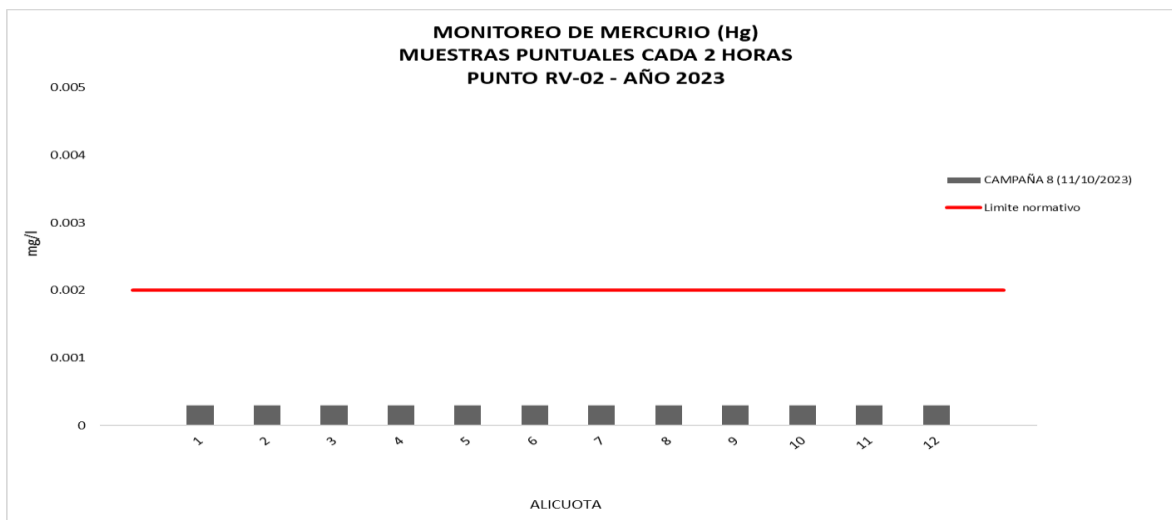


Gráfica 74. Monitoreo de Mercurio 24 horas punto QLB-01.

En la Gráfica 74 se genera una columna de AD, que se refiere a toma de muestra adicional a destiempo a causa de que en un momento se observó un cambio significativo en la apariencia del agua, por incremento de su turbidez por visualización. Para la primera campaña se tomó a las 9:10 a.m., y se obtuvo una concentración de mercurio superior a la máxima permitida (0.0053 mg Hg/L).

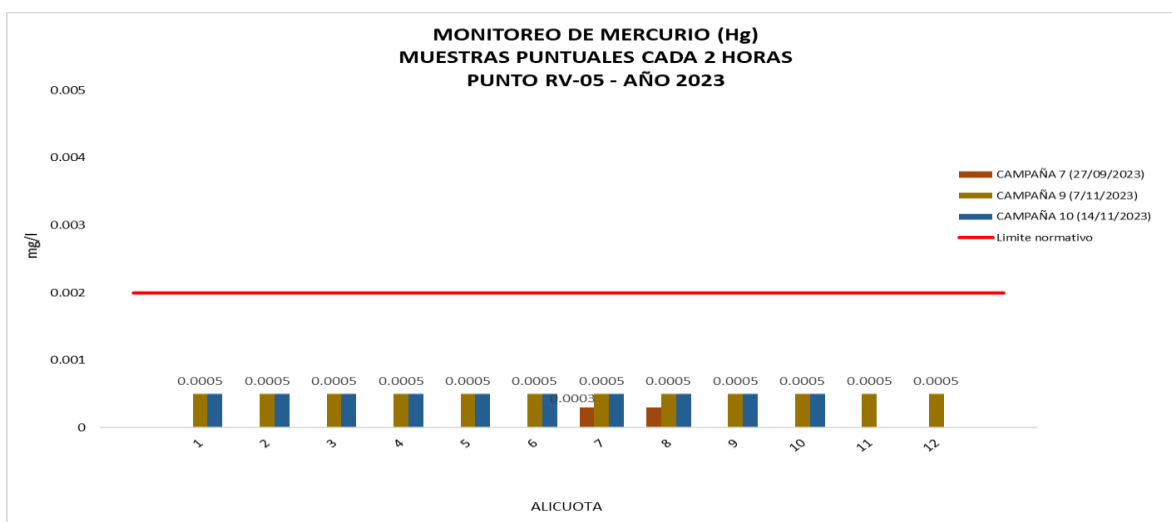
#### 4.3.3. Monitoreo de mercurio 24 horas en el Rio Vetas, Loma Redonda RV-02

Se evaluó la concentración de mercurio en el punto RV-02 por 24 horas por toma de cada alícuota cada dos (2) horas, durante una (1) campaña, con el fin de hacer un barrido y monitorear puntos diferentes al año 2022. Como resultado, se obtuvo que no se reporta concentraciones superiores de mercurio (concentraciones de <0,0003 mg Hg/L) durante las 24 horas de monitoreo acorde máximo permisible en el decreto 1594 de 1984, por lo que se sugirió seleccionar otro punto de monitoreo en la siguiente fecha programada de seguimiento.



Gráfica 75. Monitoreo de Mercurio 24 horas punto RV-02.

#### 4.3.4. Monitoreo de mercurio 24 horas en el Rio Vetas, Borrero RV-05



Gráfica 76. Monitoreo de Mercurio 24 horas punto RV-05.

Se evaluó la concentración de mercurio en el punto RV-05 por 24 horas por toma de cada alícuota cada dos (2) horas, durante tres (3) campañas, con el fin de hacer un barrido y monitorear puntos diferentes al año 2022. Cabe aclarar que en la primera (1) campaña solo se pudo analizar dos (2) muestras puntuales por una eventualidad de desorden público. Los resultados obtenidos en las diferentes campañas indican que la concentración de mercurio durante las diferentes jornadas



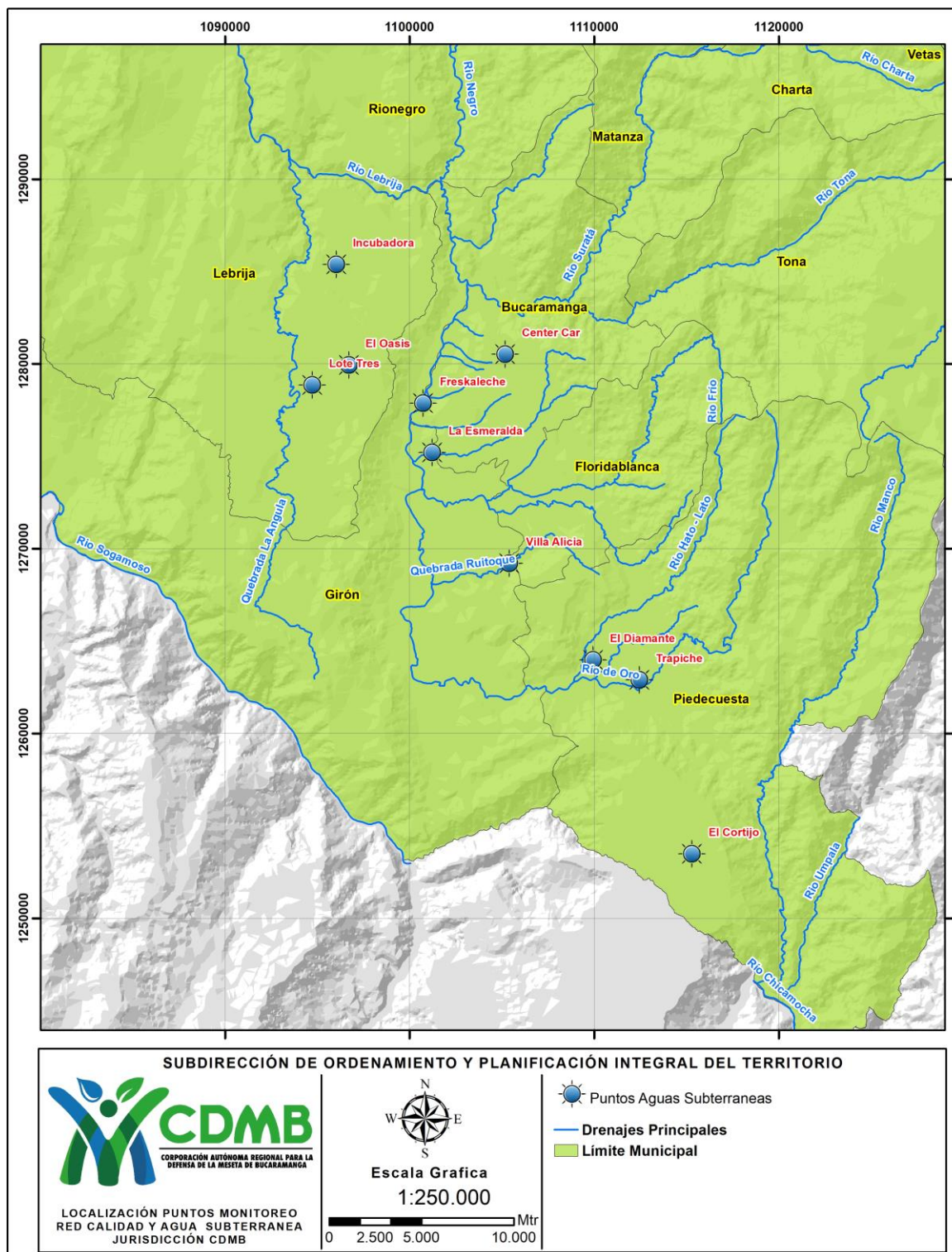
se encuentra por debajo del límite máximo permisible ( $< 0,002$  mg Hg/L).

## **5. MONITOREO DE AGUAS SUBTERRANEAS EN EL ÁREA DE JURISDICCIÓN DE LA CDMB – RED DE CALIDAD**

Dentro del desarrollo en la modernización de la red de calidad de monitoreo de agua realizado por la CDMB, y acorde al Programa Institucional Regional del Monitoreo del Agua – PIRMA, se incluye dentro del monitoreo de la red de calidad 2023, el seguimiento a las características fisicoquímicas y microbiológicos de aguas subterráneas.

Las aguas subterráneas en el área de jurisdicción de la CDMB, son utilizadas para diferentes usos como lo son en industrias para producción avícola, potabilización para consumo humano en las comunidades, entre otros. Por lo tanto, se seleccionaron diez (10) pozos de agua, que cuentan con sus permisos de concesiones activas.

De acuerdo a lo anterior, se realizó una (1) campaña de monitoreo en aguas subterráneas, los puntos se ven identificados en el mapa 16 de acuerdo a las concesiones seleccionadas.



Mapa 16. Ubicación de puntos de monitoreo de aguas subterráneas año 2023, Jurisdicción de la CDMB.

A continuación, se describen los puntos monitoreados en toma de muestra puntual, para evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas subterráneas.

Tabla 76. Puntos de Monitoreo de la Red de Calidad en sedimentos CDMB

ID	ESTACIÓN	MICROCUENCA	Y	X
1	TRAPICHE	SURATA BAJO	1262920	1112466
2	LOTE TRES	LA ANGULA	1278872	1094753
3	EL DIAMANTE	LATO	1263992	1109957
4	EL OASIS	LA ANGULA	1279956	1096738
5	VILLA ALICIA	ORO MEDIO	1269227	1105418
6	INCUBADORA	LA ANGULA	1285393	1096054
7	FRESKALECHE	FRIO	1253497	1115312
8	CENTER CAR	ORO BAJO	1280545	1105199
9	EL CORTIJO	SOGAMOSO MEDIO	1277891	1100756
10	LA ESMERALDA	ORO BAJO	1275225	1101245

## 5.1. PARAMETROS EVALUADOS

Para la toma de muestras de agua, siempre fue necesario la disposición de bombas para poder realizar la extracción de agua, por tal motivo se seleccionaron concesiones que contaran con su concesión activa e instalación funcional de bombeo. Actualmente no se cuenta con un histórico del estado de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas subterráneas dentro del área jurisdicción de la CDMB, por tanto, los parámetros definidos para análisis fueron los siguientes, realizados para una (1) campaña de monitoreo.

Parámetros Fisicoquímicos Y Microbiológicos	Unidades
Alcalinidad	mg /L
Sólidos disueltos totales	mg/L
Cloruros	mg/L
Sulfatos	mg/L

Parámetros Físicoquímicos Y Microbiológicos	Unidades
Bicarbonatos	mg /L
Calcio	mg /L
Sodio	mg /L
Magnesio	mg /L
Potasio	mg /L
Nitritos	mg /L
Nitratos	mg /L
Fósforo total	mg /L
Potencial Redox	mg /L
Coliformes totales	NMP/100 ml
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml
<b>Escherichia coli</b>	NMP/100 ml

## 5.2. RESULTADOS DEL MONITOREO DE AGUA SUBTERRÁNEA

Actualmente, a nivel nacional no se cuenta con una parametrización de los índices de calidad de agua para fuentes subterráneas, ya que las condiciones en las que se encuentra este recurso son diferentes a las que se encuentran las aguas superficiales. Debido a lo anterior, con el fin de analizar las condiciones de calidad del agua subterránea, fue necesario basarse en los límites determinados para los usos del agua según decreto 1594 de 1984.

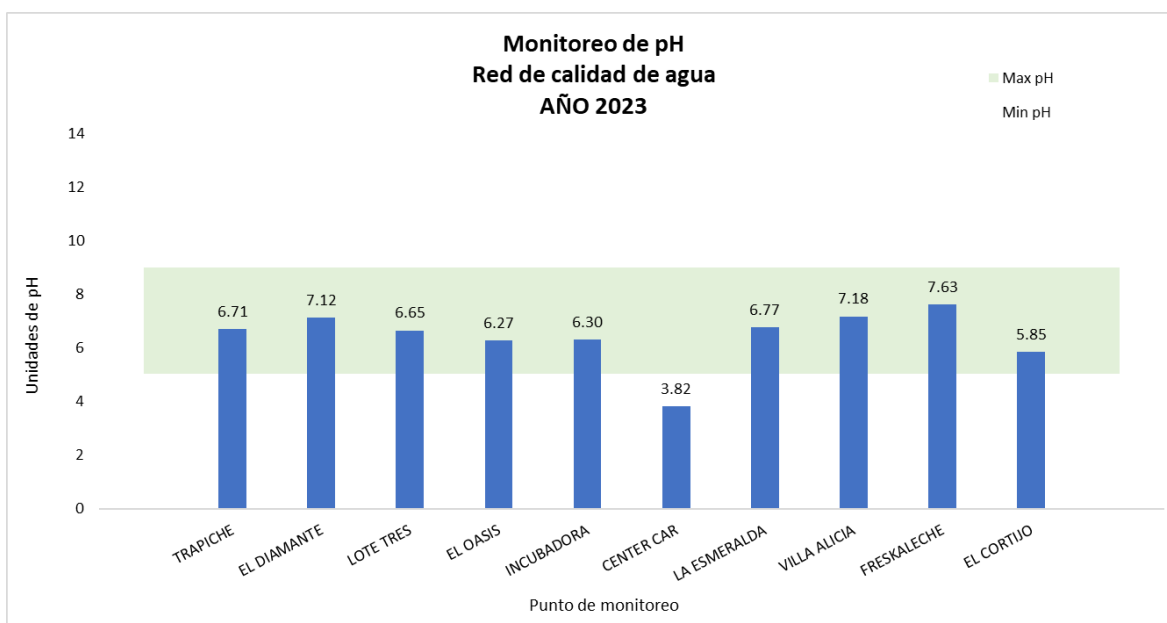
Los puntos monitoreados corresponden a concesiones otorgadas por lo que en la tabla 77 se relacionan la destinación otorgada para el uso del recurso.

*Tabla 77. Destinación del recurso otorgado a los puntos de monitoreo de agua subterránea evaluados.*

ID	ESTACIÓN	DESTINACIÓN OTORGADA
1	TRAPICHE	Uso Doméstico (con consumo humano) y Riego (Agrícola)
2	LOTE TRES	Uso Doméstico (con consumo humano)
3	EL DIAMANTE	Uso Industrial
4	EL OASIS	Uso Pecuario
5	VILLA ALICIA	Uso Doméstico (Con consumo Humano)
6	INCUBADORA	Uso doméstico – industrial (Aves)
7	FRESKALECHE	Uso Consumo Humano – Industrial (Lácteos)
8	CENTER CAR	Uso Doméstico (Lavado de vehículos)
9	EL CORTIJO	Uso Doméstico – Riego (Agrícola)
10	LA ESMERALDA	Uso Industrial

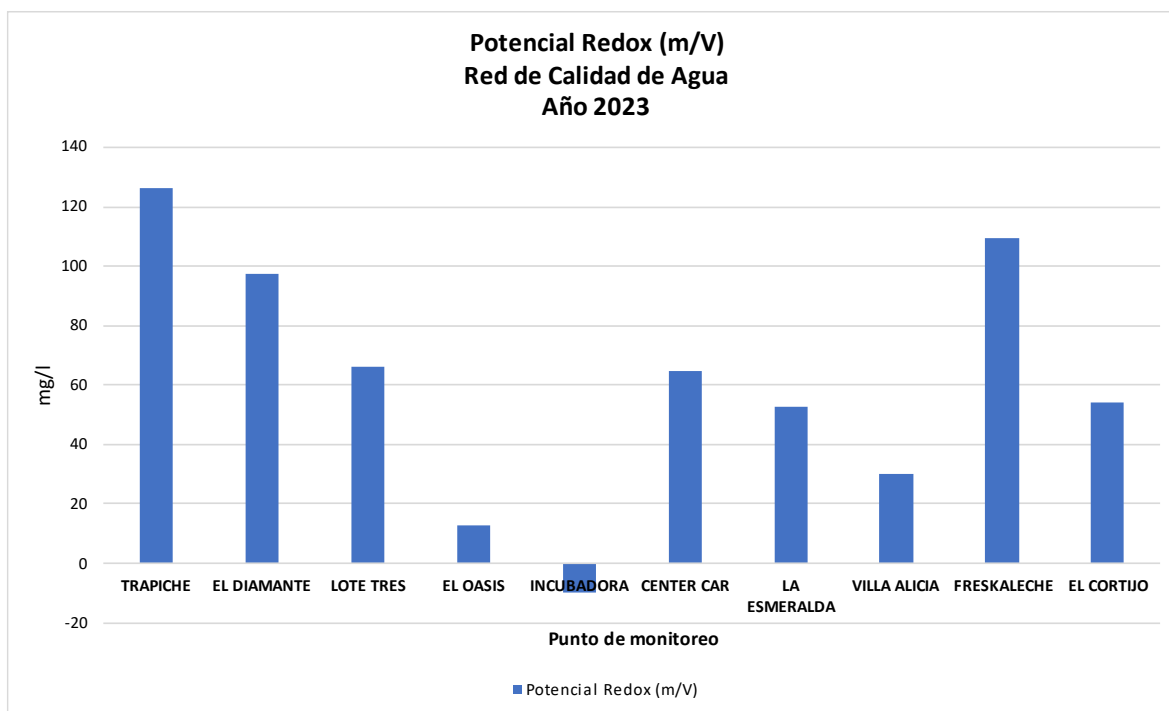
### 5.2.1 Parámetros de campo en aguas subterráneas

Se determinaron los parámetros de campo pH, oxígeno disuelto, conductividad y potencial redox y se representaron en las gráficas 77, 78, 79 y 80, para observar las características de las corrientes hídricas subterráneas evaluadas en las diferentes concesiones.



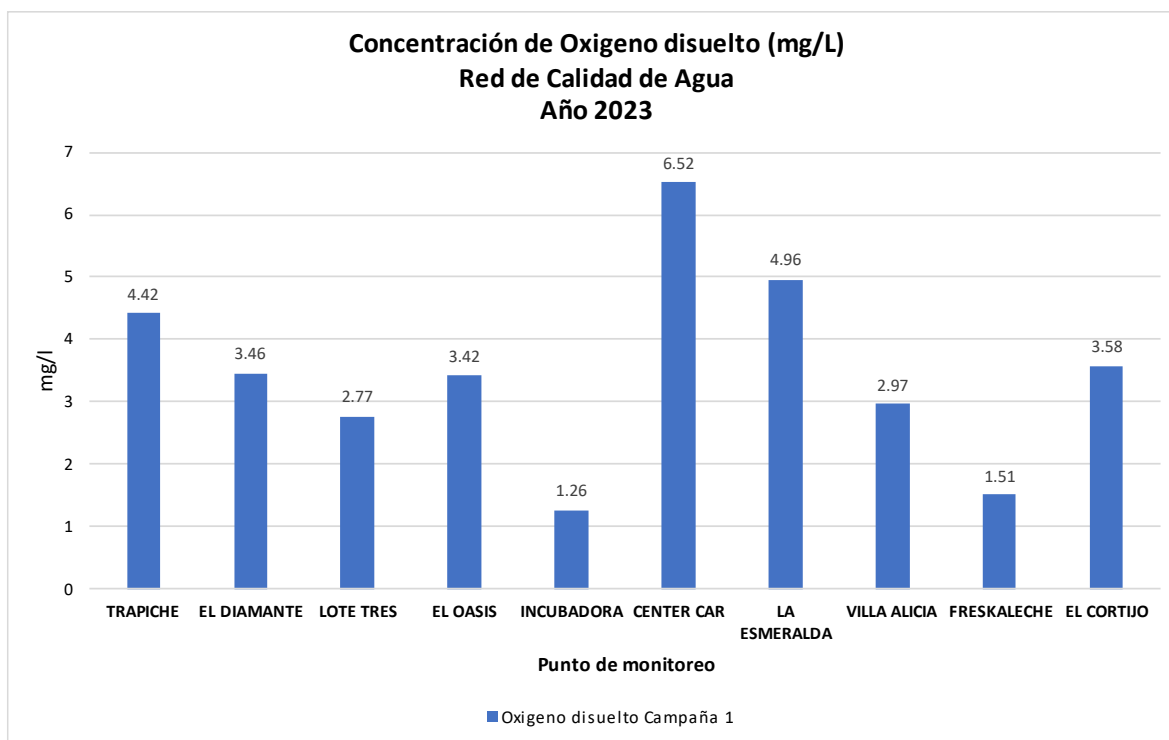
Gráfica 77. Monitoreo puntual de pH en aguas subterráneas.

Para los resultados de pH de las aguas subterráneas en la campaña realizada, se tuvo en cuenta los límites permitidos en el decreto 1594 de 1984, artículo 38, para su potabilización con tratamiento convencional. En los resultados se observa que el punto de *Center Car* presenta un pH inferior a la norma, por lo que presuntamente algo puede estar afectando la naturaleza de esta agua ya sea por las condiciones del suelo (baja concentración de carbonatos) o por la infiltración de algún contaminante previo al punto de toma de muestra. Se recomienda realizar seguimiento de este punto para determinar las causas reales de la acidez de este acuífero. Los demás acuíferos demuestran resultados de pH entre los valores normales.



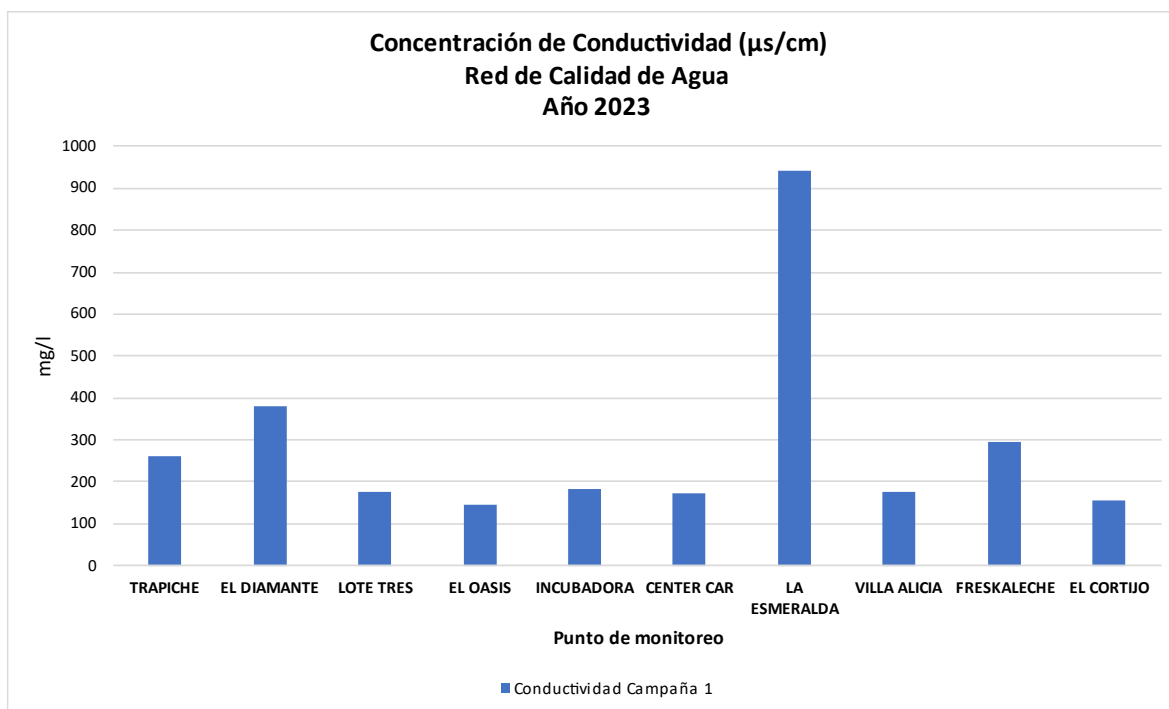
Gráfica 78. Monitoreo puntual de potencial Redox en aguas subterráneas.

Al evaluar los resultados del potencial redox, cabe recordar que el agua subterránea inicialmente tiene un potencial de redox alto, sin embargo, esta va disminuyendo frente a la exposición de oxígeno atmosférico o ya sea por las diferentes capas orgánicas de las zonas por donde va avanzando la fuente hídrica, en la cual se genera la oxidación de la materia orgánica. Se observa en la gráfica 78, el mayor potencial redox para oxidación se presentó en los puntos *Trapiche* y *Freskaleche*, y el menor potencial redox para oxidación se obtuvo en el punto *El Oasis*. Del potencial redox se obtuvo solo un punto en el cual tiene potencial de reducción, denominado *la incubadora*, se sugiere que esta característica podría ser dada por las capas orgánicas del suelo frente a la alta materia orgánica generada por los galpones de aves del área.



Gráfica 79. Monitoreo puntual de oxígeno disuelto en aguas subterráneas.

Los resultados de oxígeno disuelto, señalan condiciones normales de aguas subterráneas ya que no se encuentran sobre la superficie lo que permite oxigenación de la corriente. Entre los resultados obtenidos, cabe resaltar que los puntos monitoreados de la *Incubadora* y *Freskaleche* tienen las concentraciones más bajas de oxígeno disuelto, esto presuntamente podría deberse a material orgánico que se infiltra por descargas de estas industrias, los cuales son oxidados por la fuente hídrica. También, se encontraron niveles altos de oxígeno disuelto en el punto de Center Car, esto probablemente podría deberse a la baja concentración de material orgánico del suelo ya que se encuentra dentro de una zona altamente urbana.



*Gráfica 80. Monitoreo puntual de potencial Redox en aguas subterráneas.*

La conductividad encontrada en los diferentes puntos de monitoreo fue relativa, se presentaron comportamientos normales y similares entre las diferentes corrientes subterráneas, sin embargo, cabe resaltar que en el punto de La Esmeralda presentó la mayor conductividad, que podría ser efecto de las concentraciones significativas de iones disueltos tales como sodio, magnesio, entre otros, por lo que se puede ver soportado en la alta concentración de sólidos disueltos.

### 5.2.2 Parámetros de microbiológicos en aguas subterráneas

Los parámetros microbiológicos que se determinaron en los diferentes puntos, fueron los coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*. En la tabla 78 se señalan los resultados de los puntos evaluados. Cabe tener en cuenta que de acuerdo al Decreto 1594 de 1984, artículo 38 criterios de calidad para la destinación del recurso humano y doméstico, los valores máximos permisibles para coliformes totales son de 20000 microorganismos/100 ml y para coliformes fecales es de 2000 microorganismos/100 ml.



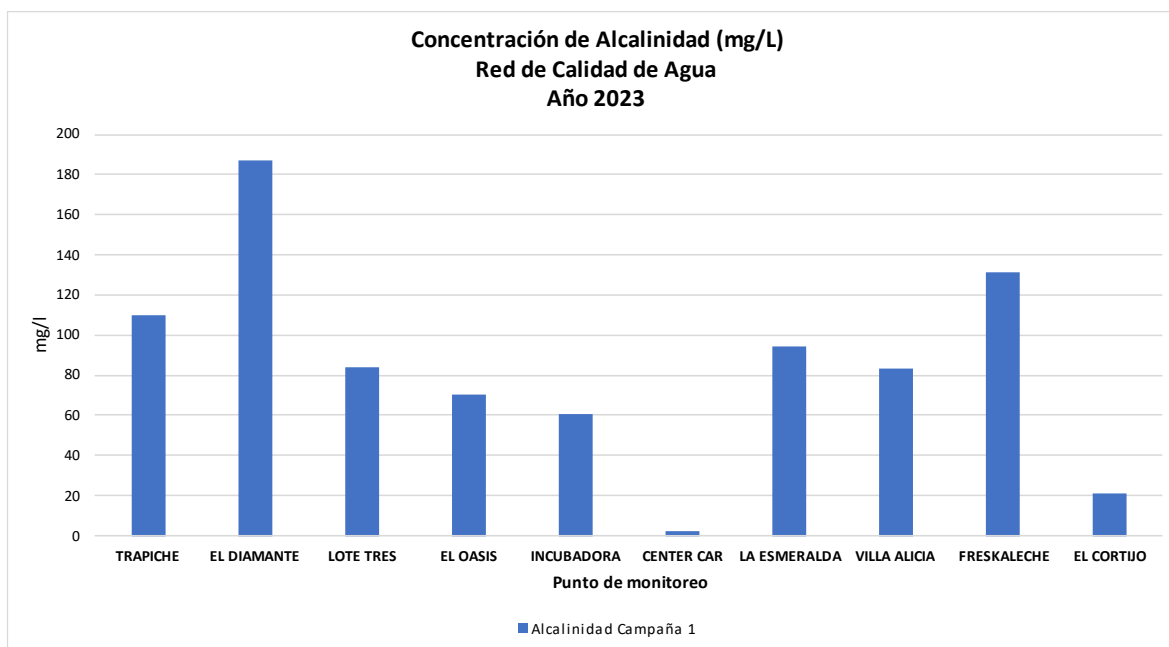
Tabla 78. Destinación del recurso otorgado a los puntos de monitoreo de agua subterránea evaluados.

ID PUNTO DE MUESTREO	Coliformes totales NMP/100 ml	C. Termotolerantes NMP/100 ml	E. coli NMP/100 ml
TRAPICHE	4	2	<1,8
EL DIAMANTE	8	2	<1,8
LOTE TRES	14	8	2
EL OASIS	79	17	8
INCUBADORA	8	2	<1,8
CENTER CAR	130	79	49
LA ESMERALDA	13	5	<1,8
VILLA ALICIA	1 700	1 300	1 300
FRESKALECHE	<1,8	<1,8	<1,8
EL CORTIJO	<1,8	<1,8	<1,8

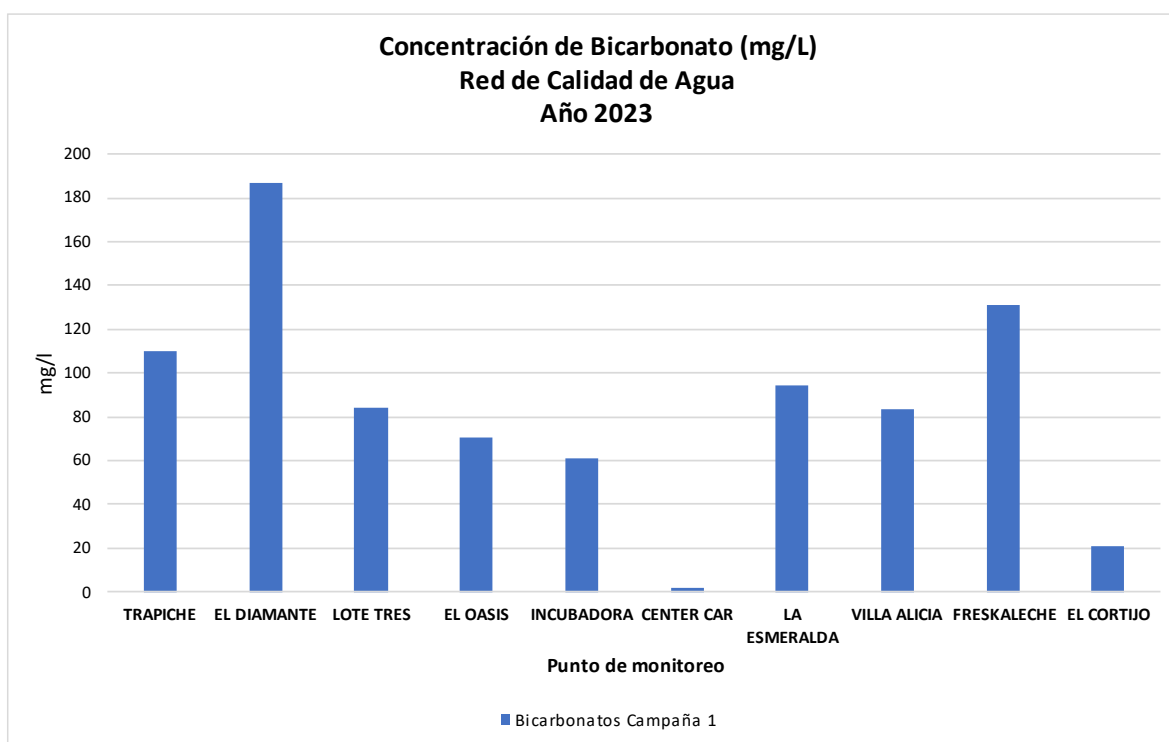
Teniendo en cuenta los límites máximos permisibles de la norma, los diferentes puntos monitoreados cumplen, sin embargo, es de resaltar que en Villa Alicia es el punto que presento mayor cantidad de contaminación microbiológica, principalmente por la presencia de la bacteria E. Coli, por lo que se sugiere un seguimiento, ya que la presencia de esta bacteria proviene principalmente de materia fecal que pueda estar infiltrando.

### 5.2.3. Parámetros fisicoquímicos en aguas subterráneas

Los parámetros fisicoquímicos evaluados para las aguas subterráneas de las diferentes concesiones fueron alcalinidad, bicarbonatos, cloruros, ortofosfatos, fósforo total, nitratos, nitritos, sólidos disueltos y sulfatos.



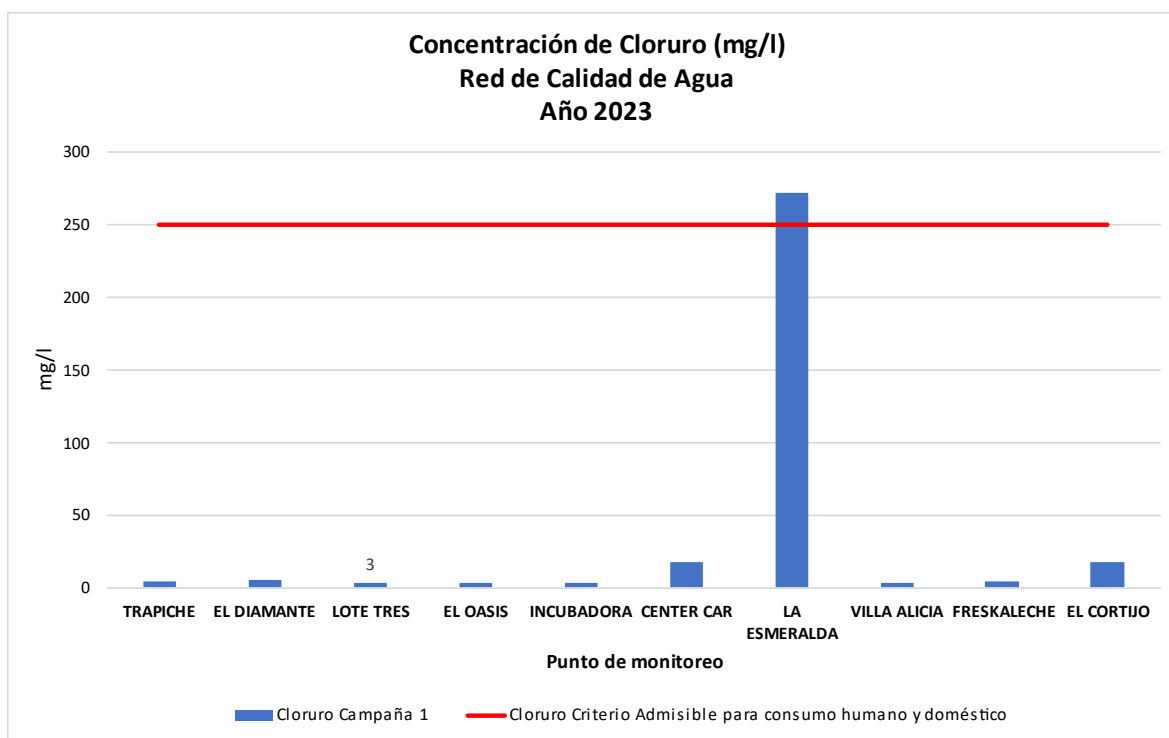
Gráfica 81. Monitoreo puntual de alcalinidad en aguas subterráneas.



Gráfica 82. Monitoreo puntual de Bicarbonatos en aguas subterráneas.

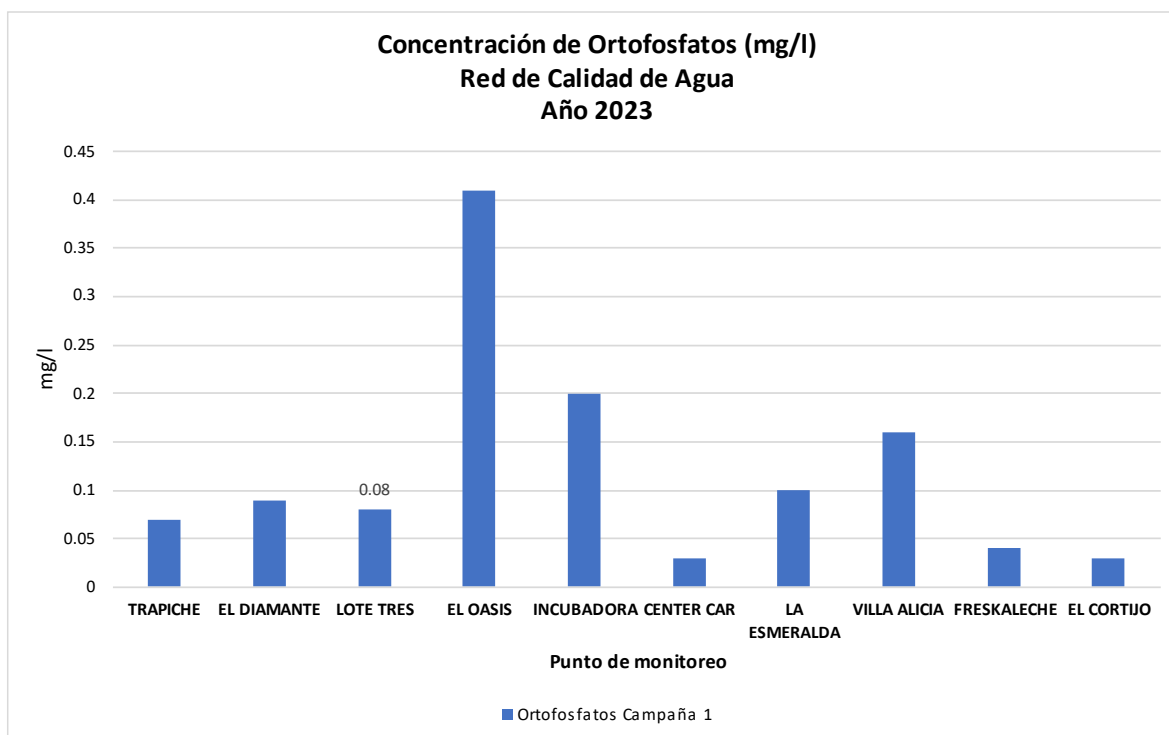
El parámetro de alcalinidad y bicarbonatos no cuentan con un límite máximo

normativo, sin embargo, se caracteriza la naturaleza de cada uno de los puntos evaluados. De los resultados obtenidos se puede observar que, al evaluar la alcalinidad, los puntos más alcalinos son El Diamante y Freskaleche; esta alcalinidad se debe principalmente a la predominancia de los bicarbonatos en la composición química del agua, como se observa en la gráfica 82. El punto menos alcalino corresponde a Center Car, el cual está relacionado directamente con el potencial Redox y pH, al ser un medio ácido, el cual podría ser causado por infiltraciones que se puedan estar dando, por lo que se sugiere realizar seguimiento de este punto.



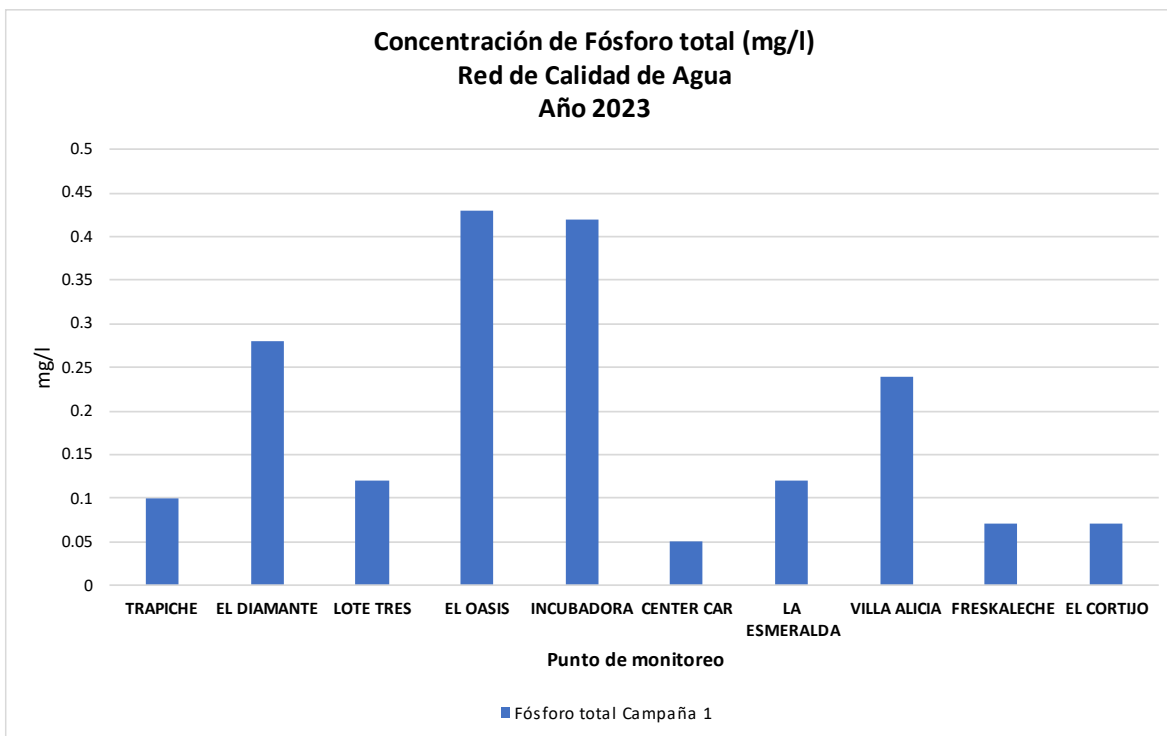
Gráfica 83. Monitoreo puntual de cloruros en aguas subterráneas.

Se determinó la concentración de los cloruros de los diferentes puntos evaluados, en el cual, la mayoría de los puntos se encuentran bajo los límites permisibles (máximo 250 mg/L) a excepción del punto de La Esmeralda, el cual tiene un valor de 272 mg/L., el cual puede estar asociada la alta conductividad que presenta. Una hipotética razón por la cual este punto presenta altos cloruros, es su cercanía con la Quebrada Iglesia y sus afluentes, que contienen un alto grado de contaminación.



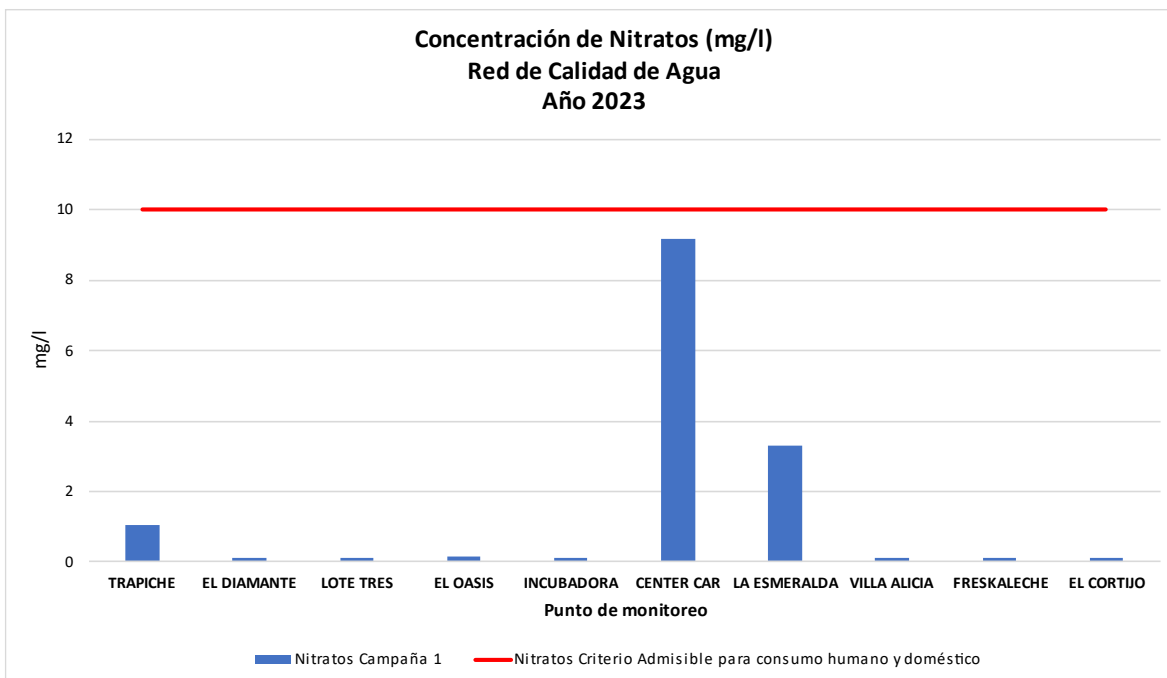
*Gráfica 84. Monitoreo puntual de ortofosfatos en aguas subterráneas.*

Los ortofosfatos no cuentan con un límite máximo permisible, sin embargo, al caracterizar los puntos evaluados se obtuvo que El Oasis presenta mayor concentración de este analito, seguido por la Incubadora y el punto Villa Alicia. Altas concentraciones podrían favorecer el crecimiento de algas en este sistema y su eutrofización, por el grado de concentración de este nutriente.

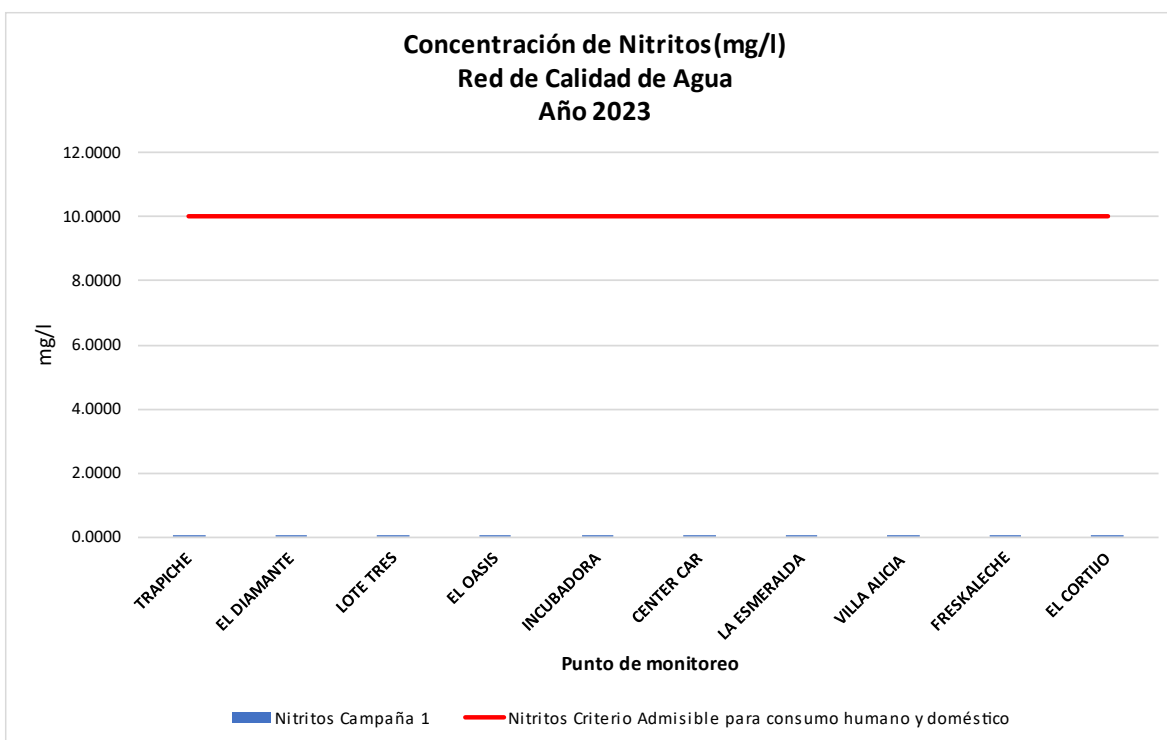


*Gráfica 85. Monitoreo puntual de fósforo total en aguas subterráneas.*

De igual forma, sucede con la concentración de fósforo total, en la cual los puntos que presentan mayor concentración son El Oasis y la Incubadora, sin embargo, no son concentraciones tan altas que promuevan una contaminación Hipereutrónica, pero es posible que pudiesen ser afectados por contaminación cruzada por infiltración del suelo u otras corrientes hídricas contaminadas. En general todos los puntos son ambientes eutróficos dentro de las condiciones relativamente normales para aguas subterráneas.



Gráfica 86. Monitoreo puntual de nitratos en aguas subterráneas.

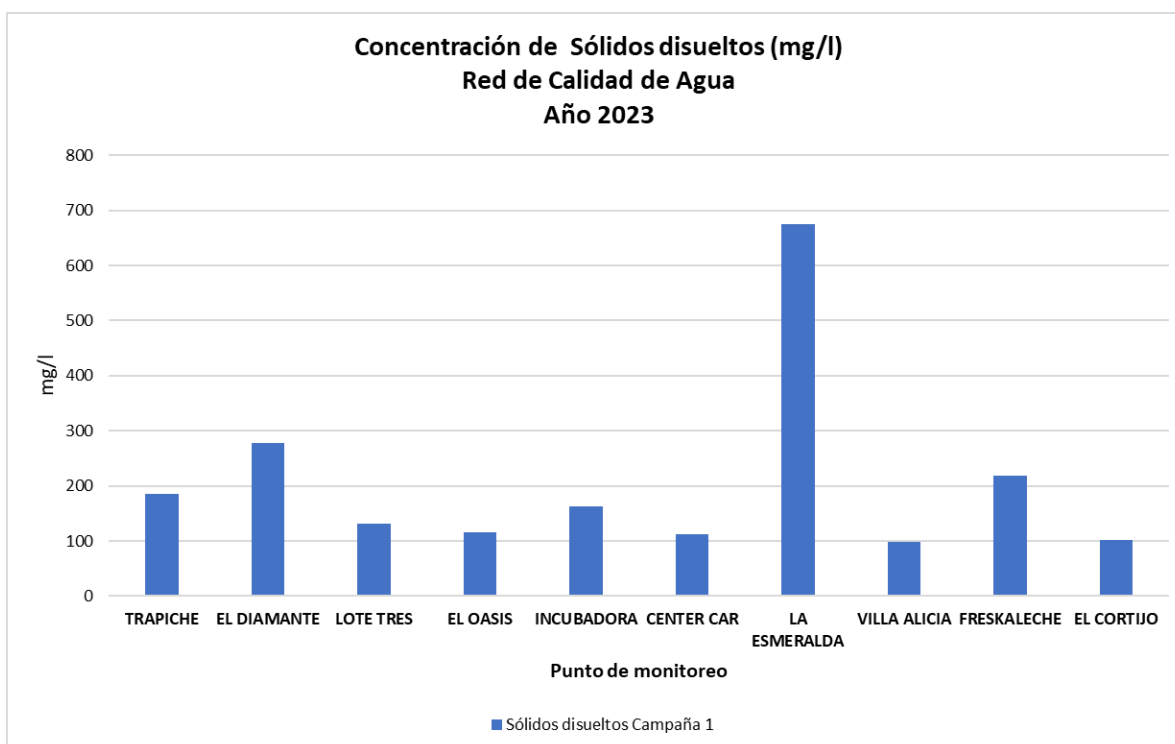


Gráfica 87. Monitoreo puntual de nitritos en aguas subterráneas.

Con respecto a las concentraciones de los nitratos en los puntos evaluados, se tiene

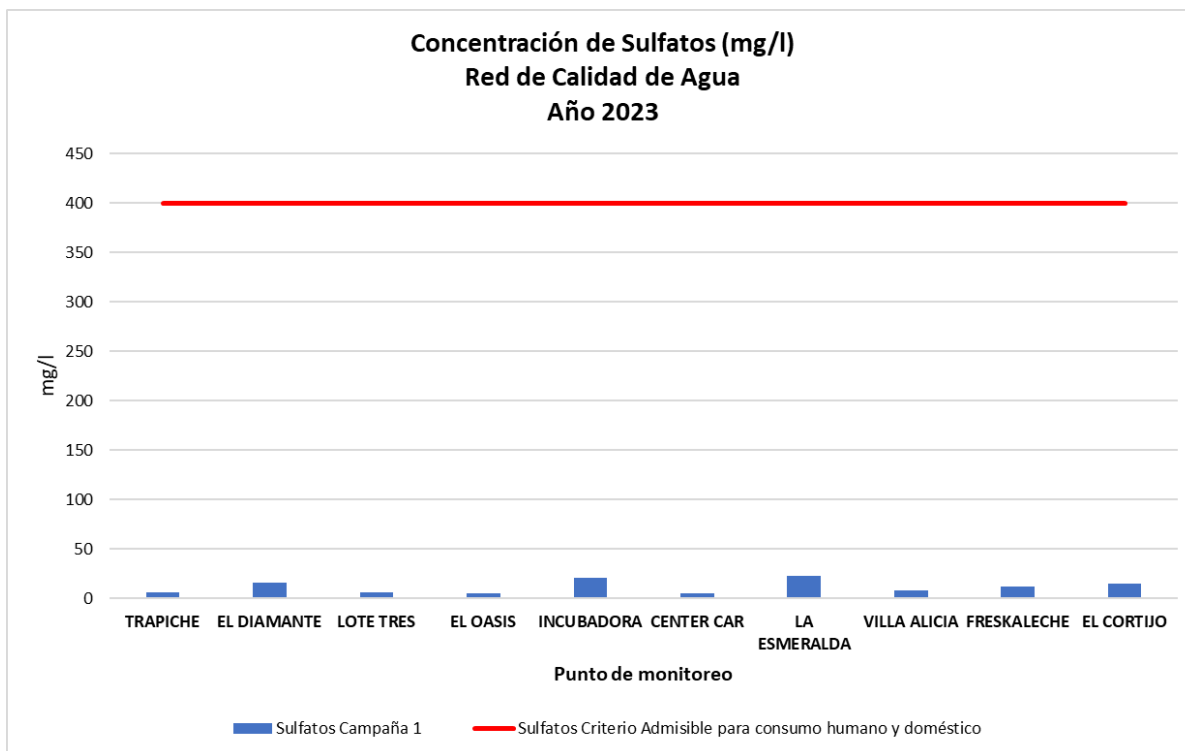
como referencia el criterio máximo permisible para destinación del recurso acorde al decreto 1594 de 1984, con un máximo de 10 mg NO<sub>3</sub>-N/L. Se determinó que todos los puntos monitoreados cumplen con el criterio, a pesar que el punto de Center Car presenta una concentración significativa de nitratos con respecto a los demás puntos evaluados.

Al igual que los nitratos, la concentración de los nitritos se encuentran en concentraciones permisibles con respecto a la norma en todos los puntos monitoreados para la destinación del recurso humano y doméstico.



*Gráfica 88. Monitoreo puntual de sólidos disueltos en aguas subterráneas.*

Al determinar la concentración de sólidos disueltos en los puntos monitoreados, se obtuvo un comportamiento similar entre todos los puntos a excepción de La Esmeralda, esto presuntamente podría deberse a las condiciones de contaminación del suelo al estar próximo a la quebrada la iglesia y sus afluentes, las cuales presentan índices de contaminación alto frente a la mineralización y conductividad del agua en la zona.



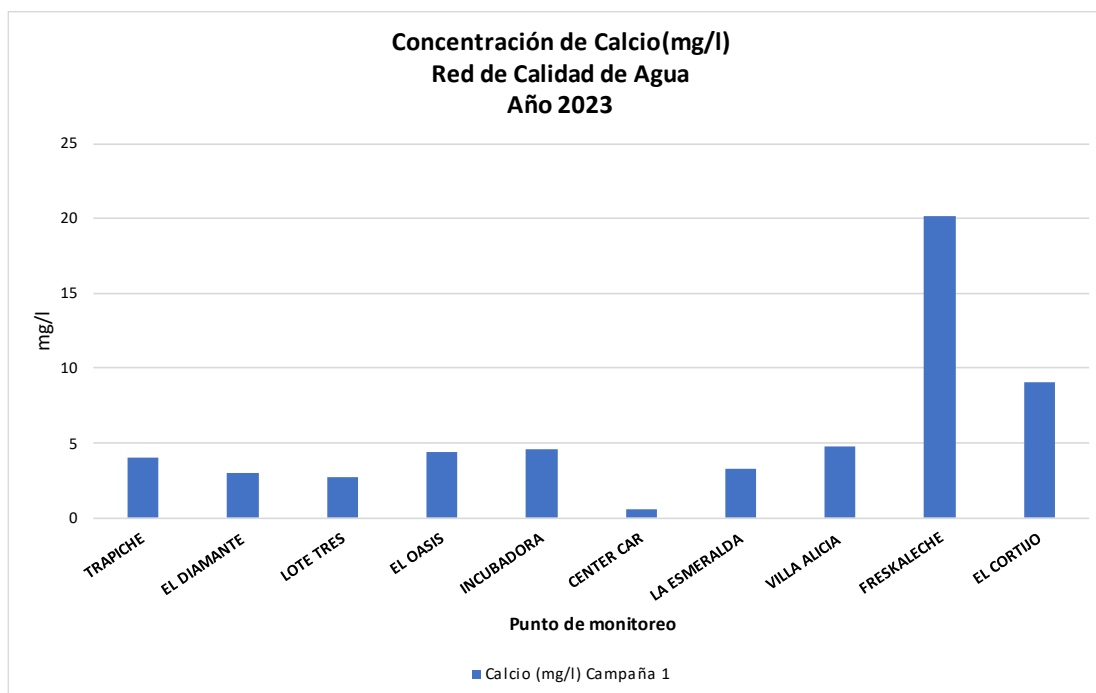
*Gráfica 89. Monitoreo puntual de sulfatos en aguas subterráneas.*

En los puntos monitoreados no se determinaron concentraciones de sulfatos por encima del criterio admisible para recurso humano y doméstico, por lo que este parámetro se encuentra en condiciones normales para todos los puntos evaluados.

#### **5.2.4. Parámetros de metales en aguas subterráneas**

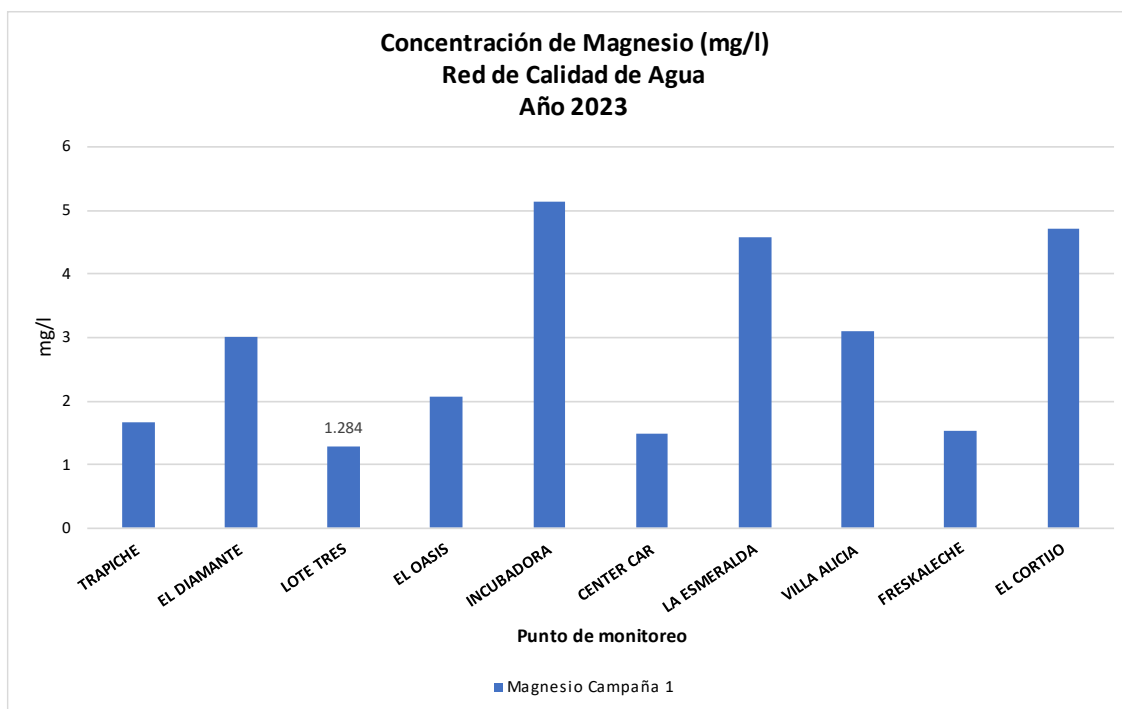
Por último, para las aguas subterráneas se evaluaron los diferentes metales como calcio, magnesio, potasio y sodio, con el fin de caracterizar sus concentraciones, ya que no se cuenta con un histórico de su naturaleza en el territorio de jurisdicción.



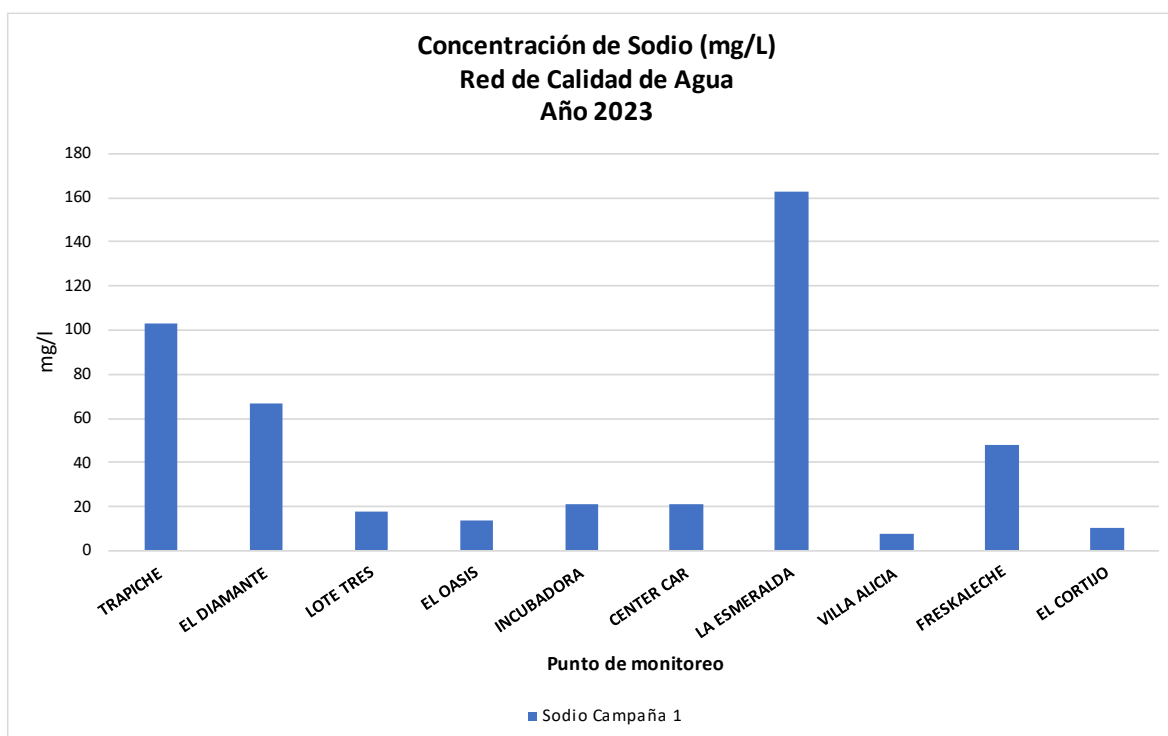


Gráfica 90. Monitoreo puntual de calcio en aguas subterráneas.

La concentración de calcio determinada en los puntos monitoreados, contiene concentraciones similares a excepción del punto de Freskaleche quien tiene una concentración de 20 mg Ca/L. y puede estar correlacionado presuntamente con la dureza cálcica, por lo que podría tener mayor dureza que las otras fuentes subterráneas evaluadas.



Gráfica 91. Monitoreo puntual de magnesio en aguas subterráneas.

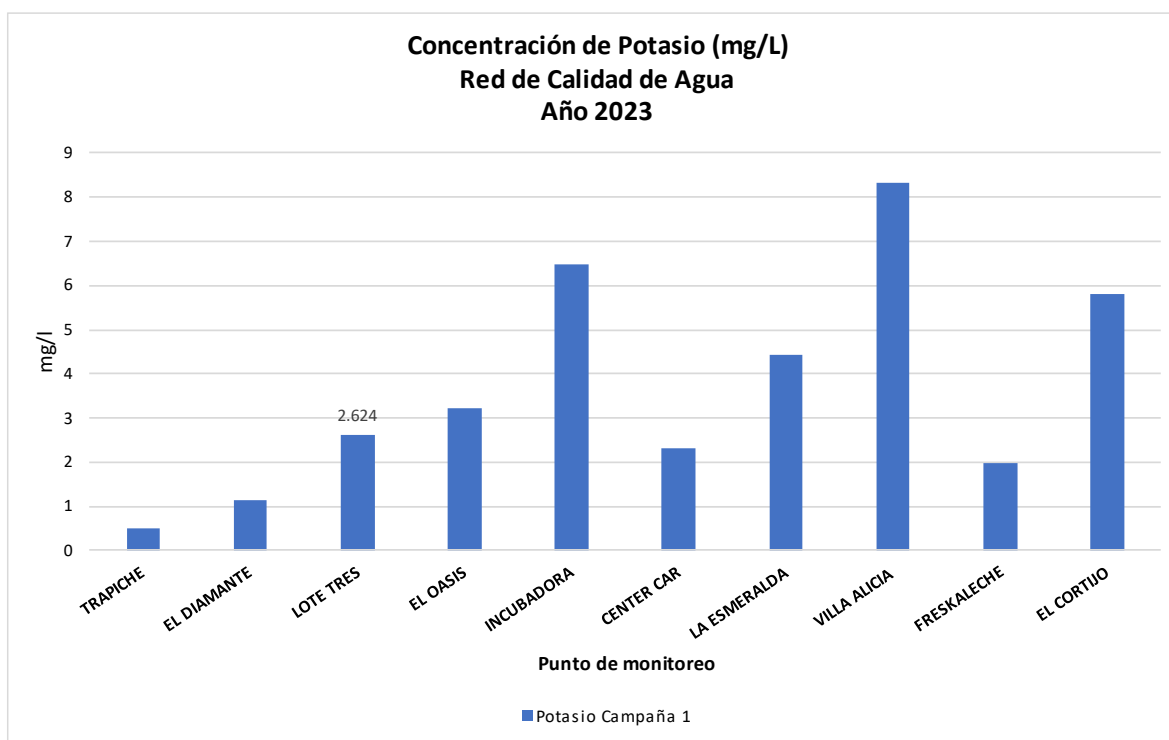


Gráfica 92. Monitoreo puntual de sodio en aguas subterráneas.

En la determinación de magnesio en los puntos evaluados, se encontró que todas

las fuentes monitoreadas presentan concentraciones similares, con un valor máximo en la Incubadora de 5,14 mg/l y un valor mínimo en Lote Tres de 1,28 mg/L. Estas concentraciones de magnesio son relativamente similares a las concentraciones de calcio, por lo que presuntamente podría indicar un balance entre estas dos especies.

Con respecto a la determinación de sodio en las aguas subterráneas, se determinó que el punto de *La Esmeralda* es quien presenta la más alta concentración de este metal, siendo proporcional con respecto a la concentración de cloruros determinado en la gráfica 83, lo que podría llegar a inducir probablemente que esta especie se encuentra en sales de NaCl como su especie abundante. Las demás concentraciones de sodio determinadas podrían estar asociadas a las diferentes especies de carbonatos y bicarbonatos de la muestra.



Gráfica 93. Monitoreo puntual de potasio en aguas subterráneas.

Las concentraciones de potasio determinadas en las muestras, indican una baja concentración en todos los puntos monitoreados a diferencia de la presencia de sodio en

las muestras, es decir que probablemente los suelos de las zonas monitoreadas son ricas en sodio y pobres en potasio, por lo que para confirmar esta hipótesis sería necesario realizar una caracterización del suelo.

## 6. CONCLUSIONES

- Los índices de calidad correspondientes al 2023 registraron un criterio de calidad Regular en un 58%, señalando un aumento considerable de calidad Aceptable (23%) y una disminución en calidad Mala (18%), con respecto al año 2022, sin embargo, se registró un 2% en categoría Muy Mala, lo cual nunca se había registrado en el histórico. Esta variación alentadora se atribuye a la inclusión de 21 puntos nuevos, los cuales nueve (9) puntos tienen categoría “Aceptable” y once (11) puntos se categorizan en “regular”, por lo que favoreció la distribución porcentual.

Tabla 79. Calidad puntos de monitoreo – 2022 – 2023

COMPARATIVO ICAS 2019 - 2022				
CATEGORIA ICA	2022		2023 (106 puntos)	
	# puntos	%	# puntos	%
BUENA	0	0%	0	0%
ACEPTABLE	16	19%	24	23%
REGULAR	51	60%	61	58%
MALA	18	21%	19	18%
MUY MALA	0	0%	2	2%

- Es importante realizar seguimiento a los puntos de la Quebrada la Guacamaya (GY-01) y la Quebrada las Navas (LN-01) en las que desmejoró la calidad del agua de Mala a Muy Mala, ya que nunca había presentado esta categorización.
- Las calidades de los puntos utilizados para captación y/o abastecimiento de acueductos municipales como Rio de Oro (RO-05), y río Surata (SA-03), se clasifican con índices de calidad “Regular”, a excepción del punto de Rio Frio (RF-03) quien mejoró su calidad a Aceptable. Estos puntos son

indispensables para garantizar el agua de consumo humano para los municipios como Bucaramanga, Piedecuesta, Floridablanca y Girón.

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

- En el caso del punto de Q. La Angula (LA-04) que se utiliza para captación y/o abastecimiento del municipio de Lebrija, desmejoró nuevamente su índice de calidad con respecto al 2022, el cual se encontraba en Aceptable y paso a categorizarse nuevamente como Regular, el índice de calidad que presentaba para el año 2021. Es importante realizar seguimiento al punto ya que es importante garantizar su calidad para el buen tratamiento en las plantas de potabilización.
- Los puntos monitoreados a lo largo del Rio de Oro incluyendo sus tributarios principales, indican que su calidad tiene una tendencia a la desmejora, ya que, en el histórico de los monitoreos de calidad del agua, nunca se había presentado una categorización de “muy mala” para el punto de la Quebrada Las Navas (LN-01); por lo que se debe realizar un seguimiento a los vertimientos sobre la fuente, ya que la calidad del punto decayó significativamente en el valor del ICA. Los demás puntos evaluados, presentan ICAS calculados, relativamente similares al año anterior, sin embargo, es importante recordar la importancia de la implementación de la PTAR, para mejorar los índices de calidad principalmente de las quebradas de la Escarpa Occidental.
- En el sistema la Iglesia a diferencia del año 2022, se observó la desmejora del ICA con respecto a los puntos CS-01 que se calificó como “Mala”, y el

punto GY-01 como “Muy Mala”; de igual forma, es de resaltar que solo se presentó mejora en el índice de contaminación ICOMI para el punto LF-01 y LI-01, por lo que es importante hacer seguimiento y proponer acciones que mantengan los ICAS e índices de contaminación controlados para mantener esta corriente en los diferentes puntos monitoreado, y de ser posible, mejorar las características Fisicoquímicas.

- Para la fuente hídrica de Rio Frio y sus tributarios, se recomienda realizar actividades de seguimiento y control, entre los puntos RF-P y RF-B debido a que se observa una desmejora de la calidad del agua determinada, por el valor del ICA, a partir de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, tales como los coliformes presentes, alcalinidad, DQO, nitrógeno total, entre otros. También, se sugiere el seguimiento y preservación general de los puntos que mejoraron de calidad “Regular” a “Aceptable”, para preservar la sostenibilidad de la corriente de Rio Frio.
- En el Rio Lebrija se observaron que todos los descriptores mantuvieron los ICAS con respecto al 2022, a excepción del punto RL-03, donde la desmejora de ICA a calidad “Mala” se debe principalmente al incremento en los coliformes totales, coliformes fecales, DQO y los sólidos suspendidos, por lo que se sugiere realizar un seguimiento a la zona.
- Con el fin de asegurar que los puntos de captación para abastecimiento de acueductos municipales no se deterioren, se considera fundamental el seguimiento periódico para vigilar y controlar descargues de material orgánico especialmente río Frío (RF-03), río de Oro (RO-05) y río Surata (SA-03) y la Q. La Angula (LA-04).
- Se determinó la concentración de pesticidas en los puntos QA-02, QA-01, RJ-01, AP-01, GU-01, SL-05 y PES-01, que se caracterizan por ser zonas

donde hay actividades de agricultura, para los cuales se estableció que las concentraciones detectadas no superan los máximos permisibles acorde al Decreto 1594 artículo 45. Se recomienda continuar con el seguimiento a estos puntos.

- Se sugiere realizar seguimiento a los Ríos Manco y Umpalá, debido a que los ICAS desmejoraron nuevamente a calidad “Regular” como se reportó para el año 2021, ya que en el año 2022 habían mejorado a calidad “Aceptable”, y poder generar actividades que mejoren y preserven estas corrientes en calidad “Aceptable”.
- Es importante mantener la preservación de las corrientes hídricas del Rio Salamaga y Silgara, ya que históricamente han presentado valores de ICA “Aceptable” y provienen de una zona protegida (Bosques de Misiguay), y a su vez, son tributarios importantes para el Río Lebrija, porque pueden ser de apoyo para su sostenibilidad referente a la calidad.
- En definitiva, el cambio substancial de la calidad en las fuentes hídricas del área de jurisdicción de la CDMB, se dará cuando se construyan las plantas de tratamiento de aguas residuales ya que los vertimientos domésticos son los responsables de más del 90% del deterioro del recurso hídrico en la región.
- Para el año 2023, se incluyeron veintiún (21) puntos nuevos de monitoreo, es importante continuar el seguimiento para establecer su comportamiento de base, con el fin de mantener sus índices de calidad frente a cualquier afectación antrópica.

Tabla 80. Índices de Calidad de Agua en los nuevos puntos de monitoreo 2023.

SITIO DE MUESTREO	PUNTO	AÑO 2022		AÑO 2023	
		ICA	Calidad	ICA	Calidad
Q. La Baja	LB-02	---	---	0.79	ACEPTABLE
Q. El Juncal	JU-01	---	---	0.75	ACEPTABLE
Q. El Volcán	VO-01	---	---	0.66	REGULAR
Q. Jaimes	JA-01	---	---	0.83	ACEPTABLE
Q. Agua de Paramo	AP-01	---	---	0.79	ACEPTABLE
Río Manco	RM-03	---	---	0.61	REGULAR
Q. El Aburrado	QABU-01	---	---	0.67	REGULAR
Q. Palmita	PAL-01	---	---	0.74	ACEPTABLE
Q. Tambora	TAM-01	---	---	0.58	REGULAR
Q. Guaduas	GU-01	---	---	0.77	ACEPTABLE
Río Salamaga	SL-05	---	---	0.79	ACEPTABLE
Río Lato	LT-02	---	---	0.77	ACEPTABLE
Q. Musanda	MU-01	---	---	0.67	REGULAR
Caño Pato	CPA-01	---	---	0.70	REGULAR
Río Cachirí	RC-03	---	---	0.57	REGULAR
Río Romerito	ROM-01	---	---	0.83	ACEPTABLE
Q. Pescadero	PES-01	---	---	0.66	REGULAR
Río Lebrija	RL-09	---	---	0.56	REGULAR
Río Lebrija	RL-10	---	---	0.60	REGULAR
Río Tona	RT-02	---	---	0.61	REGULAR
Río Tona	RT-01B	---	---	0.63	REGULAR

- La calidad del punto SA-03 ubicado en la captación de la planta Bosconia del acueducto metropolitano de Bucaramanga, se clasifica con un ICA de “Regular”, al igual que el presentado en el año 2022, sin embargo, al evaluar la puntuación se observa un decaimiento, ya que se tenía un puntaje de 0.67 en el 2022 y actualmente presenta un puntaje de 0.58, lo que apunta a que se debe realizar un seguimiento mayor a esta corriente y medidas para mejorar sus índices de calidad.



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

- En algunos puntos de la Unidad Hidrográfica del Río Surata (zona minera), se presentó incremento en la concentración de varios metales, superando los límites máximos permisibles (mercurio, hierro, plomo, cadmio, arsénico), hallazgo que requiere continuar monitoreando dichas fuentes durante el año 2024. Es importante reforzar el seguimiento de las actividades de la zona y se sugiere proponer estudios de la composición del suelo.
- Frente al riesgo de presencia de uranio en fuentes hídricas, bajo los puntos evaluados en la subcuenca Suratá (SA-06, SA-03, RV-02, QLB-01 y RV-01), se determinó concentraciones por debajo del límite máximo permisible acorde a las guías de calidad para consumo de agua de la Organización Mundial de la Salud (OMS), edición 2022. Sin embargo, es la primera vez que se evalúa este parámetro por lo que es importante continuar con el monitoreo de este metal para confirmar que no se presenten concentraciones significativas sobre las corrientes superficiales en la zona minera (subcuenca Suratá), que pueda ser un riesgo biológico y para la salud en la destinación del recurso.
- El ICOSUS determinado en el río Vetas para el punto RV-05 presentó una desmejora a comparación del año 2022, ya que se calificaba en “Medio” y actualmente se califica en modo “Alto”, por lo que es necesario revisar las causales aguas arriba sobre el río Vetas, ya que aumentan los índices de contaminación en determinados periodos, y que no son a causa de los tributarios Quebrada el Volcán (VO-01) y Quebrada Jaimes (JA-01) ya que presentaron un ICOSUS de “Ninguna”.

- El río Tona presenta un pH alcalino y valores de alcalinidad altos, lo que disminuye el índice de calidad calculado. Es importante tener en cuenta, realizar seguimiento a la zona y monitorear si los valores de pH y alcalinidad corresponden a la naturaleza de la corriente hídrica o pueda ser un factor externo que este afectando la corriente.
- En el río Tona en la determinación del Índice de contaminación por mineralización - ICOMI para el punto RT-02, el cual clasificó como “Alto”, se debe a la alta concentración que presenta para alcalinidad y dureza total, por lo que se debe realizar un seguimiento para determinar si estas concentraciones corresponden a alguna afectación humana o por condiciones naturales de la zona en la composición del suelo.
- Al evaluar la granulometría de los sedimentos en los puntos QLB-01, RV-02, RV-01 y SA-06, y comparar las dos campañas realizadas, se observó una tendencia en la disminución en el tamaño de las partículas de los sólidos, aumentando las partículas finas de las arenas, este efecto se da posiblemente por el incremento de lluvias y el aumento de caudal en la corriente hídrica lo que puede ocasionar mayor flujo de las partículas sedimentadas y un aumento en la disolución de las mismas dejando a exposición los diferentes metales depositados, incrementando la superficie de contacto del sedimento.

*Tabla 81. Resultados de caudales de aforo líquido de las corrientes donde se realizó toma de muestra de sedimentos.*

PUNTO	Caudal agua (m <sup>3</sup> /s)		Variación de caudal entre campañas
	CAMPAÑA 1 (junio)	CAMPAÑA 2 (octubre)	
QLB-01	0.534	0.764	Aumento el caudal
RV-02	1.505	1.589	Aumento el caudal
RV-01	2.401	2.648	Aumento el caudal

SA-03	8.435	5.512	Disminuyo el caudal
SA-01	4.948	6.235	Aumento el caudal
SA-06	3.515	5.407	Aumento el caudal

- En la evaluación de la concentración de metales en sedimentos en época seca, no se encontraron concentraciones significativas, a diferencia de la segunda campaña realizada en época de lluvias, esto podría estar relacionado al crecimiento de las corrientes hídricas, lo que causa mayor remoción de los depósitos acumulados, y por tanto deja a exposición capas de sedimentos que almacenaban concentraciones significativas de todos los metales encontrados.
- Al evaluar las características microbiológicas de las aguas subterráneas de los puntos monitoreados es importante realizar un seguimiento al punto de *Villa Alicia* debido a que fue el único que presentó un nivel de  $1 \cdot 10^3$  NMP/100mL de la bacteria *E. coli*, con el fin de conocer el motivo principal de estas características en el agua.
- Es importante continuar con los monitoreos de aguas subterráneas para caracterizar la naturaleza de las mismas, y poder determinar a futuro si estas fuentes pueden verse afectadas por alguna afección antrópica o cambios en la composición del suelo.
- Se recomienda realizar el estudio de la red acuífera de las aguas subterráneas, es decir, un inventario de puntos de agua subterránea, con el fin de establecer los recorridos y sus posibles afectaciones desde sus nacimientos hasta desembocaduras.
- Frente a la calidad de aguas subterráneas, se recomienda realizar seguimiento a las fuentes hídricas de los puntos *La Esmeralda* y *Center Car*, porque presentaron concentraciones por fuera de los límites máximos

permisibles de los parámetros cloruros y pH respectivamente, para poder definir acciones que mejoren la calidad de estos acuíferos.

**FIN DEL INFORME**



Punto PES-01 Quebrada Pescadero