



INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO. - CRA

Estudio de caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua superficial realizada los días 24, 25, 26, 27, 28, 31 de julio y 01, 02 de agosto del 2023.

**ATLÁNTICO
JULIO-AGOSTO, 2023**





TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS.....	21
1.1 OBJETIVO GENERAL	21
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
2. CONDICIONES GENERALES	22
2.1 NORMATIVA APLICABLE	22
2.2 INFORMACIÓN DE LA EMPRESA	22
2.3 RESPONSABLES DEL INFORME.....	22
2.4 EMPRESA RESPONSABLE DEL ESTUDIO	23
3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO.....	26
3.1 CARACTERÍSTICAS DEL MUESTREO	26
3.2 REGLA DE DECISIÓN Y DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD	27
3.2.1 Incertidumbre del resultado (U_{\pm})	28
3.3 DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO	29
3.4 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO.....	41
4. RESULTADOS	45
4.1 RESULTADOS DE CAMPO	45
4.2 RESULTADOS DE LABORATORIO.....	58
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	61
5.1 CUENCA RÍO MAGDALENA.....	61
5.1.1 Ciénaga de Malambo.....	61
5.1.2 Ciénaga Mesolandia.....	70
5.1.3 Ciénaga de Santo Tomás.....	78
5.1.4 Ciénaga La Luisa.....	86
5.1.5 Ciénaga La larga.....	93
5.1.6 Ciénaga El Uvero	100
5.1.7 Ciénaga Sabanagrande	107





5.1.8	Río Magdalena	115
5.2	CUENCA LITORAL	123
5.2.1	Ciénaga Paraíso	123
5.2.2	Ciénaga Mallorcaín	130
5.2.3	Ciénaga El Rincón	142
5.2.4	Ciénaga de Balboa	150
5.2.5	Ciénaga Los Manatíes	158
5.2.6	Ciénaga del Totumo	165
5.3	CUENCA CANAL DEL DIQUE	173
5.3.1	Ciénaga San Juan de Tocagua	173
5.3.2	Ciénaga de Luruaco	181
5.3.3	Embalse El Guájaro	188
5.3.4	Ciénaga Manatí	195
5.4	ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA	202
6.	CONCLUSIONES	221
6.1	CUENCA RÍO MAGDALENA	221
6.2	CUENCA LITORAL	222
6.3	CUENCA CANAL DEL DIQUE	222
7.	BIBLIOGRAFÍA	223
8.	ANEXOS	225
9.	HISTÓRICOS DE CAMBIOS	226





ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras.....	23
Tabla 2. Identificación de la muestra.	24
Tabla 3. Equipo y método analítico para la medición del parámetro <i>In situ</i>	27
Tabla 4. Método empleado para el análisis de la muestra.....	27
Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicado en el área de estudio.	29
Tabla 6. Ubicación geográfica del punto de monitoreo.	42
Tabla 7. Resultados de parámetros in situ y cumplimiento con Decreto 1076.....	46
Tabla 8. Resultados de laboratorio.	58
Tabla 9. Mineralización del agua a partir de la conductividad.	168
Tabla 10. Variables y ponderaciones para el caso de 6 variables.	204
Tabla 11. Clasificación del ICA.	204
Tabla 12. Valor obtenido para cada variable (índice).	205
Tabla 13. Categoría de calidad de agua y su correspondiente escala de valor y color.	207
Tabla 14. Resultados del índice de calidad del agua	209
Tabla 15. Anexos del informe técnico.	225
Tabla 16. Históricos de cambios.	226





ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Ciénaga de Malambo P1	33
Fotografía 2. Ciénaga de Malambo P2.....	33
Fotografía 3. Ciénaga de Sabanagrande P1	33
Fotografía 4. Ciénaga de Sabanagrande P2.....	33
Fotografía 5. Ciénaga de Santo Tomás P1	33
Fotografía 6. Ciénaga de Santo Tomás P2.....	33
Fotografía 7. Ciénaga El Uvero P1	33
Fotografía 8. Ciénaga Paraíso P1	33
Fotografía 9. Ciénaga Luisa P1	34
Fotografía 10. Ciénaga Larga P1.....	34
Fotografía 11. Ciénaga Manatí P1	34
Fotografía 12. Río Magdalena P1	34
Fotografía 13. Río Magdalena P2.....	34
Fotografía 14. Río Magdalena P3.....	34
Fotografía 15. Ciénaga De Mallorca P1	34
Fotografía 16. Ciénaga De Mallorca P2.....	34
Fotografía 17. Ciénaga De Mallorca P3.....	35
Fotografía 18. Ciénaga De Mallorca P4.....	35
Fotografía 19. Ciénaga De Mallorca P5.....	35
Fotografía 20. Ciénaga De Mallorca P6.....	35
Fotografía 21. Ciénaga Del Rincón P1.....	35
Fotografía 22. Ciénaga Del Rincón P2.....	35
Fotografía 23. Ciénaga Del Rincón P3.....	36
Fotografía 24. Ciénaga Del Rincón P4.....	36





Fotografía 25. Ciénaga Del Rincón P5.....	36
Fotografía 26. Ciénaga Del Rincón P6.....	36
Fotografía 27. Ciénaga Los Manatíes P1	36
Fotografía 28. Ciénaga De Balboa P1	36
Fotografía 29. Ciénaga De Balboa P2	37
Fotografía 30. Ciénaga De Balboa P3	37
Fotografía 31. Ciénaga Del Totumo P1	37
Fotografía 32. Ciénaga Del Totumo P2	37
Fotografía 33. Ciénaga De Tocagua P1	37
Fotografía 34. Ciénaga De Tocagua P2	37
Fotografía 35. Ciénaga De Luruaco P1.....	38
Fotografía 36. Ciénaga De Luruaco P2.....	38
Fotografía 37. Ciénaga De Mesolandia P1	38
Fotografía 38. Ciénaga De Mesolandia P2	38
Fotografía 39. Embalse El Guájaró P1	38
Fotografía 40. Embalse El Guájaró P2	38
Fotografía 41. Embalse El Guájaró P3	39
Fotografía 42. Embalse El Guájaró P4	39
Fotografía 43. Embalse El Guájaró P5	39
Fotografía 44. Embalse El Guájaró P6	39
Fotografía 45. Embalse El Guájaró P7	39
Fotografía 46. Embalse El Guájaró P8	39
Fotografía 47. Embalse El Guájaró P9	40
Fotografía 48. Ciénaga Manatí P1.....	40
Fotografía 49. Ciénaga el Uvero P2	40





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE
CARACTERIZACIÓN DE AGUA
SUPERFICIAL**

OT 8933-1-A-7034

Versión: 00

Página 7 de 226

Fotografía 50. Ciénaga Paraíso P2.....40

Fotografía 51. Ciénaga Luisa P2.....40

Fotografía 52. Ciénaga Larga P2.....40

Fotografía 53. Ciénaga Manatí P2.....41



SERambiente[®]
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of
ALS Limited



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Declaración binaria con la regla de aceptación simple.....	28
Figura 2. Ubicación geográfica del punto de monitoreo	44
Figura 3 Índice de calidad (ICA) del agua en la ciénaga de Mallorcaín.....	210
Figura 4 Índice de productividad del agua en la ciénaga de Mallorcaín.....	211
Figura 5 Subíndice de materia orgánica y microbiológicos del agua en la ciénaga de Mallorcaín	212
Figura 6 Índice de calidad (ICA) del agua en la ciénaga de Balboa	213
Figura 7 Índice de productividad del agua en la ciénaga de Balboa	214
Figura 8 Subíndice de materia orgánica y microbiológicos del agua en la ciénaga de Mallorcaín	215
Figura 9 Índice de calidad (ICA) del agua en la ciénaga el Rincón	216
Figura 10 Índice de productividad del agua en la ciénaga el Rincón.....	217
Figura 11 Índice de calidad (ICA) del agua en el Embalse del Guájaro	218
Figura 12 Subíndice de conductividad del agua en el Embalse del Guájaro	219
Figura 13 Índice de calidad de materia orgánica del agua en el Embalse del Guájaro	220





ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Registros de la temperatura en la Ciénaga de Malambo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	62
Gráfica 2. Registros del pH en la Ciénaga de Malambo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	63
Gráfica 3. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga de Malambo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	64
Gráfica 4. Registros de la conductividad en la Ciénaga de Malambo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.	65
Gráfica 5. Registros de la DBO ₅ en la Ciénaga de Malambo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	66
Gráfica 6. Registros de la DQO en la Ciénaga de Malambo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.	67
Gráfica 7. Registros de SST en la Ciénaga de Malambo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	68
Gráfica 8. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga de Malambo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.	69
Gráfica 9. Registros de coliformes Totales (CT) en la Ciénaga de Malambo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	69
Gráfica 10. Registros de la temperatura en la Ciénaga de Mesolandia en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.	70
Gráfica 11. Registros del pH en la Ciénaga de Mesolandia en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	71
Gráfica 12. Registros del oxígeno en la Ciénaga de Mesolandia en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	72
Gráfica 13. Registros de la conductividad en la Ciénaga de Mesolandia en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	73
Gráfica 14. Registros de la DBO ₅ en la ciénaga de Mesolandia en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	74





Gráfica 15. Registros de la DQO en la ciénaga de Mesolandia en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.75

Gráfica 16. Registros de SST en la ciénaga de Mesolandia en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.76

Gráfica 17. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la ciénaga de Mesolandia en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.77

Gráfica 18. Registros de coliformes Totales (CT) en la en la ciénaga de Mesolandia en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.77

Gráfica 19. Registros de la temperatura en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023.78

Gráfica 20. Registros del en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.79

Gráfica 21. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.80

Gráfica 22. Registros de la conductividad en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.81

Gráfica 23. Registros de la DBO₅ en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.82

Gráfica 24. Registros de la DQO en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.83

Gráfica 25. Registros de SST en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.84

Gráfica 26. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.85

Gráfica 27. Registros de coliformes Totales (CT) en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.85





Gráfica 28. Registros de temperatura (°C) en la Ciénaga La Luisa en julio y agosto de 2023 con monitoreos anteriores.....	86
Gráfica 29. Registros de pH (UpH) en la Ciénaga La Luisa julio y agosto de 2023 con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	87
Gráfica 30. Registros de Oxígeno disuelto en la Ciénaga La Luisa julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	88
Gráfica 31. Registros de Conductividad en la Ciénaga La Luisa en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.	89
Gráfica 32. Registros de DBO ₅ en la Ciénaga La Luisa en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	90
Gráfica 33. Registros de DQO en la Ciénaga La Luisa en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.	90
Gráfica 34. Registros de SST en la en la Ciénaga La Luisa en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	91
Gráfica 35. Registros de Coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga La Luisa en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.	92
Gráfica 36. Registros de Coliformes Totales (CT) en la Ciénaga La Luisa en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	92
Gráfica 37. Registros de temperatura (°C) en la Ciénaga La larga en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	93
Gráfica 38. Registros de pH (UpH) en la Ciénaga La larga en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	94
Gráfica 39. Registros de Oxígeno disuelto en la Ciénaga La larga en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	95
Gráfica 40. Registros de Conductividad en la Ciénaga La larga en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.	96
Gráfica 41. Registros de DBO ₅ en la Ciénaga La larga en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	97





Gráfica 42. Registros de DQO en la Ciénaga La larga en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.....	97
Gráfica 43. Registros de SST en la Ciénaga La larga en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	98
Gráfica 44. Registros de Coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga La larga en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.....	99
Gráfica 45. Registros de Coliformes Totales (CT) en la Ciénaga La larga en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	99
Gráfica 46. Registros de temperatura (°C) en la Ciénaga El Uvero en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	100
Gráfica 47. Registros de pH (UpH) en la Ciénaga El Uvero en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.....	101
Gráfica 48. Registros de Oxígeno disuelto en la Ciénaga El Uvero en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	102
Gráfica 49. Registros de Conductividad en la Ciénaga El Uvero en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.....	103
Gráfica 50. Registros de DBO ₅ en la Ciénaga El Uvero en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	104
Gráfica 51. Registros de DQO en la Ciénaga El Uvero en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.....	104
Gráfica 52. Registros de SST en la Ciénaga El Uvero en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	105
Gráfica 53. Registros de Coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga El Uvero en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.....	106
Gráfica 54. Registros de Coliformes Totales (CT) en la Ciénaga El Uvero en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	106
Gráfica 55. Registros de la temperatura en la Ciénaga de Sabanagrande en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.....	107





Gráfica 56. Registros del pH en la Ciénaga de Sabanagrande en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	108
Gráfica 57. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga de Sabanagrande en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.....	109
Gráfica 58. Registros de la conductividad en la Ciénaga de Sabanagrande en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.	110
Gráfica 59. Registros de la DBO ₅ en la Ciénaga de Sabanagrande en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	111
Gráfica 60. Registros de la DQO en la Ciénaga de Sabanagrande en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores en julio y agosto de 2023.	112
Gráfica 61. Registros de SST en la Ciénaga de Sabanagrande en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	113
Gráfica 62. Registros de Coliformes totales (CTE) en la Ciénaga de Sabanagrande en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.....	114
Gráfica 63. Registros de Coliformes termotolerantes (CT) en la Ciénaga de Sabanagrande en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	114
Gráfica 64. Registros de la temperatura en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	115
Gráfica 65. Registros del pH en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.....	116
Gráfica 66. Registros del oxígeno disuelto en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	117
Gráfica 67. Registros de la conductividad en el Río Magdalena en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores. .	118
Gráfica 68. Registros de la DBO ₅ en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.....	119
Gráfica 69. Registros de la DQO en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.....	120





Gráfica 70. Registros de SST en el Río Magdalena en el monitoreo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 121

Gráfica 71. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores. 122

Gráfica 72. Registros de coliformes Totales (CT) en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 122

Gráfica 73. Registros de la Temperatura (°C) en la Ciénaga Paraíso en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores..... 123

Gráfica 74. Registros del pH en la Ciénaga Paraíso en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad..... 124

Gráfica 75. Registros del oxígeno en la Ciénaga Paraíso en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 125

Gráfica 76. Registros de la conductividad en la Ciénaga Paraíso en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores. 126

Gráfica 77. Registros de la DBO₅ la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad..... 127

Gráfica 78. Registros de la DQO en la Ciénaga Paraíso en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores..... 127

Gráfica 79. Registros de los sólidos suspendidos totales (SST) en la Ciénaga Paraíso en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 128

Gráfica 80. Registros de los coliformes termotolerates (CTE) en la Ciénaga Paraíso en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores. 129

Gráfica 81. Registros de los coliformes totales (CT) en la Ciénaga Paraíso en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 129

Gráfica 82. Registros de la Temperatura (°C) en la Ciénaga de Mallorcaín en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores. 132





Gráfica 83. Registros del pH (Unidades de pH) en la Ciénaga de Mallorquín en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.....	134
Gráfica 84. Registros del oxígeno disuelto (mg/L) en la Ciénaga de Mallorquín en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.....	136
Gráfica 85. Registros de la conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en la Ciénaga de Mallorquín en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.	137
Gráfica 86. Registros de la DBO_5 ($\text{mg O}_2/\text{L}$) en la Ciénaga de Mallorquín en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	138
Gráfica 87. Registros de la DQO ($\text{mg O}_2/\text{L}$) en la Ciénaga de Mallorquín en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.	139
Gráfica 88. Registros de SST (mg/L) en la Ciénaga de Mallorquín en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	140
Gráfica 89. Registros de Coliformes Totales (CTE) en la Ciénaga de Mallorquín en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores.....	141
Gráfica 90. Registros de Coliformes T (CT) en la Ciénaga de Mallorquín en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	141
Gráfica 91. Registros de la temperatura en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.	143
Gráfica 92. Registros del pH en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	144
Gráfica 93. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	145
Gráfica 94. Registros de la conductividad en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.....	146
Gráfica 95. Registros de la DBO_5 en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	147
Gráfica 96. Registros de la DQO en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.....	147





Gráfica 97. Registros de SST en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 148

Gráfica 98. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga El Rincón en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores..... 149

Gráfica 99. Registros de coliformes Totales (CT) en la Ciénaga El Rincón en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad 149

Gráfica 100. Registros de la temperatura en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores..... 151

Gráfica 101. Registros del pH en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 152

Gráfica 102. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 153

Gráfica 103. Registros de la conductividad en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores..... 154

Gráfica 104. Registros de la DBO₅ en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 155

Gráfica 105. Registros de la DQO en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores..... 155

Gráfica 106. Registros de SST en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad..... 156

Gráfica 107. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 157

Gráfica 108. Registros de coliformes Totales (CT) en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad 157

Gráfica 109. Registros de la Temperatura (°C) en la Ciénaga Los Manatés en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores. 158





Gráfica 110. Registros del pH en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 159

Gráfica 111. Registros del oxígeno en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 160

Gráfica 112. Registros de la conductividad en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores. 161

Gráfica 113. Registros de la DBO₅ la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 162

Gráfica 114. Registros de la DQO la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores. 162

Gráfica 115. Registros de los sólidos suspendidos totales (SST) en la Ciénaga Los Manatíes en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 163

Gráfica 116. Registros de los coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores. . 164

Gráfica 117. Registros de los coliformes totales (CT) en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 164

Gráfica 118. Registros de la temperatura en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores. 165

Gráfica 119. Registros del pH en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 166

Gráfica 120. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 167

Gráfica 121. Registros de la conductividad en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 168

Gráfica 122. Registros de la DBO₅ en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 169





Gráfica 123. Registros de la DQO en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores..... 170

Gráfica 124. Registros de SST en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 171

Gráfica 125. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores. . 172

Gráfica 126. Registros de coliformes Totales (CT) en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 172

Gráfica 127. Registros de temperatura (°C) en la Ciénaga San Juan de Tocagua en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores..... 173

Gráfica 128. Registros de pH en la Ciénaga San Juan de Tocagua en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 174

Gráfica 129. Registros de oxígeno disuelto en la Ciénaga San Juan de Tocagua en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 175

Gráfica 130. Registros de conductividad en la Ciénaga San Juan de Tocagua julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad..... 176

Gráfica 131. Registros de DBO₅ en la Ciénaga San Juan de Tocagua en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 177

Gráfica 132. Registros de DQO en la Ciénaga San Juan de Tocagua en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores..... 178

Gráfica 133. Registros de SST en la Ciénaga San Juan de Tocagua en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 179

Gráfica 134. Registros de Coliformes totales (CT) en la Ciénaga San Juan de Tocagua en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. 180

Gráfica 135. Registros de Coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga San Juan de Tocagua en julio y agosto de 2023, contrastado con los monitoreos anteriores. 180

Gráfica 136. Registros de temperatura (°C) en la Ciénaga de Luruaco en julio y agosto de 2023. 181





Gráfica 137. Registros de pH en la Ciénaga de Luruaco en julio y agosto de 2023, contrastado con los objetivos de calidad.	182
Gráfica 138. Registros de oxígeno disuelto en la Ciénaga de Luruaco en julio y agosto de 2023, contrastado con los objetivos de calidad.	183
Gráfica 139. Registros de conductividad en la Ciénaga de Luruaco julio y agosto de 2023.	184
Gráfica 140. Registros de DBO ₅ en la Ciénaga de Luruaco en julio y agosto de 2023, contrastado los objetivos de calidad.	184
Gráfica 141. Registros de DQO en la Ciénaga de Luruaco en julio y agosto de 2023.	185
Gráfica 142. Registros de SST en la Ciénaga de Luruaco en julio y agosto de 2023, contrastado los objetivos de calidad.	186
Gráfica 143. Registros de Coliformes totales (CT) en la Ciénaga de Luruaco en julio y agosto de 2023 contrastado con los objetivos de calidad.	187
Gráfica 144. Registros de Coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga de Luruaco en julio y agosto de 2023.	187
Gráfica 145. Registros de la temperatura en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.	188
Gráfica 146. Registros del pH en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	189
Gráfica 147. Registros del oxígeno disuelto en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	190
Gráfica 148. Registros de la conductividad en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	191
Gráfica 149. Registros de la DBO ₅ en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	192
Gráfica 150. Registros de DQO en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	192





Gráfica 151. Registros de SST en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	193
Gráfica 152. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.	194
Gráfica 153. Registros de coliformes Totales (CT) en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	194
Gráfica 154. Registros de temperatura (°C) en la Ciénaga de Manatí en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.	195
Gráfica 155. Registros de pH en la Ciénaga Manatí en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	196
Gráfica 156. Registros de oxígeno disuelto en la Ciénaga Manatí en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	197
Gráfica 157. Registros de conductividad en la Ciénaga Manatí en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	198
Gráfica 158. Registros de DBO ₅ en la Ciénaga Manatí en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	199
Gráfica 159. Registros de DQO en la Ciénaga Manatí en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.	199
Gráfica 160. Registros de SST en la Ciénaga Manatí en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	200
Gráfica 161. Registros de Coliformes totales (CT) en la Ciénaga Manatí en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.	201
Gráfica 162. Registros de Coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga Manatí en julio y agosto de 2023, contrastado con los monitoreos anteriores.	201





1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Evaluar a partir del monitoreo realizado en los meses de julio y agosto de 2023, la calidad del agua superficial en cincuenta y tres (53) puntos de monitoreo, ubicados en cuerpos de agua del departamento del Atlántico; seleccionados por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA, con el fin de verificar el estado de la calidad del agua para su programa de control y seguimiento ambiental. Cabe resaltar que solo se pudo realizar el monitoreo en cuarenta y ocho (48) de los puntos debido a que cinco (5) de estos son de difícil acceso debido a la abundante vegetación suspendida sobre los cuerpos de agua.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar ensayos fisicoquímicos y microbiológicos de las fuentes hídricas por medio de mediciones *in situ* y la toma de muestras para analizar en laboratorio.
- Preparar un informe técnico en el que se presenten los resultados y conclusiones de la evaluación efectuada durante el día de monitoreo.
- Verificar el cumplimiento de la normatividad ambiental legal vigente.
- Determinar la calidad de los recursos hídricos por medio del índice de calidad de agua (ICA), Índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS), Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO) e Índice de contaminación por pH (ICOpH).





2. CONDICIONES GENERALES

2.1 Normativa aplicable

Desde el punto de vista normativo, las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua superficial se comparan con los valores regulados en el Decreto 1594 de 1984 (ahora compilado en el Decreto 1076 de 2015), donde se establecen los criterios de calidad admisibles para destinar el recurso en preservación de flora y fauna. Cabe resaltar que se tienen en cuenta las modificaciones realizadas por el Decreto 703 de 2018. Adicionalmente, se establece comparaciones con la Resolución 0000449 de 2021 "por la cual se establecen los objetivos de calidad para los cuerpos de agua de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico a corto, mediano y largo plazo"

2.2 Información de la empresa

Razón social:	CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO- CRA.
Correo contacto ambiental:	r cotamo@crautonomia.gov.co
Departamento:	Atlántico
Municipio:	Barranquilla
Actividad económica:	Empresa encargada de ejecutar las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplimiento a las disposiciones legales vigentes.

2.3 Responsables del informe

Elaboró:

María Carolina Muñoz Pacheco

Revisó y Aprobó:

Ana Milena Ariza Blanco





2.4 Empresa responsable del estudio

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DEL ATLANTICO C.R.A., contrató los servicios de **Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S. - SERAMBIENTE S.A.S.**, para desarrollar el monitoreo de agua superficial. SERAMBIENTE S.A.S., es una empresa acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - IDEAM, a través de la Resolución 2577 de 2022, vigente hasta el 19 de junio de 2023¹ para producir información cuantitativa física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades competentes; ubicada en la carrera 41 # 73B-72 en la ciudad de Barranquilla. El laboratorio responsable de cada uno de los análisis de las muestras y sus respectiva resolución de acreditación ante el IDEAM se detalla en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de muestras.

Laboratorio	Parámetro	Resolución de acreditación
SERAMBIENTE S.A.S.	Coliformes termotolerantes	Resolución 2577 de 2022
	Coliformes totales	
	Conductividad eléctrica	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	
	Oxígeno disuelto	
	pH	
	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	
	Temperatura	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Asimismo, la **Tabla 2**, contiene los números de identificación asignados por el laboratorio de SERAMBIENTE S.A.S., así como también, el número de reporte asociado y la fecha de la toma de las muestras.

¹ La presente resolución se encuentra vigente hasta tanto no se emita una nueva resolución de acreditación por parte del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, lo anteriormente indicado se encuentra soportado bajo Radicado No.: 20246010004991 del 1 de febrero de 2024.





Tabla 2. Identificación de la muestra.

Sitio de muestreo		Departamento del Atlántico	
Tipo de estudio		Estudio de caracterización de agua superficial	
Identificación de la muestra	Número de reporte	Fecha	Punto
206156	16321	24/07/2023	Ciénaga de malambo P1
206157			Ciénaga de malambo P2
206158			Ciénaga de Sabanagrande P1
206159			Ciénaga de Sabanagrande P2
206160		25/07/2023	Ciénaga de Santo Tomás P1
206161			Ciénaga de Santo Tomás P2
206162		26/07/2023	Ciénaga El Uvero P1
206164			Ciénaga Paraíso P1
206166			Ciénaga Luisa P1
206168			Ciénaga Larga P1
206170			Ciénaga Manatí P1
206172			Río Magdalena P1
206163			Ciénaga el Uvero P2*
206165			Ciénaga Paraíso P2*
206167			Ciénaga Luisa P2*
206269			Ciénaga Larga P2*
206171			Ciénaga Manatí P2*
206173			27/07/2023
206174		Ciénaga de Mallorca P2	
206175		Ciénaga de Mallorca P3	
206176		Ciénaga de Mallorca P4	
206177		Ciénaga de Mallorca P5	
206178		Ciénaga de Mallorca P6	
206179		Ciénaga de Mallorca P7	
206180		Ciénaga del Rincón P1	
206181		Ciénaga del Rincón P2	
206182		Ciénaga del Rincón P3	
206183		Ciénaga del Rincón P4	
206184		28/07/2023	Ciénaga del Rincón P5
206185			Ciénaga del Rincón P6
206186	Ciénaga Los Manatíes P1		
206187	Ciénaga de Balboa P1		
206188	Ciénaga de Balboa P2		
206189	Ciénaga de Balboa P3		
206190	31/07/2023	Ciénaga del Totumo P1	
206191		Ciénaga del Totumo P2	
206192		Ciénaga de Tocagua P1	
206193		Ciénaga de Tocagua P2	
206194	1/08/2023	Ciénaga de Luruaco P1	
206195		Ciénaga de Luruaco P2	
206196		Embalse El Guájaro P1	
206197		Embalse El Guájaro P2	
206198		Embalse El Guájaro P3	





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE
CARACTERIZACIÓN DE AGUA
SUPERFICIAL**

OT 8933-1-A-7034

Versión: 00

Página 25 de 226

Sitio de muestreo		Departamento del Atlántico	
Tipo de estudio		Estudio de caracterización de agua superficial	
Identificación de la muestra	Número de reporte	Fecha	Punto
206199			Embalse El Guájaro P4
2061200			Embalse El Guájaro P5
2061201			Embalse El Guájaro P6
2061202			Embalse El Guájaro P7
2061203			Embalse El Guájaro P8
2061204			Embalse El Guájaro P9
2061205		2/08/2023	Ciénaga de Mesolandia P1
2061206			Ciénaga de Mesolandia P2
2061207			Río Magdalena P2
2061208			Río Magdalena P3

*: Puntos no monitoreados debido a que son de difícil acceso por abundante vegetación suspendida sobre el cuerpo de agua

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



SERambiente
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

ALS Limited



3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO

3.1 Características del muestreo

El muestreo se realizó según los requerimientos de la empresa, los cuales fueron realizar la toma de muestra de agua superficial en cincuenta y tres (53) puntos ubicados en el departamento del Atlántico; para su caracterización fisicoquímica y microbiológica. Cabe resaltar que solo se pudo realizar el monitoreo en cuarenta y ocho (48) de los puntos debido a que cinco (5) de estos son de difícil acceso debido a la abundante vegetación suspendida sobre los cuerpos de agua.

Los métodos empleados siguen los lineamientos y técnicas recomendados en la Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos-U.S EPA en su Handbook for Analytical Quality Control in Water and Wastewater Laboratories, y por la Asociación Americana de Trabajos del Agua- AWWA- en el American Standard Methods for Examination of Water and Wastewater Edición 23 (2017), además de la norma técnica Colombiana NTC-ISO 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y calibración (ICONTEC, 2017).

Se realizó la toma de muestras los días 24, 25, 26, 27, 28, 31 de julio y 01, 02 de agosto del año 2023, implementando la metodología descrita en los procedimientos internos de SERAMBIENTE S.A.S., *PO-PSM-01 Planeación y ejecución del servicio* y *PO-PSM-45 Muestreo de aguas*. El muestreo fue de tipo "manual" y la toma de muestras se realizó de manera compuesta, tomando una (1) alícuota cada hora por un periodo de dos (2) horas, para un total de tres (3) alícuotas. Para tal fin, se utilizó un balde con el cual se tomó la muestra, y posteriormente se llenaron los diferentes recipientes de vidrio ámbar o plástico-opaco, los cuales fueron preservados (acidificación y/o refrigeración) teniendo en cuenta el análisis a realizar.





Asimismo, para las mediciones de los parámetros *in situ* se realizó la verificación de la calibración de los equipos utilizados, de lo cual se dejó registro en los formatos de campo. Posteriormente, se adelantó la determinación de *Conductividad eléctrica, Oxígeno disuelto, pH y Temperatura*; efectuando las lecturas en la mayor brevedad posible, con el fin de minimizar la oxigenación natural de las muestras. En la **Tabla 3**, se presentan los equipos empleados para la medición de dichos parámetros, así como los métodos analíticos empleados y el límite de cuantificación de estos.

Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición del parámetro *In situ*.

Parámetro	Unidad	Equipo utilizado	Método analítico	Límite de cuantificación del método
pH	Unidades de pH	Multiparámetro AZ Instruments Corp.	SM 4500H+ B	NA
Oxígeno disuelto	mg/L		ASTM 888-18, B	NA
Temperatura	°C		SM 2550 B	NA
Conductividad eléctrica	µS/cm		SM 2510 B	NA

NA: No Aplica.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Finalmente, es importante mencionar los métodos empleados para el análisis fisicoquímico y microbiológico de la muestra se describen en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Método empleado para el análisis de la muestra.

Parámetro	Unidad	Método Analítico	Límite de cuantificación
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SM 5210 B - Edición 23, 2017	2,0
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SM 5220 D - Edición 23, 2017	10
Sólidos Suspendedos Totales (SST)	mg/L	SM 2540 D - Edición 2, 2017	5,0
Microbiológicos			
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	SM 9221 F-2 - Edición 23, 2017	1,8
Coliformes totales	NMP/100 mL	SM 9221 B - Edición 23, 2017	1,8

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

3.2 Regla de decisión y declaración de conformidad

La regla de decisión describe como se tiene en cuenta la incertidumbre de medición cuando se declara la conformidad con un requisito especificado, (ISO/IEC 17025:2017), el laboratorio SERAMBIENTE S.A.S. utiliza la declaración binaria con la regla de aceptación simple ($w=0$) para determinar la conformidad de los resultados relacionados





en el presente informe, previamente acordado con el cliente. y constado en la orden interna de trabajo, en la cual, SERAMBIENTE S.A.S. define por defecto la regla de aceptación simple toda vez que durante la documentación el cliente no especifique la regla de decisión a aplicar. Lo anterior de acuerdo con lo establecido PO-PSM-84 DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD.

La declaración binaria para una regla de aceptación simple ($w=0$) es definida como aquella regla de decisión en la cual el límite de aceptación es el mismo que el límite de tolerancia cuyo riesgo específico corresponde al $< 50\%$ PFA (Probabilidad de Aceptación Falsa). Esta regla supone dos conceptos de decisión asociados a la comparación de los resultados registrados con la normatividad vigente, estos son:

- Pasa (cumple) - el valor medido está por debajo del límite de aceptación.
- No pasa (no cumple) - el valor medido está por encima del límite de aceptación.

En la **Figura 1** se relaciona la representación gráfica de una declaración binaria para una regla de aceptación simple

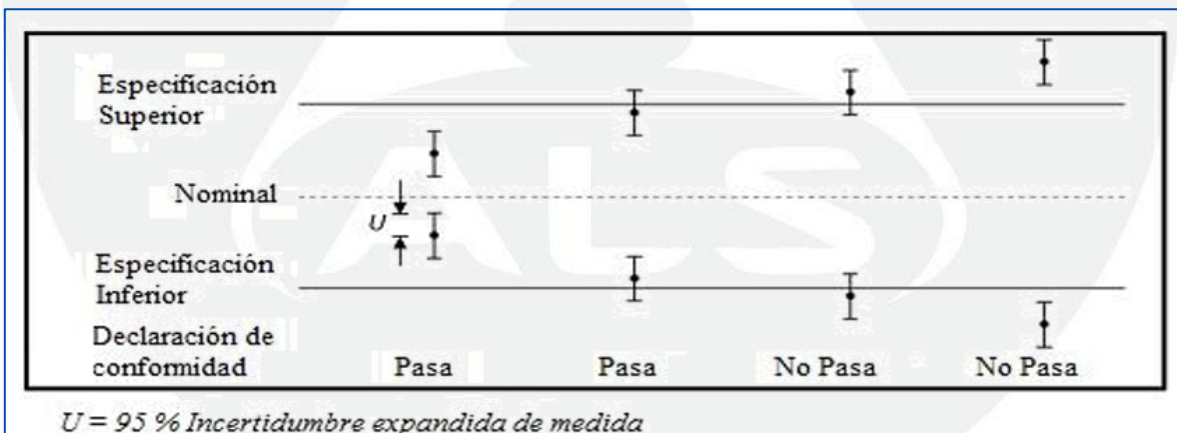


Figura 1. Declaración binaria con la regla de aceptación simple

Fuente: ILAC-G8:09/2019.

3.2.1 Incertidumbre del resultado ($U\pm$)

En el **Anexo 4** se presentan las incertidumbres de los resultados asociados a cada parámetro y punto evaluado, del mismo modo se relaciona el cálculo de la probabilidad





de aceptación falsa, probabilidad de aceptación verdadera y el nivel de riesgo asociado a la regla de decisión empleada.

3.3 Descripción de los puntos de muestreo

A continuación, se presenta la descripción del punto de monitoreo, el cual se encuentra relacionado en el **Anexo 2**, formatos de campo (*plan de monitoreo de gua - FO-PO-PSM-72-13*, *planillas de campo muestreo simple - FO-PO-PSM-45-01*, *planillas de campo muestreo compuesto - FO-PO-PSM-45-02* y *cadena de custodia - FO-PO-PSM-13-03*).

Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo ubicado en el área de estudio.

Agua superficial	
Descripción	<ul style="list-style-type: none">○ Ciénaga de Malambo P1: La muestra de agua presentó una tonalidad verde, con apariencia turbia, con presencia de residuos plásticos y vertimientos de aguas residuales por un caño que conecta la ciénaga con la comunidad aledaña. Asimismo, al borde de la laguna se observa abundancia de macrófitas.○ Ciénaga de Malambo P2: La muestra de agua presentó una tonalidad verde, con apariencia turbia, con presencia de residuos plásticos y vertimientos de aguas residuales por un caño que conecta la ciénaga con la comunidad aledaña. Asimismo, al borde de la laguna se observa abundancia de macrófitas.○ Ciénaga de Sabanagrande P1: La muestra de agua presenta una apariencia turbia con ausencia de olores, material orgánico, sin embargo, se evidencian escombros cerca al punto de monitoreo y baja cantidad de macrófitas. Asimismo, se observa prácticas de pesca, cultivos a un costado cercano al P1.○ Ciénaga de Sabanagrande P2: La muestra de agua presenta una apariencia turbia con ausencia de olores, material orgánico, sin embargo, se evidencian escombros cerca al punto de monitoreo y baja cantidad de macrófitas. Asimismo, se observa prácticas de pesca, cultivos a un costado cercano al P1.○ Ciénaga de Santo Tomás P1: El punto de monitoreo presentó una apariencia ligeramente turbia con poca profundidad y sedimentos suspendidos en la columna de agua. De igual forma, no presentó olores, pero a su alrededor se evidencia vegetación acuática.○ Ciénaga De Santo Tomás P2: El punto de monitoreo presentó una apariencia ligeramente turbia con poca profundidad y sedimentos suspendidos en la columna de agua. De igual forma, no presentó olores, pero a su alrededor se evidencia vegetación acuática.○ Ciénaga El Uvero P1: La muestra de agua presenta una apariencia turbia, con ausencia de desechos plásticos, pero con abundancia de macrófitas a un costado del punto. Igualmente se observa presencia de pobladores aledaños al cuerpo de agua, prácticas de pesca y vertimientos indirectos a la ciénaga.○ Ciénaga Paraíso P1: La muestra de agua presenta una apariencia turbia y una tonalidad marrón, con abundante vegetación, sin olores y poca profundidad.○ Ciénaga Luisa P1: La zona de muestreo presenta una apariencia turbia, abundante vegetación, olores fuertes y con presencia de aceites. Cabe resaltar que se realizó el muestreo a un costado debido a que se esta secando el cuerpo de agua.





Agua superficial

- **Ciénaga Larga P1:** La muestra fue tomada en la orilla (el punto exacto posee una playa). La zona de muestreo presenta abundante vegetación, una apariencia turbia y poca profundidad.
- **Ciénaga Manatí P1:** El punto de monitoreo presenta abundantes y abundante vegetación a su alrededor, también presenta una apariencia turbia y poca profundidad.
- **Río Magdalena P1:** La muestra de agua presenta una apariencia turbia, con ausencia de material orgánico flotante y presencia de una planta de tratamiento y/o captación de agua.
- **Ciénaga de Uvero P2:** El punto de muestreo fue de difícil acceso debido a la abundante vegetación suspendida sobre el cuerpo de agua.
- **Ciénaga Paraíso P2:** El punto de muestreo fue de difícil acceso debido a la abundante vegetación suspendida sobre el cuerpo de agua.
- **Ciénaga Luisa P2:** El punto de muestreo fue de difícil acceso debido a la abundante vegetación suspendida sobre el cuerpo de agua.
- **Ciénaga Larga P2:** El punto de muestreo fue de difícil acceso debido a la abundante vegetación suspendida sobre el cuerpo de agua.
- **Ciénaga Manatí P2:** El punto de muestreo fue de difícil acceso debido a la abundante vegetación suspendida sobre el cuerpo de agua.
- **Ciénaga de Mallorca P1:** El punto de muestreo presenta una tonalidad clara con sedimentos de arena, sin olor y alta salinidad, además, no presenta vegetación acuática.
- **Ciénaga de Mallorca P2:** El punto de muestreo presenta una tonalidad clara con sedimentos de arena, sin olor y alta salinidad, además, no presenta vegetación acuática.
- **Ciénaga de Mallorca P3:** El punto de muestreo presenta una tonalidad clara con sedimentos de arena, sin olor y alta salinidad, además, no presenta vegetación acuática.
- **Ciénaga de Mallorca P4:** El punto de muestreo presenta una tonalidad clara con sedimentos de arena, sin olor y alta salinidad, además, no presenta vegetación acuática.
- **Ciénaga de Mallorca P5:** El punto de monitoreo presenta una profundidad inferior a 70 cm, el color y apariencia de la muestra es ligeramente turbia con presencia de sedimentos del río Magdalena y vegetación acuática, con olores a desechos de alcantarilla.
- **Ciénaga de Mallorca P6:** El punto de monitoreo presenta una profundidad inferior a 70 cm, el color y apariencia de la muestra es ligeramente turbia con presencia de sedimentos del río Magdalena y vegetación acuática, con olores a desechos de alcantarilla.
- **Ciénaga De Mallorca P7:** El punto de monitoreo presenta una profundidad inferior a 70 cm, el color y apariencia de la muestra es ligeramente turbia con presencia de sedimentos del río Magdalena y vegetación acuática, con olores a desechos de alcantarilla.
- **Ciénaga del Rincón P1:** En el punto de monitoreo se observan pescadores, Asimismo, se evidencia que el punto de monitoreo presenta una apariencia turbia baja cantidad de macrófitas, ausencia de contaminantes plásticos ni olores. Se observan construcciones civiles distantes al punto.
- **Ciénaga del Rincón P2:** En el punto de monitoreo se observan pescadores, Asimismo, se evidencia que el punto de monitoreo presenta una apariencia turbia





Agua superficial

- baja cantidad de macrófitas, ausencia de contaminantes plásticos ni olores. Se observan construcciones civiles distantes al punto.
- **Ciénaga del Rincón P3:** En el punto de monitoreo se observan pescadores, Asimismo, se evidencia que el punto de monitoreo presenta una apariencia turbia baja cantidad de macrófitas, ausencia de contaminantes plásticos ni olores. Se observan construcciones civiles distantes al punto.
 - **Ciénaga Del Rincón P4:** En el punto de monitoreo se observan pescadores, Asimismo, se evidencia que el punto de monitoreo presenta una apariencia turbia baja cantidad de macrófitas, ausencia de contaminantes plásticos ni olores. Se observan construcciones civiles distantes al punto.
 - **Ciénaga Del Rincón P5:** En el punto de monitoreo se observan pescadores, Asimismo, se evidencia que el punto de monitoreo presenta una apariencia turbia baja cantidad de macrófitas, ausencia de contaminantes plásticos ni olores. Se observan construcciones civiles distantes al punto.
 - **Ciénaga Del Rincón P6:** El punto de monitoreo presenta vertimientos de aguas residuales provenientes de un conjunto residencial aledaño, por lo que se evidencia una apariencia turbia, fuertes olores y gran contaminación por desechos plásticos.
 - **Ciénaga Los Manatíes P1:** El punto muestreado presenta una apariencia clara, poca vegetación y se encuentra a la orilla del mar, es por ello por lo que intercambia agua en marea alta. Igualmente presenta abundantes desechos orgánicos como maderas y desechos plásticos.
 - **Ciénaga De Balboa P1:** Cuerpo de agua con influencia de agua marina, sustrato arenoso y de tonalidad ligeramente turbia. Asimismo, posee restos orgánicos en el fondo del punto de monitoreo (madera).
 - **Ciénaga De Balboa P2:** Cuerpo de agua con influencia de agua marina, sustrato arenoso y de tonalidad ligeramente turbia. Asimismo, posee abundantes troncos. Este punto posee asentamiento cercanos.
 - **Ciénaga De Balboa P3:** Cuerpo de agua con influencia de agua marina, sustrato arenoso y de tonalidad ligeramente turbia. Asimismo, posee restos orgánicos en el fondo del punto de monitoreo (madera).
 - **Ciénaga Del Totumo P1:** El punto monitoreado presenta poca profundidad, apariencia turbia y tonalidad marrón, también se observa poca presencia de vegetación acuática.
 - **Ciénaga Del Totumo P2:** El punto monitoreado presenta poca profundidad, apariencia turbia y tonalidad marrón, también se observa poca presencia de vegetación acuática.
 - **Ciénaga De Tocagua P1:** El punto monitoreado presenta exceso de desechos, con una apariencia turbia, color verdoso y a su alrededor tiene abundante vegetación acuática.
 - **Ciénaga De Tocagua P2:** El punto monitoreado presenta exceso de desechos, con una apariencia turbia, color verdoso y a su alrededor tiene abundante vegetación acuática.
 - **Ciénaga De Luruaco P1:** La muestra de agua presenta una apariencia turbia con un color verde, evidencia residuos sólidos cercanos en una playa. Del mismo modo, se observan prácticas de pesca y asentamientos cercanos al punto.
 - **Ciénaga De Luruaco P2:** La muestra de agua presenta una apariencia turbia con un color verde, evidencia residuos sólidos cercanos en una playa. Del mismo modo, se observan prácticas de pesca y asentamientos cercanos al punto.





Agua superficial

- **Ciénaga De Mesolandia P1:** El punto monitoreado presenta residuos sólidos como plásticos, metales y llantas. Asimismo, se evidencia una apariencia turbia, un color verde fuerte, vegetación abundante, olores y fuertes y presencia de aceites sobre la superficie del cuerpo de agua.
- **Ciénaga De Mesolandia P2:** El punto monitoreado presenta residuos sólidos como plásticos, metales y llantas. Asimismo, se evidencia una apariencia turbia, un color verde fuerte, vegetación abundante, olores y fuertes y presencia de aceites sobre la superficie del cuerpo de agua.
- **Río Magdalena P2:** La muestra de agua presenta una apariencia turbia y macrófitas en el cuerpo de agua. Cerca al punto de muestreo se evidencia práctica de pesca y embarcaciones acuáticas.
- **Río Magdalena P3:** La muestra de agua presenta una apariencia turbia y macrófitas en el cuerpo de agua que son arrastradas por la corriente. Cerca al punto de muestreo se evidencia el puente Pumarejo y asentamientos aledaños.
- **Embalse El Guájaro P1:** La muestra monitoreada presenta un color verde y apariencia turbia abundantes macrófitas. En la zona se observa abundante pesca con trasmallos, pocos peces muertos, y asentamientos cercanos.
- **Embalse El Guájaro P2:** La muestra monitoreada presenta un color verde y apariencia turbia abundantes macrófitas. En la zona se observa abundante pesca con trasmallos, pocos peces muertos, y asentamientos cercanos.
- **Embalse El Guájaro P3:** La muestra monitoreada presenta un color verde y apariencia turbia abundantes macrófitas. En la zona se observa abundante pesca con trasmallos y pocos peces muertos.
- **Embalse El Guájaro P4:** La muestra monitoreada presenta un color verde y apariencia turbia abundantes macrófitas. En la zona se observa abundante pesca con trasmallos y pocos peces muertos.
- **Embalse El Guájaro P5:** La muestra monitoreada presenta un color verde y apariencia turbia abundantes macrófitas. En la zona se observa abundante pesca con trasmallos y pocos peces muertos.
- **Embalse El Guájaro P6:** La muestra monitoreada presenta un color verde y apariencia turbia abundantes macrófitas. En la zona se observa abundante pesca con trasmallos y pocos peces muertos.
- **Embalse El Guájaro P7:** La muestra monitoreada presenta un color verde y apariencia turbia abundantes macrófitas. En la zona se observa abundante pesca con trasmallos, pocos peces muertos, y asentamientos cercanos.
- **Embalse El Guájaro P8:** La muestra monitoreada presenta un color verde y apariencia turbia abundantes macrófitas. En la zona se observa abundante pesca con trasmallos, pocos peces muertos, y asentamientos cercanos.
- **Embalse El Guájaro P9:** La muestra monitoreada presenta un color verde y apariencia turbia abundantes macrófitas. En la zona se observa abundante pesca con trasmallos, pocos peces muertos, y asentamientos cercanos.





Agua superficial

Registro fotográfico



Fotografía 1. Ciénaga de Malambo P1



Fotografía 2. Ciénaga de Malambo P2



Fotografía 3. Ciénaga de Sabanagrande P1



Fotografía 4. Ciénaga de Sabanagrande P2



Fotografía 5. Ciénaga de Santo Tomás P1



Fotografía 6. Ciénaga de Santo Tomás P2



Fotografía 7. Ciénaga El Uvero P1



Fotografía 8. Ciénaga Paraíso P1





Agua superficial



Fotografía 9. Ciénaga Luisa P1



Fotografía 10. Ciénaga Larga P1



Fotografía 11. Ciénaga Manatí P1



Fotografía 12. Río Magdalena P1



Fotografía 13. Río Magdalena P2



Fotografía 14. Río Magdalena P3



Fotografía 15. Ciénaga De Mallorca P1



Fotografía 16. Ciénaga De Mallorca P2





Agua superficial



Fotografía 17. Ciénaga De Mallorca P3



Fotografía 18. Ciénaga De Mallorca P4



Fotografía 19. Ciénaga De Mallorca P5



Fotografía 20. Ciénaga De Mallorca P6



Fotografía 21. Ciénaga Del Rincón P1



Fotografía 22. Ciénaga Del Rincón P2





Agua superficial



CIÉNAGA DEL RINCÓN P3

Fotografía 23. Ciénaga Del Rincón P3



CIÉNAGA DEL RINCÓN P4

Fotografía 24. Ciénaga Del Rincón P4



CIÉNAGA DEL RINCÓN P5

Fotografía 25. Ciénaga Del Rincón P5



Arroyo León (CIÉNAGA DEL RINCÓN P6)

Fotografía 26. Ciénaga Del Rincón P6



Fotografía 27. Ciénaga Los Manatíes P1



CIÉNAGA DE BALBOA P1

Fotografía 28. Ciénaga De Balboa P1





Agua superficial



Fotografía 29. Ciénaga De Balboa P2



Fotografía 30. Ciénaga De Balboa P3



Fotografía 31. Ciénaga Del Totumo P1



Fotografía 32. Ciénaga Del Totumo P2



Fotografía 33. Ciénaga De Tocagua P1



Fotografía 34. Ciénaga De Tocagua P2





Agua superficial



Fotografía 35. Ciénaga De Luruaco P1

Fotografía 36. Ciénaga De Luruaco P2



Fotografía 37. Ciénaga De Mesolandia P1

Fotografía 38. Ciénaga De Mesolandia P2



Fotografía 39. Embalse El Guájaro P1

Fotografía 40. Embalse El Guájaro P2





Agua superficial



10°25'39.822"N - 75°7'6.192"W
EMBALSE EL GUAJARO P3

Fotografía 41. Embalse El Guájaros P3



10°27'9.54"N - 75°7'9.36"W
EMBALSE EL GUAJARO P4

Fotografía 42. Embalse El Guájaros P4



EMBALSE EL GUAJARO P5

Fotografía 43. Embalse El Guájaros P5



Fotografía 44. Embalse El Guájaros P6



Fotografía 45. Embalse El Guájaros P7



Fotografía 46. Embalse El Guájaros P8





Agua superficial



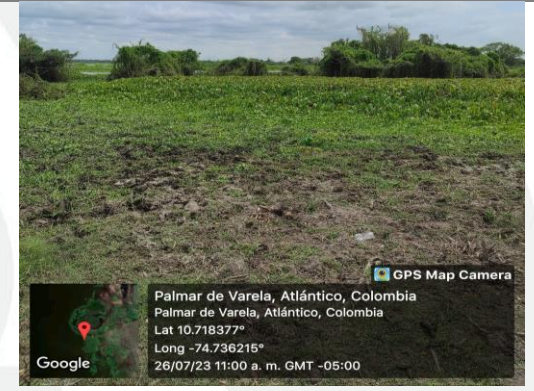
Fotografía 47. Embalse El Guájaro P9



Fotografía 48. Ciénaga Manatí P1



Fotografía 49. Ciénaga el Uvero P2



Fotografía 50. Ciénaga Paraíso P2



Fotografía 51. Ciénaga Luisa P2



Fotografía 52. Ciénaga Larga P2





Agua superficial



Fotografía 53. Ciénaga Manatí P2

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

3.4 Ubicación de los puntos de monitoreo

En este numeral se presenta la ubicación y características generales de los puntos de monitoreo, localizados en cuerpos de agua del departamento del Atlántico, seleccionadas por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA en la ciudad de Barranquilla, departamento del Atlántico.

Barranquilla tiene un clima tropical. En comparación con el invierno, los veranos tienen mucha más lluvia. De acuerdo con Köppen y Geiger clima se clasifica como Aw. En Barranquilla, la temperatura media anual es de 27.1 °C. En un año, la precipitación es 1396 mm. (climate-data.org, s.f.)

A continuación, se presenta la ubicación geográfica de los puntos de monitoreo; estos se ubicaron de acuerdo con el sistema de coordenadas geográficas WGS84 y coordenadas planas Magna Sirgas con origen Nacional. Las coordenadas se relacionan, en la **Tabla 6** y la ubicación geográfica en la **Figura 2**.





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN
DE AGUA SUPERFICIAL**

OT 8933-1-A-7034

Versión: 00

Página 42 de 226

Tabla 6. Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo.

Características del monitoreo				Georreferenciación			
Punto	ID muestra	Hora (hh:mm)	Cota (msnm)	Geográficas WGS84		Origen Nacional (m)	
Ciénaga de malambo P1	206156	10:00	3	74° 45' 44,04" W	10° 51' 45,08" N	4807446,915 E	2758905,693 N
Ciénaga de malambo P2	206157	12:15	2	74° 45' 27,01" W	10° 51' 14,08" N	4807958,394 E	2757950,548 N
Ciénaga de Sabanagrande P1	206158	15:40	4	74° 44' 40,62" W	10° 47' 28,53" N	4809327,229 E	2751014,715 N
Ciénaga de Sabanagrande P2	206159	17:50	3	74° 44' 48,39" W	10° 47' 13,03" N	4809088,591 E	2750540,046 N
Ciénaga de Santo Tomás P1	206160	10:30	3	74° 44' 47,16" W	10° 45' 18,41" N	4809105,919 E	2747019,309 N
Ciénaga De Santo Tomás P2	206161	13:00	4	74° 44' 43,15" W	10° 45' 43,99" N	4809232,189 E	2747804,234 N
Ciénaga El Uvero P1	206162	13:25	3	74° 45' 34,04" W	10° 33' 21,01" N	4807556,867 E	2724992,744 N
Ciénaga Paraíso P1	206164	9:20	5	74° 44' 20,32" W	10° 42' 9,07" N	4809888,156 E	2741199,258 N
Ciénaga Luisa P1	206166	11:40	5	74° 44' 48,87" W	10° 44' 43,86" N	4809047,947 E	2745958,439 N
Ciénaga Larga P1	206168	13:50	5	74° 44' 38,78" W	10° 43' 19,74" N	4809339,666 E	2743372,956 N
Ciénaga Manatí P1	206170	16:05	5	74° 44' 29,87" W	10° 42' 50,77" N	4809605,272 E	2742481,650 N
Río Magdalena P1	206172	9:45	4	74° 54' 25,47" W	10° 16' 4,22" N	4791213,794 E	2693240,829 N
Ciénaga El Uvero P2	206163	-	3	74° 45' 28,04" W	10° 33' 58,03" N	4807745,659 E	2726128,779 N
Ciénaga Paraíso P2	206165	-	5	74° 44' 28,58" W	10° 42' 19,49" N	4809639,077 E	2741520,656 N
Ciénaga Luisa P2	206167	-	5	74° 44' 39,12" W	10° 43' 38,73" N	4809332,692 E	2743956,283 N
Ciénaga Larga P2	206169	-	4	74° 44' 48,62" W	10° 42' 43,37" N	4809034,493 E	2742257,562 N
Ciénaga Manatí P2	206171	-	5	74° 44' 21,42" W	10° 43' 3,66" N	4809864,227 E	2742876,084 N
Ciénaga De Mallorca P1	206173	8:30	3	74° 52' 5,71" W	11° 2' 42,91" N	4795983,990 E	2779181,443 N
Ciénaga De Mallorca P2	206174	9:45	0	74° 51' 8,05" W	11° 3' 5,46" N	4797737,934 E	2779863,232 N
Ciénaga De Mallorca P3	206175	10:50	0	74° 50' 53,62" W	11° 2' 39,42" N	4798170,798 E	2779060,583 N
Ciénaga De Mallorca P4	206176	12:00	0	74° 51' 33,75" W	11° 2' 18,80" N	4796949,194 E	2778434,726 N
Ciénaga De Mallorca P5	206177	13:10	0	74° 50' 37,75" W	11° 2' 8,78" N	4798646,621 E	2778116,464 N
Ciénaga De Mallorca P6	206178	14:25	0	74° 50' 3,15" W	11° 2' 34,09" N	4799701,289 E	2778887,494 N
Ciénaga De Mallorca P7	206179	15:30	0	74° 50' 33,97" W	11° 3' 26,15" N	4798775,973 E	2780492,340 N
Ciénaga Del Rincón P1	206180	9:10	8	74° 53' 24,58" W	11° 0' 57,44" N	4793570,341 E	2775956,638 N
Ciénaga Del Rincón P2	206181	10:20	8	74° 53' 32,17" W	11° 0' 51,75" N	4793338,830 E	2775783,371 N
Ciénaga Del Rincón P3	206182	11:35	8	74° 53' 45,13" W	11° 0' 59,55" N	4792947,153 E	2776025,488 N
Ciénaga Del Rincón P4	206183	12:40	8	74° 53' 36,22" W	11° 1' 9,22" N	4793219,374 E	2776320,780 N
Ciénaga Del Rincón P5	206184	13:50	5	74° 53' 35,80" W	11° 1' 0,52" N	4793230,407 E	2776053,446 N



SERambiente
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of
ALS Limited



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN
DE AGUA SUPERFICIAL**

OT 8933-1-A-7034

Versión: 00

Página 43 de 226

Características del monitoreo				Georreferenciación			
Punto	ID muestra	Hora (hh:mm)	Cota (msnm)	Geográficas WGS84		Origen Nacional (m)	
Ciénaga Del Rincón P6	206185	15:15	9	74° 53' 5,56" W	11° 1' 12,99" N	4794150,511 E	2776430,718 N
Ciénaga Los Manatíes P1	206186	8:40	4	74° 54' 30,60" W	11° 2' 27,20" N	4791584,376 E	2778726,627 N
Ciénaga De Balboa P1	206187	9:35	3	74° 57' 57,97" W	10° 59' 3,52" N	4785250,605 E	2772510,607 N
Ciénaga De Balboa P2	206188	11:55	0	74° 58' 36,30" W	10° 58' 44,55" N	4784083,415 E	2771935,539 N
Ciénaga De Balboa P3	206189	15:20	3	74° 59' 32,89" W	10° 58' 24,96" N	4782361,829 E	2771345,052 N
Ciénaga Del Totumo P1	206190	11:40	0	75° 13' 59,14" W	10° 44' 10,09" N	4755873,628 E	2745265,309 N
Ciénaga Del Totumo P2	206191	14:00	0	75° 14' 44,40" W	10° 43' 13,81" N	4754485,842 E	2743546,257 N
Ciénaga De Tocagua P1	206192	10:30	21	75° 11' 8,00" W	10° 38' 6,40" N	4760993,900 E	2734054,639 N
Ciénaga De Tocagua P2	206193	13:00	21	75° 10' 35,80" W	10° 37' 53,40" N	4761969,741 E	2733648,389 N
Ciénaga De Luruaco P1	206194	10:10	24	75° 9' 5,60" W	10° 36' 16,90" N	4764687,717 E	2730664,692 N
Ciénaga De Luruaco P2	206195	12:35	24	75° 9' 48,50" W	10° 36' 38,20" N	4763391,131 E	2731328,081 N
Embalse El Guájaró P1	206196	9:00	4	75° 4' 53,57" W	10° 25' 33,98" N	4772219,299 E	2710862,238 N
Embalse El Guájaró P2	206197	11:25	4	75° 3' 59,94" W	10° 26' 10,24" N	4773857,402 E	2711965,410 N
Embalse El Guájaró P3	206198	13:30	4	75° 7' 5,20" W	10° 25' 40,64" N	4768217,821 E	2711093,284 N
Embalse El Guájaró P4	206199	15:35	4	75° 7' 6,18" W	10° 27' 11,10" N	4768206,672 E	2713872,474 N
Embalse El Guájaró P5	2061200	17:40	4	75° 4' 48,08" W	10° 28' 54,75" N	4772426,891 E	2717028,683 N
Embalse El Guájaró P6	2061201	8:25	4	75° 4' 58,08" W	10° 30' 52,01" N	4772146,696 E	2720632,874 N
Embalse El Guájaró P7	2061202	10:30	4	75° 1' 47,76" W	10° 31' 30,63" N	4777940,201 E	2721781,352 N
Embalse El Guájaró P8	2061203	13:00	4	75° 2' 1,91" W	10° 34' 22,33" N	4777544,300 E	2727058,545 N
Embalse El Guájaró P9	2061204	15:15	4	75° 5' 3,69" W	10° 35' 52,62" N	4772037,722 E	2729868,752 N
Ciénaga De Mesolandia P1	2061205	9:15	3	74° 45' 46,01" W	10° 53' 24,02" N	4807404,715 E	2761945,013 N
Ciénaga De Mesolandia P2	2061206	12:00	3	74° 45' 40,01" W	10° 53' 5,01" N	4807583,472 E	2761360,061 N
Río Magdalena P2	2061207	9:40	4	74° 43' 50,68" W	10° 44' 41,88" N	4810814,926 E	2745887,585 N
Río Magdalena P3	2061208	15:30	3	74° 45' 22,86" W	10° 56' 26,43" N	4808140,034 E	2767543,666 N

:- No se toma la hora debido a que los puntos no fueron medidos por difícil acceso

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



SERambiente
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of
ALS Limited

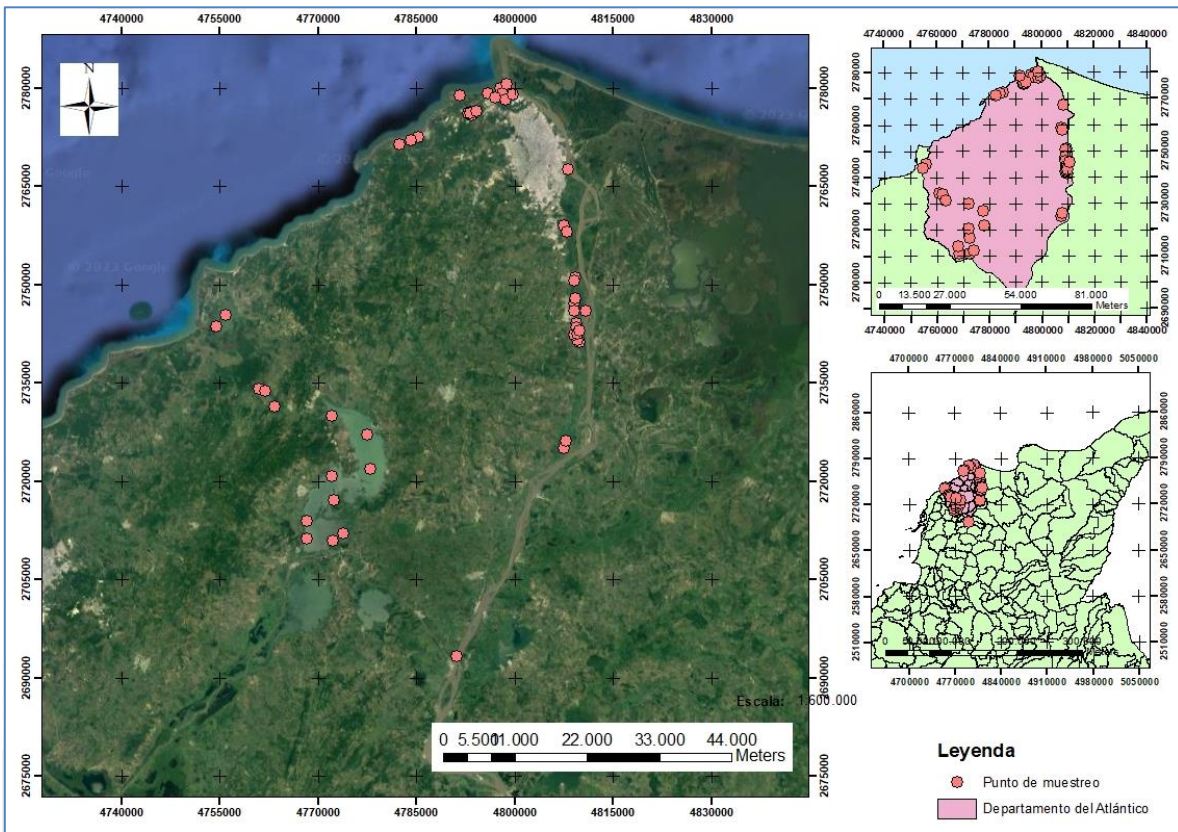


Figura 2. Ubicación geográfica del punto de monitoreo
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





4. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de la caracterización de agua superficial consignados en campo y los reportados por el laboratorio tras el análisis de las muestras tomadas.

4.1 Resultados de campo

El siguiente apartado presenta los resultados tras la evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua superficial tomada en las ciénagas del departamento de Atlántico. El análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua superficial se remite a la presentación de los resultados y la comparación con los criterios de calidad para destinación del recurso según el Decreto 1594 de 1984, artículo 45; actualmente compilado en el Decreto Único 1076 de 2015, artículo 2.2.3.3.9.10.; teniendo en cuenta las modificaciones realizadas por el Decreto 703 de 2018, en el artículo 18. En la **Tabla 7**.se presentan los valores obtenidos para las variables medidas en campo en los puntos monitoreado y la comparación con la normativa.





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN
DE AGUA SUPERFICIAL**

OT 8933-1-A-7034

Versión: 00

Página 46 de 226

Tabla 7. Resultados de parámetros in situ y cumplimiento con Decreto 1076.

Puntos	Alícuota	Hora	Parámetros de monitoreo				Decreto 1076 de 2015	
			pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Conductividad (µs/cm)	Art. 2.2.3.3.9.10*	Art. 2.2.3.3.9.10*
							pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)
					4,5-9,0	≥4		
Ciénaga De Malambo P1	1	8:00	6,47	4,3	29,8	273,0	Cumple	Cumple
	2	9:00	6,37	4,1	30,2	277,0	Cumple	Cumple
	3	10:00	6,38	4,2	30,5	275,0	Cumple	Cumple
	Rangos	Mínimo	6,37	4,1	29,8	273,0	Cumple	Cumple
		Máximo	6,47	4,3	30,5	277,0	Cumple	Cumple
Promedio		6,41	4,20	30,17	275,0	Cumple	Cumple	
Ciénaga De Malambo P2	1	10:15	6,48	3,4	30,1	269,0	Cumple	No cumple
	2	11:15	6,45	3,7	30,4	274,0	Cumple	No cumple
	3	12:15	6,41	3,7	30,7	272,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	6,41	3,4	30,1	269,0	Cumple	No cumple
		Máximo	6,48	3,7	30,7	274,0	Cumple	No cumple
Promedio		6,45	3,60	30,40	271,67	Cumple	No cumple	
Ciénaga De Sabanagrande P1	1	13:40	7,31	4,6	30,4	301,0	Cumple	Cumple
	2	14:40	7,37	4,4	30,5	304,0	Cumple	Cumple
	3	15:40	7,36	4,2	30,6	301,0	Cumple	Cumple
	Rangos	Mínimo	7,31	4,2	30,4	301,0	Cumple	Cumple
		Máximo	7,37	4,6	30,6	304,0	Cumple	Cumple
Promedio		7,35	4,40	30,50	302,00	Cumple	Cumple	
Ciénaga De Sabanagrande P2	1	15:50	7,42	4,5	30,8	303,0	Cumple	Cumple
	2	16:50	7,41	4,5	30,9	303,0	Cumple	Cumple
	3	17:50	7,44	4,2	30,8	303,0	Cumple	Cumple
	Rangos	Mínimo	7,41	4,2	30,8	303,0	Cumple	Cumple
		Máximo	7,44	4,5	30,9	303,0	Cumple	Cumple
Promedio		7,42	4,40	30,83	303,00	Cumple	Cumple	



SERambiente
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of
ALS Limited



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN
DE AGUA SUPERFICIAL**

OT 8933-1-A-7034

Versión: 00

Página 47 de 226

Puntos	Alícuota	Hora	Parámetros de monitoreo				Decreto 1076 de 2015	
			pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Conductividad (µs/cm)	Art. 2.2.3.3.9.10*	Art. 2.2.3.3.9.10*
							pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)
					4,5-9,0	≥4		
Ciénaga de Santo Tomás P1	1	8:30	7,50	3,1	30,5	360,0	Cumple	No cumple
	2	9:30	7,30	3,2	30,5	364,0	Cumple	No cumple
	3	10:30	7,20	3,2	30,5	362,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	7,20	3,1	30,5	360,0	Cumple	No cumple
		Máximo	7,50	3,2	30,5	364,0	Cumple	No cumple
	Promedio	7,33	3,17	30,50	362,00	Cumple	No cumple	
Ciénaga de Santo Tomás P2	1	11:00	7,28	3,3	30,7	362,3	Cumple	No cumple
	2	12:00	7,21	3,3	30,9	362,4	Cumple	No cumple
	3	13:00	7,14	3,4	31,2	362,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	7,14	3,3	30,7	362,0	Cumple	No cumple
		Máximo	7,28	3,4	31,2	362,4	Cumple	No cumple
	Promedio	7,21	3,33	30,93	362,23	Cumple	No cumple	
Ciénaga El Uvero P1	1	11:25	7,72	4,3	31,4	233,2	Cumple	Cumple
	2	12:25	7,75	4,5	31,5	233,1	Cumple	Cumple
	3	13:25	7,71	4,3	31,7	233,4	Cumple	Cumple
	Rangos	Mínimo	7,71	4,3	31,4	233,1	Cumple	Cumple
		Máximo	7,75	4,5	31,7	233,4	Cumple	Cumple
	Promedio	7,73	4,37	31,53	233,23	Cumple	Cumple	
Ciénaga Paraíso P1	1	7:20	6,92	3,1	29,4	255,0	Cumple	No cumple
	2	8:20	6,90	3,3	29,4	255,0	Cumple	No cumple
	3	9:20	6,93	3,3	29,4	254,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	6,90	3,1	29,4	254,0	Cumple	No cumple
		Máximo	6,93	3,3	29,4	255,0	Cumple	No cumple
	Promedio	6,92	3,23	29,40	254,67	Cumple	No cumple	
Ciénaga Luisa P1	1	9:40	6,94	2,8	30,8	273,0	Cumple	No cumple
	2	10:40	6,96	2,6	30,9	272,0	Cumple	No cumple



SERambiente
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of
ALS Limited



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN
DE AGUA SUPERFICIAL**

OT 8933-1-A-7034

Versión: 00

Página 48 de 226

Puntos	Alícuota	Hora	Parámetros de monitoreo				Decreto 1076 de 2015	
			pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Conductividad (µs/cm)	Art. 2.2.3.3.9.10*	Art. 2.2.3.3.9.10*
							pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)
					4,5-9,0	≥4		
	3	11:40	6,94	2,6	30,9	274,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	6,94	2,6	30,8	272,0	Cumple	No cumple
		Máximo	6,96	2,8	30,9	274,0	Cumple	No cumple
		Promedio	6,95	2,67	30,87	273,00	Cumple	No cumple
Ciénaga Larga P1	1	11:50	7,41	3,2	31,1	326,0	Cumple	No cumple
	2	12:50	7,44	3,1	31,3	322,0	Cumple	No cumple
	3	13:50	7,42	3,2	31,3	324,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	7,41	3,1	31,1	322,0	Cumple	No cumple
		Máximo	7,44	3,2	31,3	326,0	Cumple	No cumple
		Promedio	7,42	3,17	31,23	324,00	Cumple	No cumple
Ciénaga Manatí P1	1	14:05	7,40	3,3	31,3	317,0	Cumple	No cumple
	2	15:05	7,30	3,1	31,3	317,0	Cumple	No cumple
	3	16:05	7,40	3,3	31,2	317,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	7,30	3,1	31,2	317,0	Cumple	No cumple
		Máximo	7,40	3,3	31,3	317,0	Cumple	No cumple
		Promedio	7,37	3,23	31,27	317,00	Cumple	No cumple
Río Magdalena P1	1	7:45	7,82	3,7	28,9	148,1	Cumple	No cumple
	2	8:45	7,91	3,9	29,4	147,3	Cumple	No cumple
	3	9:45	7,87	3,5	29,9	147,5	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	7,82	3,5	28,9	147,3	Cumple	No cumple
		Máximo	7,91	3,9	29,9	148,1	Cumple	No cumple
		Promedio	7,87	3,70	29,40	147,63	Cumple	No cumple
Río Magdalena P2	1	7:35	7,82	3,7	29,5	138,6	Cumple	No cumple
	2	8:35	7,79	3,6	29,8	138,9	Cumple	No cumple
	3	9:35	7,81	3,6	30,1	141,4	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	7,79	3,6	29,5	138,6	Cumple	No cumple



SERambiente
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of
ALS Limited



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN
DE AGUA SUPERFICIAL**

OT 8933-1-A-7034

Versión: 00

Página 49 de 226

Puntos	Alícuota	Hora	Parámetros de monitoreo				Decreto 1076 de 2015	
			pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Conductividad (µs/cm)	Art. 2.2.3.3.9.10*	Art. 2.2.3.3.9.10*
							pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)
		Máximo	7,82	3,7	30,1	141,4	Cumple	No cumple
		Promedio	7,81	3,63	29,80	139,63	Cumple	No cumple
Río Magdalena P3	1	13:25	7,54	3,7	29,8	138,9	Cumple	No cumple
	2	14:25	7,47	3,6	30,3	138,9	Cumple	No cumple
	3	15:25	7,48	3,6	30,8	138,9	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	7,47	3,6	29,8	138,9	Cumple	No cumple
		Máximo	7,54	3,7	30,8	138,9	Cumple	No cumple
		Promedio	7,50	3,63	30,30	138,90	Cumple	No cumple
Ciénaga de Mallorca P1	1	6:30	8,23	3,8	28,7	26,2	Cumple	No cumple
	2	7:30	8,23	3,7	28,7	26200,00	Cumple	No cumple
	3	8:30	8,24	3,7	28,9	26200,00	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	8,23	3,7	28,7	26200,00	Cumple	No cumple
		Máximo	8,24	3,8	28,9	26200,00	Cumple	No cumple
		Promedio	8,23	3,73	28,77	26200,00	Cumple	No cumple
Ciénaga de Mallorca P2	1	7:45	8,21	3,9	29,2	26100,00	Cumple	No cumple
	2	8:45	8,25	3,9	29,3	26100,00	Cumple	No cumple
	3	9:45	8,26	3,7	29,3	26100,00	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	8,21	3,7	29,2	26100,00	Cumple	No cumple
		Máximo	8,26	3,9	29,3	26100,00	Cumple	No cumple
		Promedio	8,24	3,83	29,27	26100,00	Cumple	No cumple
Ciénaga de Mallorca P3	1	8:50	8,23	3,5	29,8	26700,00	Cumple	No cumple
	2	9:50	8,21	3,5	29,9	26800,00	Cumple	No cumple
	3	10:50	8,23	3,5	30,1	26700,00	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	8,21	3,5	29,8	26700,00	Cumple	No cumple
		Máximo	8,23	3,5	30,1	26800,00	Cumple	No cumple
		Promedio	8,22	3,50	29,93	226733,33	Cumple	No cumple



SERambiente
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of
ALS Limited



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN
DE AGUA SUPERFICIAL**

OT 8933-1-A-7034

Versión: 00

Página 50 de 226

Puntos	Alícuota	Hora	Parámetros de monitoreo				Decreto 1076 de 2015	
			pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Conductividad (µs/cm)	Art. 2.2.3.3.9.10*	Art. 2.2.3.3.9.10*
							pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)
					4,5-9,0	≥4		
Ciénaga de Mallorca P4	1	10:00	8,27	3,4	30,3	26900,00	Cumple	No cumple
	2	11:00	8,29	3,6	30,6	26800,00	Cumple	No cumple
	3	12:00	8,29	3,6	30,7	26900,00	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	8,27	3,4	30,3	26800,00	Cumple	No cumple
		Máximo	8,29	3,6	30,7	26900,00	Cumple	No cumple
	Promedio	8,28	3,53	30,53	26870,00	Cumple	No cumple	
Ciénaga de Mallorca P5	1	11:10	8,17	3,9	30,9	26900,00	Cumple	No cumple
	2	12:10	8,13	3,8	31,1	2670,000	Cumple	No cumple
	3	13:10	8,17	3,9	31,2	26700,00	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	8,13	3,8	30,9	26700,00	Cumple	No cumple
		Máximo	8,17	3,9	31,2	26900,00	Cumple	No cumple
	Promedio	8,16	3,87	31,07	26770,00	Cumple	No cumple	
Ciénaga de Mallorca P6	1	12:25	8,12	3,7	30,7	27800,00	Cumple	No cumple
	2	13:25	8,08	3,6	31,1	27400,00	Cumple	No cumple
	3	14:25	8,11	3,7	31,2	27400,00	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	8,08	3,6	30,7	27400,00	Cumple	No cumple
		Máximo	8,12	3,7	31,2	27800,00	Cumple	No cumple
	Promedio	8,10	3,67	31,00	27533,00	Cumple	No cumple	
Ciénaga de Mallorca P7	1	13:30	7,49	3,5	31,3	27100,00	Cumple	No cumple
	2	14:30	7,51	3,6	31,4	27100,00	Cumple	No cumple
	3	15:30	7,49	3,5	31,4	27100,00	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	7,49	3,5	31,3	27100,00	Cumple	No cumple
		Máximo	7,51	3,6	31,4	27100,00	Cumple	No cumple
	Promedio	7,50	3,53	31,37	27100,00	Cumple	No cumple	
Ciénaga del Rincón P1	1	7:10	6,96	4,6	29,8	206,0	Cumple	Cumple
	2	8:10	6,89	4,3	29,9	210,0	Cumple	Cumple



SERambiente
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of
ALS Limited



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN
DE AGUA SUPERFICIAL**

OT 8933-1-A-7034

Versión: 00

Página 51 de 226

Puntos	Alícuota	Hora	Parámetros de monitoreo				Decreto 1076 de 2015	
			pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Conductividad (µs/cm)	Art. 2.2.3.3.9.10*	Art. 2.2.3.3.9.10*
							pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)
					4,5-9,0	≥4		
	3	9:10	6,94	4,5	29,9	207,0	Cumple	Cumple
	Rangos	Mínimo	6,89	4,3	29,8	206,0	Cumple	Cumple
		Máximo	6,96	4,6	29,9	210,0	Cumple	Cumple
		Promedio	6,93	4,47	29,87	207,67	Cumple	Cumple
Ciénaga del Rincón P2	1	8:20	6,99	4,6	29,8	207,0	Cumple	Cumple
	2	9:20	7,01	4,8	29,9	206,0	Cumple	Cumple
	3	10:20	6,96	4,6	30,1	207,0	Cumple	Cumple
	Rangos	Mínimo	6,96	4,6	29,8	206,0	Cumple	Cumple
		Máximo	7,01	4,8	30,1	207,0	Cumple	Cumple
		Promedio	6,99	4,67	29,93	206,67	Cumple	Cumple
Ciénaga del Rincón P3	1	9:35	7,06	4,4	29,9	211,0	Cumple	Cumple
	2	10:35	7,08	4,3	30,1	210,0	Cumple	Cumple
	3	11:35	7,05	4,3	30,2	211,0	Cumple	Cumple
	Rangos	Mínimo	7,05	4,3	29,9	210,0	Cumple	Cumple
		Máximo	7,08	4,4	30,2	211,0	Cumple	Cumple
		Promedio	7,06	4,33	30,07	210,67	Cumple	Cumple
Ciénaga del Rincón P4	1	10:40	7,04	4,1	30,5	211,0	Cumple	Cumple
	2	11:40	7,03	4,2	30,9	211,0	Cumple	Cumple
	3	12:40	7,03	4,2	31,1	210,0	Cumple	Cumple
	Rangos	Mínimo	7,03	4,1	30,5	210,0	Cumple	Cumple
		Máximo	7,04	4,2	31,1	211,0	Cumple	Cumple
		Promedio	7,03	4,17	30,83	210,67	Cumple	Cumple
Ciénaga del Rincón P5	1	11:50	7,06	4,3	31,1	213,0	Cumple	Cumple
	2	12:50	7,08	4,1	31,2	212,0	Cumple	Cumple
	3	13:50	7,06	4,2	31,4	213,0	Cumple	Cumple
	Rangos	Mínimo	7,06	4,1	31,1	212,0	Cumple	Cumple



SERambiente
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of
ALS Limited



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN
DE AGUA SUPERFICIAL**

OT 8933-1-A-7034

Versión: 00

Página 52 de 226

Puntos	Alícuota	Hora	Parámetros de monitoreo				Decreto 1076 de 2015	
			pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Conductividad (µs/cm)	Art. 2.2.3.3.9.10*	Art. 2.2.3.3.9.10*
							pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)
		Máximo	7,08	4,3	31,4	213,0	Cumple	Cumple
		Promedio	7,07	4,20	31,23	212,67	Cumple	Cumple
Ciénaga del Rincón P6	1	13:15	7,11	4,3	31,4	213,0	Cumple	Cumple
	2	14:15	7,12	4,2	31,6	215,0	Cumple	Cumple
	3	15:15	7,11	4,2	31,6	215,0	Cumple	Cumple
	Rangos	Mínimo	7,11	4,2	31,4	213,0	Cumple	Cumple
		Máximo	7,12	4,3	31,6	215,0	Cumple	Cumple
		Promedio	7,11	4,23	31,53	214,33	Cumple	Cumple
Ciénaga los Manatíes P1	1	6:35	8,42	2,3	28,4	1108,0	Cumple	No cumple
	2	7:35	8,12	2,1	28,9	1108,0	Cumple	No cumple
	3	8:35	8,42	2,3	29,5	1109,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	8,12	2,1	28,4	1108,0	Cumple	No cumple
		Máximo	8,42	2,3	29,5	1109,0	Cumple	No cumple
		Promedio	8,32	2,23	28,93	1108,33	Cumple	No cumple
Ciénaga de Balboa P1	1	7:30	7,51	3,6	29,7	28900,00	Cumple	No cumple
	2	8:30	6,99	3,8	30,1	28400,00	Cumple	No cumple
	3	9:30	7,21	3,7	30,4	28500,00	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	6,99	3,6	29,7	28400,00	Cumple	No cumple
		Máximo	7,51	3,8	30,4	28900,00	Cumple	No cumple
		Promedio	7,24	3,70	30,07	28600,00	Cumple	No cumple
Ciénaga de Balboa P2	1	9:50	7,12	3,7	30,3	28700,00	Cumple	No cumple
	2	10:50	7,61	3,5	30,6	28700,00	Cumple	No cumple
	3	11:50	7,32	3,6	30,8	28600,00	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	7,12	3,5	30,3	28600,00	Cumple	No cumple
		Máximo	7,61	3,7	30,8	28700,00	Cumple	No cumple
		Promedio	7,35	3,60	30,57	286700,00	Cumple	No cumple



SERambiente
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of
ALS Limited



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN
DE AGUA SUPERFICIAL**

OT 8933-1-A-7034

Versión: 00

Página 53 de 226

Puntos	Alícuota	Hora	Parámetros de monitoreo				Decreto 1076 de 2015	
			pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Conductividad (µs/cm)	Art. 2.2.3.3.9.10*	Art. 2.2.3.3.9.10*
							pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)
					4,5-9,0	≥4		
Ciénaga de Balboa P3	1	13:15	7,64	3,8	31,2	29400,00	Cumple	No cumple
	2	14:15	7,86	3,7	31,3	29100,00	Cumple	No cumple
	3	15:15	8,11	3,5	31,3	29300,00	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	7,64	3,5	31,2	29100,00	Cumple	No cumple
		Máximo	8,11	3,8	31,3	29400,00	Cumple	No cumple
	Promedio	7,87	3,67	31,27	29270,00	Cumple	No cumple	
Ciénaga del Totumo P1	1	9:35	6,72	2,7	30,4	652,0	Cumple	No cumple
	2	10:35	7,21	2,5	30,9	652,0	Cumple	No cumple
	3	11:35	6,94	2,5	31,1	652,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	6,72	2,5	30,4	652,0	Cumple	No cumple
		Máximo	7,21	2,7	31,1	652,0	Cumple	No cumple
	Promedio	6,96	2,57	30,80	652,00	Cumple	No cumple	
Ciénaga del Totumo P2	1	11:55	6,63	2,8	31,2	641,0	Cumple	No cumple
	2	12:55	6,90	2,7	31,2	641,0	Cumple	No cumple
	3	13:55	7,25	2,6	31,2	641,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	6,63	2,6	31,2	641,0	Cumple	No cumple
		Máximo	7,25	2,8	31,2	641,0	Cumple	No cumple
	Promedio	6,93	2,70	31,20	641,00	Cumple	No cumple	
Ciénaga de Tocagua P1	1	8:25	8,43	4,3	29,2	448,0	Cumple	Cumple
	2	9:25	8,37	4,3	29,5	448,0	Cumple	Cumple
	3	10:25	8,46	3,9	30,2	446,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	8,37	3,9	29,2	446,0	Cumple	No cumple
		Máximo	8,46	4,3	30,2	448,0	Cumple	Cumple
	Promedio	8,42	4,17	29,63	447,33	Cumple	Cumple	
Ciénaga de Tocagua P2	1	10:55	8,21	4,1	30,2	446,0	Cumple	Cumple
	2	11:55	8,02	4,2	30,3	446,0	Cumple	Cumple



SERambiente[®]
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of
ALS Limited



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN
DE AGUA SUPERFICIAL**

OT 8933-1-A-7034

Versión: 00

Página 54 de 226

Puntos	Alícuota	Hora	Parámetros de monitoreo				Decreto 1076 de 2015	
			pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Conductividad (µs/cm)	Art. 2.2.3.3.9.10*	Art. 2.2.3.3.9.10*
							pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)
					4,5-9,0	≥4		
	3	12:55	8,17	3,9	30,5	446,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	8,02	3,9	30,2	446,0	Cumple	No cumple
		Máximo	8,21	4,2	30,5	446,0	Cumple	Cumple
		Promedio	8,13	4,07	30,33	446,00	Cumple	Cumple
Ciénaga de Luruaco P1	1	8:05	8,13	4,6	29,4	681,0	Cumple	Cumple
	2	9:05	7,85	4,7	29,7	684,0	Cumple	Cumple
	3	10:05	7,60	4,5	29,9	672,0	Cumple	Cumple
	Rangos	Mínimo	7,60	4,5	29,4	672,0	Cumple	Cumple
		Máximo	8,13	4,7	29,9	684,0	Cumple	Cumple
		Promedio	7,86	4,60	29,67	679,00	Cumple	Cumple
Ciénaga de Luruaco P2	1	10:30	7,17	4,2	30,6	669,0	Cumple	Cumple
	2	11:30	7,44	4,2	30,8	669,0	Cumple	Cumple
	3	12:30	7,61	3,9	31,5	678,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	7,17	3,9	30,6	669,0	Cumple	No cumple
		Máximo	7,61	4,2	31,5	678,0	Cumple	Cumple
		Promedio	7,41	4,10	30,97	672,00	Cumple	Cumple
Embalse de Guajaro P1	1	6:55	7,11	2,9	28,9	461,0	Cumple	No cumple
	2	7:55	7,69	3,2	29,3	461,0	Cumple	No cumple
	3	8:55	7,40	3,3	29,8	456,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	7,11	2,9	28,9	456,0	Cumple	No cumple
		Máximo	7,69	3,3	29,8	461,0	Cumple	No cumple
		Promedio	7,40	3,13	29,33	459,33	Cumple	No cumple
Embalse de Guajaro P2	1	9:20	7,62	3,2	29,7	461,0	Cumple	No cumple
	2	10:20	7,13	3,1	29,7	465,0	Cumple	No cumple
	3	11:20	7,39	3,3	29,7	472,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	7,13	3,1	29,7	461,0	Cumple	No cumple



SERambiente
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of
ALS Limited



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN
DE AGUA SUPERFICIAL**

OT 8933-1-A-7034

Versión: 00

Página 55 de 226

Puntos	Alícuota	Hora	Parámetros de monitoreo				Decreto 1076 de 2015		
			pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Conductividad (µs/cm)	Art. 2.2.3.3.9.10*	Art. 2.2.3.3.9.10*	
							pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)	
					4,5-9,0	≥4			
		Máximo	7,62	3,3	29,7	472,0	Cumple	No cumple	
		Promedio	7,38	3,20	29,70	466,00	Cumple	No cumple	
Embalse de Guajaro P3	1	11:30	7,42	3,4	29,7	482,0	Cumple	No cumple	
		2	12:30	7,51	3,5	31,1	467,0	Cumple	No cumple
		3	13:30	7,46	3,3	31,5	482,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	7,42	3,3	29,7	467,0	Cumple	No cumple	
		Máximo	7,51	3,5	31,5	482,0	Cumple	No cumple	
		Promedio	7,46	3,40	30,77	477,00	Cumple	No cumple	
Embalse de Guajaro P4	1	13:30	7,32	3,5	31,5	471,0	Cumple	No cumple	
		2	14:30	7,39	3,5	31,7	471,0	Cumple	No cumple
		3	15:30	7,41	3,4	31,9	471,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	7,32	3,4	31,5	471,0	Cumple	No cumple	
		Máximo	7,41	3,5	31,9	471,0	Cumple	No cumple	
		Promedio	7,37	3,47	31,70	471,00	Cumple	No cumple	
Embalse de Guajaro P5	1	15:35	7,69	3,7	31,9	478,0	Cumple	No cumple	
		2	16:35	7,78	3,6	31,6	472,0	Cumple	No cumple
		3	17:35	7,76	3,7	31,4	468,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	7,69	3,6	31,4	468,0	Cumple	No cumple	
		Máximo	7,78	3,7	31,9	478,0	Cumple	No cumple	
		Promedio	7,74	3,67	31,63	472,67	Cumple	No cumple	
Embalse de Guajaro P6	1	6:20	7,23	3,6	28,8	532,0	Cumple	No cumple	
		2	7:20	7,31	3,5	29,1	543,0	Cumple	No cumple
		3	8:20	7,28	3,4	29,4	541,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	7,23	3,4	28,8	532,0	Cumple	No cumple	
		Máximo	7,31	3,6	29,4	543,0	Cumple	No cumple	
		Promedio	7,27	3,50	29,10	538,67	Cumple	No cumple	



SERambiente
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of
ALS Limited



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN
DE AGUA SUPERFICIAL**

OT 8933-1-A-7034

Versión: 00

Página 56 de 226

Puntos	Alícuota	Hora	Parámetros de monitoreo				Decreto 1076 de 2015	
			pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Conductividad (µs/cm)	Art. 2.2.3.3.9.10*	Art. 2.2.3.3.9.10*
							pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)
					4,5-9,0	≥4		
Embalse de Guajaro P7	1	8:25	7,37	3,6	29,5	553,0	Cumple	No cumple
	2	9:25	7,40	3,5	29,8	553,0	Cumple	No cumple
	3	10:25	7,41	3,6	29,9	553,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	7,37	3,5	29,5	553,0	Cumple	No cumple
		Máximo	7,41	3,6	29,9	553,0	Cumple	No cumple
	Promedio	7,39	3,57	29,73	553,00	Cumple	No cumple	
Embalse de Guajaro P8	1	10:55	7,30	3,6	29,9	553,0	Cumple	No cumple
	2	11:55	7,39	3,6	31,1	561,0	Cumple	No cumple
	3	12:55	7,38	3,4	31,5	557,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	7,30	3,4	29,9	553,0	Cumple	No cumple
		Máximo	7,39	3,6	31,5	561,0	Cumple	No cumple
	Promedio	7,36	3,53	30,83	557,00	Cumple	No cumple	
Embalse de Guajaro P9	1	13:10	7,21	3,3	31,6	542,0	Cumple	No cumple
	2	14:10	7,33	3,4	31,7	542,0	Cumple	No cumple
	3	15:10	7,21	3,6	31,8	542,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	7,21	3,3	31,6	542,0	Cumple	No cumple
		Máximo	7,33	3,6	31,8	542,0	Cumple	No cumple
	Promedio	7,25	3,43	31,70	542,00	Cumple	No cumple	
Ciénaga de Mesolandia P1	1	7:10	6,12	3,1	29,7	155,0	Cumple	No cumple
	2	8:10	6,21	3,2	29,8	162,0	Cumple	No cumple
	3	9:10	6,20	3,1	29,9	167,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	6,12	3,1	29,7	155,0	Cumple	No cumple
		Máximo	6,21	3,2	29,9	167,0	Cumple	No cumple
	Promedio	6,18	3,13	29,80	161,33	Cumple	No cumple	
Ciénaga de Mesolandia P2	1	9:55	6,14	3,2	29,7	158,0	Cumple	No cumple
	2	10:55	6,20	3,1	30,2	157,0	Cumple	No cumple



SERambiente
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of
ALS Limited



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN
DE AGUA SUPERFICIAL**

OT 8933-1-A-7034

Versión: 00

Página 57 de 226

Puntos	Alícuota	Hora	Parámetros de monitoreo				Decreto 1076 de 2015	
			pH (Unidades de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Conductividad (µs/cm)	Art. 2.2.3.3.9.10* pH (Unidades de pH)	Art. 2.2.3.3.9.10* Oxígeno disuelto (mg/L)
	3	11:55	6,21	3,1	30,6	160,0	Cumple	No cumple
	Rangos	Mínimo	6,14	3,1	29,7	157,0	Cumple	No cumple
		Máximo	6,21	3,2	30,6	160,0	Cumple	No cumple
		Promedio	6,18	3,13	30,17	158,33	Cumple	No cumple

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



SERambiente[®]
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of
ALS Limited



4.2 Resultados de laboratorio

A continuación, en la **Tabla 8** se presentan los valores obtenidos para cada una de las variables fisicoquímicas analizadas.

Tabla 8. Resultados de laboratorio.

Punto de monitoreo	ID muestra	Hora	Parámetro				
			DBO ₅	DOO	SST	CTE	CT
			Unidades				
			mg O ₂ /L	mg O ₂ /L	mg/L	NMP/100 ml	NMP/100 ml
Ciénaga De Malambo P1	206156	10:00	32,6	80	54,0	270	270
Ciénaga De Malambo P2	206157	12:15	31,0	77	40,9	45	220
Ciénaga De Sabanagrande P1	206158	15:40	29,3	75	24,9	130	1300
Ciénaga De Sabanagrande P2	206159	17:50	21,7	56	14,9	20	78
Ciénaga Santo Tomás P1	206160	10:30	31,4	80	<5,0	78	78
Ciénaga Santo Tomás P2	206161	13:00	13,8	34	9,1	78	130
Ciénaga El Uvero P1	206162	10:30	23,6	59	30,9	330	490
Ciénaga Paraíso P1	206164	9:20	28,3	75	20,1	220	1700
Ciénaga Luisa P1	206166	11:40	30,2	79	67,9	230	230
Ciénaga Larga P1	206168	13:50	26,4	64	58,9	130	230
Ciénaga Manatí P1	206170	16:05	23,2	59	77,1	490	1700
Río Magdalena P1	206172	9:45	29,5	75	81,9	230	230
Río Magdalena P2	206207	9:40	<2,0	<10	148,9	200	2800
Río Magdalena P3	206208	15:30	<2,0	<10	152,0	170	1400
Ciénaga de Mallorquín P1	206173	8:30	<2,0	<10	<5,0	<1,8	4,5
Ciénaga de Mallorquín P2	206174	9:45	<2,0	<10	<5,0	<1,8	13
Ciénaga de Mallorquín P3	206175	10:50	<2,0	<10	<5,0	4,5	13





**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE
CARACTERIZACIÓN DE AGUA
SUPERFICIAL**

OT 8933-1-A-7034

Versión: 00

Página 59 de 226

Punto de monitoreo	ID muestra	Hora	Parámetro				
			DBO ₅	DOO	SST	CTE	CT
			Unidades				
mg O ₂ /L	mg O ₂ /L	mg/L	NMP/100 ml	NMP/100 ml			
Ciénaga de Mallorca P4	206176	12:00	<2,0	<10	<5,0	4,5	4,5
Ciénaga de Mallorca P5	206177	13:10	<2,0	<10	<5,0	7,8	23
Ciénaga de Mallorca P6	206178	14:25	4,1	11	32,8	6,8	17
Ciénaga de Mallorca P7	206179	15:30	4,0	10	31,0	14	94
Ciénaga del Rincón P1	206180	9:10	18,9	48	59,1	2	7,8
Ciénaga del Rincón P2	206181	10:20	18,2	46	53,9	<1,8	13
Ciénaga del Rincón P3	206182	11:35	19,0	49	59,9	4,5	4,5
Ciénaga del Rincón P4	206183	12:40	19,4	50	61,0	2	7,8
Ciénaga del Rincón P5	206184	13:50	16,3	41	48,9	11	14
Ciénaga del Rincón P6	206185	15:15	16,2	42	51,0	350	350
Ciénaga Los Manatíes P1	206186	8:40	12,5	21	155,1	<1,8	4,5
Ciénaga de Balboa P1	206187	9:35	105,9	256	508,0	<1,8	4
Ciénaga de Balboa P2	206188	11:55	16,4	41	381,5	7,8	7,8
Ciénaga de Balboa P3	206189	15:20	17,8	44	455,5	<1,8	<1,8
Ciénaga del Totumo P1	206190	11:40	3,6	12	15,0	4,5	13
Ciénaga del Totumo P2	206191	14:00	4,1	11	<5,0	2	4,5
Ciénaga del Tocagua P1	206192	10:30	23,8	58	41,9	4,5	4,5
Ciénaga del Tocagua P2	206193	13:00	32,1	78	52,0	2	4,5
Ciénaga de Luruaco P1	206194	10:10	<2,0	<10	27,9	22	22
Ciénaga de Luruaco P2	206195	12:35	22,0	59	26,0	7,8	7,8
Embalse de Guajaro P1	206196	9:00	9,5	25	41,1	2	2
Embalse de Guajaro P2	206197	11:25	<2,0	<10	46,1	<1,8	<1,8



SERambiente
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of
ALS Limited



**INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE
CARACTERIZACIÓN DE AGUA
SUPERFICIAL**

OT 8933-1-A-7034

Versión: 00

Página 60 de 226

Punto de monitoreo	ID muestra	Hora	Parámetro				
			DBO ₅	DQO	SST	CTE	CT
			Unidades				
mg O ₂ /L	mg O ₂ /L	mg/L	NMP/100 ml	NMP/100 ml			
Embalse de Guajaro P3	206198	13:30	10,6	27	32,9	<1,8	<1,8
Embalse de Guajaro P4	206199	15:35	7,1	18	<5,0	<1,8	<1,8
Embalse de Guajaro P5	206200	17:40	16,6	44	35,1	<1,8	<1,8
Embalse de Guajaro P6	206201	8:25	9,7	26	32,8	<1,8	<1,8
Embalse de Guajaro P7	206202	10:30	12,4	31	90,0	<1,8	<1,8
Embalse de Guajaro P8	206203	13:00	14,8	36	76,0	6,8	33
Embalse de Guajaro P9	206204	15:15	15,2	42	53,1	<1,8	<1,8
Ciénaga de Mesolandia P1	206205	9:15	18,5	49	61,1	140	1700
Ciénaga de Mesolandia P2	206206	12:00	16,5	42	50,9	120	1400

*DBO₅: Demanda bioquímica de oxígeno; DQO: Demanda química de oxígeno; SST: Sólidos suspendidos totales; CTE: Coliformes termotolerantes; CT: Coliformes totales; <: Valores por debajo del límite de cuantificación del método de análisis.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



SERambiente
Servicios de Ingeniería Ambiental

part of

ALS Limited



5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

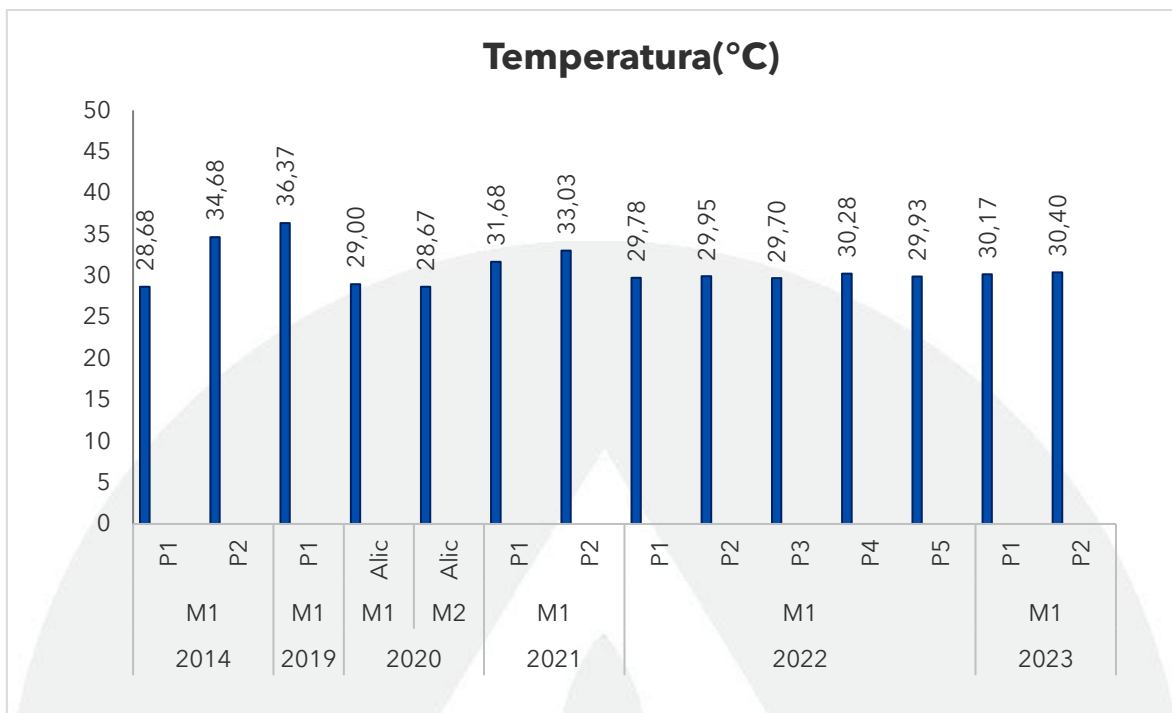
A continuación, se presentan los valores obtenidos de las variables fisicoquímicas analizadas en las diferentes ciénagas. Para el análisis de los resultados se realizó una revisión bibliográfica, teniendo en cuenta los resultados históricos obtenidos de monitoreos anteriores y los objetivos de calidad de Resolución 0000449 de 2021 de la Corporación autónoma regional del Atlántico-CRA.

5.1 Cuenca Río Magdalena

5.1.1 Ciénaga de Malambo

En la Ciénaga de Malambo la temperatura presentó un rango de 30,40°C a 30,17°C correspondiendo el valor máximo a P2; mientras que P1 obtuvo el valor más bajo (**Gráfica 1**) asimismo, se observó en el registro histórico evaluados, con valores promedio de 35,5°C en el año 2014, 28,7°C en el 2019, 28,8°C en el año 2020, 23,36°C para 2021 y 29,92°C en 2022. Los valores de este parámetro obedecen principalmente al comportamiento de la temperatura ambiente que para los cuerpos de agua de las zonas costeras tropicales la cual presenta pocas fluctuaciones durante el año.



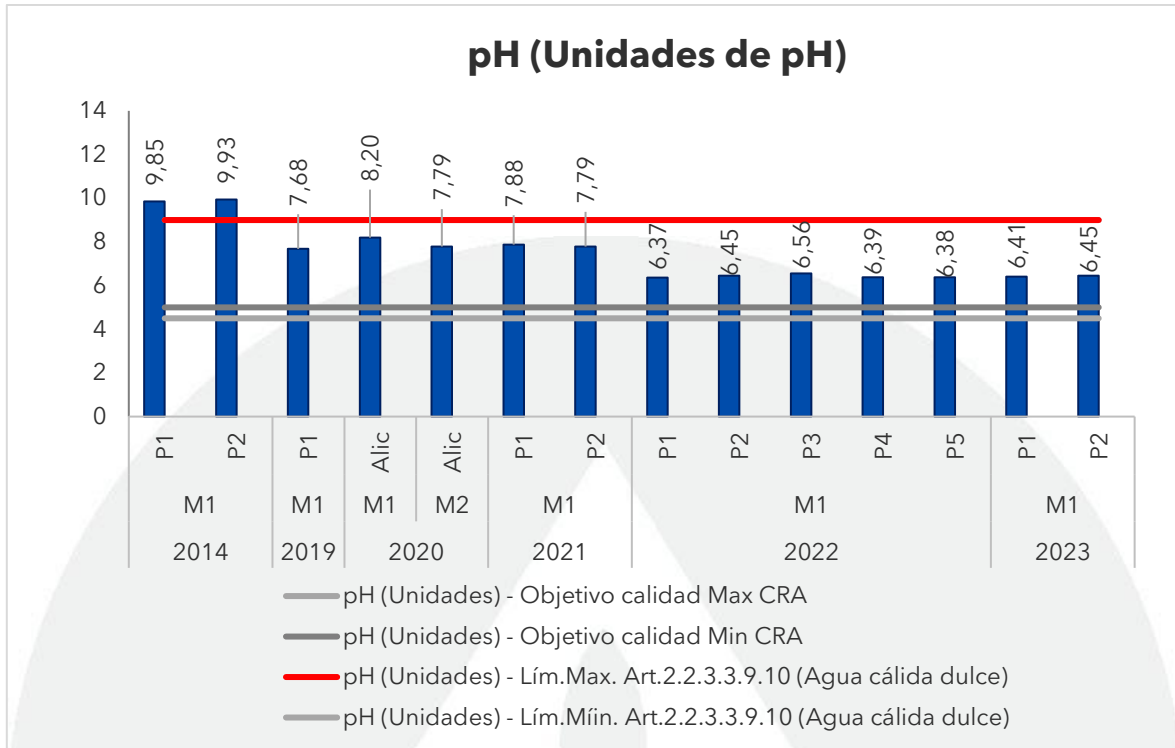


Gráfica 1. Registros de la temperatura en la Ciénaga de Malambo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Para el pH en la Ciénaga de Malambo se reportó un rango de valores de 6,41 a 6,45 UpH correspondiendo el valor máximo al punto de monitoreo P2 y el mínimo a P1 (**Gráfica 2**); estos valores presentan cumplimiento con respecto al objetivo de calidad establecido por la CRA mediante la Resolución 0000449 de 2021, para las cuencas y tramos ordenados en clase III, cuyo potencial uso es la preservación de flora y fauna (límite de control de 5,0 a 9,0 UpH). Del mismo modo, cumple con el criterio de calidad para preservación de flora y fauna de aguas cálidas dulces (4,5 a 9,0 UpH) del Decreto 1076 de 2015. Lo que indica que son aguas aptas para la mayoría de los animales acuáticos, los que pueden tolerar un pH de entre 6 a 9 bastante bien, pero generalmente se estresan con valores de pH fuera de este rango, lo que causa un menor crecimiento y mayor susceptibilidad a las enfermedades.



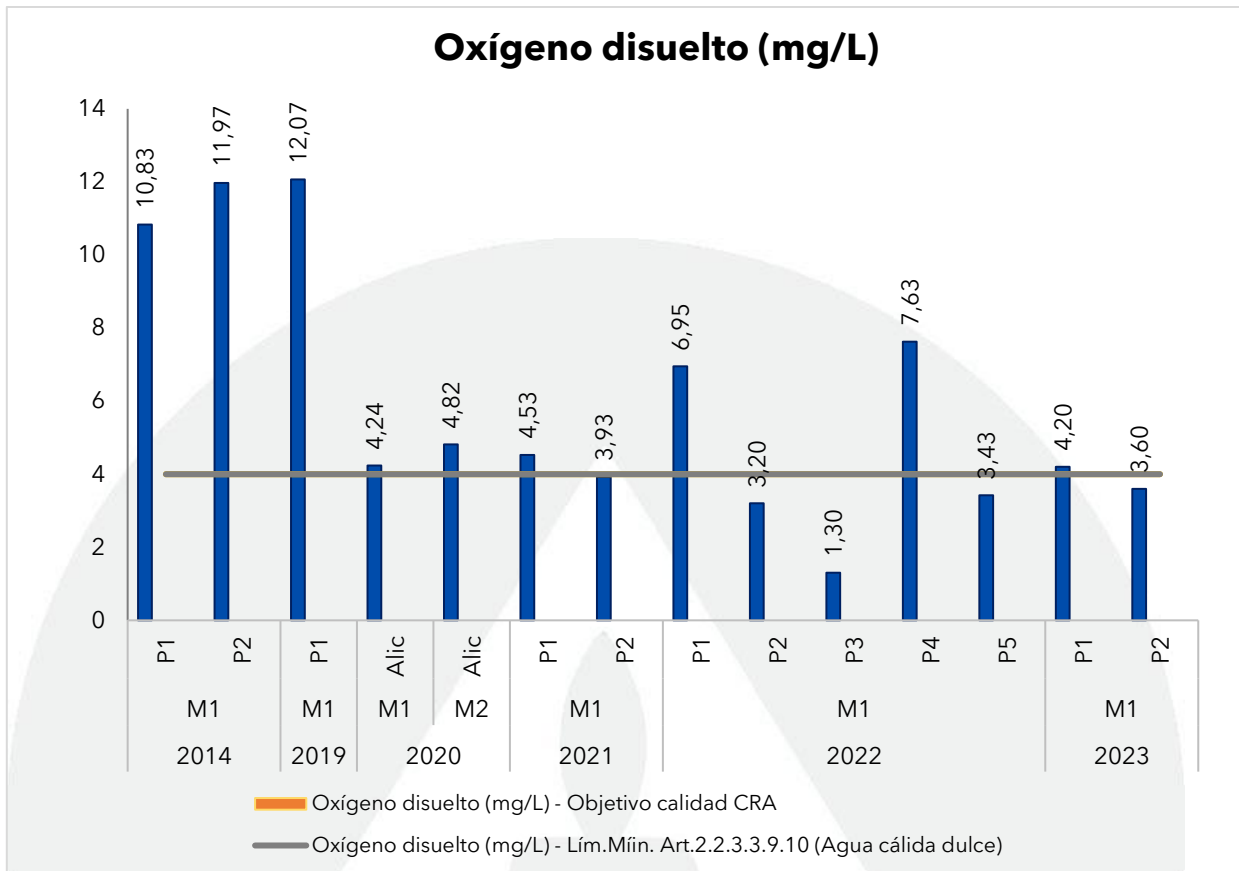


Gráfica 2. Registros del pH en la Ciénaga de Malambo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Con respecto a los valores de oxígeno disuelto se registraron valores de 3,60mg/L a 4,20 mg/L y el valor más alto estuvo relacionado con P1 (**Gráfica 3**). De esta manera se establece que solo P1 cumple con los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021 (>4 mg/L), al igual que con el criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del 2015. Para esta variable se acepta un valor aproximado a 4,0 mg/L para la sobrevivencia de la mayoría de los organismos acuáticos (Sawyer y McCarty, 1978), aunque algunas especies, como las tilapias, pueden soportar bajas concentraciones aproximadamente 1 mg/L (Arredondo, 1993).





Gráfica 3. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga de Malambo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por otro lado, la conductividad en la ciénaga de Malambo presentó valores de 271,67 a 275,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, siendo P1 el punto de mayor conductividad (**Gráfica 4**), indicando la presencia de aguas mineralizadas. Los valores históricos para el año 2020 presentaron un promedio de 398,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mientras que para 2021 y 2022 este promedio disminuyó a 334,38 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 272,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente. Estos valores se consideran típicos de aguas dulces naturales a un poco mineralizadas al observar lo indicado por ANZECC (2000).



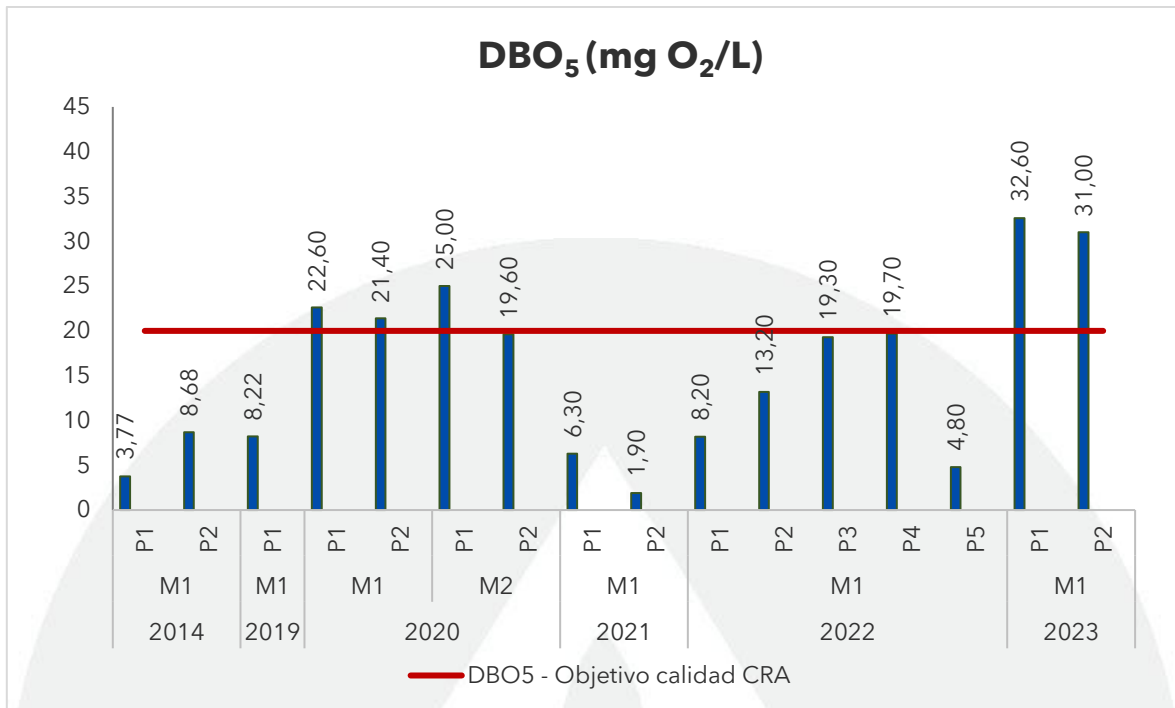


Gráfica 4. Registros de la conductividad en la Ciénaga de Malambo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La DBO_5 presentó un rango de variación de 31,00 $\text{mg O}_2/\text{L}$ a 32,60 $\text{mg O}_2/\text{L}$, y el valor más alto estuvo relacionado con el punto P1, teniendo en cuenta lo anterior los puntos presentaron desviación del límite de control para la DBO_5 (20 $\text{mg O}_2/\text{L}$) indicado como objetivo de calidad en la Resolución 0000449 de 2021 de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en Clase III, con potencial uso de preservación de flora y fauna. Este parámetro ha fluctuado históricamente en las aguas de la ciénaga, presentando promedio de 8,45 $\text{mg O}_2/\text{L}$ para el año 2014, 3,77 $\text{mg O}_2/\text{L}$ para el año 2019, 22,15 $\text{mg O}_2/\text{L}$ para el año 2020. En el caso del monitoreo de 2021 se observó una importante disminución de la DBO_5 , ya que P1 obtuvo 6,3 $\text{mg O}_2/\text{L}$ y P2 reportó concentraciones inferiores a 2,0 $\text{mg O}_2/\text{L}$. En cuanto al año 2022, se registró un promedio de 13,04 $\text{mg O}_2/\text{L}$, indicando un incremento para 2023 (**Gráfica 5**).



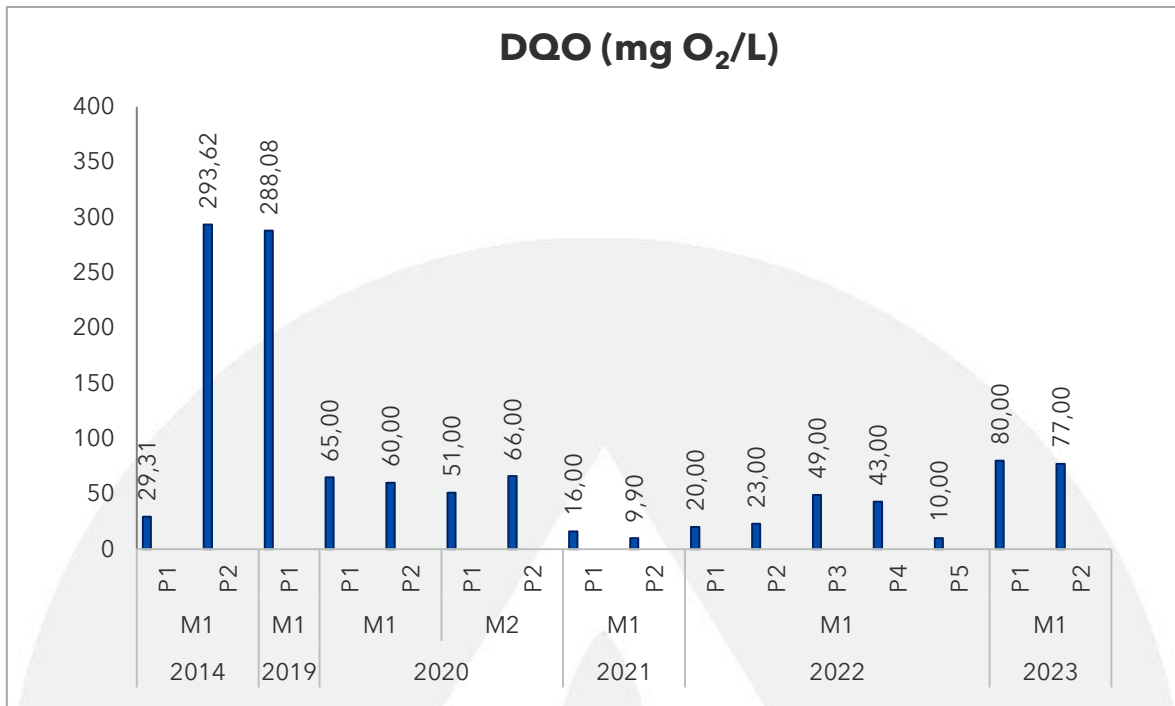


Gráfica 5. Registros de la DBO₅ en la Ciénaga de Malambo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por su parte la DQO presentó un rango de variación de 77,00 a 80,00 mg O₂/L y el punto P1 reportó el valor más alto (**Gráfica 6**); se observaron valores históricos promedio de 290,9 mg O₂/L para el año 2014, 29,3 mg O₂/L para el año 2019 y 60,5 mg O₂/L para el año 2020. En el caso del año 2021 se obtuvieron valores de 16 y <10 mg O₂/L en los Puntos 1 y 2; mientras que para 2022 se registró un valor promedio de 29,00 mg O₂/L. No existe un criterio definido para evaluar la calidad de esta variable en Colombia.



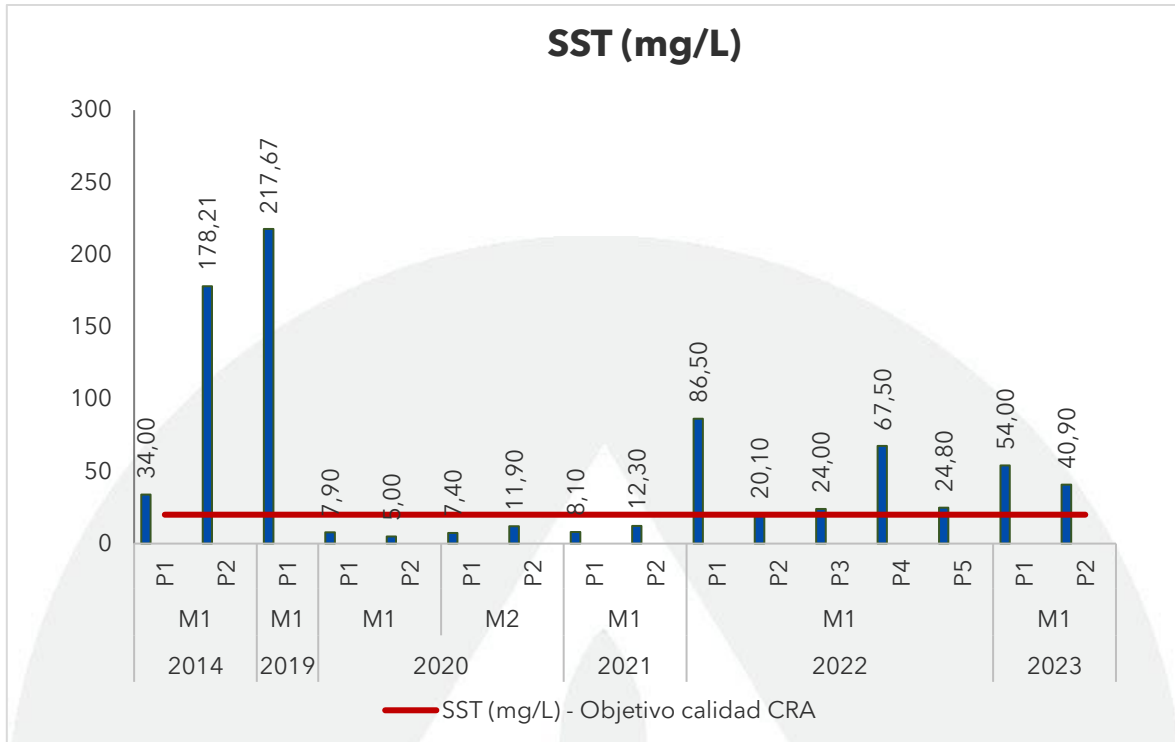


Gráfica 6. Registros de la DQO en la Ciénaga de Malambo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Asimismo, los SST presentaron valores que relacionan una desviación con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (20 mg/L) (40,90 mg/L a 54,00mg/L) (**Gráfica 7**). Para el registro histórico se observaron máximos de 217,67 mg/L (P1) y 178,21 mg/L (P2) en los años 2014 y 2010.



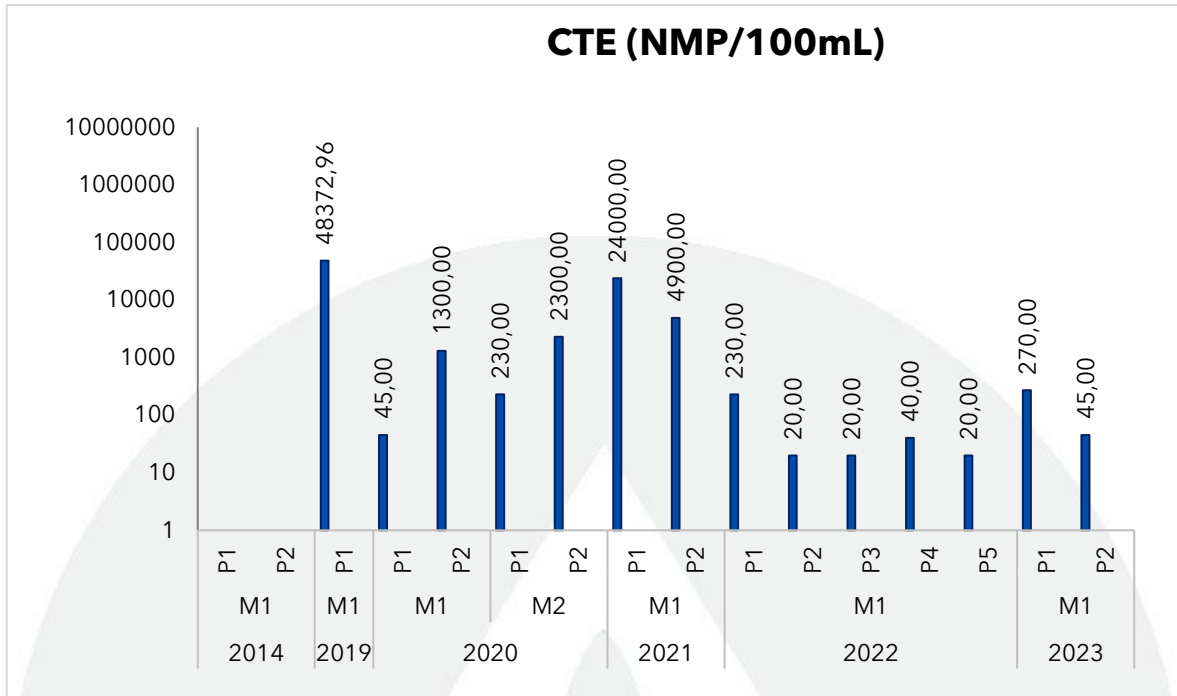


Gráfica 7. Registros de SST en la Ciénaga de Malambo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

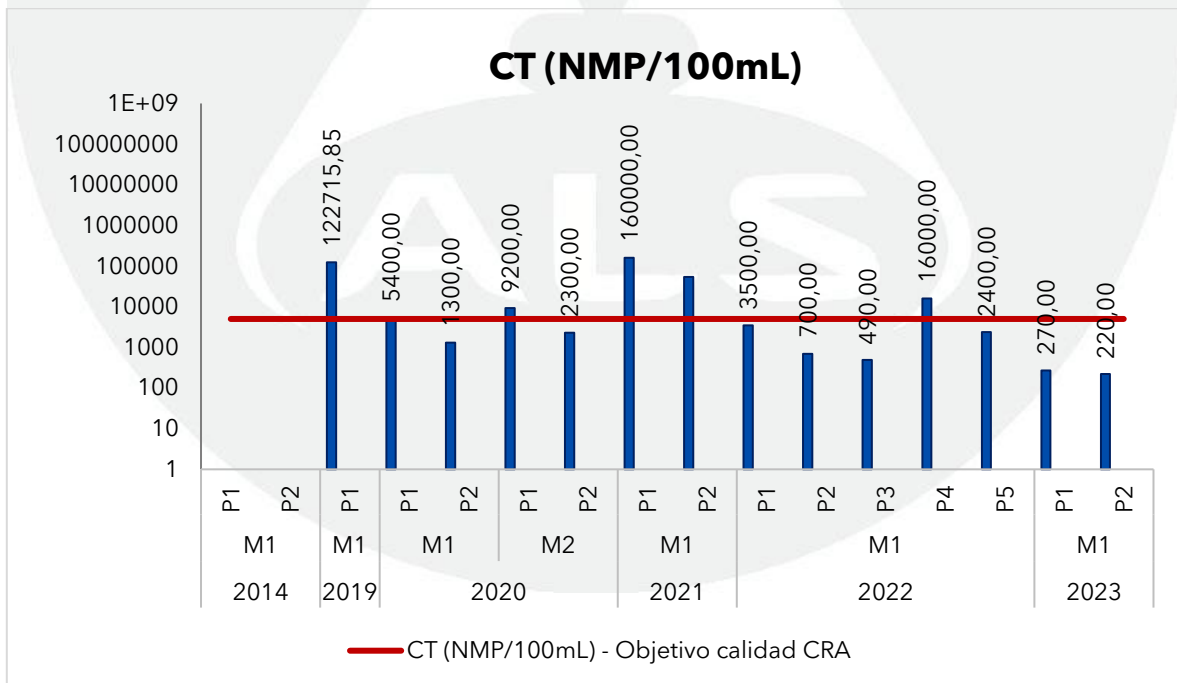
Por otra parte, los valores obtenidos para coliformes termotolerantes no cuentan con un límite de control establecido en la Resolución 000449 del 2021 de la CRA (**Gráfica 8**); mientras que para los coliformes totales se observó cumplimiento del objetivo en los dos puntos de monitoreo, con valores de 220,00 NMP/100 mL a 270,00 NMP/100 mL (**Gráfica 9**). Históricamente se observaron máximos en el Punto 1 de 48372,96 NMP/100mL y 24000,00 NMP/100mL en los monitoreos de 2019 y 2021 respectivamente.





Gráfica 8. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga de Malambo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



Gráfica 9. Registros de coliformes Totales (CT) en la Ciénaga de Malambo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

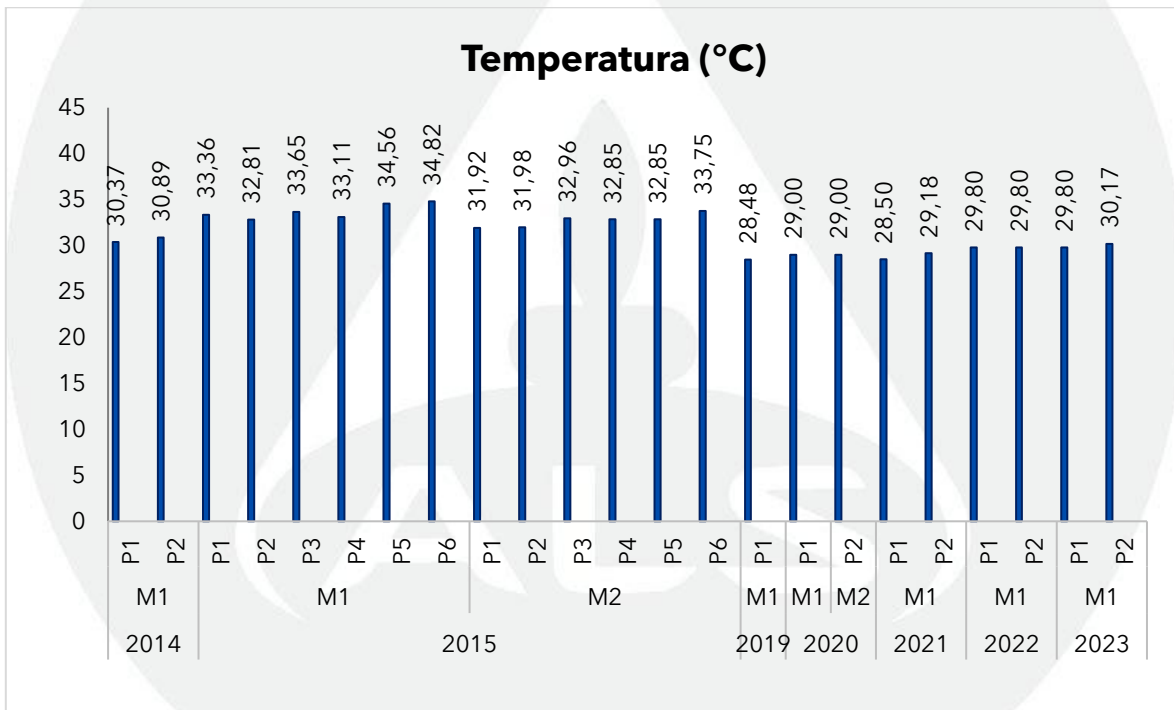
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





5.1.2 Ciénaga Mesolandia

La variable temperatura, en la Ciénaga de Mesolandia, presentó valores de 29,80 °C y 30,17°C en P1 y P2 respectivamente (**Gráfica 10**); téngase en cuenta que para el caso de los complejos cenagosos asociados al río Magdalena en el departamento del Atlántico, la CRA, CORMAGDALENA y CI (2007) reportan valores de entre 28,1°C hasta 36,7°C, indicando, además, que es más probable encontrar menores temperaturas en los meses secos por acción de los vientos. En el registro histórico se observan valores promedio de 30,6°C para el año 2014, 33,2°C para el año 2015, 28,5°C para el 2019, 29,0°C para el 2020, 28,84 °C para el 2021 y 29,80°C para 2022.



Gráfica 10. Registros de la temperatura en la Ciénaga de Mesolandia en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

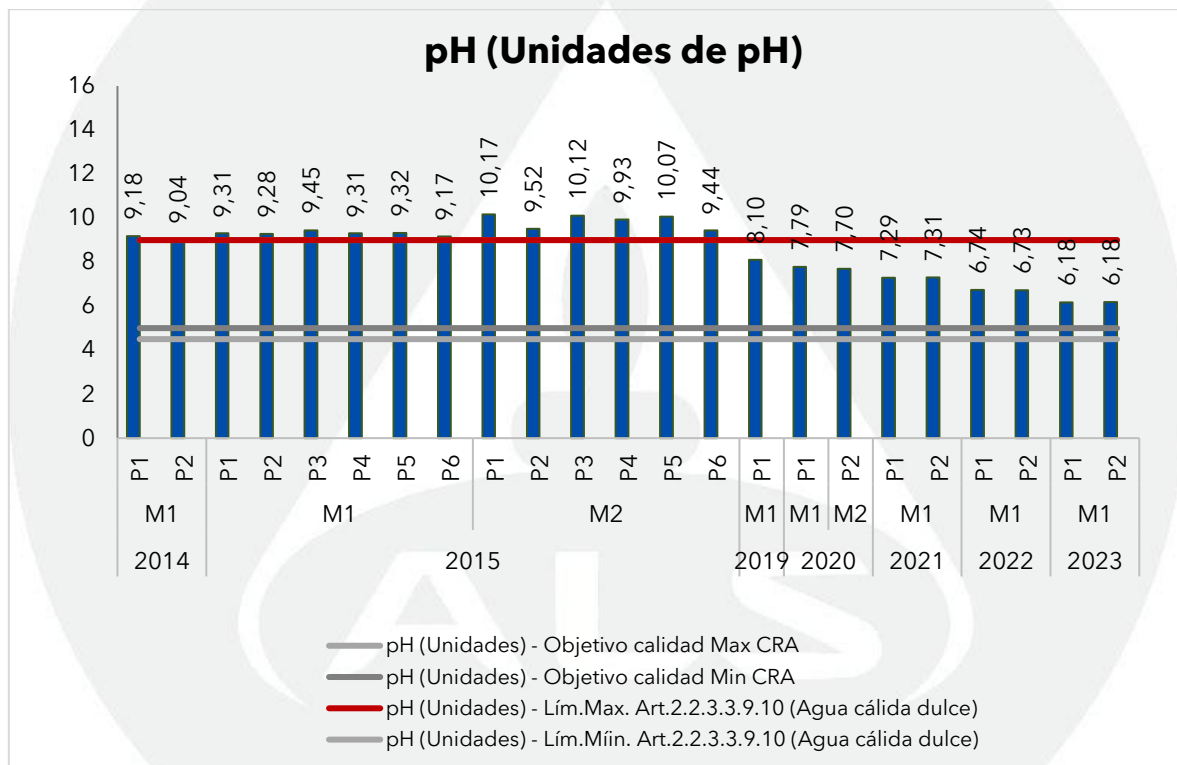
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por su parte el comportamiento del pH en el Ciénaga de Mesolandia demostró que durante el último muestreo sus valores fueron de 6,18 UpH en los dos puntos monitoreados (**Gráfica 11**) y éstos se encuentran en cumplimiento con los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021 para la preservación





de flora y fauna (límite de control de 5,0 a 9,0 UpH), asimismo cumplen con los criterios para la preservación e flora y fauna de aguas cálidas dulces (4,5 a 9,0 UpH) del Decreto 1076 de 2015. Al revisar el comportamiento histórico de este parámetro se evidenció que en los años 2014 y 2015 los valores reportados sobrepasaron el máximo establecido en el Decreto 1076 de 2015, con valores promedio de 9,11 y 9,59 UpH, respectivamente; en cuanto a los años 2019 y 2020 los registros indican cumplimiento con la norma con promedios de 8,10 y 7,71 UpH, respectivamente; al igual que los años 2021 y 2022, los cuales relacionaron promedios de 7,29 y 6,73 UpH.



Gráfica 11. Registros del pH en la Ciénaga de Mesolandia en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

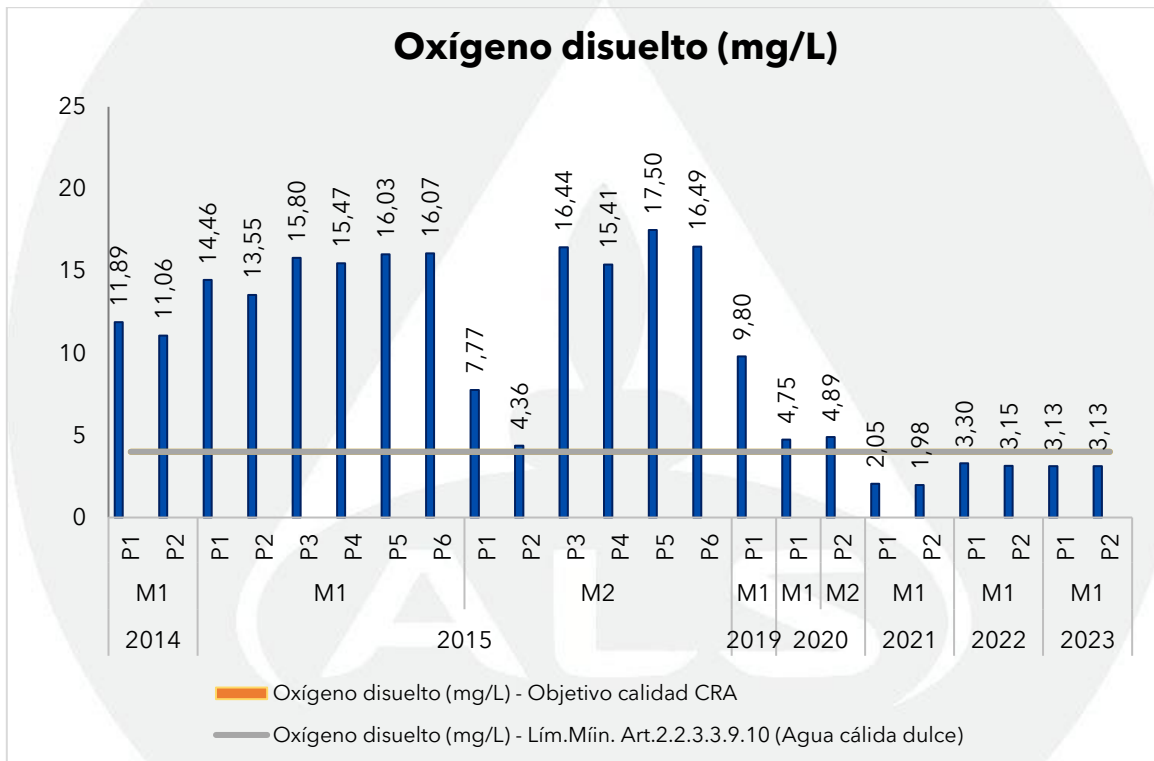
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por su parte el oxígeno disuelto para la ciénaga demostró la condición de hipoxia, con valores de 3,13 mg/L en los dos puntos monitoreados (**Gráfica 12**). Dichos valores presentan desviación con respecto al objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 000449 de 2021 (>4 mg/L) y con el criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del 2015. Estos valores indican que la vida acuática se





encuentra bajo fuerte presión, pudiendo causar la muerte a los peces, dichas condiciones de hipoxia pueden ser consecuencia de la respiración y muerte del plancton, con la consecuente degradación de su materia orgánica constitutiva (Lanza Espino, G. d. I., & Hernández Pulido, S., 2019). Los resultados observados son opuestos a los observados en los registros históricos hasta el año 2020, donde se obtuvieron valores promedio máximos de 14,1 mg/L (año 2015) y mínimos de 4,82 mg/L (año 2020). En el caso del año 2021, se observaron valores muy bajos (1,98 a 2,05mg/L), los cuales se vieron incrementados en 2022 (3,15mg/L a 3,30 mg/L).



Gráfica 12. Registros del oxígeno en la Ciénaga de Mesolandia en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por otro lado, la conductividad presentó valores de 158,33 y 161,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en los puntos 2 y 1, respectivamente (**Gráfica 13**), con un máximo histórico de 891,75 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para el año 2022, observándose que la cantidad de minerales disueltos ha disminuido teniendo en cuenta el valor máximo reportado en 2022 para P2.



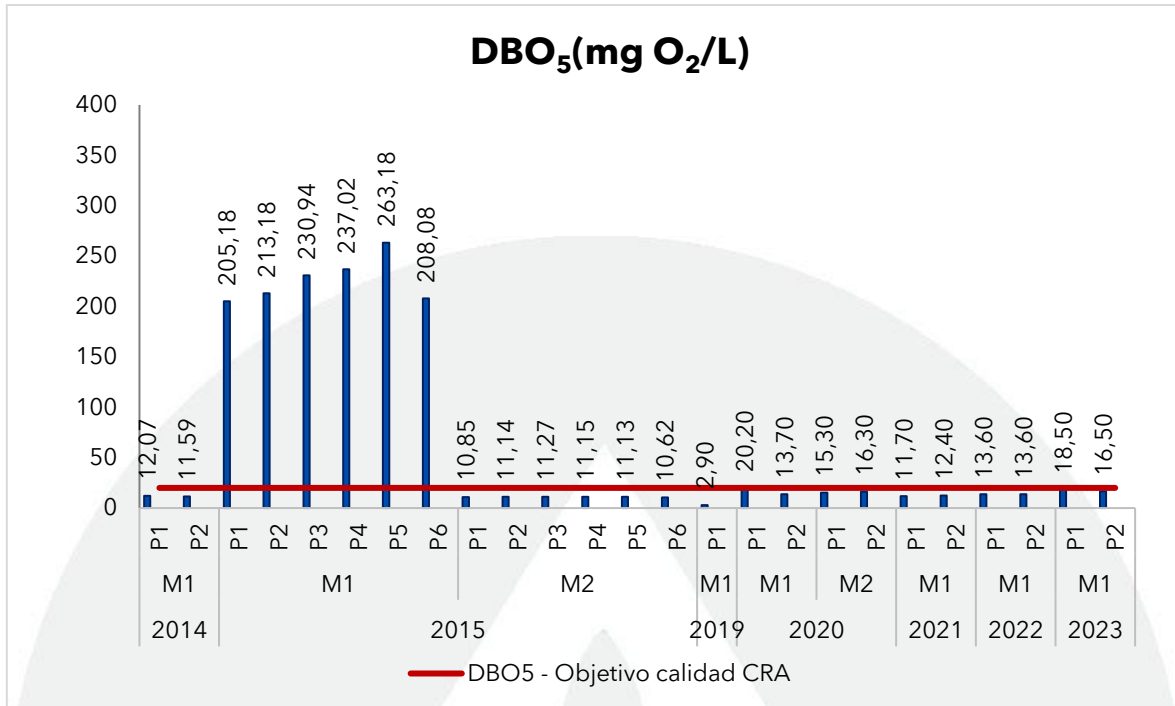


Gráfica 13. Registros de la conductividad en la Ciénaga de Mesolandia en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El valor obtenido para la DBO_5 fue de 16,50 $\text{mg O}_2/\text{L}$ y 18,50 $\text{mg O}_2/\text{L}$ en los Puntos 2 y 1 (**Gráfica 14**), observándose cumplimiento con el límite de control para la DBO_5 ($<20 \text{ mg O}_2/\text{L}$) indicado como objetivo de calidad establecido en la Resolución 0000449 de 2021 de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en Clase III, con potencial uso de preservación de flora y fauna. Este parámetro ha presentado una fluctuación en los registros históricos evaluados, con un valor máximo de 263,18 mg/L para el año 2015 en P5 y un mínimo de 2,9 mg/L para el año 2019.



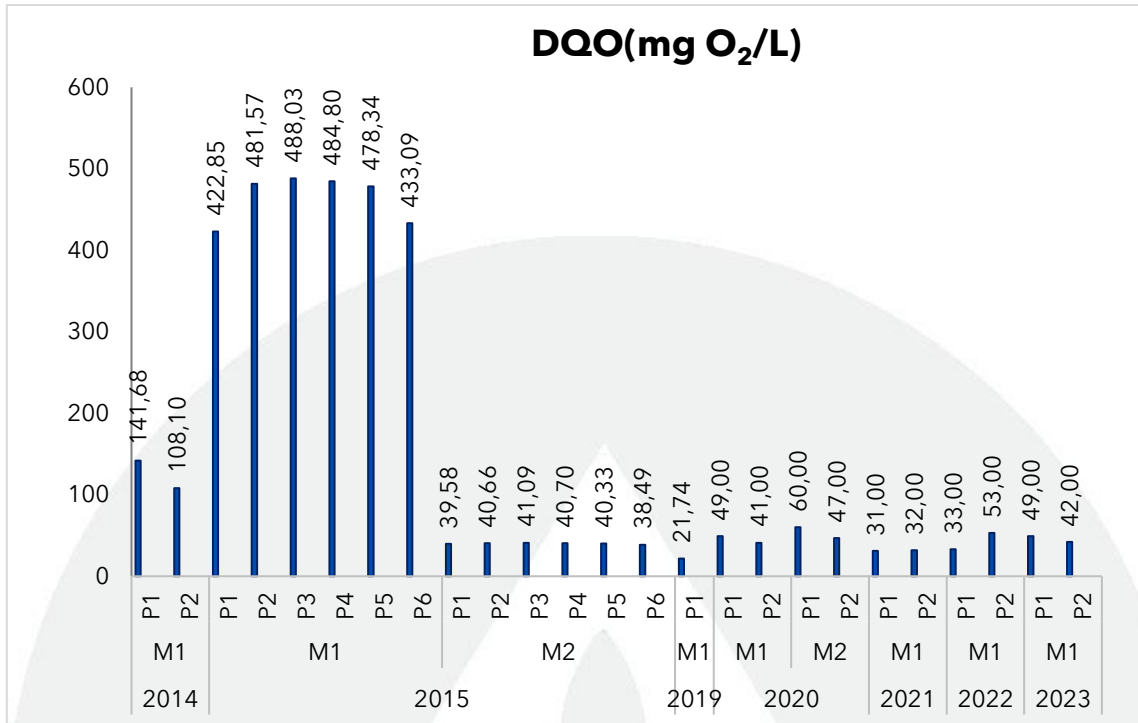


Gráfica 14. Registros de la DBO₅ en la ciénaga de Mesolandia en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por su parte la DQO presentó valor de 42,00 y 49,00 mg O₂/L en los Puntos 2 y 1, respectivamente (**Gráfica 15**), con valores históricos máximos de 488,03 mgO₂/L para P3 en el año 2015 y un mínimo de 21,74 mg/L para P1 el año 2019. No existe un criterio definido para evaluar la calidad de esta variable en Colombia.



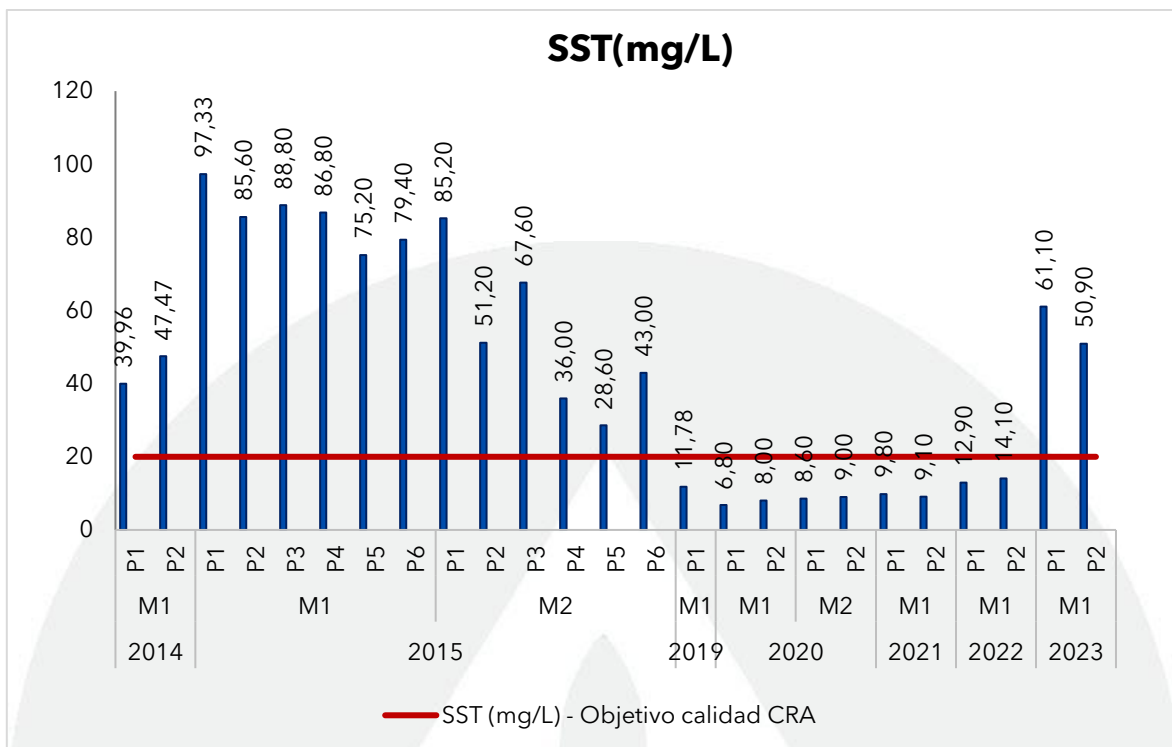


Gráfica 15. Registros de la DQO en la ciénaga de Mesolandia en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Al observar los SST se evidenció desviación con respecto al objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<20 mg/L), al presentar valores de 50,90 mg/L en el Punto 2 y 61,10 mg/L en el Punto 1 (**Gráfica 16**). Por su parte en el registro histórico se evidenciaron máximos de 97,33 mg/L (P1) y 88,80 mg/L (P2) en el monitoreo de 2015.



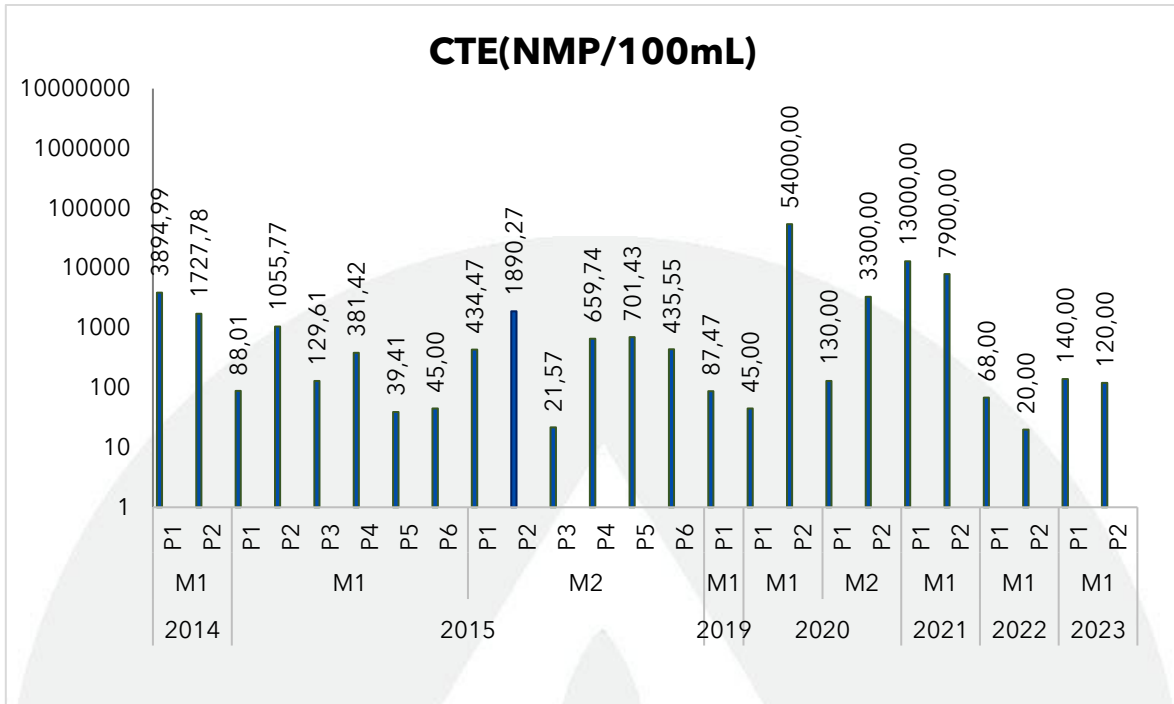


Gráfica 16. Registros de SST en la ciénaga de Mesolandia en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

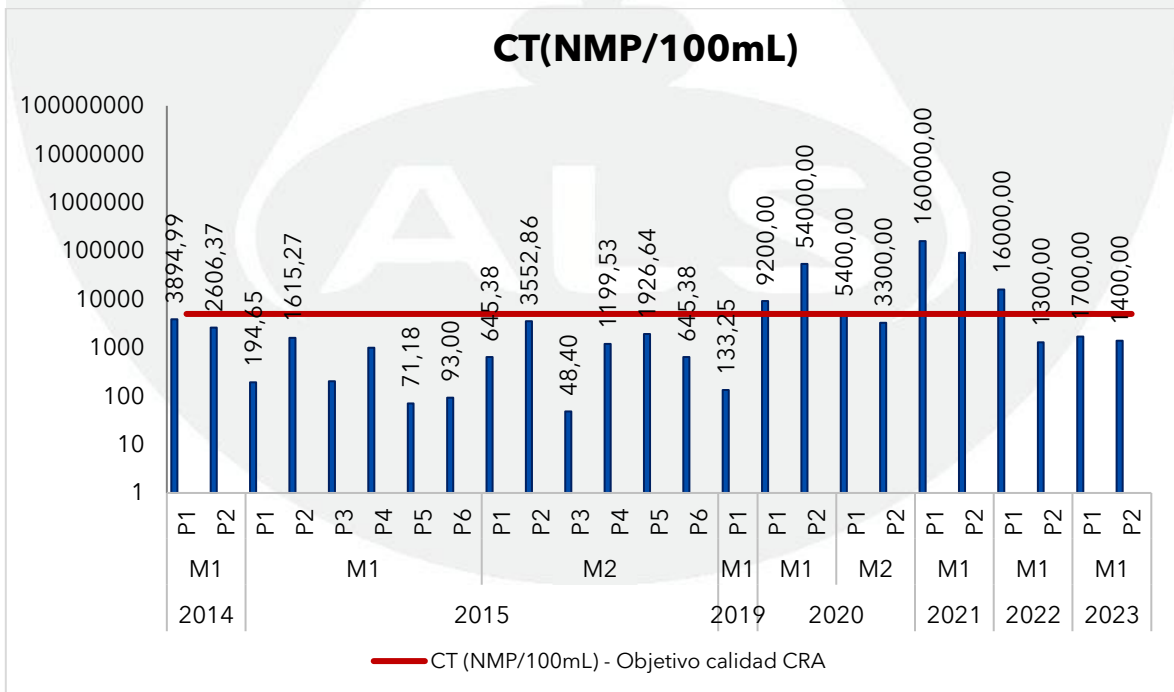
Los coliformes termotolerantes presentaron concentraciones de 120,00 y 140,00 NMP/100 mL para los Puntos 2 y 1, respectivamente (**Gráfica 17**); mientras que, los coliformes totales registraron 1700,00 y 1400,00 NMP/100 mL respectivamente (**Gráfica 18**). Los valores de coliformes totales cumplieron con el objetivo de calidad establecido por la CRA en el Punto 1 (<5000 NMP/100 mL). Con relación a los resultados históricos de CT se evidencia valores máximos de 160000,00 NMP/100 mL y 54000,00 NMP/100 mL en el año 2021.





Gráfica 17. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la ciénaga de Mesolandia en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



Gráfica 18. Registros de coliformes Totales (CT) en la en la ciénaga de Mesolandia en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

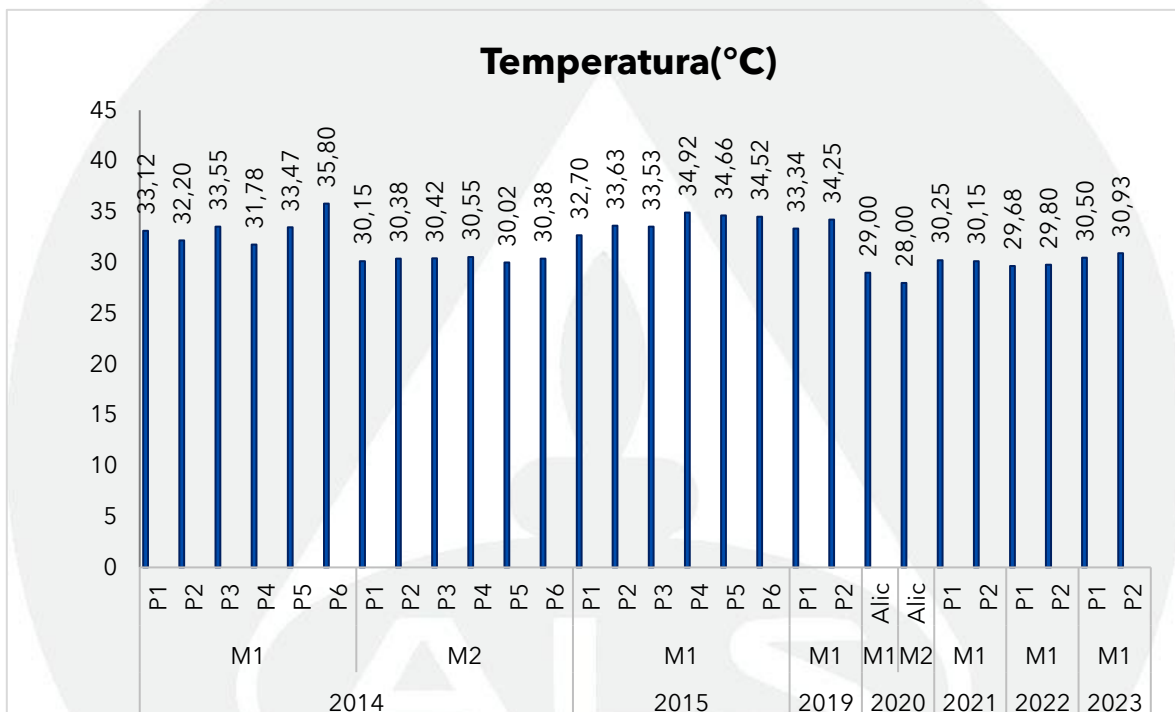
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





5.1.3 Ciénaga de Santo Tomás

El registro de la temperatura en la Ciénaga de Santo Tomás reveló valores de 30,50 y 30,93 °C en los puntos 1 y 2, respectivamente. En el registro histórico se evidenciaron que los promedios para el año 2014 (31,8°C), 2015 (34,0°C), 2019 (33,8°C), 2020 (29,0°C), 2021 (30,20 °C) y 2022 (29,73°C), temperaturas que son propias de los cuerpos de aguas de zonas costeras tropicales (**Gráfica 19**).



Gráfica 19. Registros de la temperatura en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023.

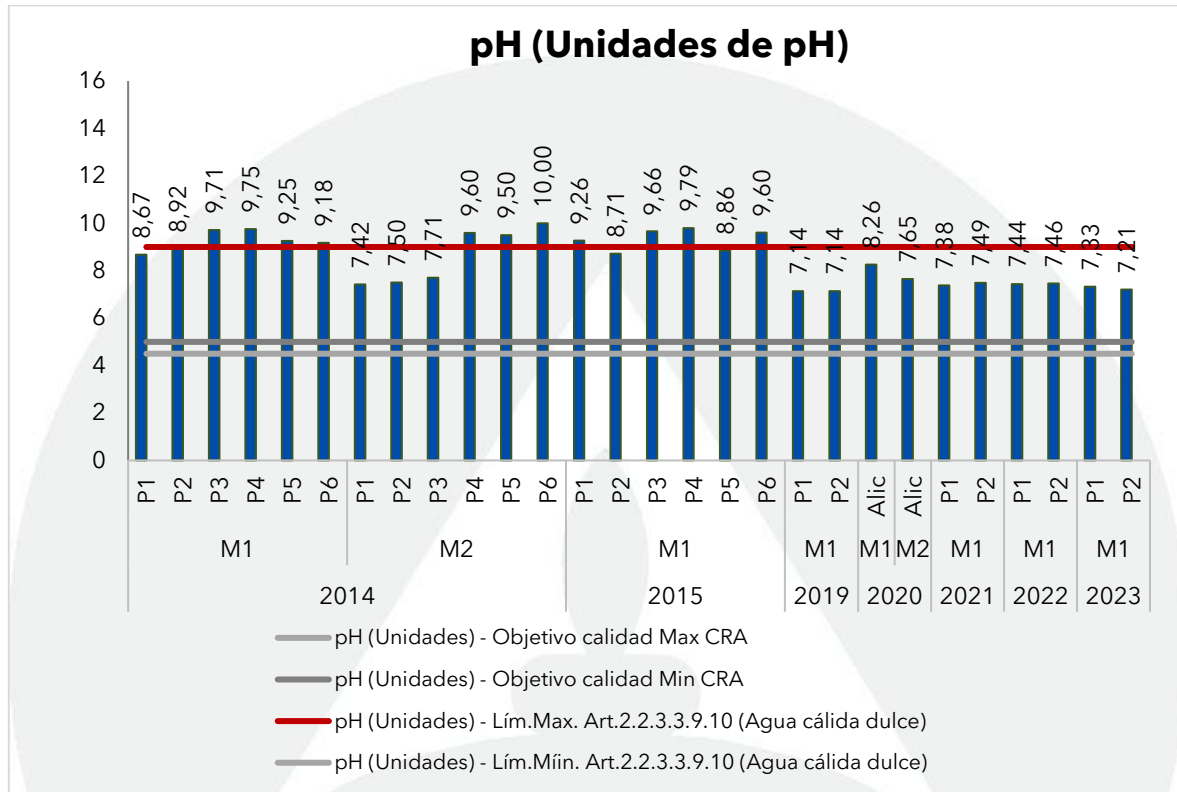
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Los valores del pH obtenido en la ciénaga de Santo Tomás fueron de 7,21 y 7,33 UpH en los Puntos 2 y 1, respectivamente (**Gráfica 20**); valores que cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA (de 5,0 a 9,0 UpH) y el criterio de calidad para preservación de flora y fauna de aguas cálidas dulces (4,5 a 9,0 UpH) del Decreto 1076 de 2015. Al observar las variaciones del parámetro en el registro histórico evaluado, se evidencian valores entre 7,14 y 10,0 UpH, donde gran parte de los registros del 2014 y 2015, sobrepasan las 9,0 UpH; valores que pueden deberse a la presencia de sales





carbonatadas de origen natural y a la actividad fotosintética de microalgas y/o macrófitas sumergidas que remueven el CO₂ del cuerpo de agua, lo que reduce la formación de ácido carbónico en el agua (Sarmiento, 2017).



Gráfica 20. Registros del en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

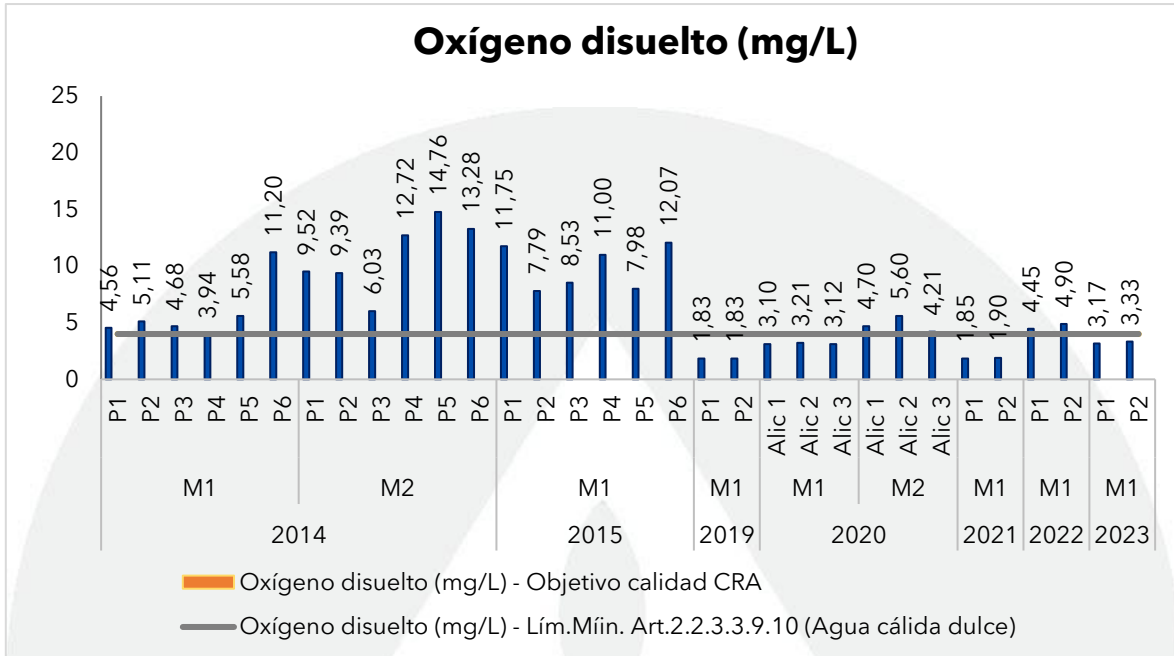
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por su parte, el oxígeno disuelto presentó valores de 3,17 y 3,33 mg/L en los puntos 1 y 2, respectivamente, como se observa en la (Gráfica 21), donde se evidencia desviación con respecto al objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021 (>4 mg/L), y con el criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del. En cuanto al histórico, se registran promedios de 8,4 mg/L para el 2014, 9,9 mg/L para el 2015, 1,8 mg/L para el 2019, 3,99 para el 2020, 1,87 para 2021 y 4,67 mg/L para 2022. Para esta variable se puede tener en cuenta a Sawyer y McCarty (1978), quienes indican que un valor aproximado de 4 mg/L es necesario para la sobrevivencia de la mayoría de los organismos acuáticos, aunque Arredondo (1993),





afirma que algunas especies, como las tilapias, pueden soportar bajas concentraciones (aproximadamente 1 mg/L).

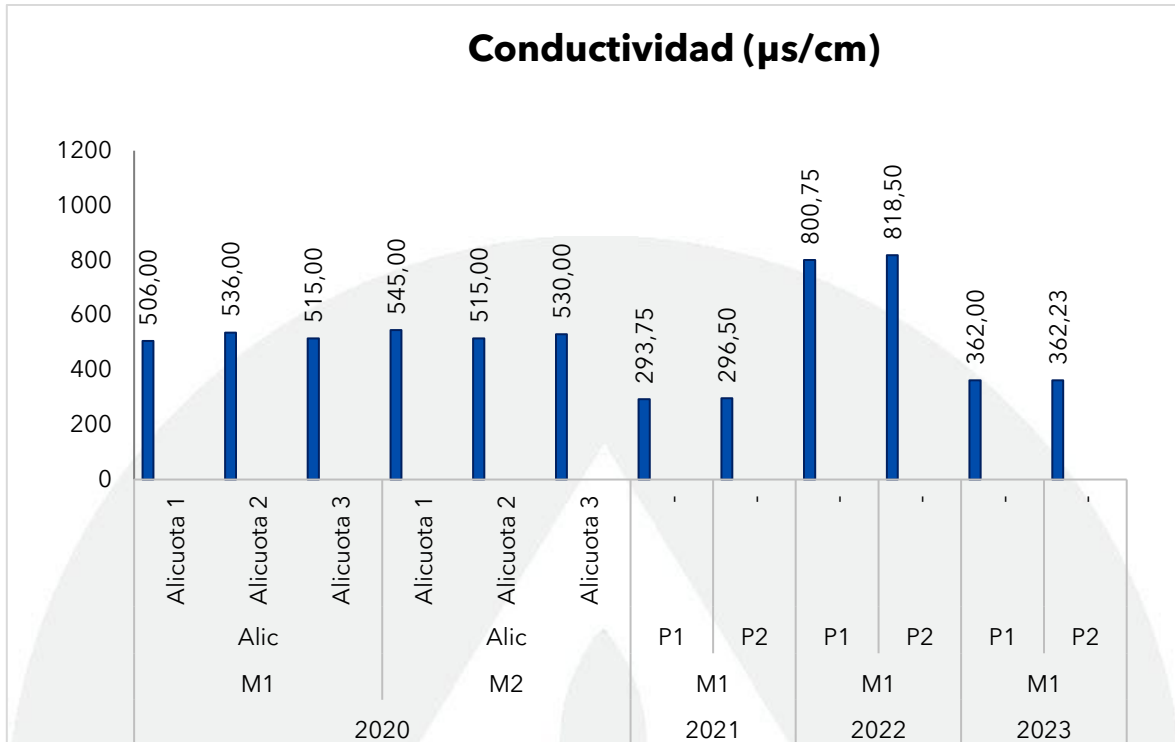


Gráfica 21. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Asimismo, los valores de conductividad fueron homogéneos entre los puntos de muestreo (362,00 y 362,23 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en los puntos 1 y 2, respectivamente) (**Gráfica 20**), indicando la presencia de aguas mineralizadas. Los valores históricos relacionan un máximo de 818,50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el punto P2 en 2022.



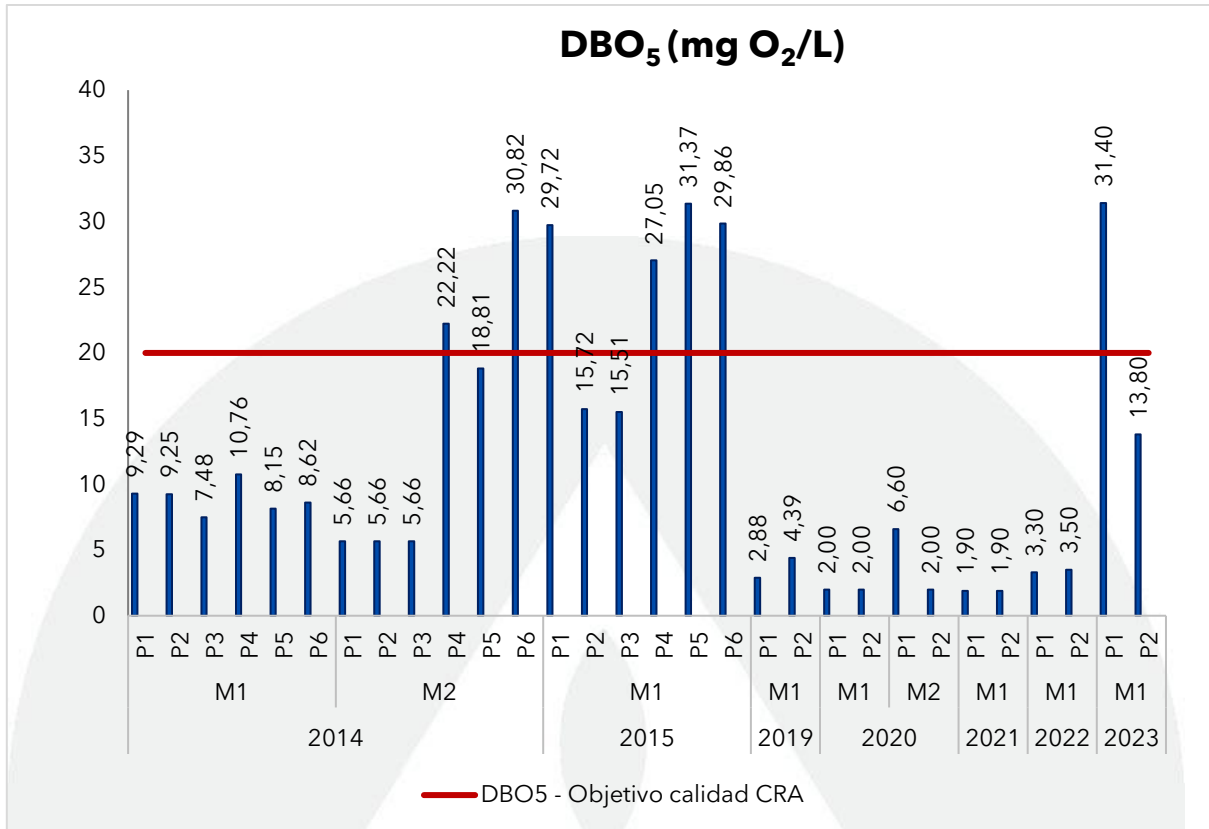


Gráfica 22. Registros de la conductividad en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La DBO_5 presentó valores de 13,80 y 31,40 $\text{mg O}_2/\text{L}$ en los Puntos 2 y 1, respectivamente (**Gráfica 23**); por ende, se establece que en P2 las aguas de la ciénaga Santo Tomás, presenta cumplimiento con el límite de control para la DBO_5 ($<20 \text{ mg O}_2/\text{L}$) indicado como objetivo de calidad en la Resolución 0000449 de 2021 de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en Clase III, con potencial uso de preservación de flora y fauna. Este parámetro ha fluctuado históricamente en las aguas de la ciénaga, presentando un máximo de 31,40 $\text{mg O}_2/\text{L}$ en el presente monitoreo y un mínimo de 1,90 mg O_2 en el año 2021.



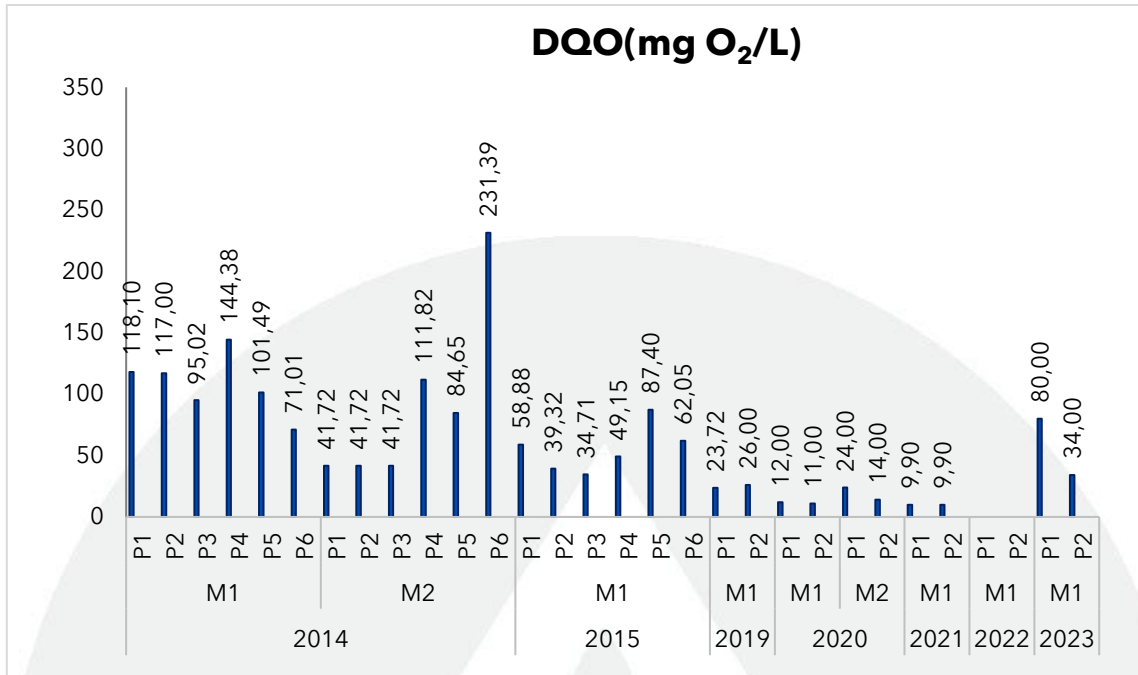


Gráfica 23. Registros de la DBO₅ en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por su parte, la DQO presentó valores de 34,00 mg O₂/L a 80,00 mg O₂/L en los puntos monitoreados en la ciénaga (**Gráfica 24**). Con relación al histórico, se observó un máximo de 231,39 mg O₂/L en P6 para el año 2014 y un mínimo de 9,90 mg O₂/L para el año 2021. No existe un criterio definido para evaluar la calidad de esta variable en Colombia.



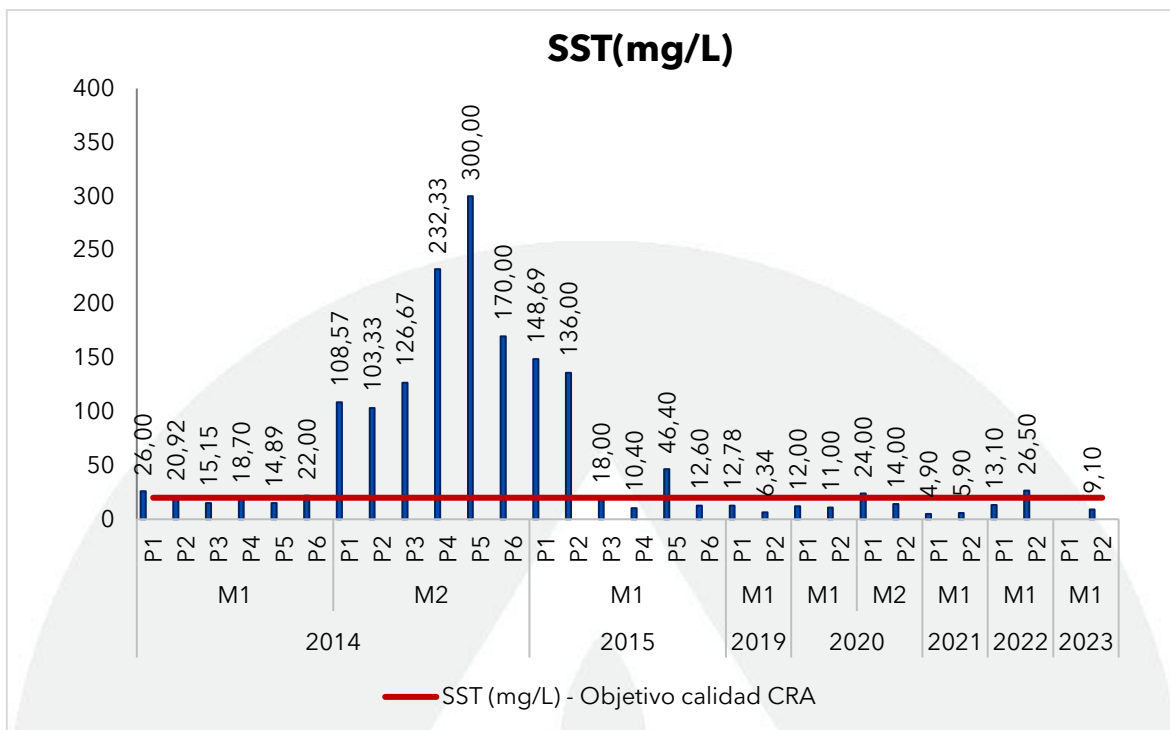


Gráfica 24. Registros de la DQO en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

En cuanto a los valores de SST en el Punto 1 se reportó un valor inferior al límite de cuantificación de la técnica (<5,0mg/L); mientras que el Punto 2 se reportó una concentración de 9,19 mg/L (**Gráfica 25**), presentando cumplimiento con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<20 mg/L). En el registro histórico se observó que los valores máximos se encuentran relacionados con el monitoreo en 2014 en los puntos P4 y P5 con registros de 232,33 mg/L y 300,00 mg/L respectivamente.



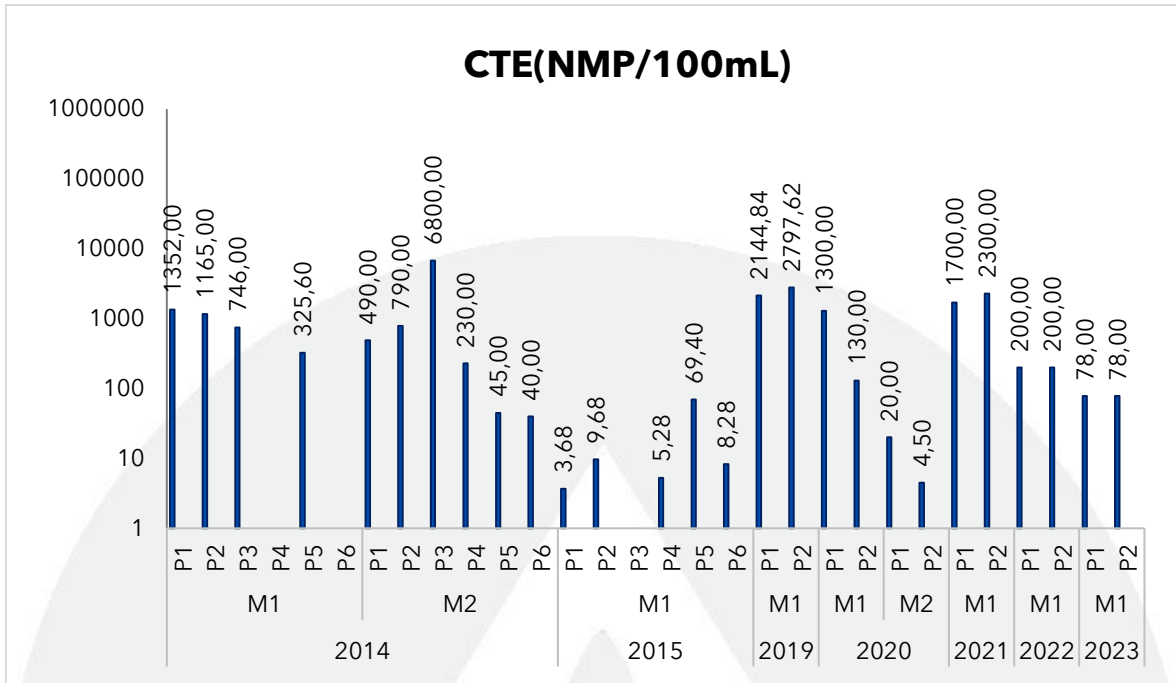


Gráfica 25. Registros de SST en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

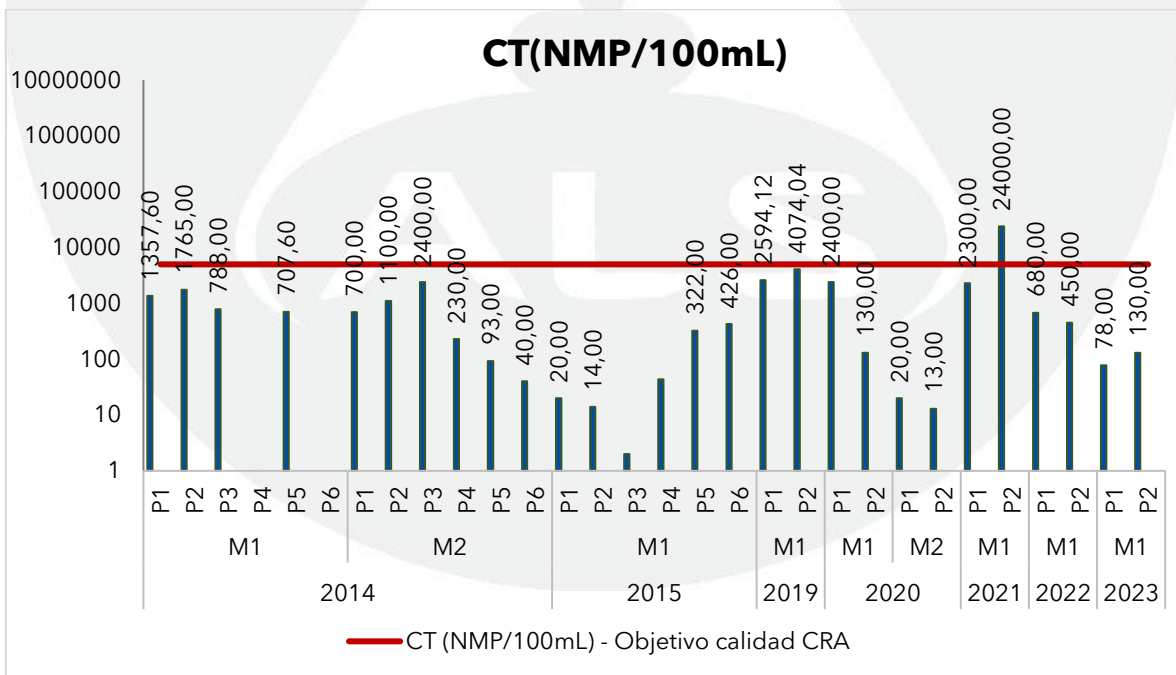
Los registros microbiológicos reportaron un conteo de 78,00 NMP/100 mL para los coliformes termotolerantes tanto en P1 como en P2; mientras que para los coliformes totales se observó una concentración de 78,00 NMP/100 mL en P1; en tanto que en P2 se obtuvieron concentraciones de 130,00 NMP/100 mL (**Gráfica 26** y **Gráfica 27**). De esta manera, se observa el cumplimiento del objetivo de calidad establecido por la CRA para coliformes totales (<5000 NMP CT/100 mL). Asimismo, los registros históricos de la ciénaga indican que el cuerpo de agua cumplió con los criterios de calidad para CT en la mayoría de los monitoreos realizados; a excepción de 2021 que reportó un valor de 24000,00 NMP/100 mL en P2.





Gráfica 26. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



Gráfica 27. Registros de coliformes Totales (CT) en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

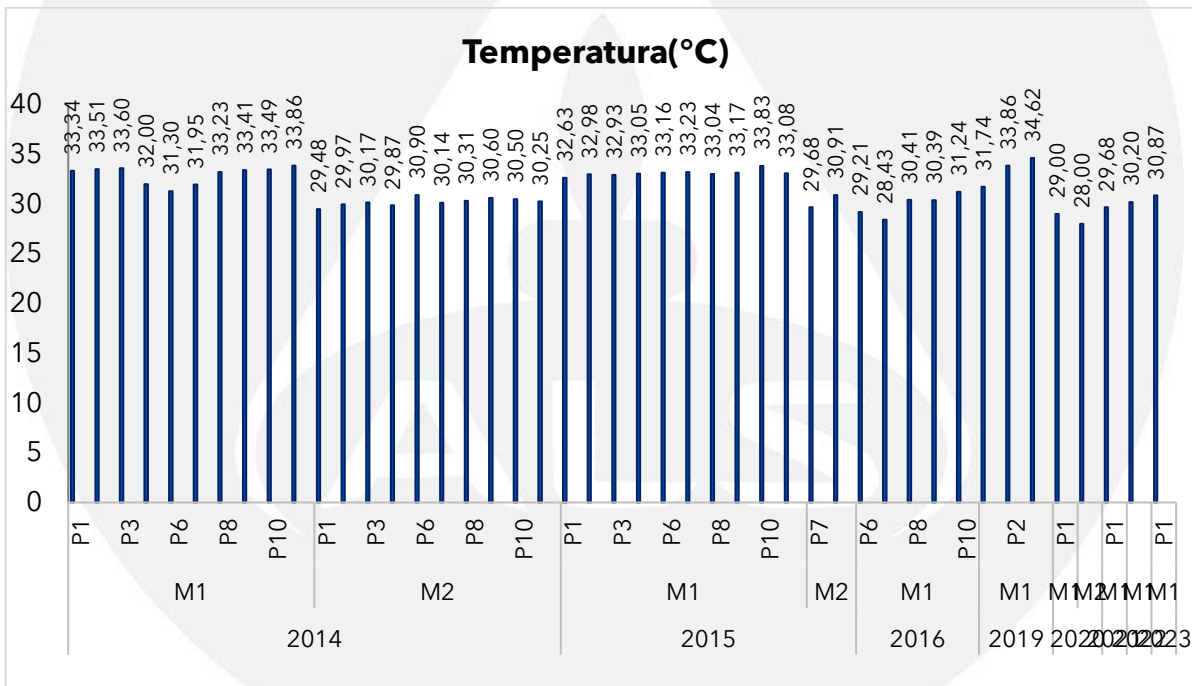
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





5.1.4 Ciénaga La Luisa

La temperatura del agua en la Ciénaga La Luisa presentó un valor de 30,87 °C en P1 (**Gráfica 28**); la temperatura de los cuerpos de agua suele estar relacionada con la temperatura ambiental (Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, 2022), es decir, las variaciones de este parámetro están condicionadas a la época climática, por tal motivo, en los cuerpos de agua del departamento del Atlántico, donde no existen temporadas climáticas marcadas, los valores de temperatura no suelen tener grandes fluctuaciones durante todo el año. El registro histórico permitió evidenciar que desde el año 2014 en agua de la ciénaga presenta promedios de 31,59°C, en el 2014, de 32,64°C en 2015, de 29,93°C C en 2019, de 28,50°C en 2019, 29,68 °C en 2021 y 30,2°C en 2022; estas temperaturas son propias de los cuerpos de aguas de zonas costeras tropicales.



Gráfica 28. Registros de temperatura (°C) en la Ciénaga La Luisa en julio y agosto de 2023 con monitoreos anteriores.

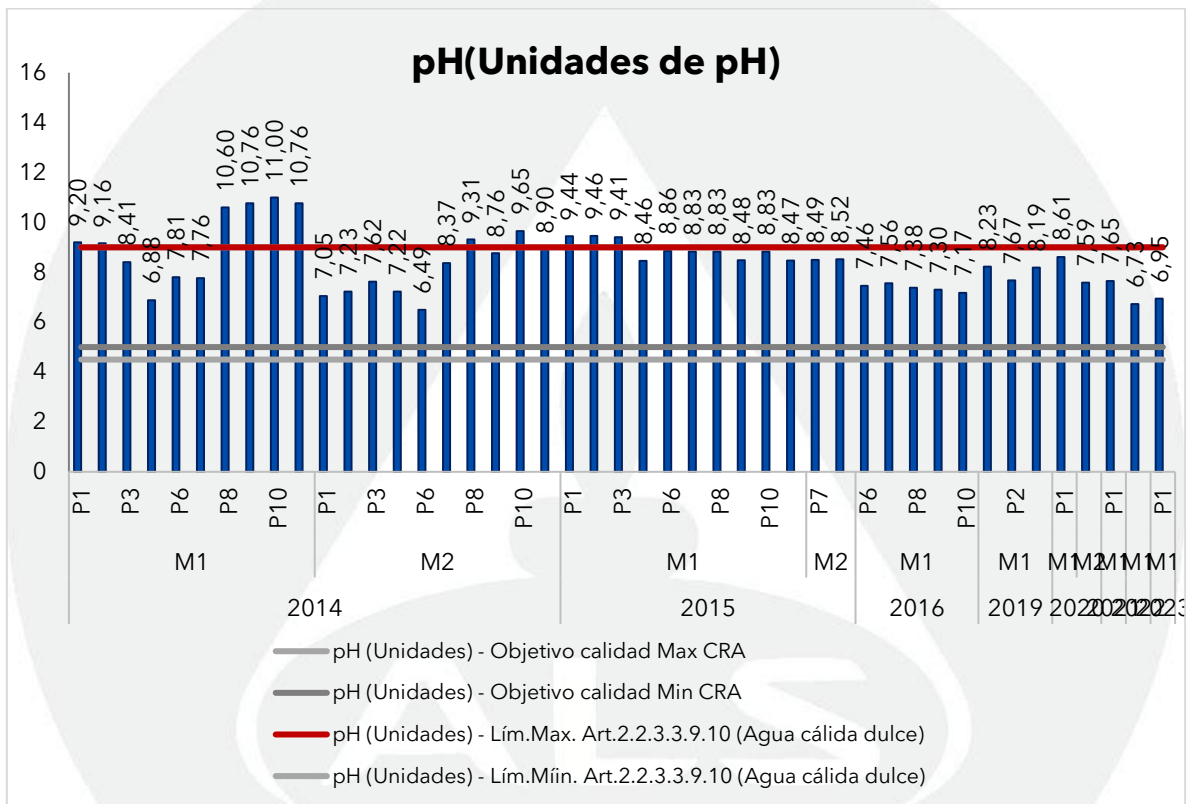
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El pH reportado en la Ciénaga La Luisa durante la última campaña de muestreo presentó un valor de 6,95 para P1; mientras que, durante los años de estudio los valores oscilaron entre 6,49 UpH (P6, 2014, M2) y 11,00 UpH (2014, P10, M1). Lo que permite evidenciar la tendencia alcalina en sus aguas, observando además que en la mayoría de los casos,





se cumple con los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021, para la preservación de flora y fauna (límite de control de 5,0 a 9,0 UpH), e igualmente se cumple con los para la preservación e flora y fauna de aguas cálidas dulces (4,5 a 9,0 UpH) del Decreto 1076 de 2015; con excepción de los años 2014, donde los puntos evaluados para M1 (P8, P9, P10, P11) estuvieron por encima del valor máximo para la primera norma mencionada anteriormente (**Gráfica 29**).



Gráfica 29. Registros de pH (UpH) en la Ciénaga La Luisa julio y agosto de 2023 con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

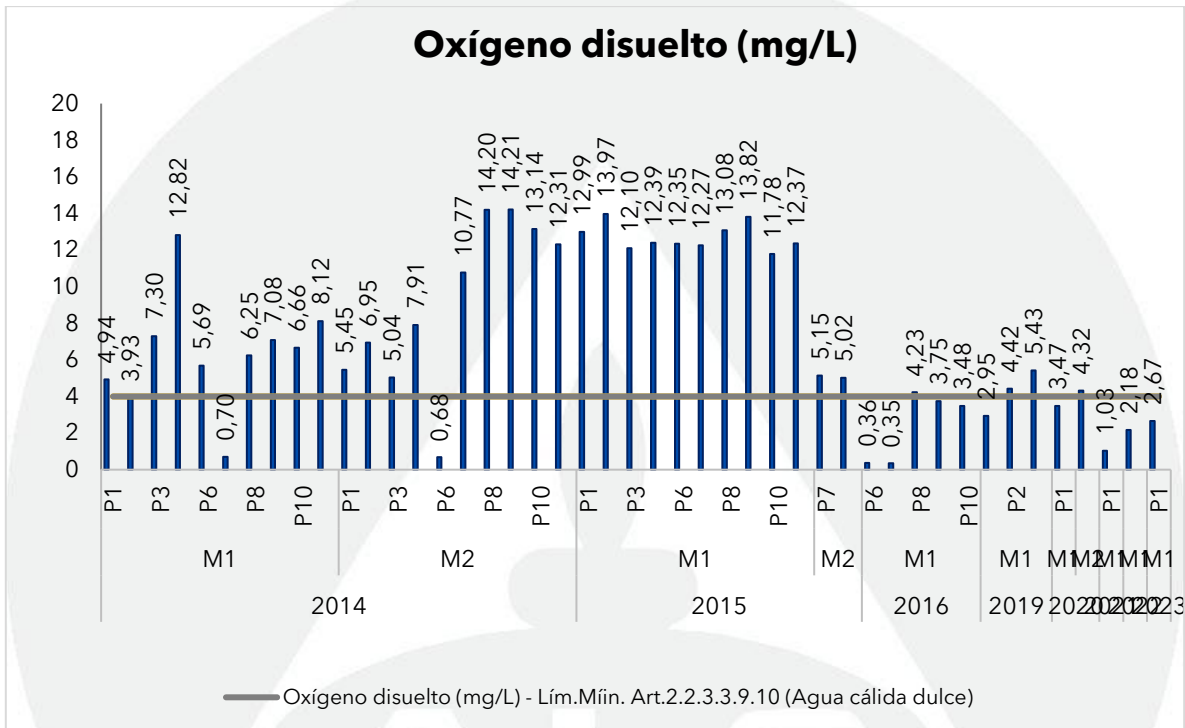
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Para los resultados del oxígeno disuelto la ciénaga registro un valor de 2,67 mg/L (**Gráfica 30**). Estos resultados presentan desviación con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021 (>4 mg/L) ni con el criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del 2015. Estos valores indican que la vida acuática se encuentra bajo fuerte presión, pudiendo causar la muerte por falta de oxígeno. Por otra parte, estos valores bajos de oxígeno disuelto, indicativos de condiciones de hipoxia, pueden ser consecuencia de la eutrofización de las aguas





(Lanza Espino, G. d. I., & Hernández Pulido, S., 2019). Al observar los registros históricos se evidencia que en M1 en 2015 los resultados se encontraron sobre los criterios de calidad establecidos en el Decreto 1076 del 2015., lo que indica que este parámetro es limitante para la vida acuática en esta ciénaga. Desde al año 2020 se ha observado una disminución significativa de los valores de este parámetro.

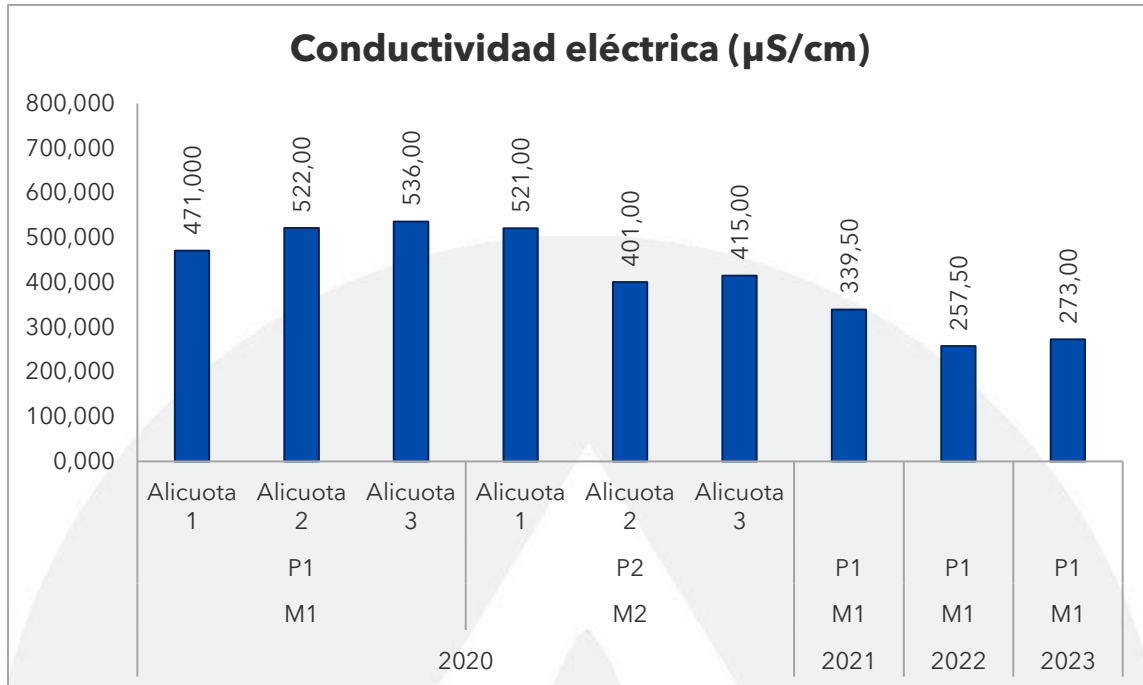


Gráfica 30. Registros de Oxígeno disuelto en la Ciénaga La Luisa julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por otro lado, la conductividad presentó un valor de 273,00 μ S/cm en P1 (**Gráfica 31**). Los registros históricos para el año 2020 oscilaron entre 401,00 y 536,00 μ S/cm. Roldán, (1992), indica que las aguas continentales naturales poseen menos de 100 μ S/cm; sin embargo, estos valores pueden aumentar por la naturaleza de los suelos del cuerpo de agua, la presencia de vegetación en descomposición y el aporte de residuos orgánicos. Aunque Cirujano (1995), se considera que las aguas dulces no superan valores de alrededor de 1000 μ S/cm, más Roldán y Ramírez (2008), Indican que aguas fuertemente mineralizadas pueden presentar valores entre 500 y 2000 μ S/cm. Para el 2021 y 2022 se observa una disminución notable de la conductividad con relación a los años anteriores.





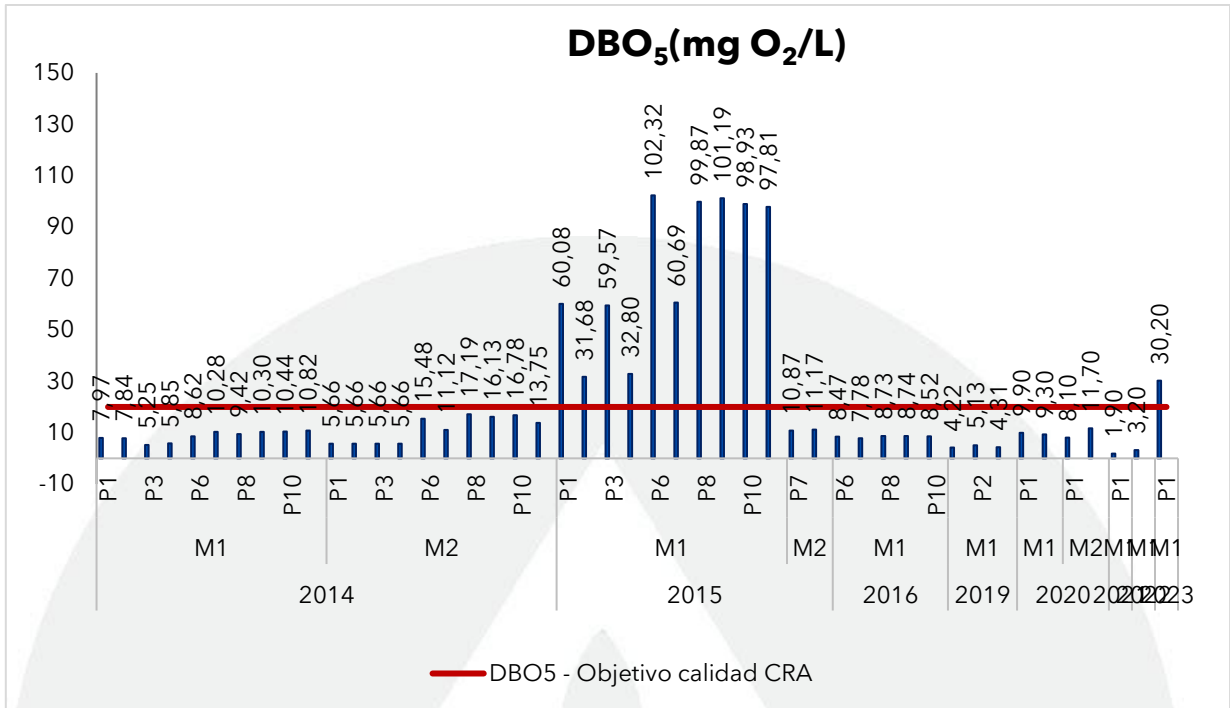
Gráfica 31. Registros de Conductividad en la Ciénaga La Luisa en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La DBO_5 presentó un valor de 30,20 $\text{mg O}_2/\text{L}$ (**Gráfica 32**); observándose que el punto de la ciénaga presenta desviación con el límite de control para la DBO_5 ($<20 \text{ mg/L}$) indicado como objetivo de calidad establecido en la Resolución 0000449 de 2021 de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en clase I, con potencial uso de preservación de flora y fauna. Además, en consideración lo indicado por Carvajal y Esparragoza (2008), quienes indican que los ríos se consideran contaminados cuando el DBO_5 es mayor a 5 $\text{mg O}_2/\text{L}$, se establece que las muestras analizadas presentan grado de contaminación de acuerdo con su contenido orgánico. Con relación al comportamiento histórico de esta variable, se observa que los valores han aumentado significativamente desde 2016.

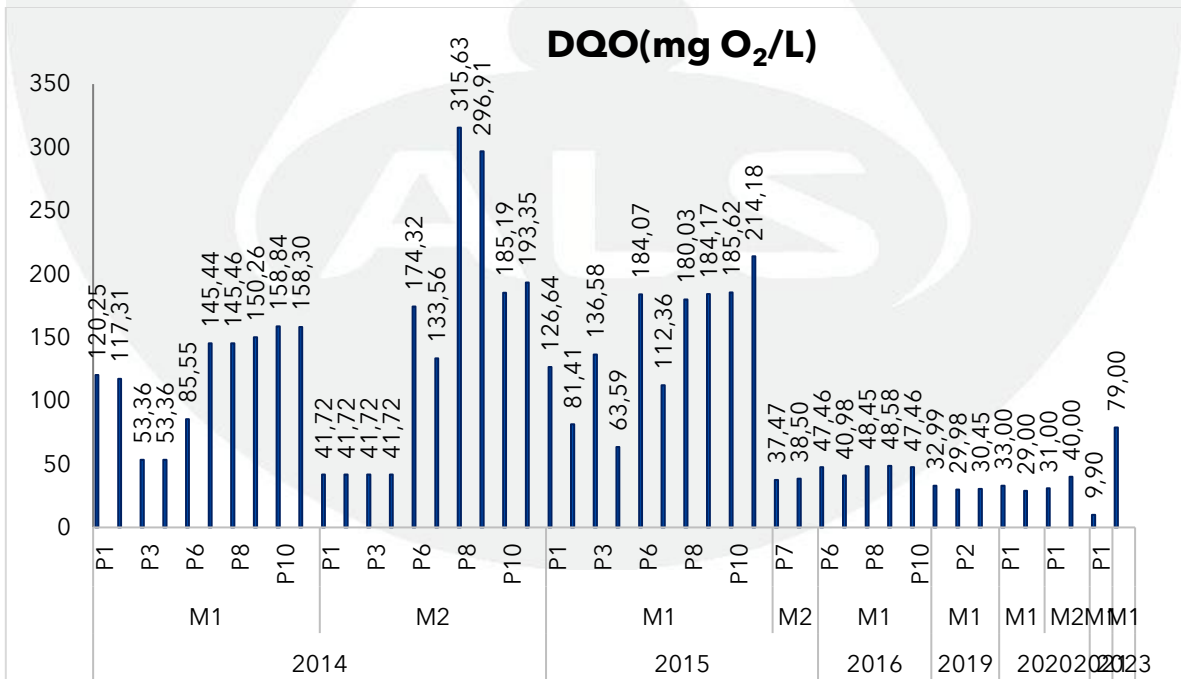
En cuanto a la DQO, se registró un valor de 79,00 $\text{mg O}_2/\text{L}$, el cual se considera bastante alto de acuerdo con lo reportado desde el año 2016 (**Gráfica 33**).





Gráfica 32. Registros de DBO₅ en la Ciénaga La Luisa en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



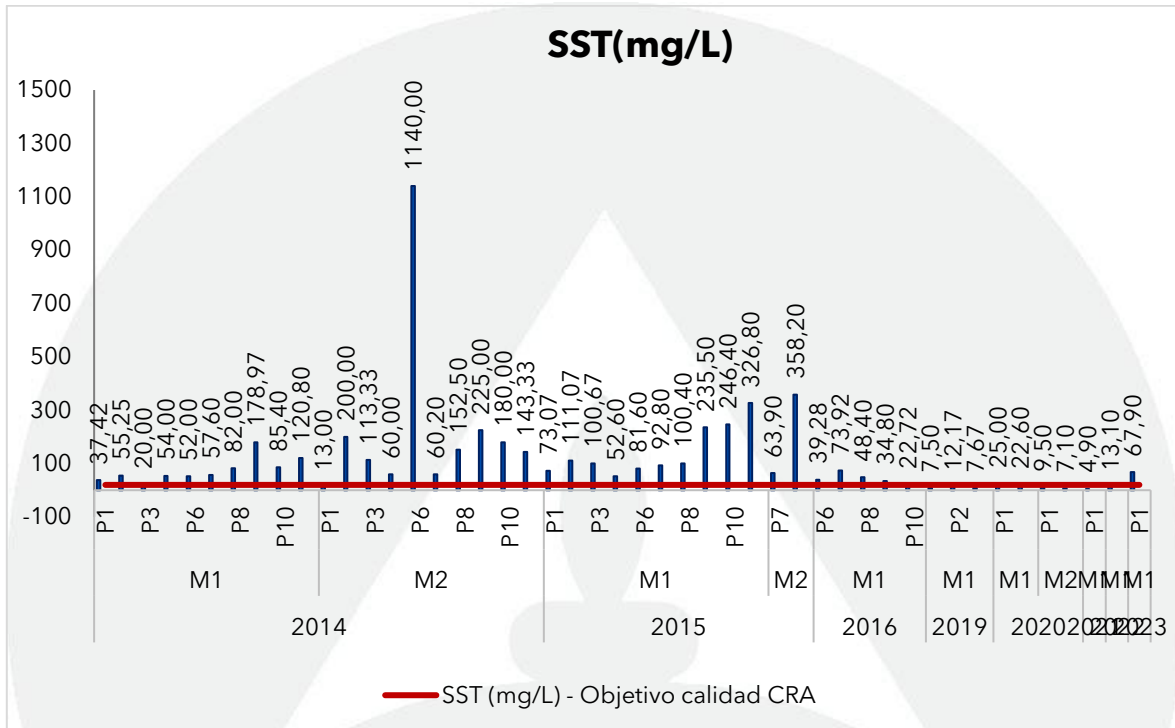
Gráfica 33. Registros de DQO en la Ciénaga La Luisa en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





Por su parte, los SST presentaron un valor de 67,90 mg/L en el punto 1 (**Gráfica 34**); observando que este valor presenta desviación con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<20 mg/L). Por ende, se establece que la muestra tomada en el punto 1 presenta un gran contenido de sólidos, iones y sustancias disueltas.

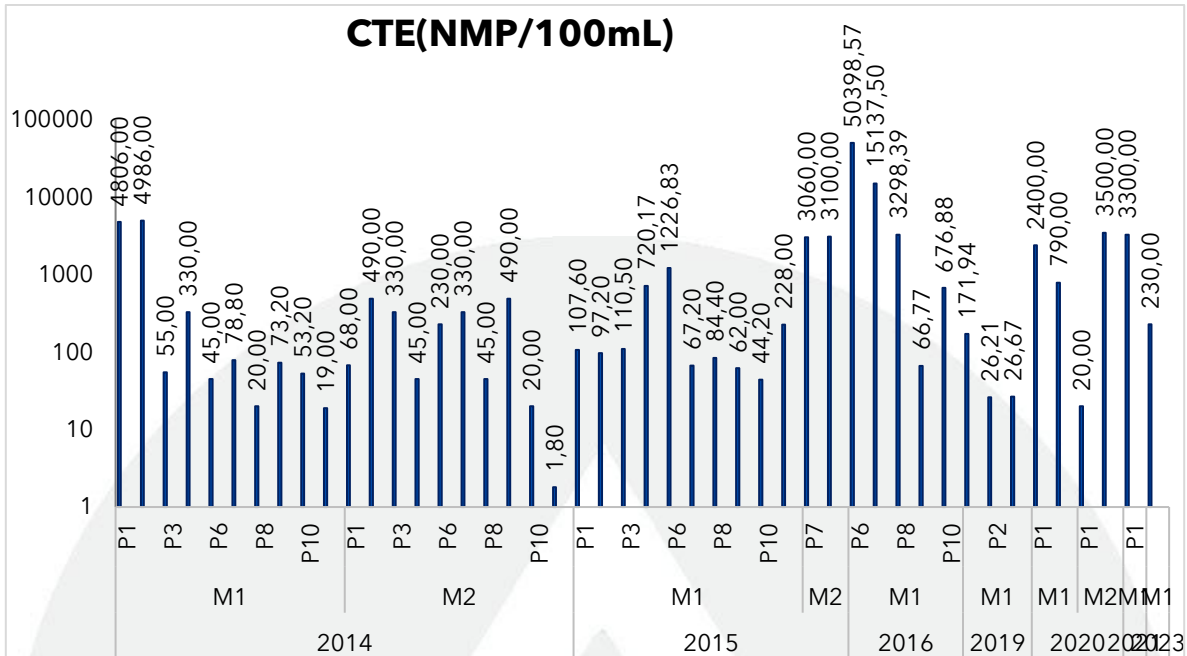


Gráfica 34. Registros de SST en la en la Ciénaga La Luisa en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

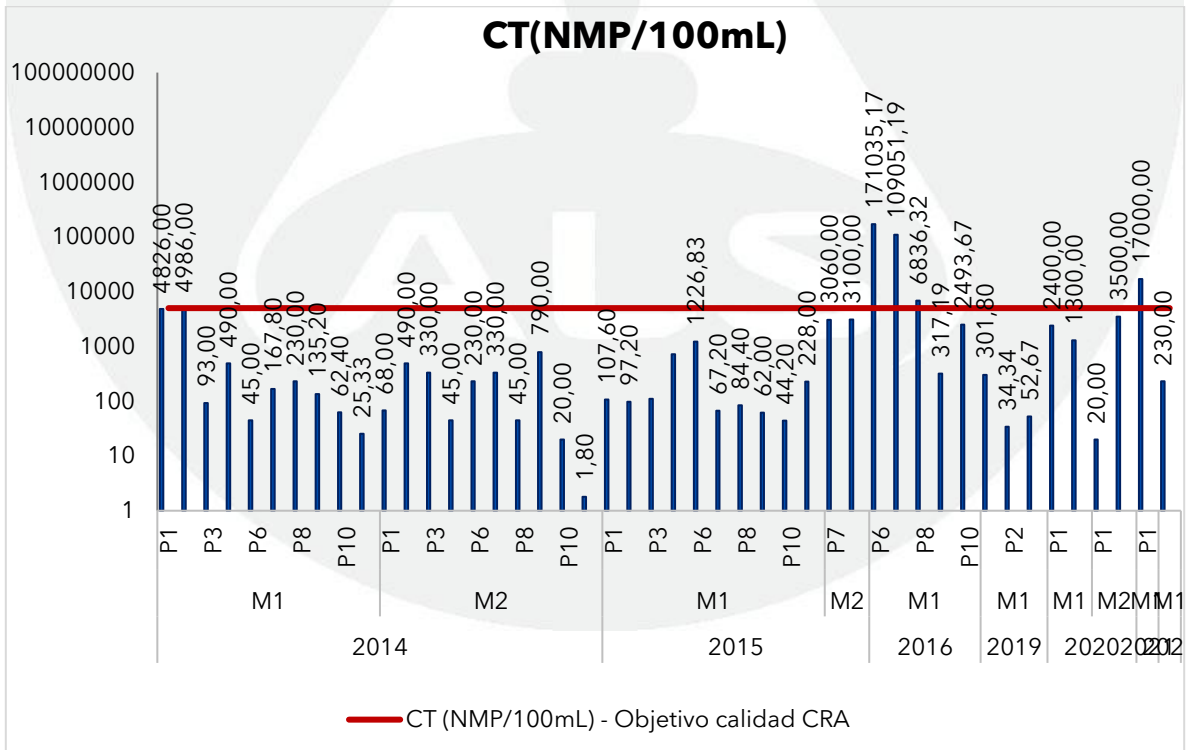
Los Coliformes Termotolerantes (CTE) presentaron concentraciones de 230,00 NMP/100mL en el punto P1 al igual que los Coliformes Totales (CT). Con relación a los registros históricos, se observa que los valores más altos de CTE se relacionan con los puntos P6 y P7 en el año 2016, con reportes de 50398,57 NMP/100mL y 15137,50 NMP/100 mL respectivamente. Para CT el valor máximo se encuentra relacionado con el punto P6 (2016) con 171035,17 NEMP/100mL. Los resultados obtenidos en el presente monitoreo podrían estar indicando una descarga puntual de aguas residuales domésticas en la ciénaga.





Gráfica 35. Registros de Coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga La Luisa en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



Gráfica 36. Registros de Coliformes Totales (CT) en la Ciénaga La Luisa en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

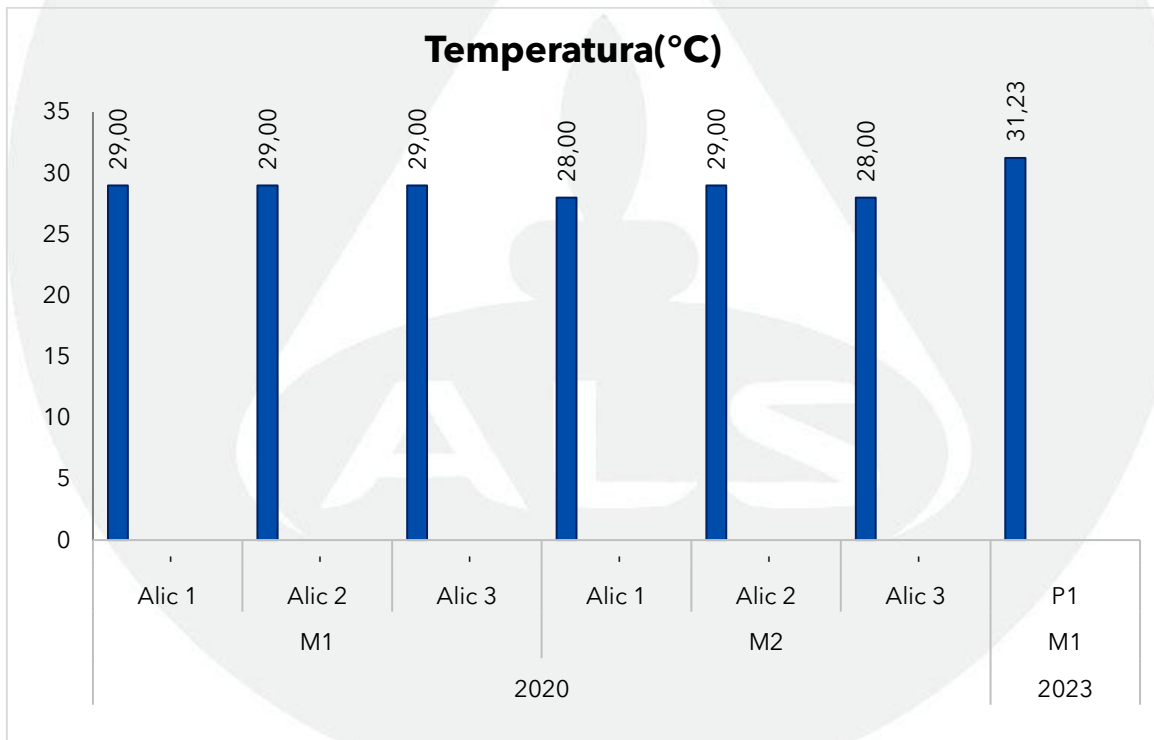
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





5.1.5 Ciénaga La larga

La temperatura del agua en la Ciénaga La larga presentó un valor de 31,23 °C en P1 (**Gráfica 37**). La temperatura de los cuerpos de agua suele estar relacionada con la temperatura ambiental (Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, 2022), es decir, las variaciones de este parámetro están condicionadas a la época climática, por tal motivo, en los cuerpos de agua del departamento del Atlántico, donde no existen temporadas climáticas marcadas, los valores de temperatura no suelen tener grandes fluctuaciones durante todo el año. El registro histórico permitió evidenciar un leve incremento de los valores de temperatura con respecto al monitoreo en 2020, el cual relacionó registros entre 28,00°C y 29°C estas temperaturas son propias de los cuerpos de aguas de zonas costeras tropicales.



Gráfica 37. Registros de temperatura (°C) en la Ciénaga La larga en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

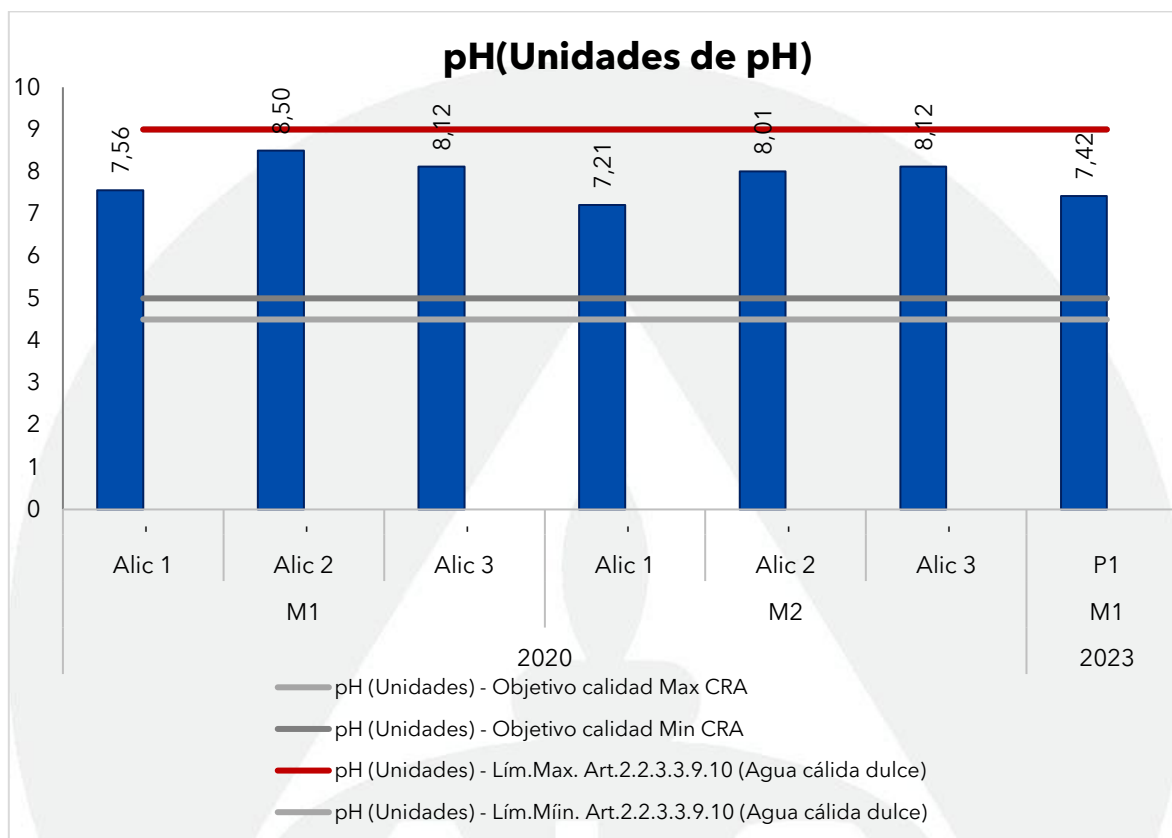
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El pH reportado en la Ciénaga La larga durante la última campaña de muestreo presentó un valor de 7,42 para P1, el cual se encuentra en cumplimiento con lo establecido en los objetivos de calidad de la CRA; mientras que, en el registro histórico los valores oscilaron





entre 7,21 UpH a 8,50 UpH., que al igual que para 2023 presentaron cumplimiento con el Decreto 1076 de 2015 para la preservación de flora y fauna (límite de control de 4,5 a 9,0 UpH) (**Gráfica 38**).

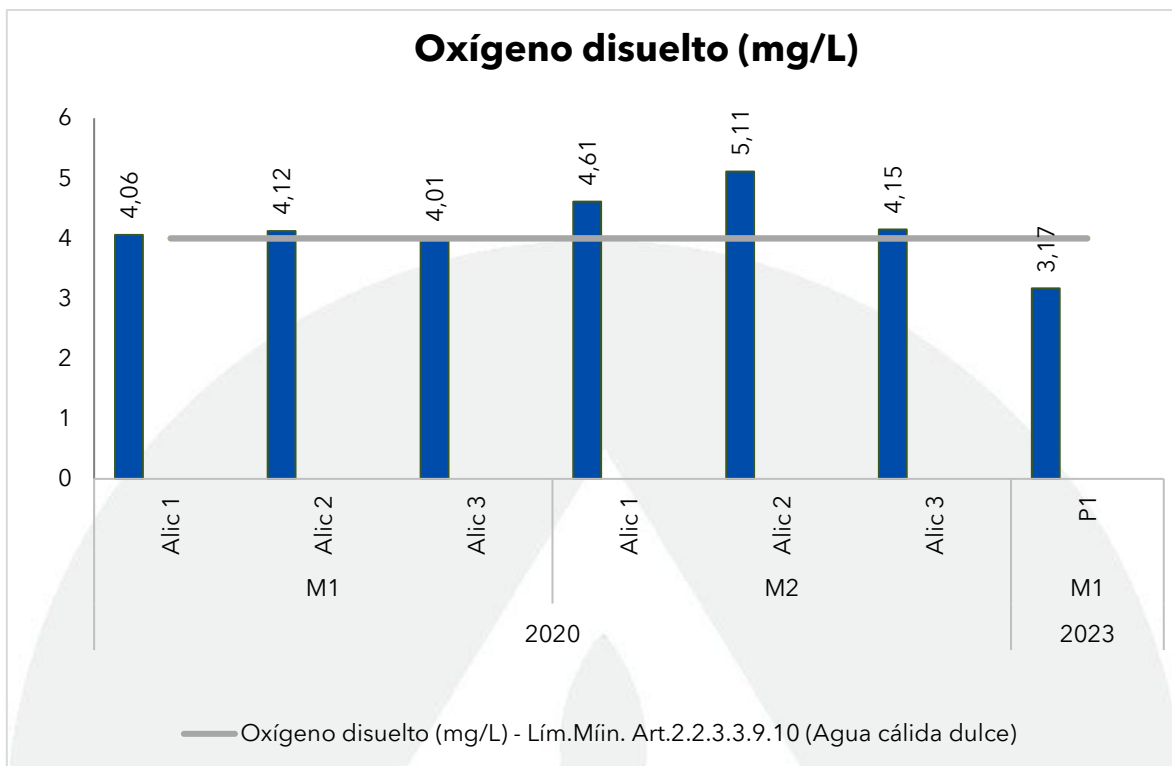


Gráfica 38. Registros de pH (UpH) en la Ciénaga La larga en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Para los resultados del oxígeno disuelto la ciénaga registró un valor de 3,17 mg/L (**Gráfica 39**). Estos resultados presentan una desviación con respecto del objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021 (>4 mg/L) y con el criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del 2015. Al observar los registros históricos se observan concentraciones superiores en 2020 los resultados se encontraron por debajo del criterio de calidad establecido en el decreto, lo que indica que este parámetro es limitante para la vida acuática en esta ciénaga.



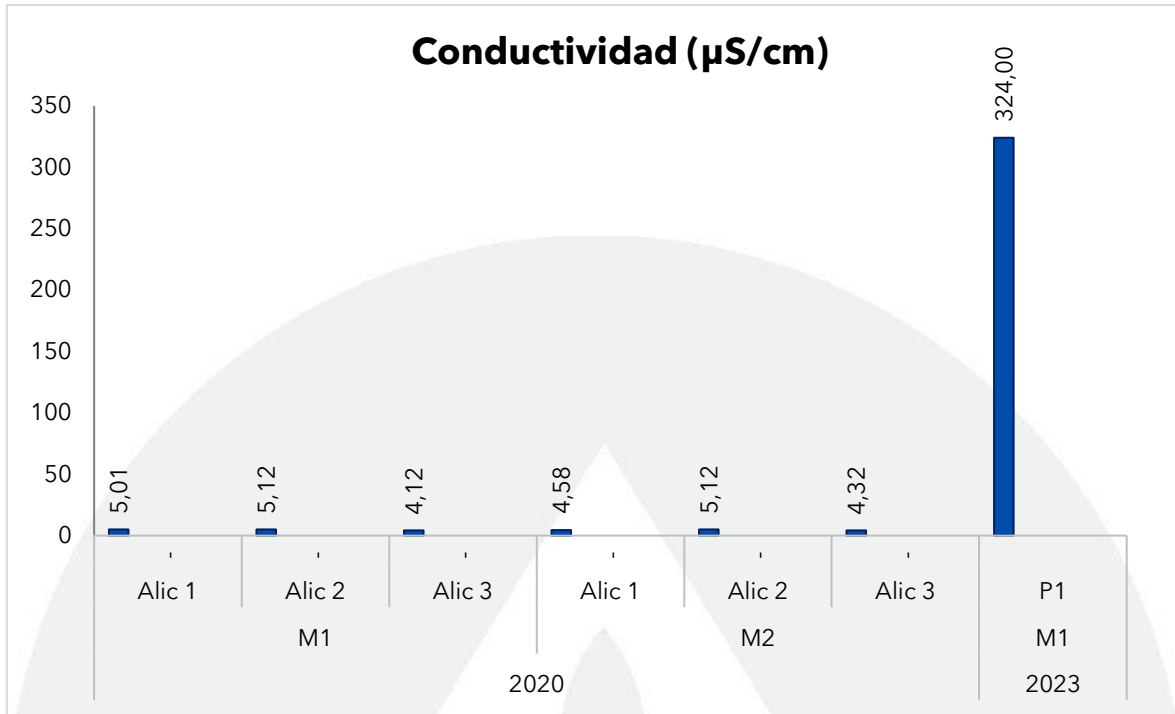


Gráfica 39. Registros de Oxígeno disuelto en la Ciénaga La larga en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por otro lado, la conductividad presentó un valor de 324,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P1 (**Gráfica 40**). Los registros del monitoreo de 2020 fueron más bajos y oscilaron entre 4,12 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 5,12 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Roldán (1992) indica que las aguas continentales naturales poseen menos de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$; sin embargo, estos valores pueden aumentar por la naturaleza de los suelos del cuerpo de agua, la presencia de vegetación en descomposición y el aporte de residuos orgánicos. Aunque Cirujano (1995), se considera que las aguas dulces no superan valores de alrededor de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, más Roldán y Ramírez (2008), Indican que aguas fuertemente mineralizadas pueden presentar valores entre 500 y 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



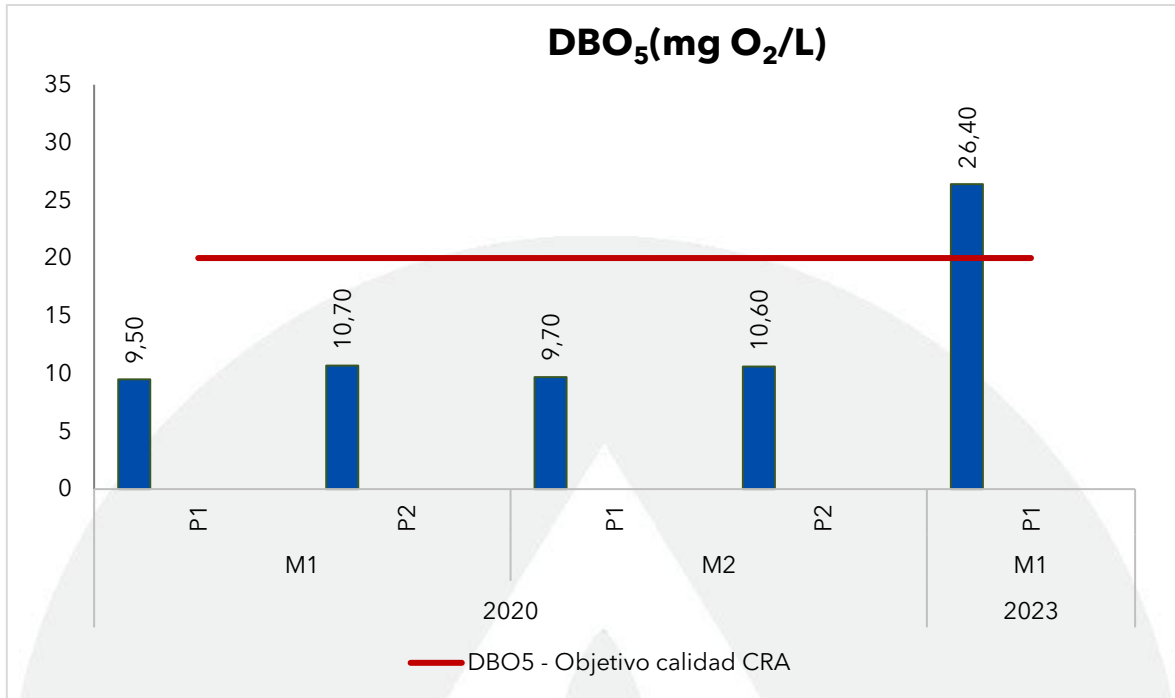


Gráfica 40. Registros de Conductividad en la Ciénaga La larga en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

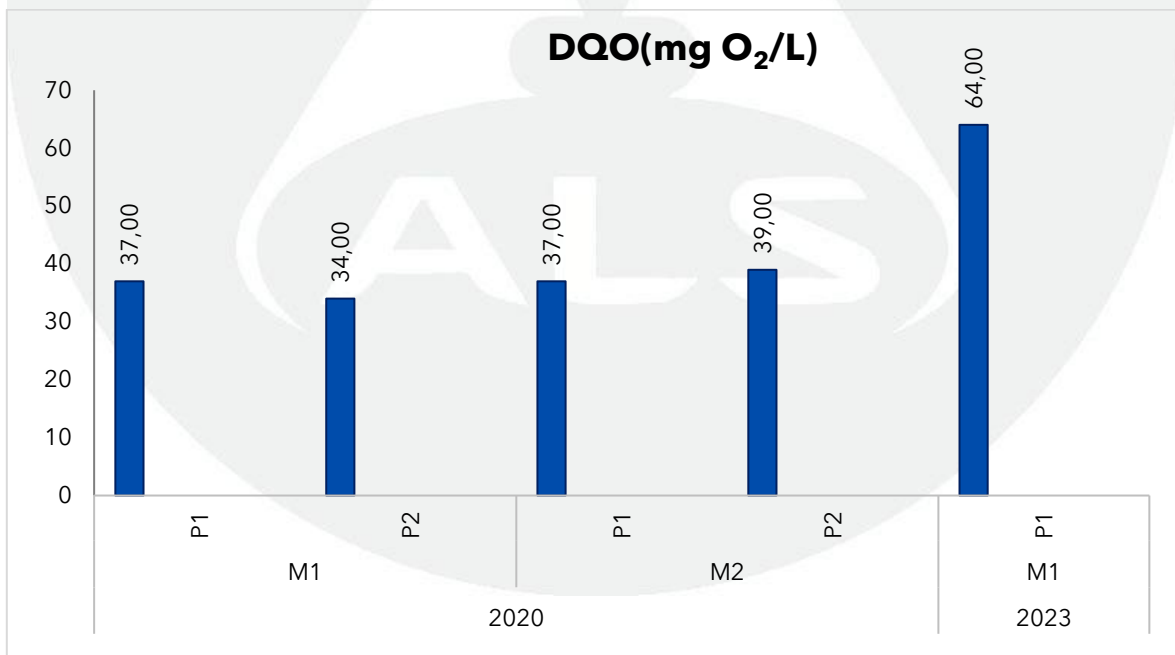
La DBO₅ y la DQO presentaron valores de 26,40 mg O₂/L para la DBO₅ y de 64,00 mg O₂/L para la DQO, en el punto P1 (**Gráfica 41; Gráfica 42**); observándose que la ciénaga presenta desviación con el límite de control para la DBO₅ (<20 mg/L) indicado como objetivo de calidad en la Resolución 0000449 de 2021 de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en clase III, con potencial uso de preservación de flora y fauna. Además, en consideración lo indicado por Carvajal y Esparragoza (2008), quienes indican que los ríos se consideran contaminados cuando el DBO₅ es mayor a 5 mg O₂/L, se establece que las muestras analizadas presentan un grado de contaminación de acuerdo con su contenido orgánico.





Gráfica 41. Registros de DBO₅ en la Ciénaga La larga en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



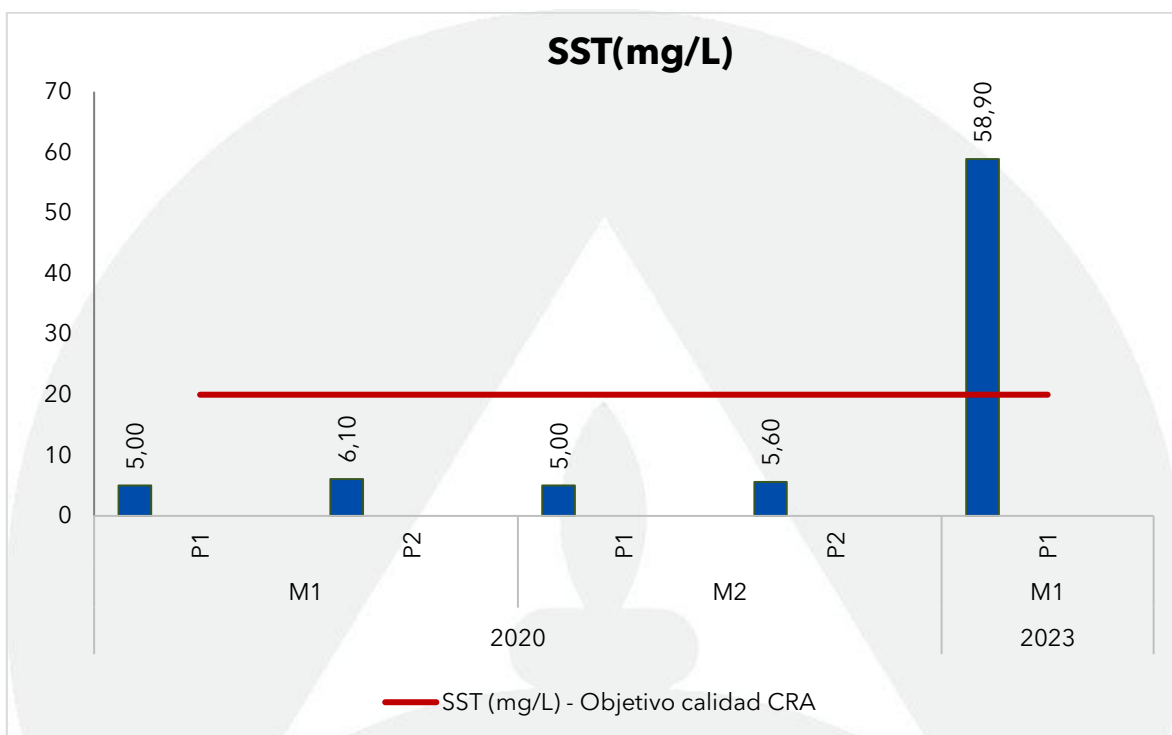
Gráfica 42. Registros de DQO en la Ciénaga La larga en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





Por su parte, los SST presentaron un valor de 58,90 mg/L en el punto 1 (**Gráfica 43**); observando que se presenta a una desviación con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<20 mg/L). Por ende, se establece que la muestra tomada en el punto 1 presenta un mayor contenido de sólidos, iones y sustancias disueltas.

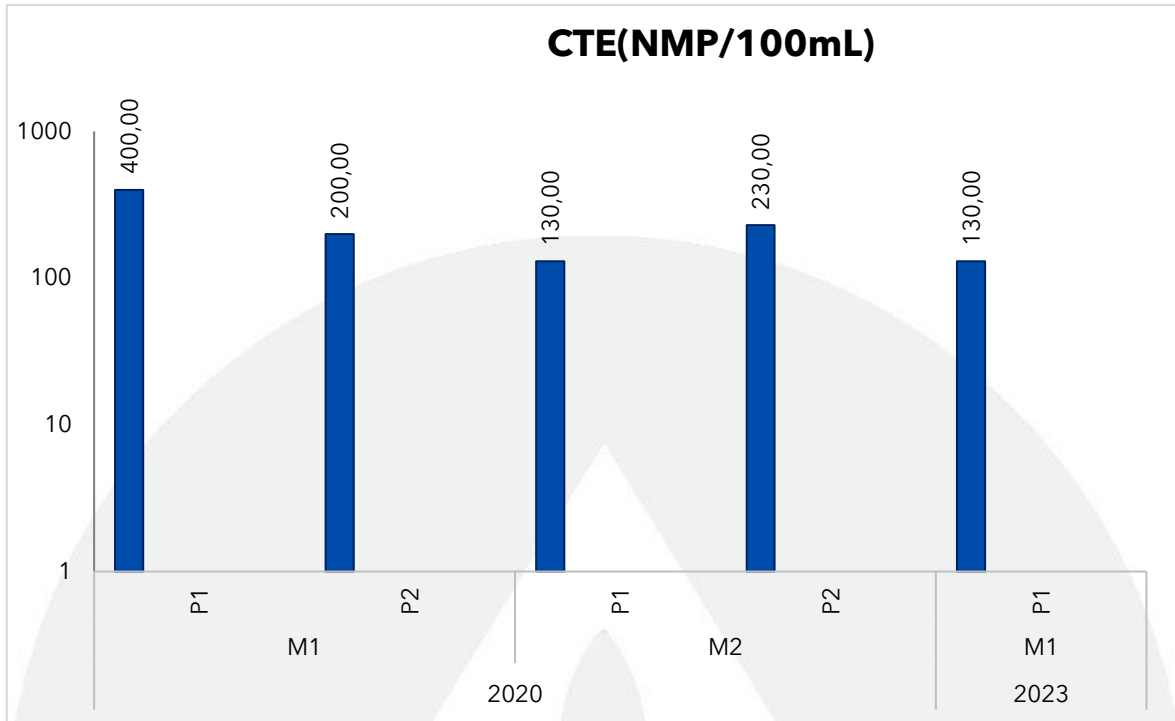


Gráfica 43. Registros de SST en la Ciénaga La larga en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

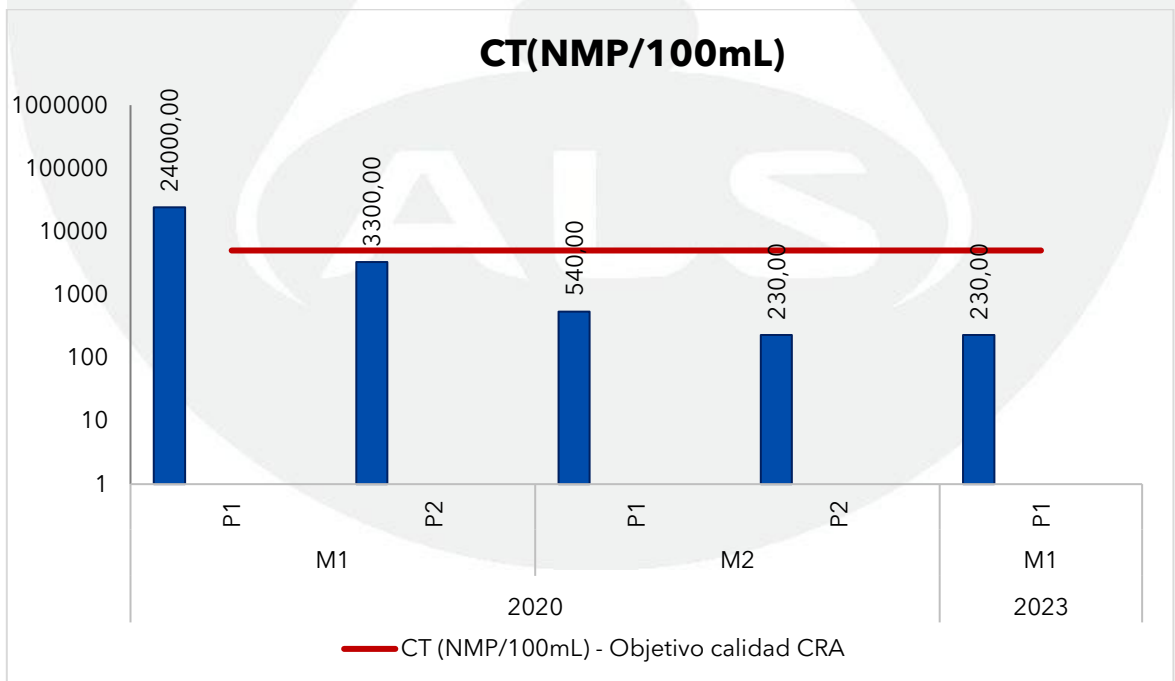
Los Coliformes Termotolerantes (CTE) presentaron concentraciones de 130,00 NMP/100 mL en el punto P1. En cuanto a los Coliformes Totales (CT) registraron un valor de 230,00 NMP/1000 mL evidenciando cumplimiento con el objetivo de calidad establecido por la CRA (<5000 NMP/100 mL). Con relación al monitoreo en 2020 se observa que los valores para CT han disminuido al igual que para CTE (**Gráfica 44;Gráfica 45**).





Gráfica 44. Registros de Coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga La larga en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



Gráfica 45. Registros de Coliformes Totales (CT) en la Ciénaga La larga en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

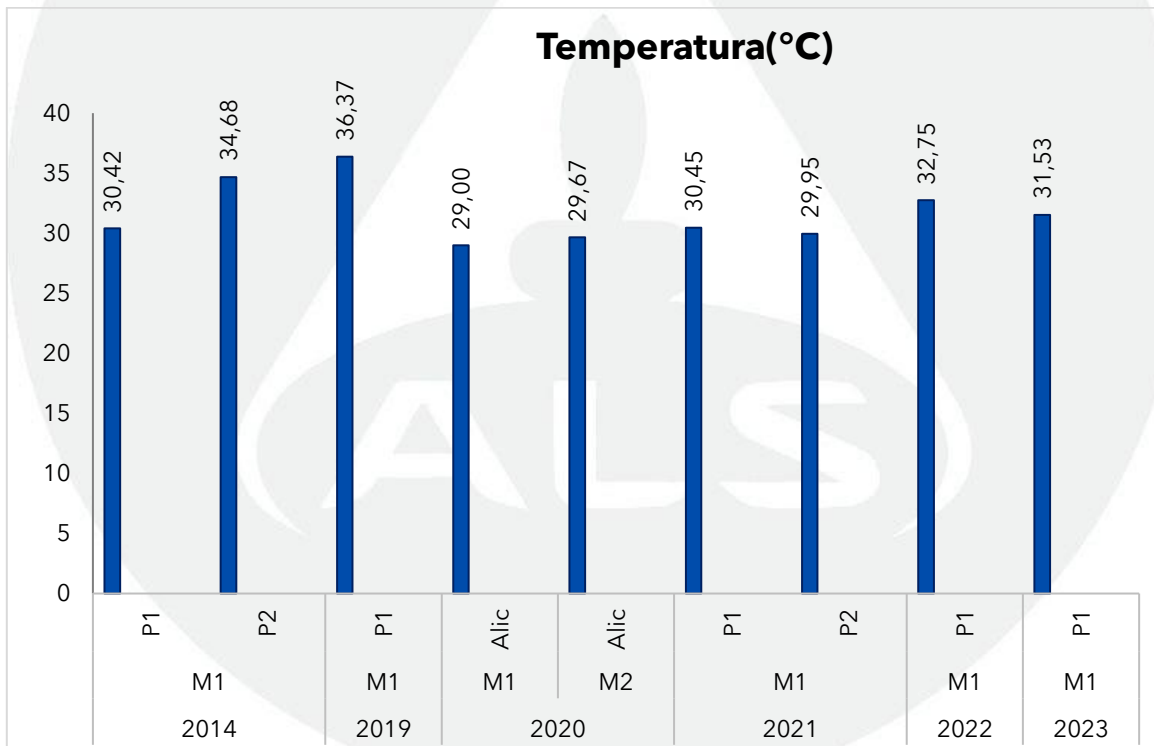
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





5.1.6 Ciénaga El Uvero

La temperatura del agua en la Ciénaga El Uvero presentó un valor de 31,53 °C en P1 (**Gráfica 46**). La temperatura de los cuerpos de agua suele estar relacionada con la temperatura ambiental (Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, 2022), es decir, las variaciones de este parámetro están condicionadas a la época climática, por tal motivo, en los cuerpos de agua del departamento del Atlántico, donde no existen temporadas climáticas marcadas, los valores de temperatura no suelen tener grandes fluctuaciones durante todo el año. El registro histórico permitió evidenciar registros promedios de 35,52°C, en el 2014, de 30,42°C en 2019, de 29°,00 C en 2020, 30,45 en 2021 y 32,75°C en 2022, estas temperaturas son propias de los cuerpos de aguas de zonas costeras tropicales.



Gráfica 46. Registros de temperatura (°C) en la Ciénaga El Uvero en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

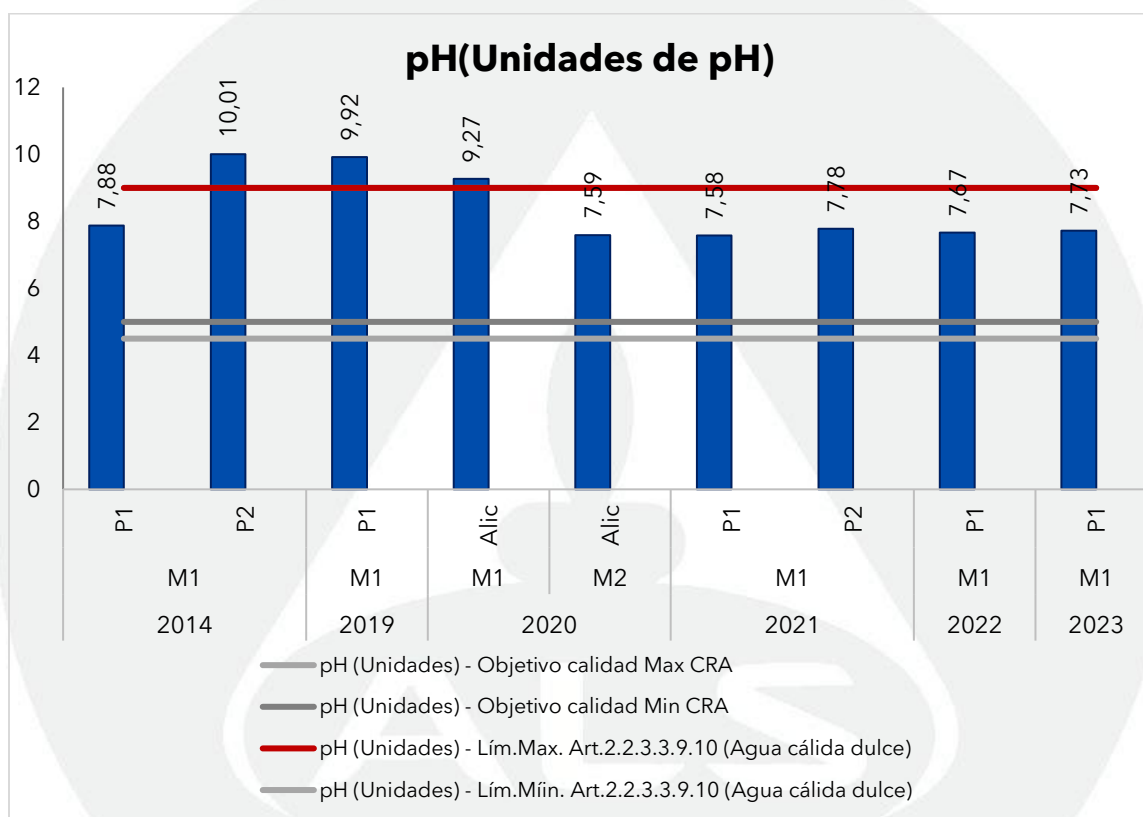
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El pH reportado en la Ciénaga El Uvero durante la última campaña de muestreo presentó un valor de 7,73 para P1, el cual se encuentra en cumplimiento con lo establecido en los objetivos de calidad de la CRA; mientras que, en el registro histórico los valores oscilaron





entre 7,59 UpH (2020) y 10,01 UpH (2014, P1). Lo que permite evidenciar la tendencia alcalina en sus aguas, observando además que, en la mayoría de los casos, se cumple con el Decreto 1076 de 2015 para la preservación de flora y fauna (límite de control de 4,5 a 9,0 UpH) con excepción del año 2014, donde los puntos evaluados (P1 y P2) superaron los valores máximos para las dos normas, al igual que en 2020 en M11 (**Gráfica 47**).

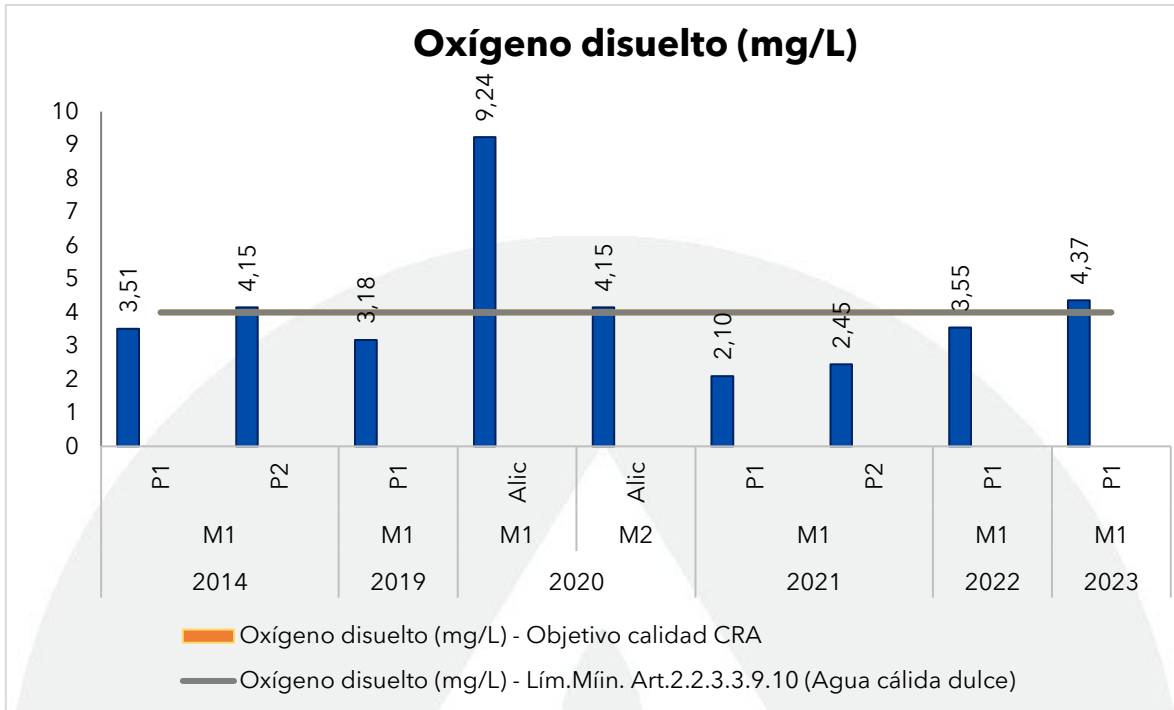


Gráfica 47. Registros de pH (UpH) en la Ciénaga El Uvero en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Para los resultados del oxígeno disuelto la ciénaga registró un valor de 4,37 mg/L (**Gráfica 48**). Estos resultados cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021 (>4 mg/L) y con el criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del 2015. Al observar los registros históricos se evidencia que tan solo en el año 2014 (P2) y 2020 los resultados se encontraron sobre los criterios de calidad establecidos en el decreto, lo que indica que este parámetro es limitante para la vida acuática en esta ciénaga.



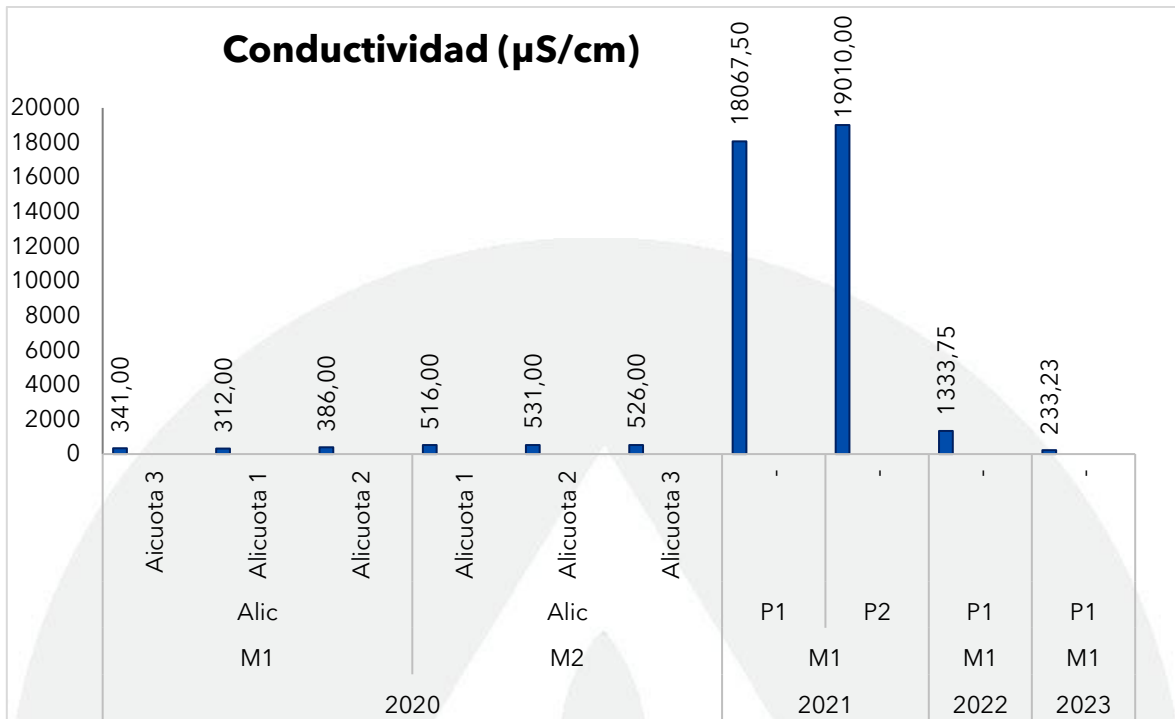


Gráfica 48. Registros de Oxígeno disuelto en la Ciénaga El Uvero en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por otro lado, la conductividad presentó un valor de 233,23 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P1 (**Gráfica 49**). Los registros históricos oscilaron entre 312,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2020) y 1910,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2021). Roldán (1992) indica que las aguas continentales naturales poseen menos de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$; sin embargo, estos valores pueden aumentar por la naturaleza de los suelos del cuerpo de agua, la presencia de vegetación en descomposición y el aporte de residuos orgánicos. Aunque Cirujano (1995), se considera que las aguas dulces no superan valores de alrededor de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, más Roldán y Ramírez (2008), Indican que aguas fuertemente mineralizadas pueden presentar valores entre 500 y 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



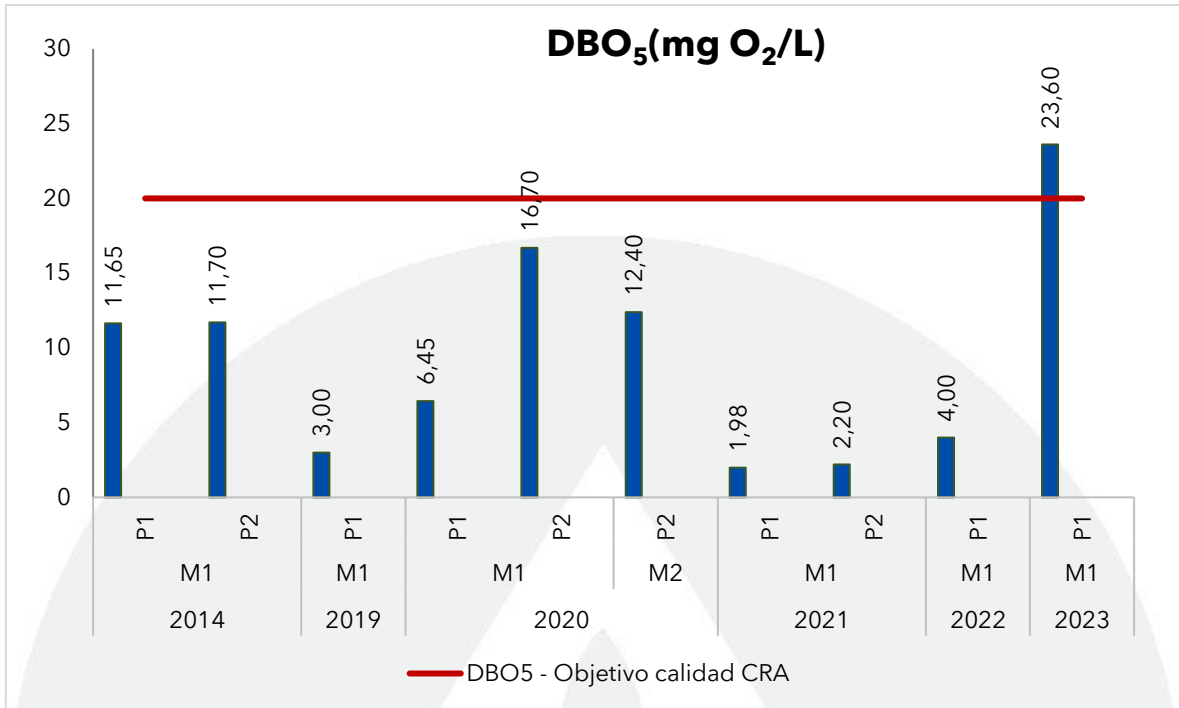


Gráfica 49. Registros de Conductividad en la Ciénaga El Uvero en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

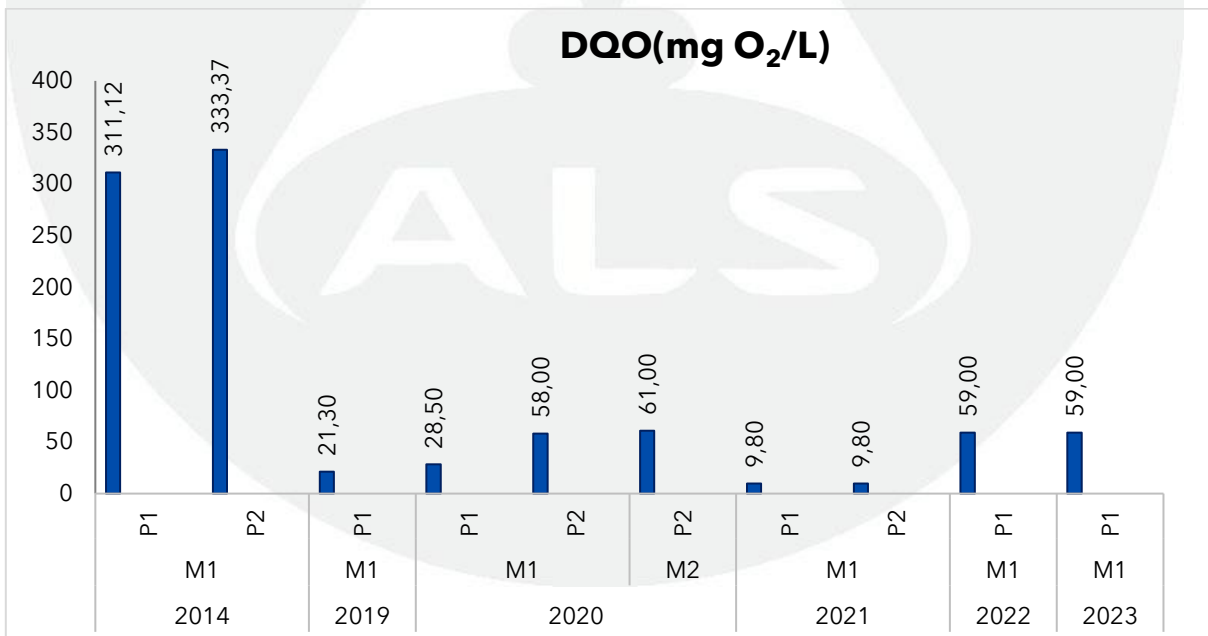
La DBO₅ y la DQO presentaron valores de 23,60 mg O₂/L para la DBO₅ y de 59,00 mg O₂/L para la DQO, en el punto P1 (**Gráfica 50, Gráfica 51**); observándose que la ciénaga presenta desviación con el límite de control para la DBO₅ (<20 mg/L) indicado como objetivo de calidad en la Resolución 0000449 de 2021 de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en clase III, con potencial uso de preservación de flora y fauna. Además, en consideración lo indicado por Carvajal y Esparragoza (2008), quienes indican que los ríos se consideran contaminados cuando el DBO₅ es mayor a 5 mg O₂/L, se establece que las muestras analizadas presentan un grado de contaminación de acuerdo con su contenido orgánico.





Gráfica 50. Registros de DBO₅ en la Ciénaga El Uvero en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



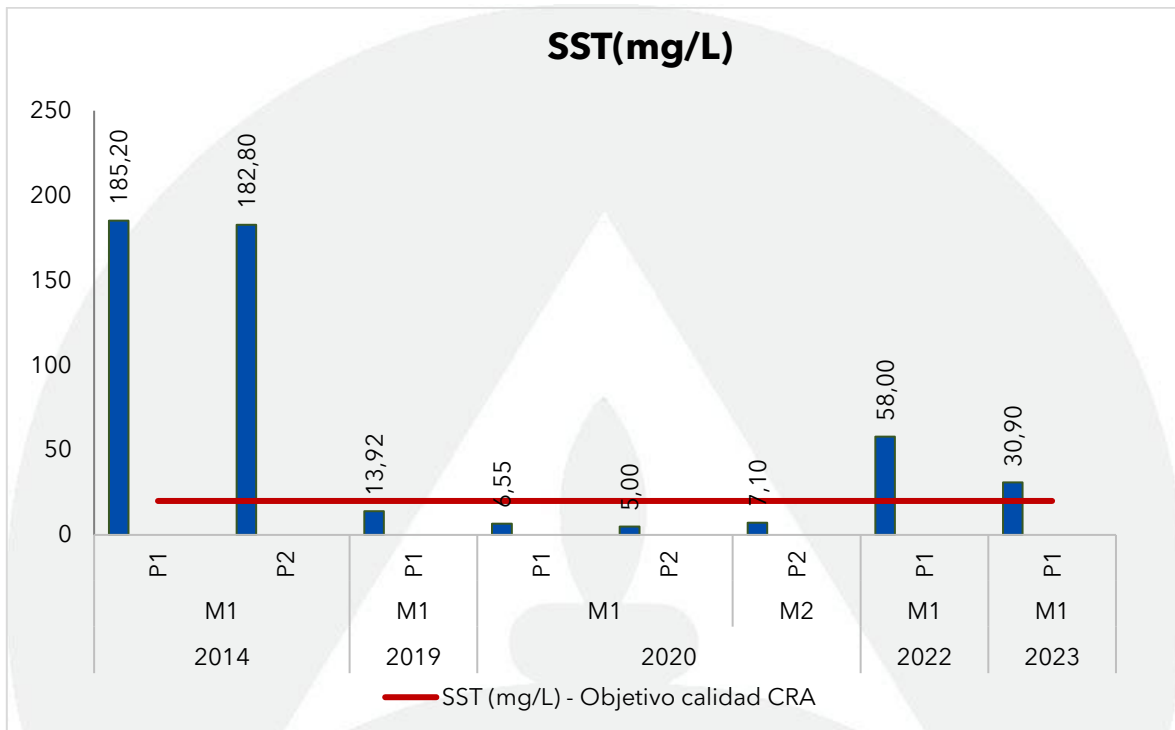
Gráfica 51. Registros de DQO en la Ciénaga El Uvero en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





Por su parte, los SST presentaron un valor de 30,90 mg/L en el punto 1 (**Gráfica 52**); observando que se presenta a una desviación con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<20 mg/L). Por ende, se establece que la muestra tomada en el punto 1 presenta un mayor contenido de sólidos, iones y sustancias disueltas.

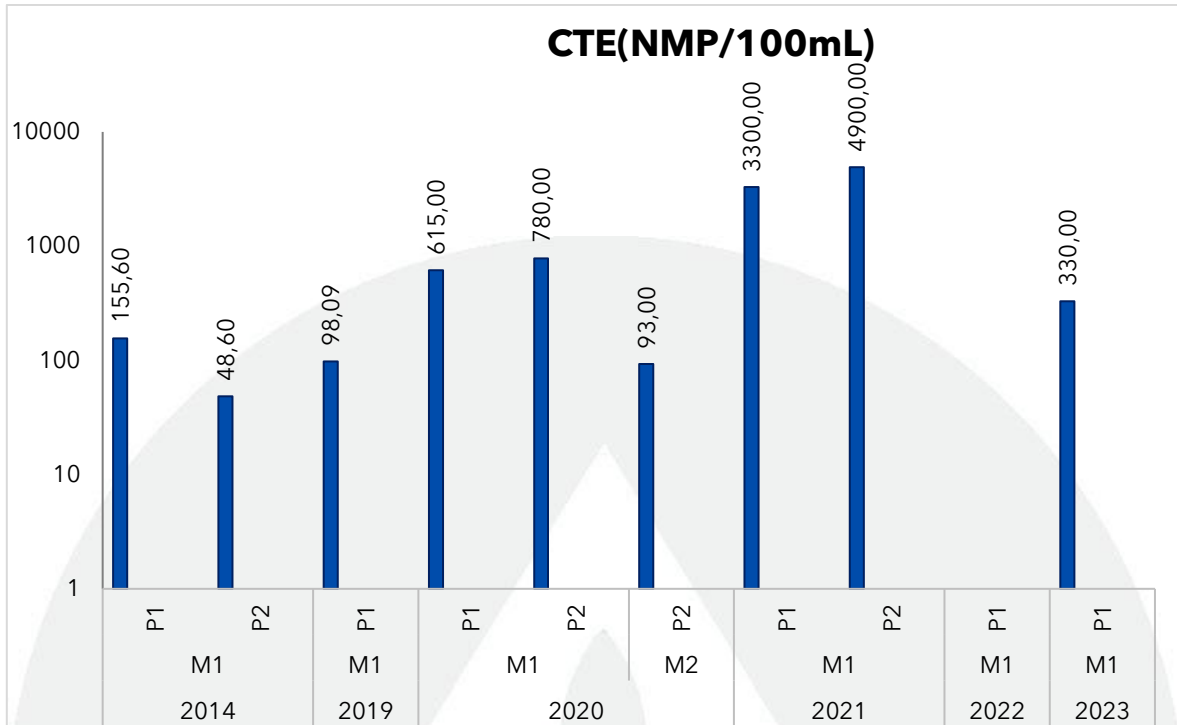


Gráfica 52. Registros de SST en la Ciénaga El Uvero en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

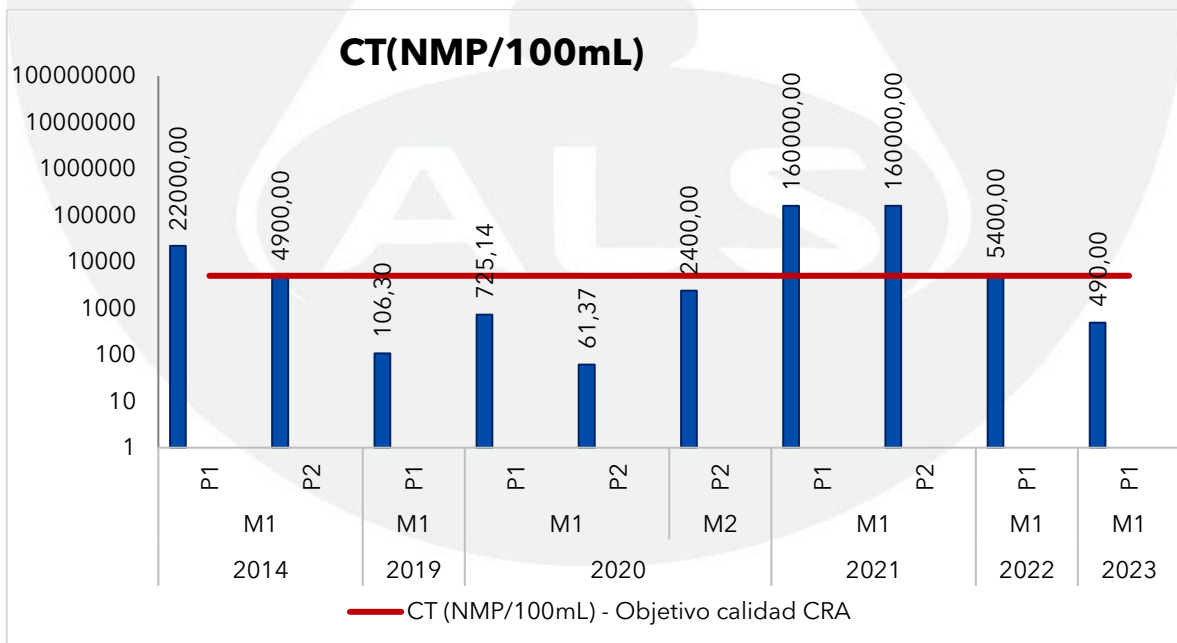
Los Coliformes Termotolerantes (CTE) presentaron concentraciones de 330,00 NMP/100 mL en el punto P1. En cuanto a los Coliformes Totales (CT) registraron un valor de 490,00 NMP/1000 mL evidenciando cumplimiento con el objetivo de calidad establecido por la CRA (<5000 NMP/100 mL). Con relación al comportamiento histórico, se observa que los valores máximos se encuentran asociados al monitoreo de 2021 tanto para CT como para CTE (**Gráfica 53, Gráfica 54**).





Gráfica 53. Registros de Coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga El Uvero en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



Gráfica 54. Registros de Coliformes Totales (CT) en la Ciénaga El Uvero en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

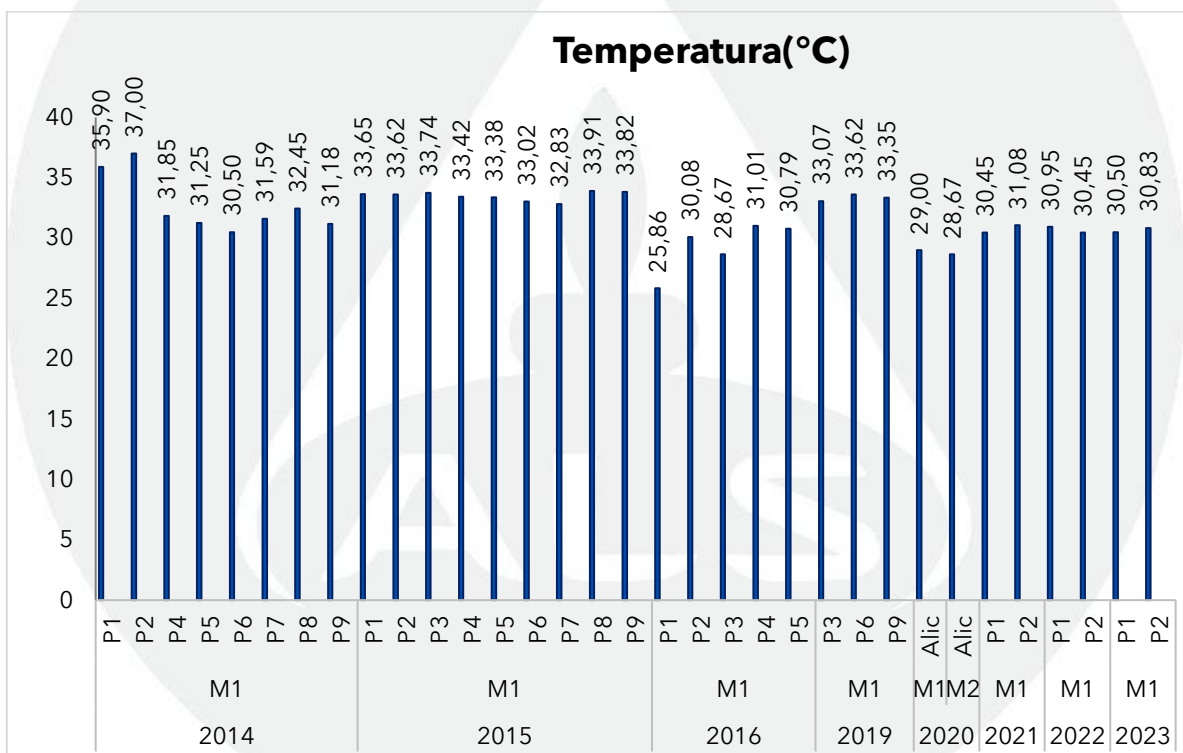
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





5.1.7 Ciénaga Sabanagrande

La temperatura en la Ciénaga de Sabanagrande osciló entre 30,50 y 30,83°C (**Gráfica 55**), en los Puntos 1 y 2, respectivamente; valores que son propios de los cuerpos de aguas de zonas costeras tropicales, donde las variaciones de este parámetro están condicionadas a la época climática; de igual manera, en los cuerpos de agua del departamento no suelen tener grandes fluctuaciones durante todo el año debido a que no existen temporadas climáticas marcadas. En los registros históricos evaluados se evidencia promedios de 32,7°C en 2014, 33,5°C en 2015, 29,3°C en 2016, 33,3°C en 2019, 28,8°C en 2020, 30,7°C en 2021 y 2002.



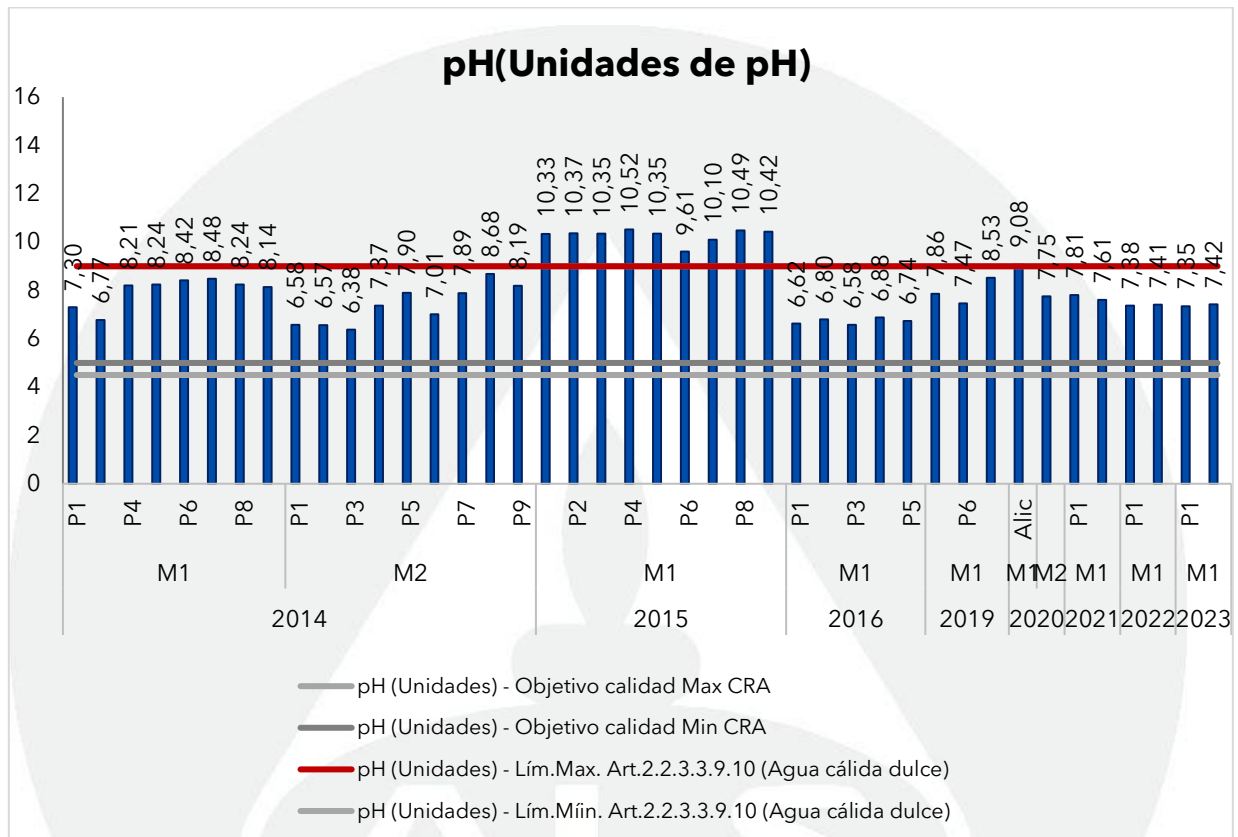
Gráfica 55. Registros de la temperatura en la Ciénaga de Sabanagrande en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Los valores obtenidos para el pH durante el último estudio fueron de 7,35 y 7,42 UpH en los Puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 56**); los cuales cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA (de 5,0 a 9,0 UpH) y el criterio de calidad para preservación de flora y fauna de aguas cálidas dulces (4,5 a 9,0 UpH) del Decreto 1076



de 2015. En el registro histórico se observaron máximos de 10,52 UpH y 10,49 UpH en los puntos P4 y P8 respectivamente en M1 del año 2015. Como indica Sarmiento (2017), la actividad biológica puede ocasionar cambios en el pH del ecosistema, siendo esta la posible causa de las variaciones durante el mismo muestreo.



Gráfica 56. Registros del pH en la Ciénaga de Sabanagrande en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

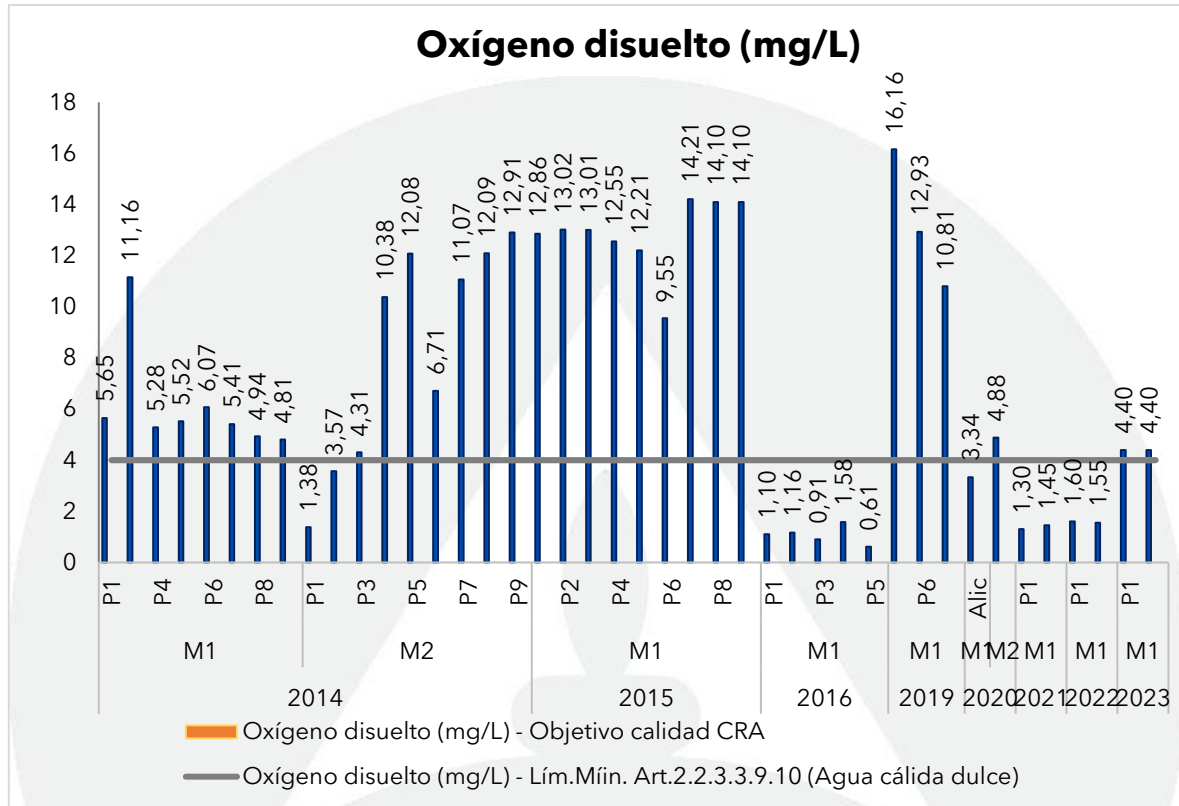
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El oxígeno disuelto presentó un valor de 4,40 mg/L durante el último estudio (**Gráfica 57**) en los dos puntos monitoreados; los cuales cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021 (>4 mg/L) y el criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del 2015. Con valores históricos promedios de 7,3 mg/L para 2014, 12,8 mg/L para 2015, 1,1 mg/L para 2016, 13,3 mg/L para 2019, 4,11 mg/L para 2020, 1,37 mg/L para 2021 y 1,57 mg/L para 2022. Los valores de los dos últimos monitoreos indican que la vida acuática se encuentra bajo fuerte presión, pudiendo causar la muerte a los peces, dichas condiciones hipoxias





pueden ser consecuencia de la respiración y muerte del plancton, con la consecuente degradación de su materia orgánica constitutiva (Lanza Espino, G. d. I., & Hernández Pulido, S., 2019).

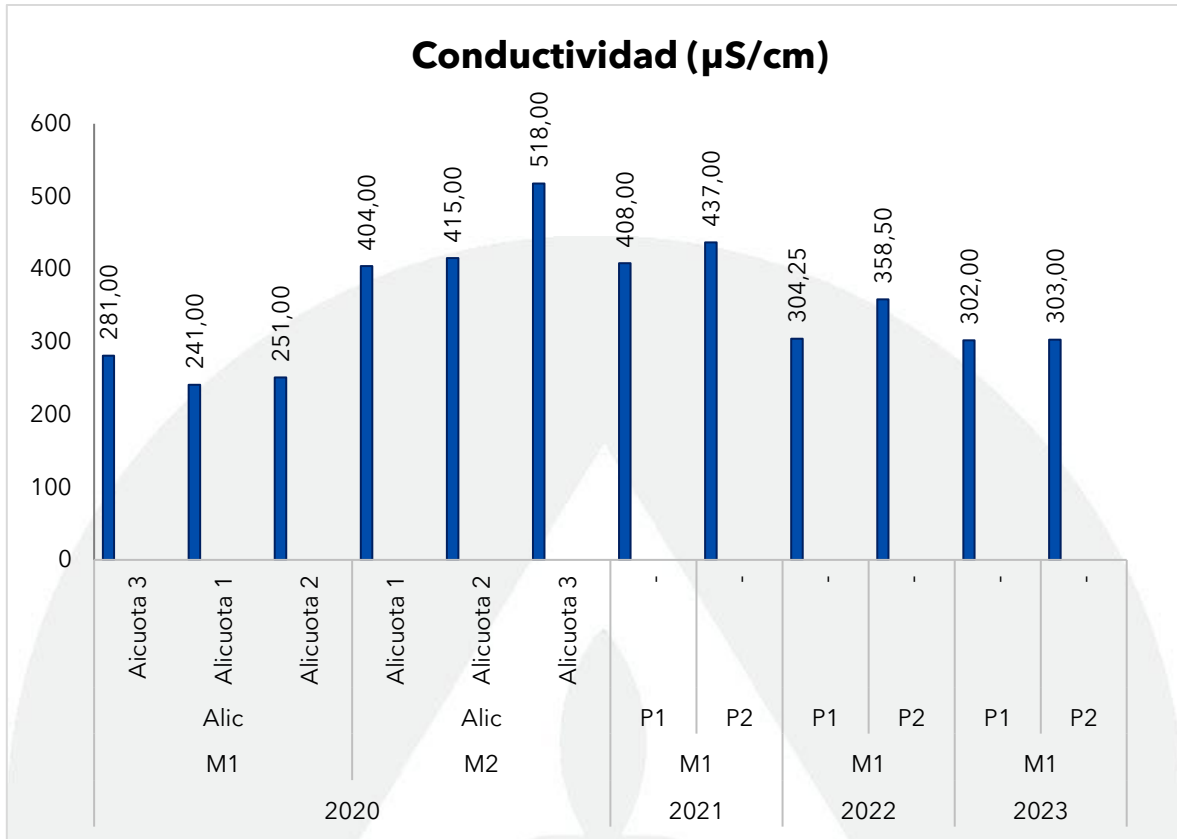


Gráfica 57. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga de Sabanagrande en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por su parte, la conductividad presentó valores de 302,0 y 303,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en los Puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 58**). Roldán y Ramírez (2008), indican que las aguas fuertemente mineralizadas pueden presentar valores entre 500 y 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Tendencia que se ha mantenido en el tiempo, ya que los registros históricos presentan un promedio de 352,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para el año 2020, 422,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para el año 2021 y 331,37 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para 2022.



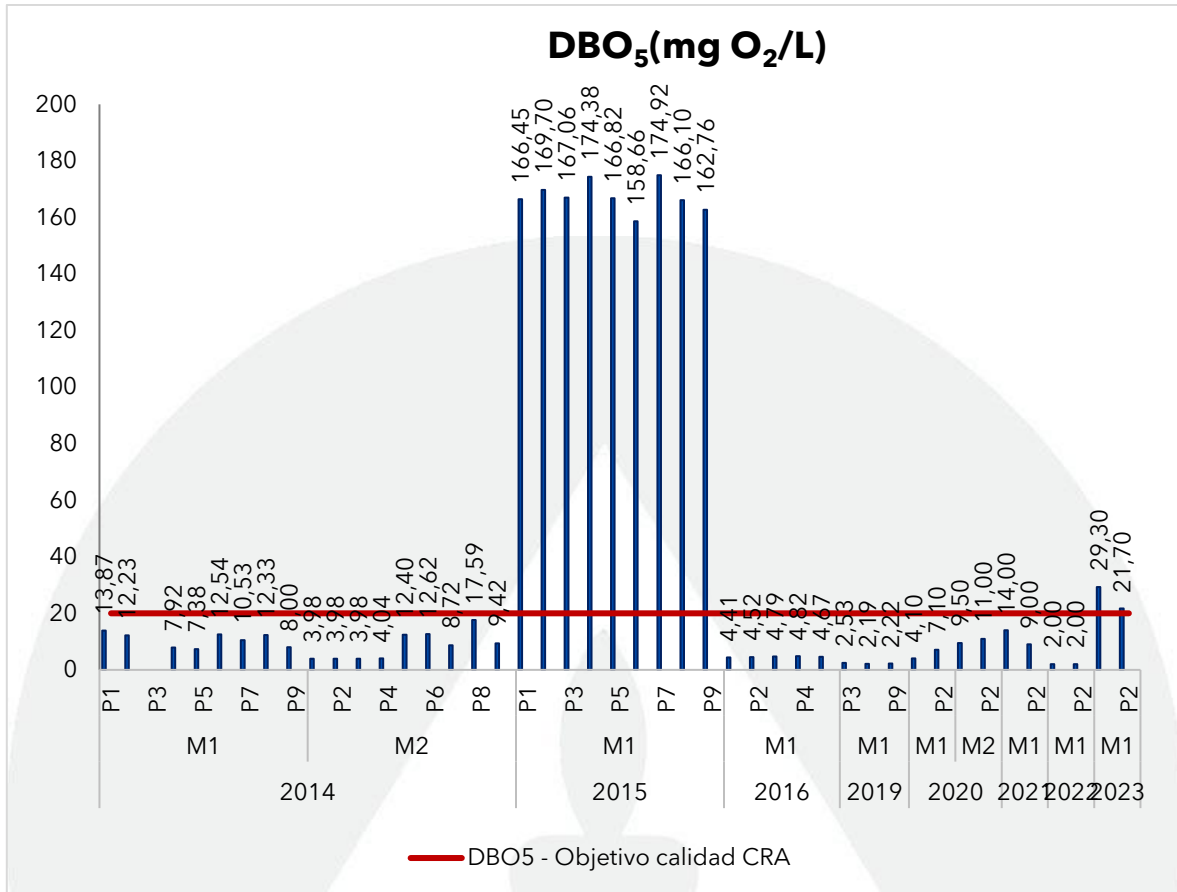


Gráfica 58. Registros de la conductividad en la Ciénaga de Sabanagrande en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La Ciénaga de Sabanagrande presentó valores para el DBO_5 de 21,70 y 29,30 $\text{mg O}_2/\text{L}$ en los Puntos 2 y 1, respectivamente (**Gráfica 59**); observándose que los puntos de la ciénaga de Sabanagrande presentan desviación con respecto al límite de control para la DBO_5 ($<20 \text{ mg O}_2/\text{L}$) indicado como objetivo de calidad establecido en la Resolución 0000449 de 2021 de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en clase III, con potencial uso de preservación de flora y fauna. Se evidencia además que sus valores fluctúan en el registro histórico, con un promedio máximo de 167,4 $\text{mg O}_2/\text{L}$ para el año 2015 y un mínimo de 2,3 $\text{mg O}_2/\text{L}$ para el año 2019.



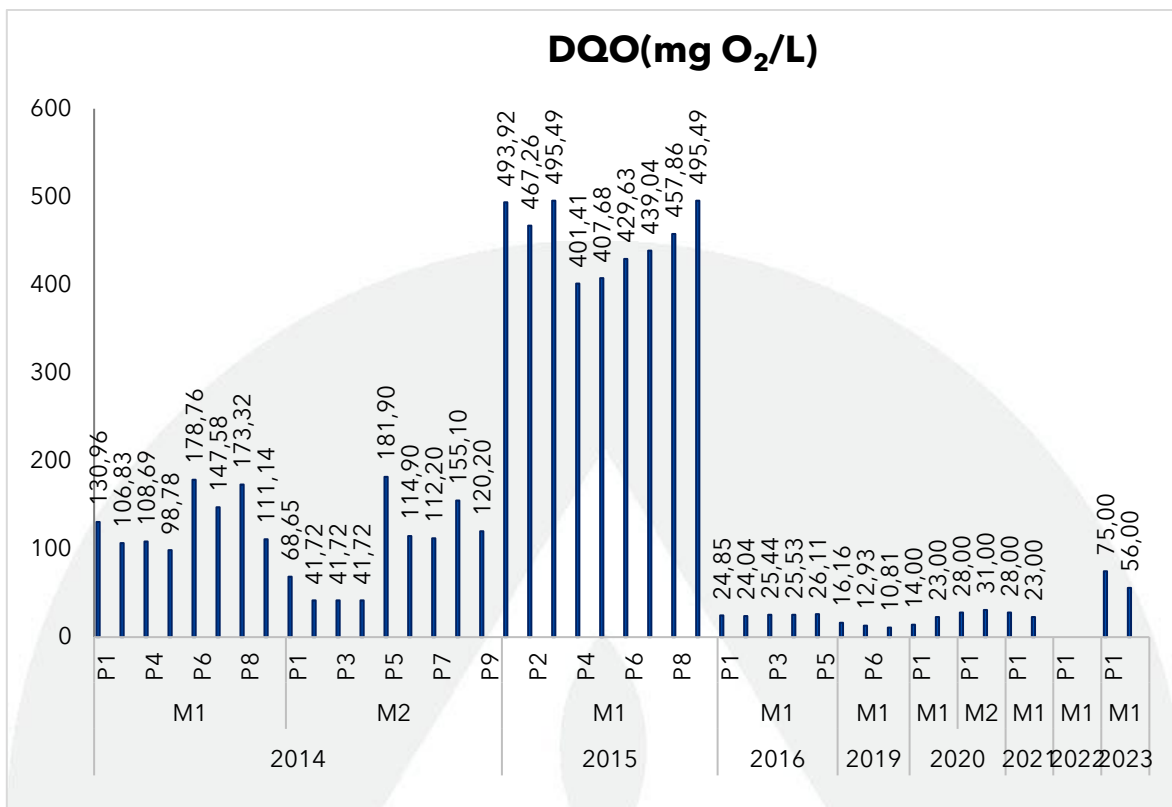


Gráfica 59. Registros de la DBO₅ en la Ciénaga de Sabanagrande en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por su parte la DQO presentó valores de 75,00 mg O₂/L y 56,00 mg O₂/L para los Puntos 1 y 2 respectivamente (**Gráfica 60**), con valores históricos fluctuantes, con un promedio máximo de 454,2 mg O₂/L para el año 2015 y mínimo de 13,3 mg O₂/L para el año 2019. No existe un criterio definido para evaluar la calidad de esta variable en Colombia.



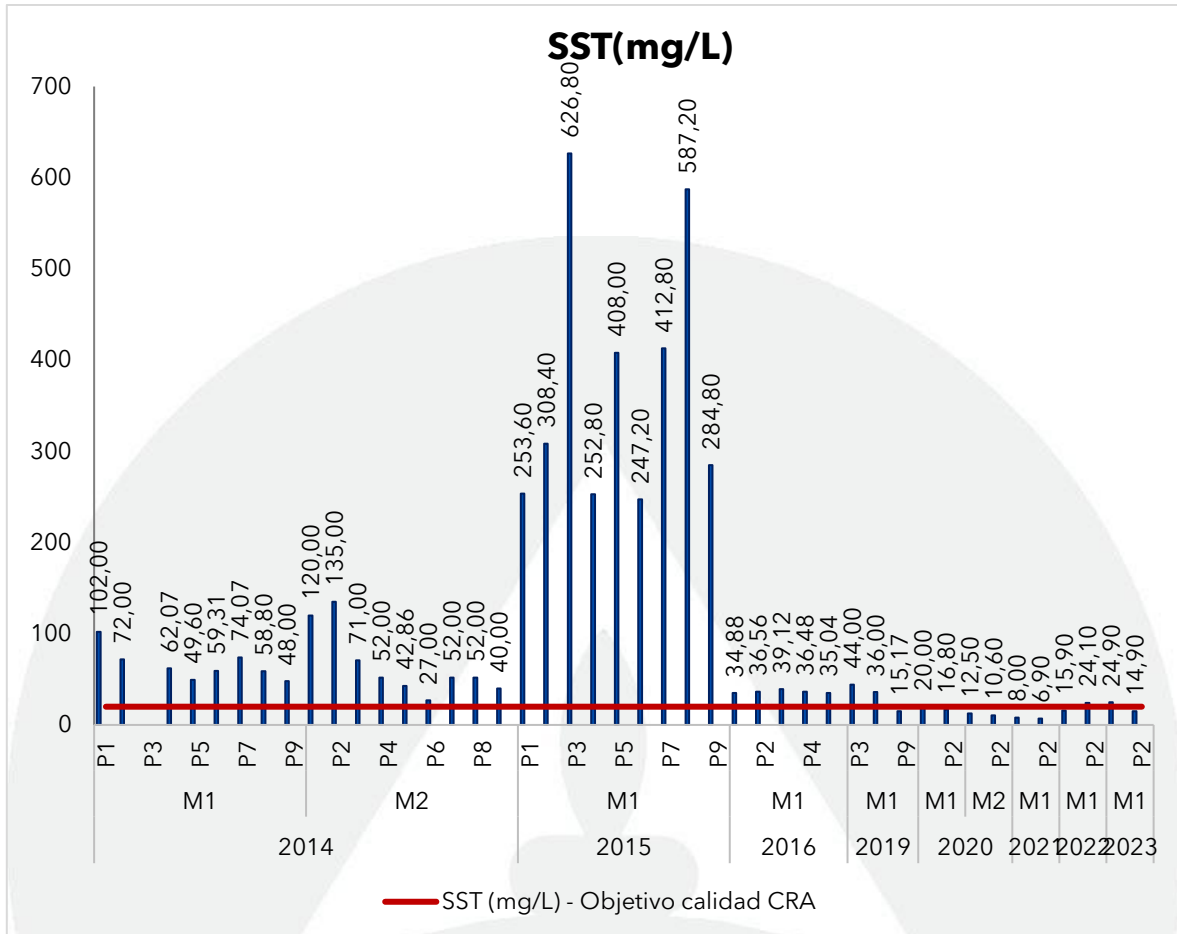


Gráfica 60. Registros de la DQO en la Ciénaga de Sabanagrande en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores en julio y agosto de 2023.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El análisis de los SST permitió evidenciar que los resultados obtenidos durante el último monitoreo en P2 (14,90 mg/L) (**Gráfica 61**) cumplen con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<20 mg/L); mientras que P1 presentó una desviación con respecto al límite de control ya que obtuvo un valor de 24,90 mg/L. Por su parte, el registro histórico relaciona valores máximos de 626,80 mg/L y 587,20 mg/L en P3 y P8 en el año 2015.



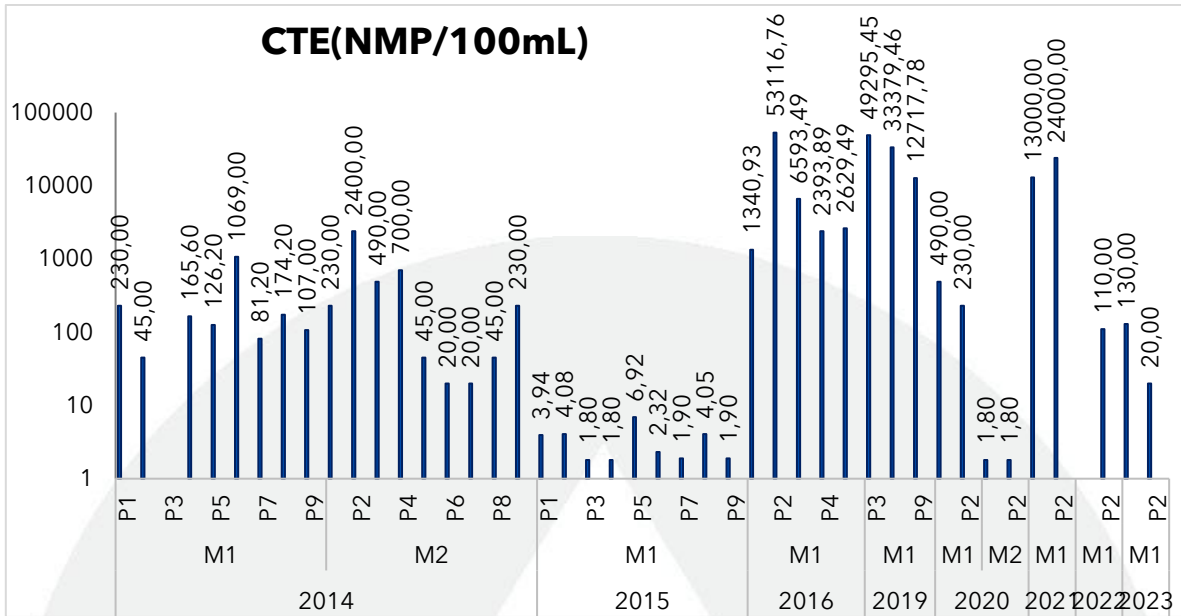


Gráfica 61. Registros de SST en la Ciénaga de Sabanagrande en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

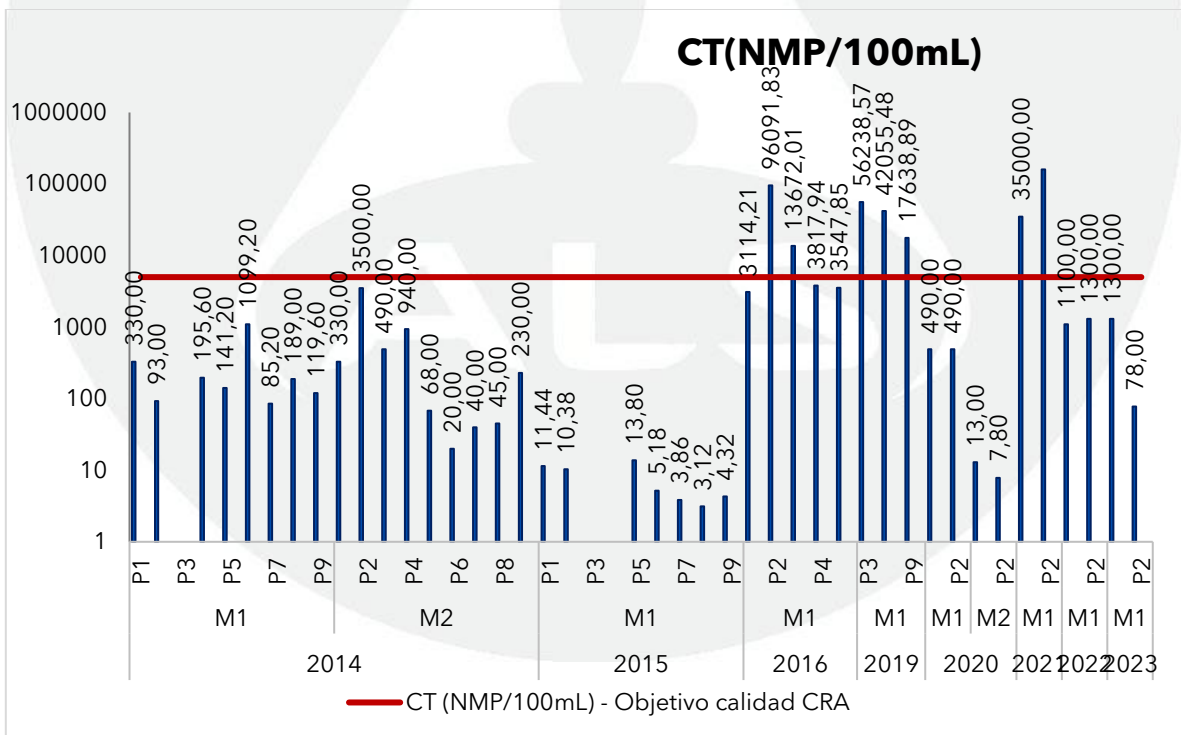
Por su parte, los parámetros microbiológicos presentaron concentraciones de coliformes totales de 130,0 NMP/100mL y 20,00 NMP/100mL, y coliformes termotolerantes en P1 y P2 respectivamente (**Gráfica 62**); mientras que los coliformes totales reportaron valores de 1300,00 NMP/100mL, en P1 y 78,00 NMP/100mL en P2 (**Gráfica 63**) indicando cumplimiento con los objetivos de calidad para CT (<5000 NMP/100 mL).





Gráfica 62. Registros de Coliformes totales (CTE) en la Ciénaga de Sabanagrande en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



Gráfica 63. Registros de Coliformes termotolerantes (CT) en la Ciénaga de Sabanagrande en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

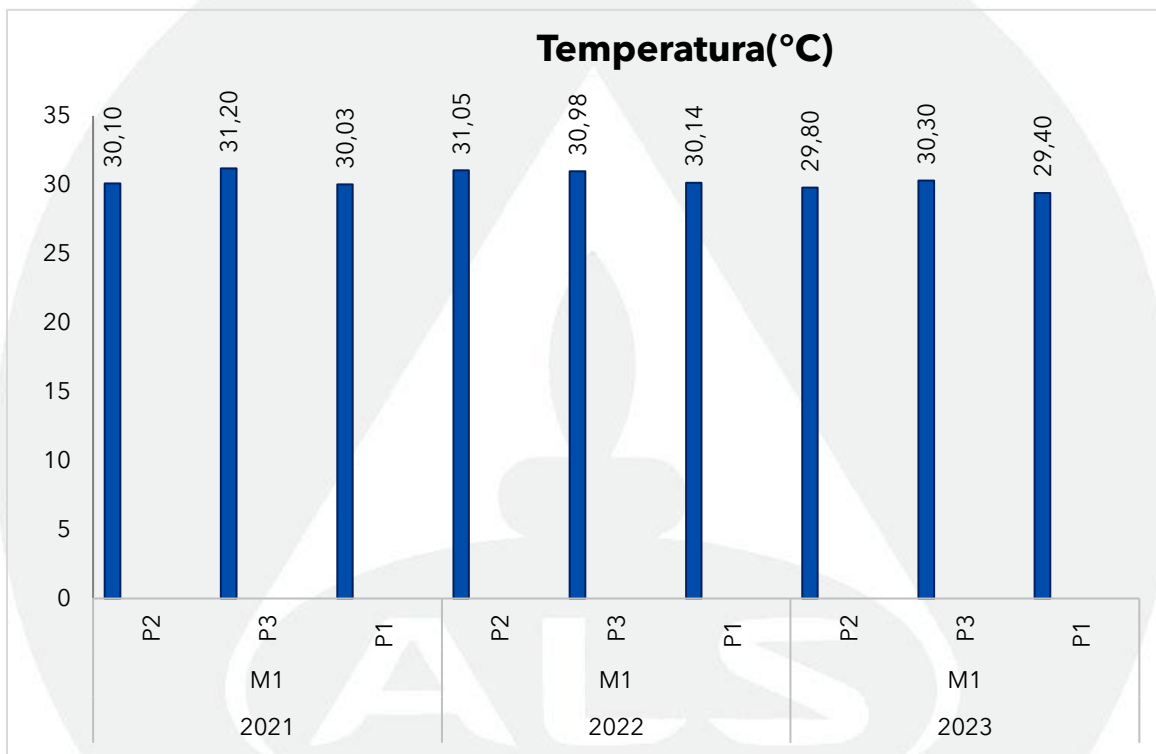
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





5.1.8 Río Magdalena

El registro de la temperatura en los puntos monitoreados en el río Magdalena presentaron valores de 29,40, 29,80 y 30,30°C en los puntos denominados P1, P2 y P3, respectivamente (**Gráfica 64**). Es importante resaltar que los valores de este parámetro obedecen principalmente al comportamiento de la temperatura ambiente y no presentan afectación por factores externos.

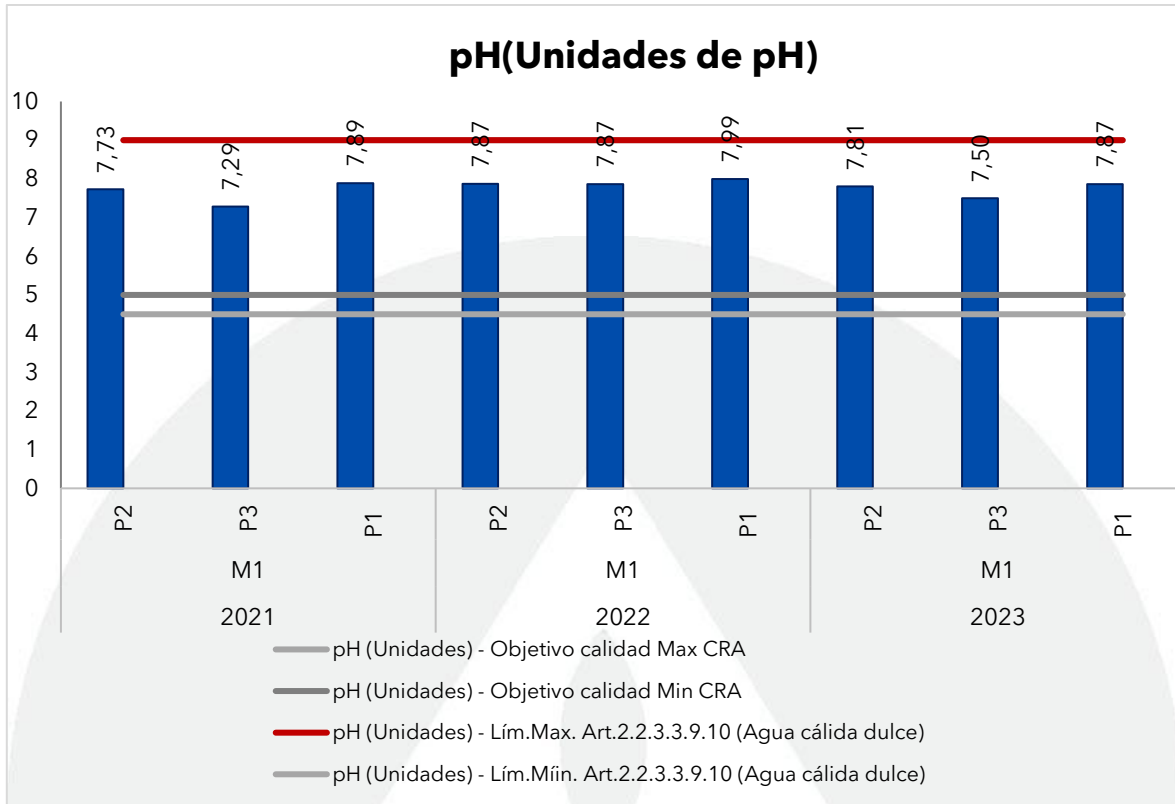


Gráfica 64. Registros de la temperatura en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Los valores del pH obtenidos fueron de 7,87, 7,81 y 7,50 UpH en los puntos denominados P1, P2 y P3, respectivamente (**Gráfica 65**); los cuales corresponden a pH's de características neutras que cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA (de 5,0 a 9,0 UpH) y el criterio de calidad para preservación de flora y fauna de aguas cálidas dulces (4,5 a 9,0 UpH) del Decreto 1076 de 2015.



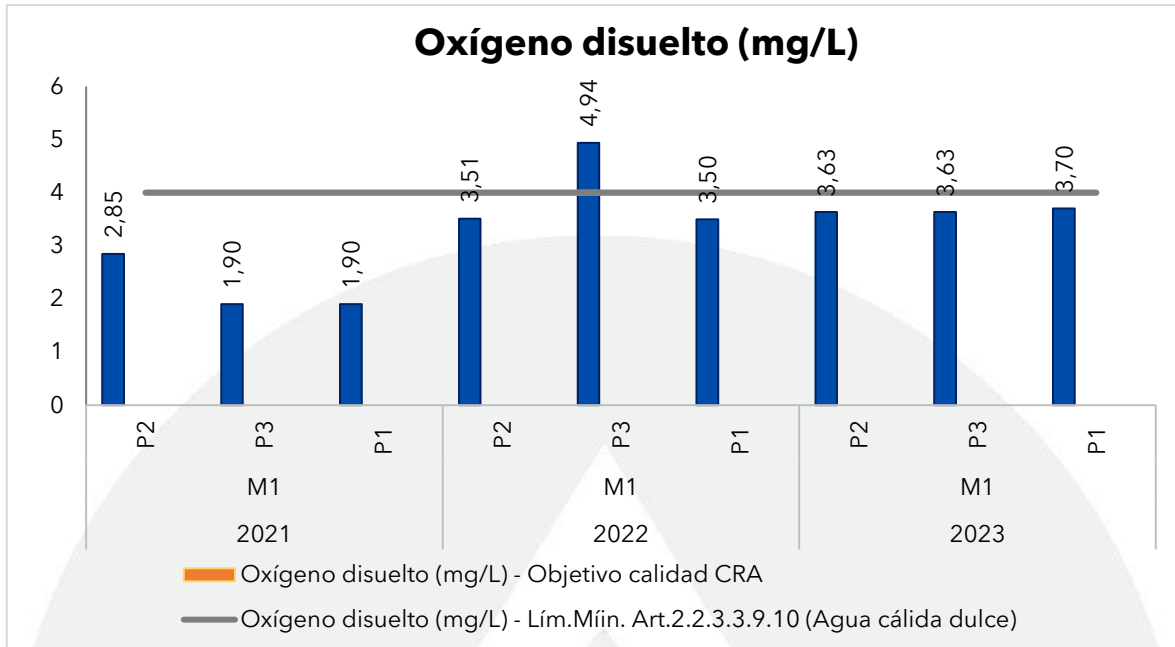


Gráfica 65. Registros del pH en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por su parte, el oxígeno disuelto presentó valores de 3,70, 3,63 y 3,63 mg/L en los puntos denominados P1, P2 y P3, respectivamente; como se observa en la (**Gráfica 66**), donde se evidencia que los puntos presentan desviación con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021 (>4 mg/L) al igual que para el Decreto 1076 del 2015. Estos valores indican que la vida acuática se encuentra bajo fuerte presión, pudiendo causar la muerte a los peces, dichas condiciones hipoxias pueden ser consecuencia de la respiración y muerte del plancton, con la consecuente degradación de su materia orgánica constitutiva (Lanza Espino, G. d. I., & Hernández Pulido, S., 2019).



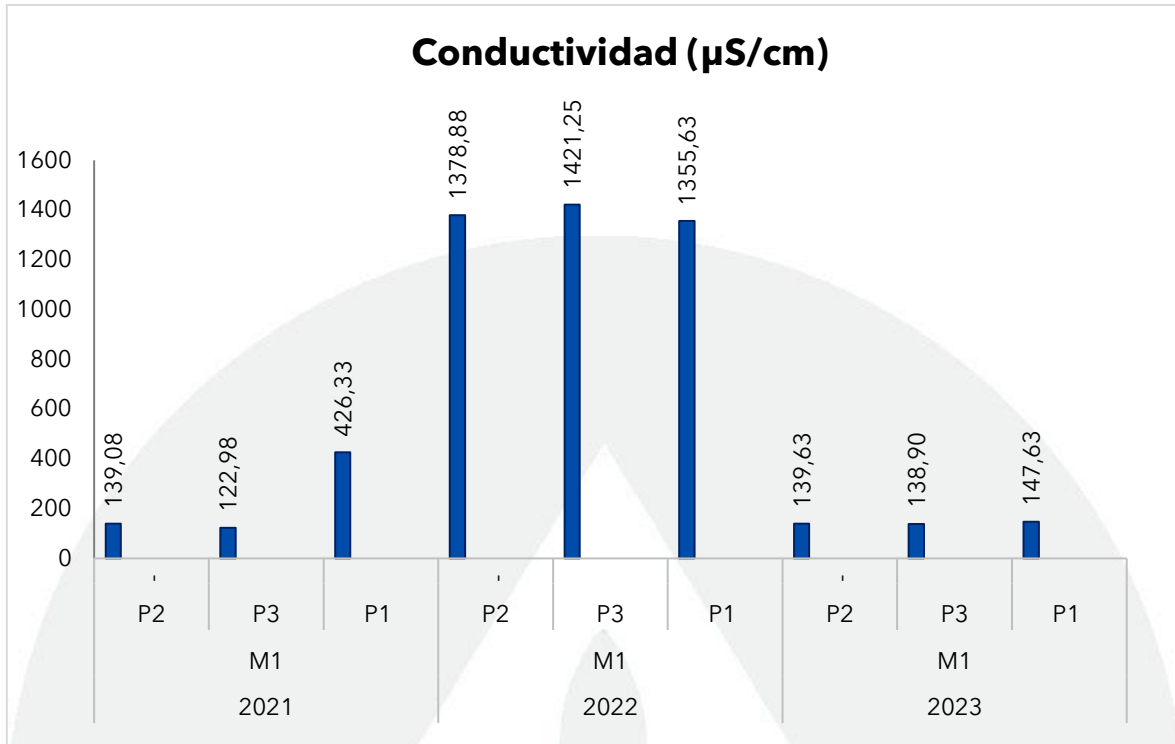


Gráfica 66. Registros del oxígeno disuelto en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Para la conductividad se obtuvieron valores de 147,63, 139,63 y 138,90 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en los puntos denominados P1, P2 y P3, respectivamente (**Gráfica 67**), indicando la presencia de aguas mineralizadas, lo cual puede estar relacionado con la presencia de sólidos y iones en suspensión a causa de la corriente o movimiento natural del río.



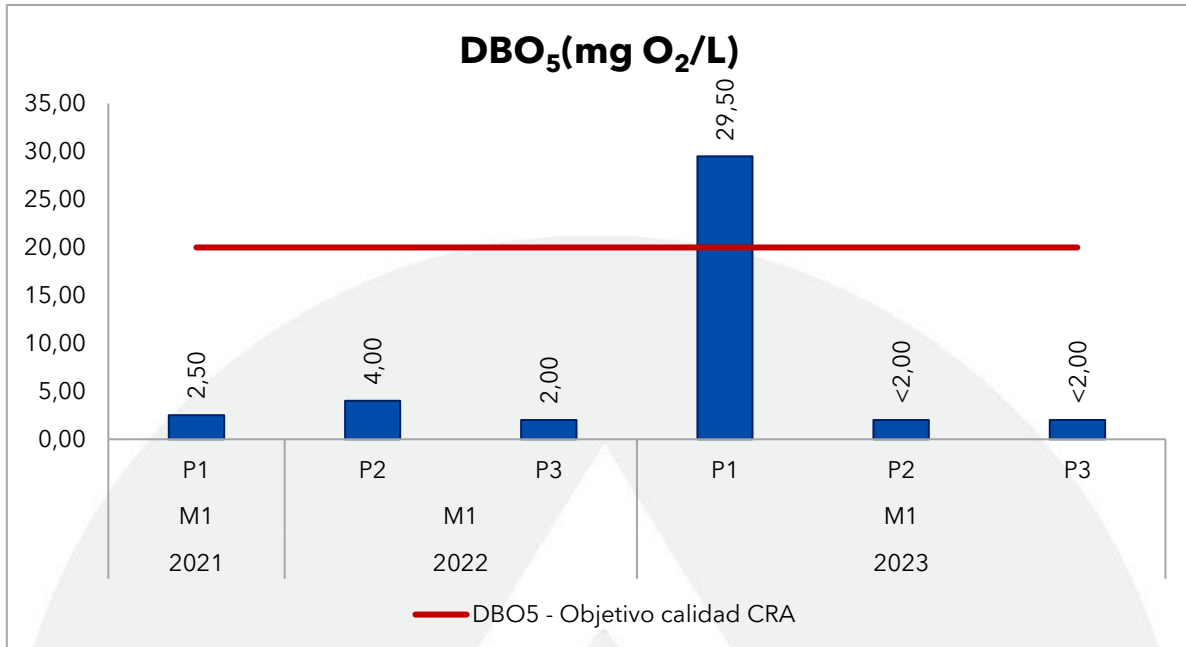


Gráfica 67. Registros de la conductividad en el Río Magdalena en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El valor obtenido para la DBO_5 fue de $29,50 \text{ mgO}_2/\text{L}$ en P1; mientras que en P2 y P3 las concentraciones estuvieron por debajo del límite de la cuantificación de la técnica empleada por el laboratorio ($<2,0 \text{ mg O}_2/\text{L}$) (**Gráfica 68**) observándose solo P2 y P3 presentan cumplimiento con respecto al límite de control para la DBO_5 ($<20 \text{ mg O}_2/\text{L}$) indicado como objetivo de calidad establecido en la Resolución 0000449 de 2021 de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en Clase III, con potencial uso de preservación de flora y fauna. Este parámetro ha presentado una fluctuación en los registros históricos evaluados desde el año 2021, correspondiendo el valor máximo a P1 de 2023.





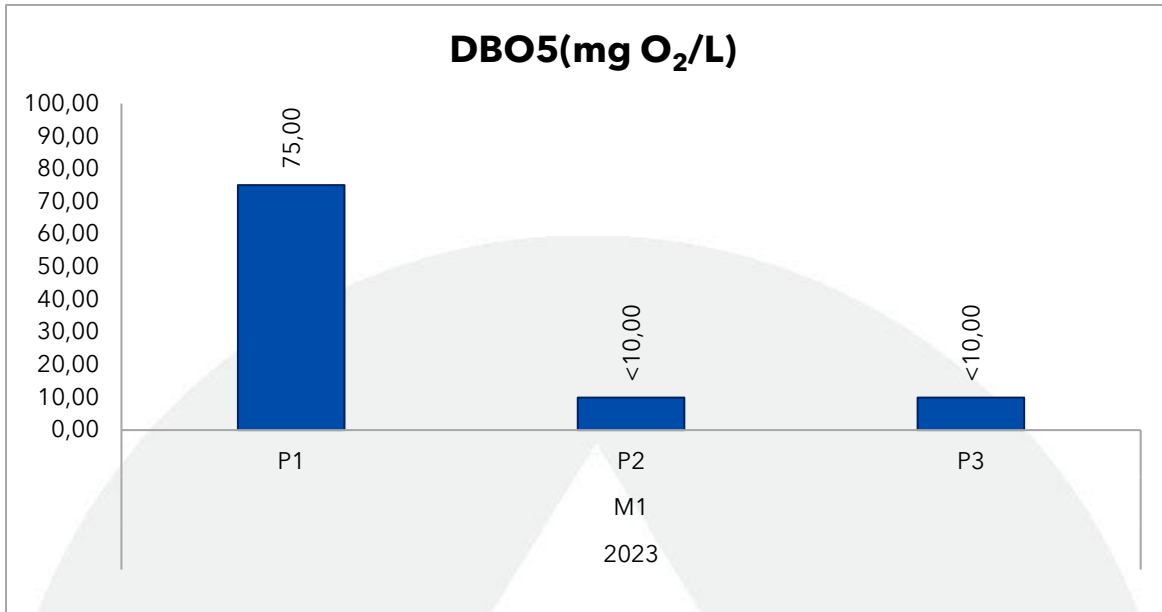
<: Valor por debajo del límite de cuantificación del método de análisis

Gráfica 68. Registros de la DBO₅ en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por su parte la DQO presentó concentraciones por debajo del límite de cuantificación de la técnica en los puntos P2 y P3 (<10,0 mgO₂/L) al igual que en el monitoreo anterior para todos los puntos, mientras que P1 relacionó un valor de 75,00 mgO₂/L (**Gráfica 69**). No existe un criterio definido para evaluar la calidad de esta variable en Colombia.





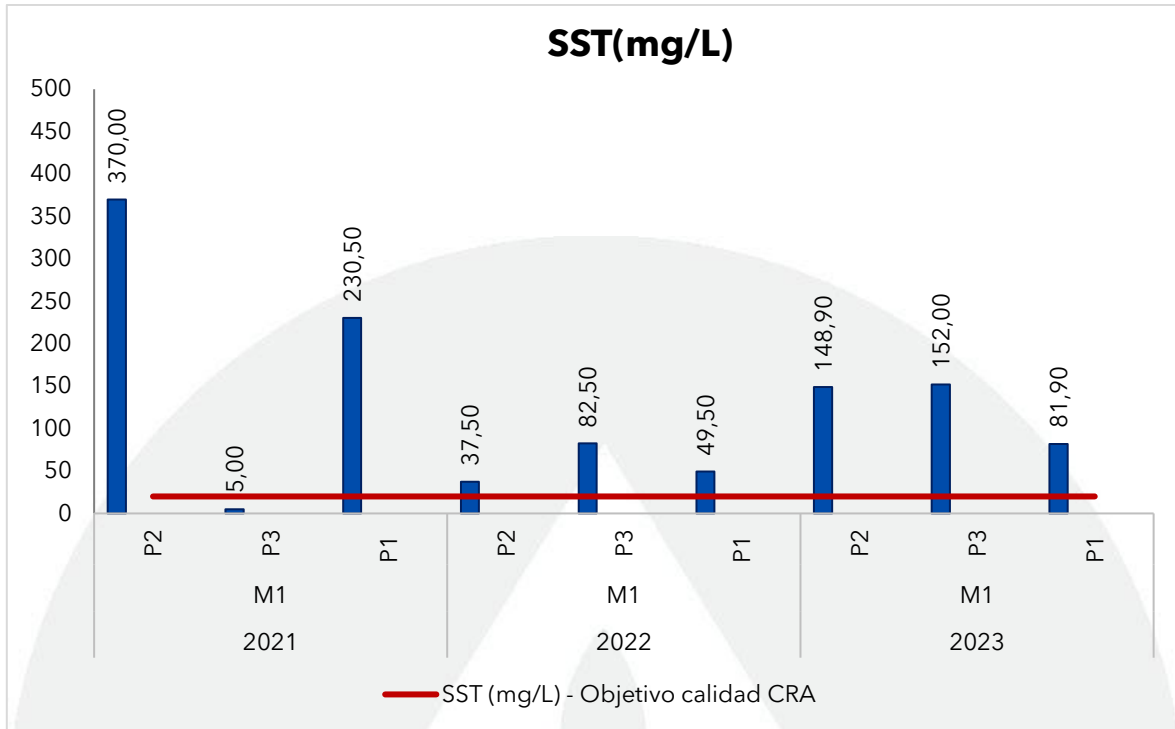
<:Valor por debajo del límite de cuantificación del método de análisis

Gráfica 69. Registros de la DQO en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Al observar los SST se evidenció desviación con respecto al objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<20 mg/L), al presentar valores de 81,90, 148,90 y 152,00 mg/L en los puntos P1, P2 y P3, respectivamente (**Gráfica 70**). Por su parte el registro histórico se evidenció un máximo de 370,00 mg/L (P2) en el monitoreo realizado en 2021.



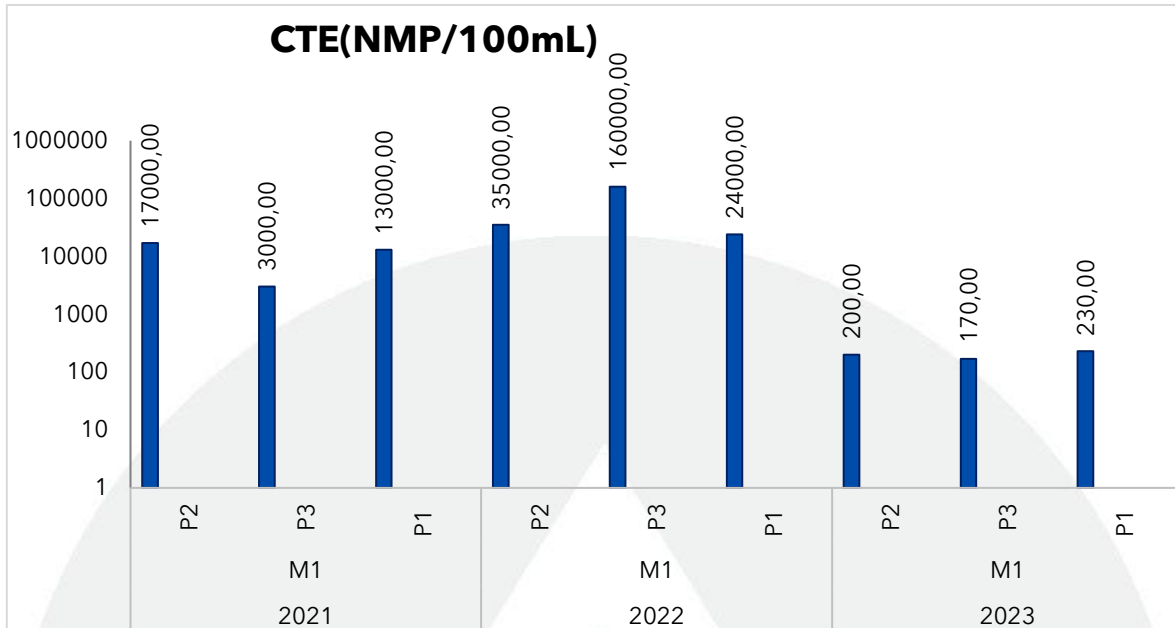


Gráfica 70. Registros de SST en el Río Magdalena en el monitoreo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

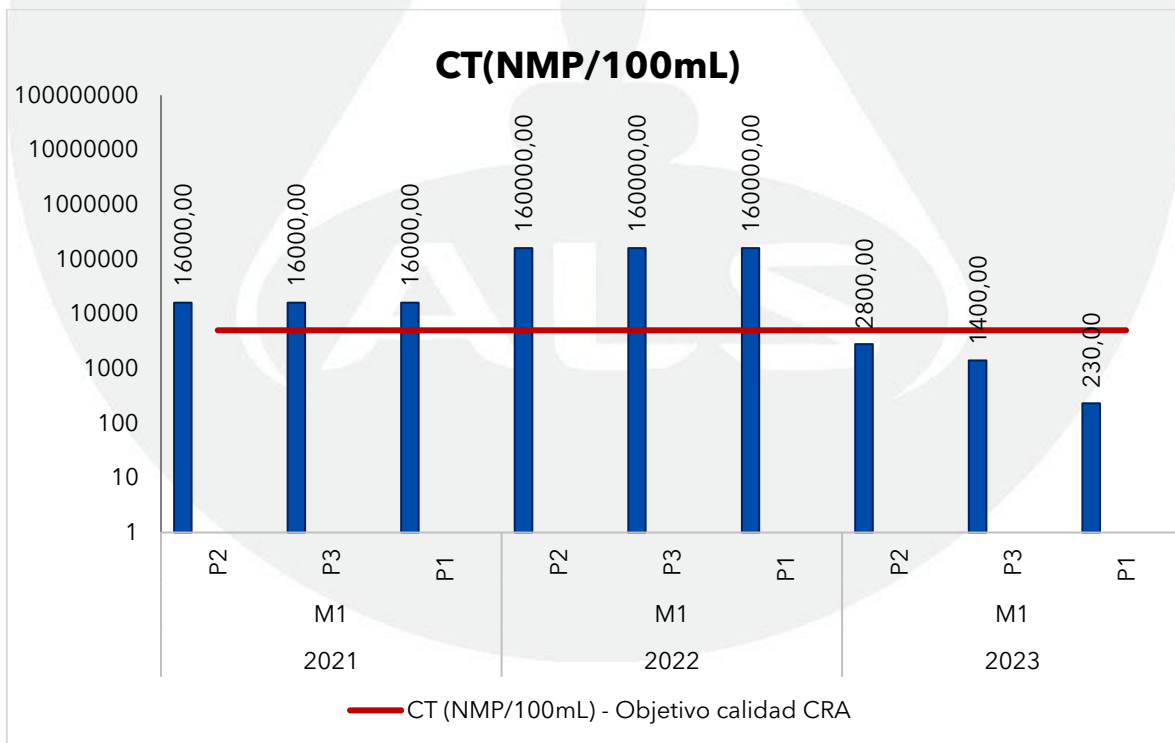
Los registros microbiológicos reportaron una concentración de Coliformes Termotolerantes (CTE) de 230,00, 200,00 y 170,00 NMP/100 mL en los puntos denominados P1, P2 y P3, respectivamente. Mientras que, para los Coliformes Totales (CT) se presentaron concentraciones de 230,00, 2800 y 1400,00 NMP/100 mL (**Gráfica 71** y **Gráfica 72**). De esta manera, se observa que los resultados reportados presentan cumplimiento con el objetivo de calidad establecido por la CRA para coliformes totales (<5000 NMP CT/100 mL). Con relación al histórico, se han observado concentraciones mayores, principalmente en P3 del monitoreo del año anterior. Estos registros mayores de coliformes pueden estar asociados presencia de una descarga puntual o reciente en el río Magdalena o la actividad biológica de la fauna que habita en el área de influencia del cuerpo de agua monitoreado.





Gráfica 71. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



Gráfica 72. Registros de coliformes Totales (CT) en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

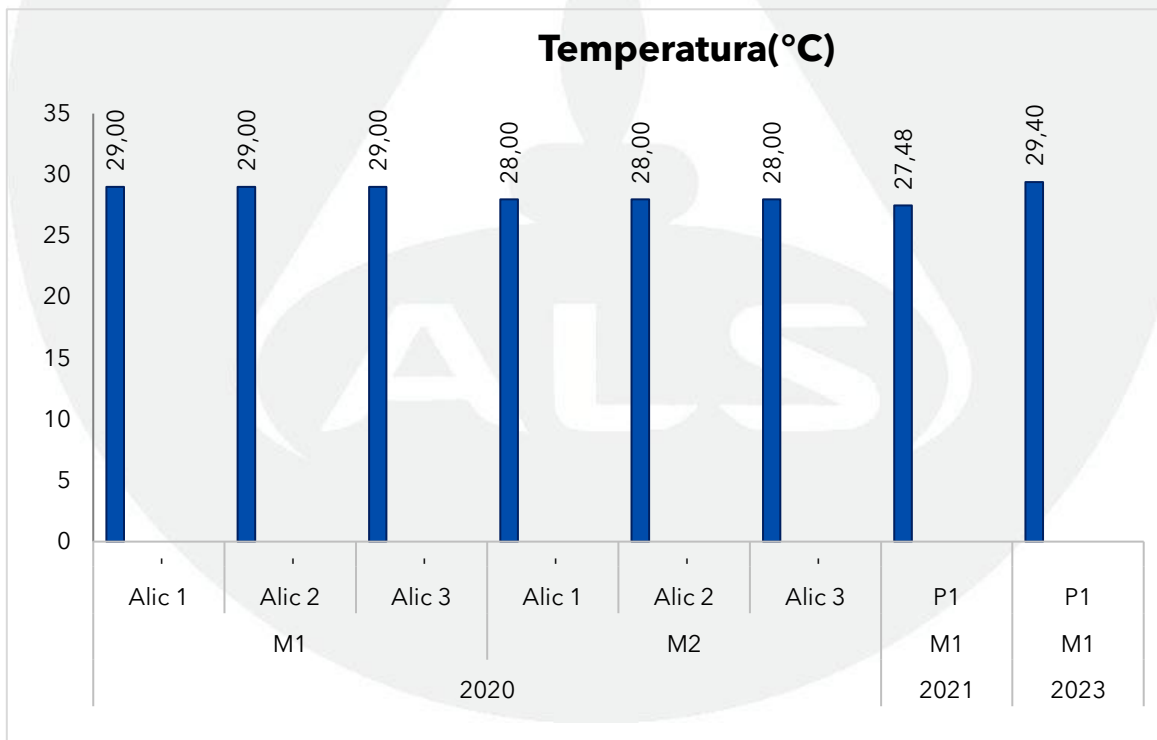




5.2 Cuenca Litoral

5.2.1 Ciénaga Paraíso

La temperatura del agua en la Ciénaga Paraíso presentó un valor promedio de 29,40°C en el punto monitoreado (**Gráfica 73**); La temperatura de los cuerpos de agua suele estar relacionada con la temperatura ambiental (Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, 2022), es decir, las variaciones de este parámetro están condicionadas a la época climática, por tal motivo, en los cuerpos de agua del departamento del Atlántico, donde no existen temporadas climáticas marcadas, los valores de temperatura no suelen tener grandes fluctuaciones durante todo el año. El registro histórico permitió evidenciar valores de 28,00°C a 29,00°C en el 2020 y 27,48°C en 2021; estas temperaturas son propias de los cuerpos de aguas de zonas costeras tropicales.



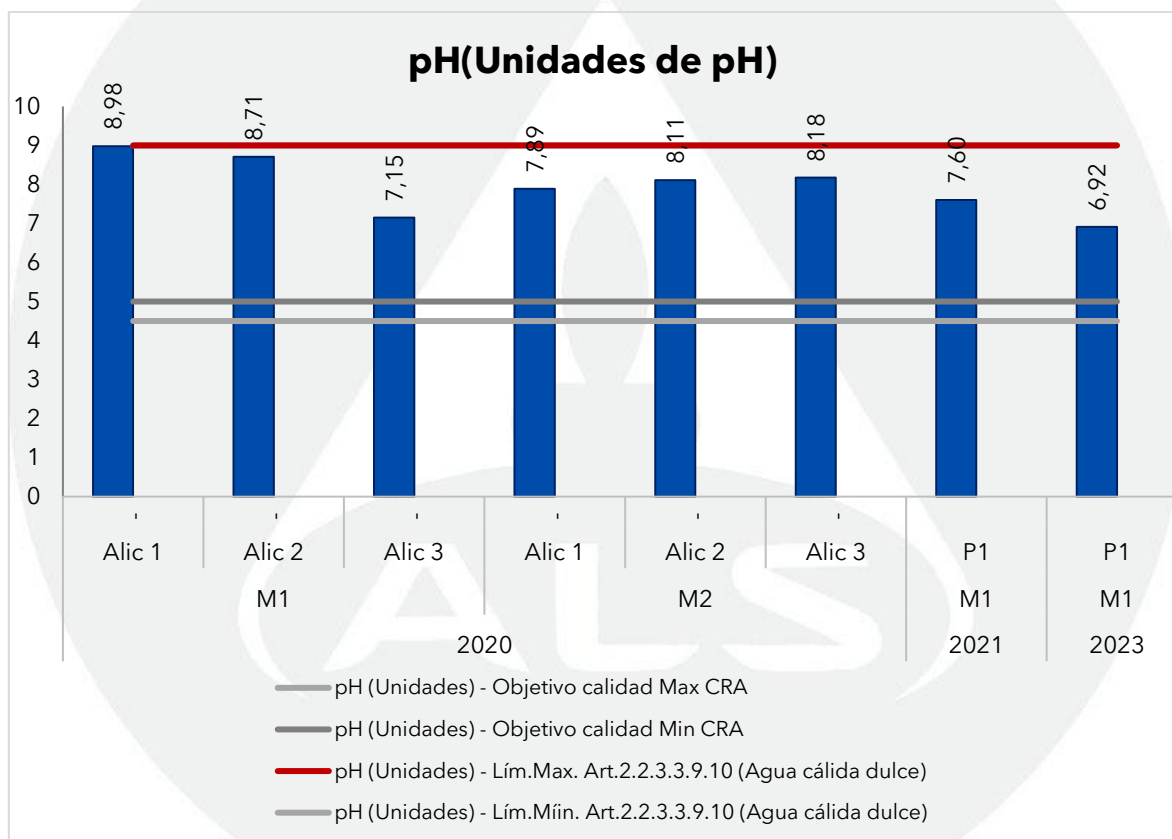
Gráfica 73. Registros de la Temperatura (°C) en la Ciénaga Paraíso en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





El pH reportado en la Ciénaga Paraíso durante la última campaña de muestreo ejecutada en el mes de julio-agosto de 2023 presentó un valor promedio de 6,92 UpH, correspondiente a un pH alcalino. El anterior comportamiento se relaciona con los resultados reportados en el año 2020, donde se obtuvieron valores en su mayoría alcalinos; mientras que para 2021 se obtuvo un pH neutro. De esta manera, se establece el cumplimiento con los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021, para la preservación de flora y fauna (límite de control de 5,0 a 9,0 UpH) (**Gráfica 74**).



Gráfica 74. Registros del pH en la Ciénaga Paraíso en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

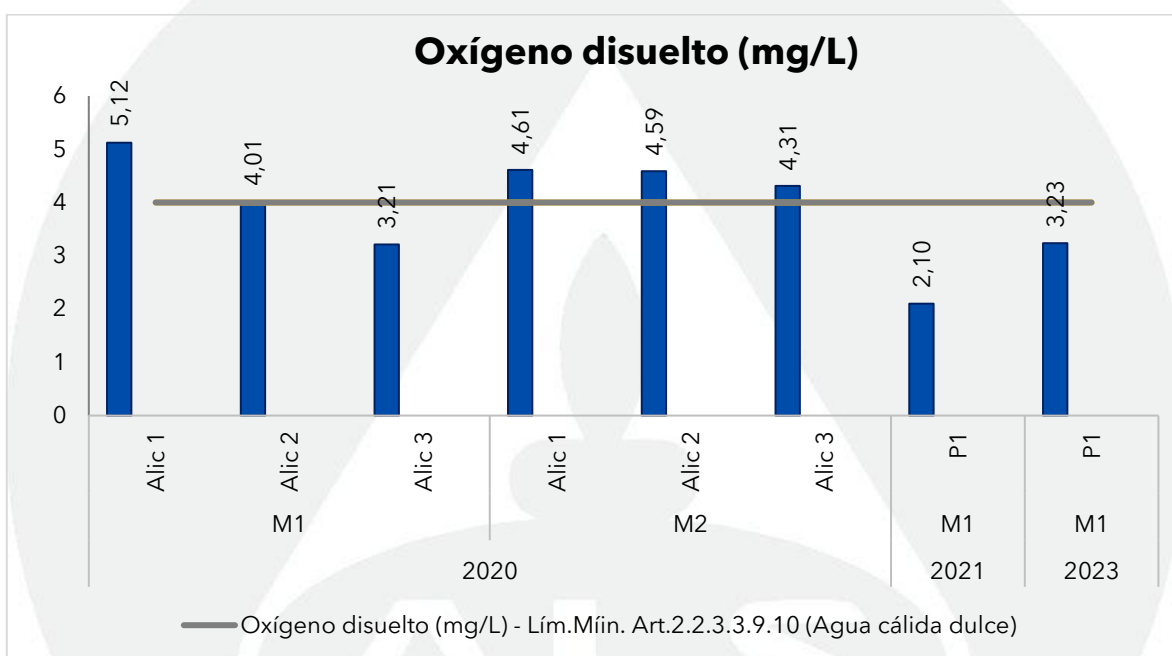
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Para el oxígeno disuelto se obtuvo un resultado de 3,23 mg/L, por ende, se presenta desviación al objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021 (>4 mg/L), ni al criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del 2015. Este valor indica que el cuerpo de agua monitoreado no presenta una





óptima concentración de oxígeno para el desarrollo de la vida acuática, ya que estos seres se encuentran bajo fuerte presión e incluso se podría originar la muerte de peces debido a la baja disponibilidad de oxígeno en el medio. En comparación con el monitoreo realizado en el 2021 se observa un aumento de las concentraciones de oxígeno, ya que en 2021 se obtuvo un valor de 2,10 mg/L, en donde se presentó desviación con la normativa; por el contrario, en el año 2020 se observaron valores en un rango de 3,21 mg/L a 5,12mg/L (**Gráfica 75**).

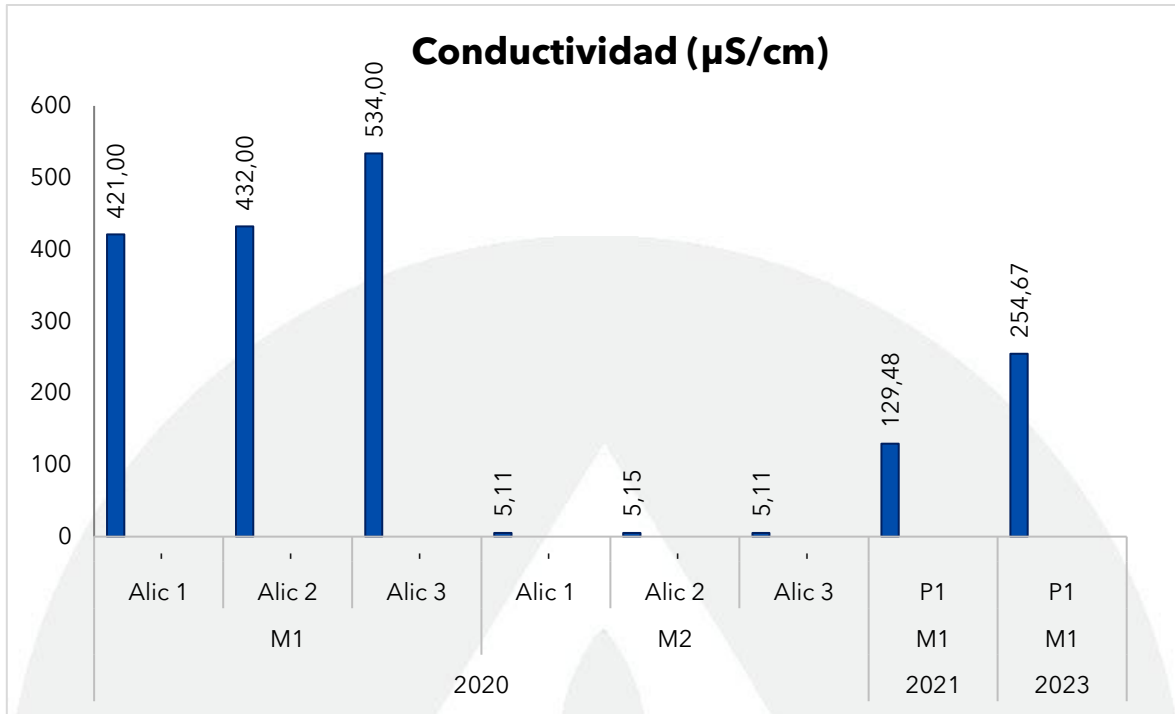


Gráfica 75. Registros del oxígeno en la Ciénaga Paraíso en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por otro lado, la conductividad presentó un resultado de 254,67 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**Gráfica 76**), el cual demuestra que el agua analizada presenta una mineralización moderada. Lo anterior indica que el agua en esta ciénaga presenta una importante concentración de sólidos, iones y sales disueltas. Con relación al monitoreo de 2021 se observa un incremento de esta variable desde 129,48 $\mu\text{S}/\text{cm}$, aunque en 2020 se observaron registros máximos de 534,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



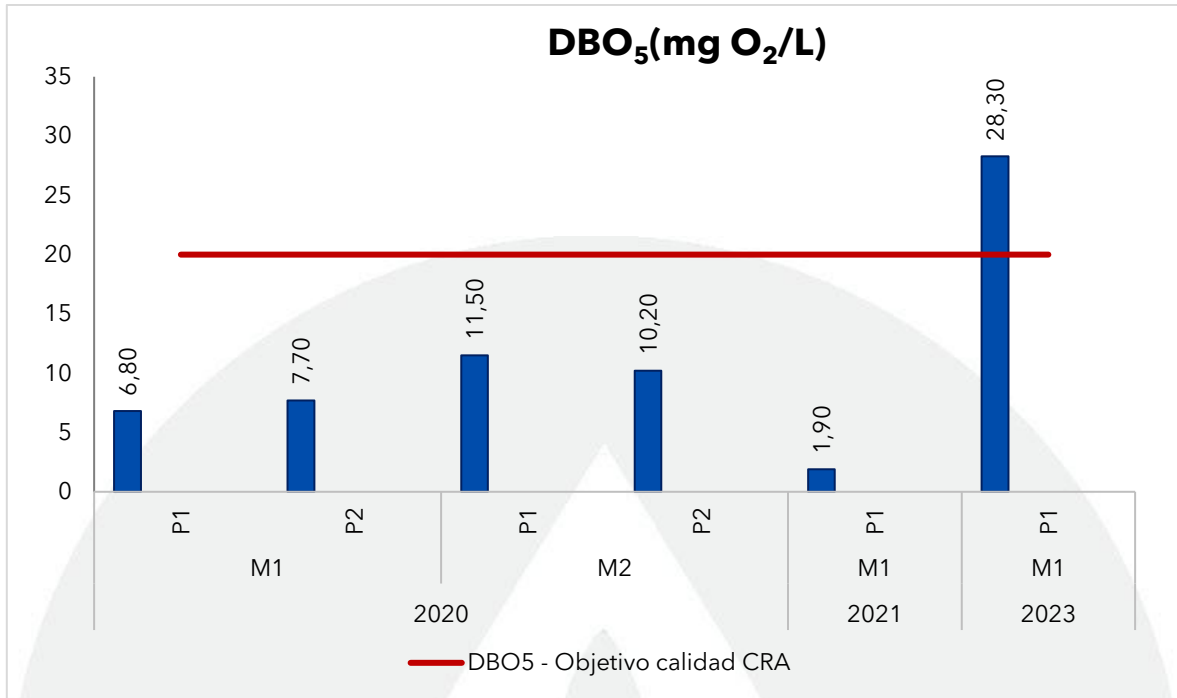


Gráfica 76. Registros de la conductividad en la Ciénaga Paraíso en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

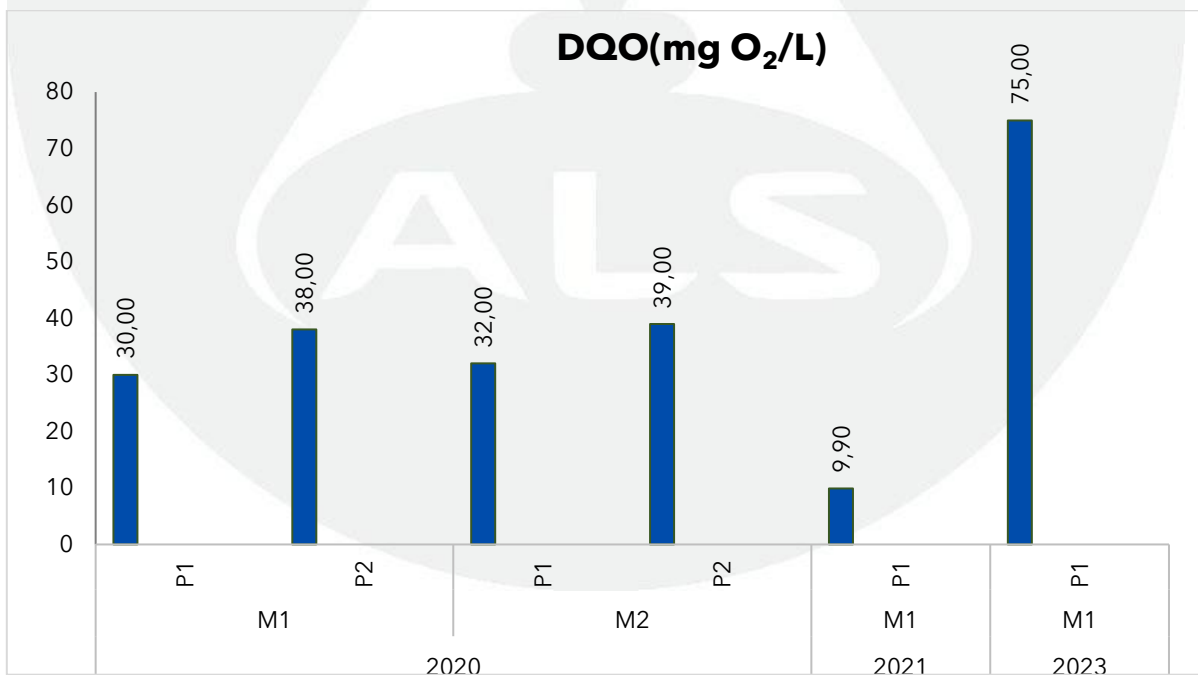
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Para DBO_5 se obtuvo un valor de 28,30 mgO_2/L , indicando que la muestra analizada presenta una desviación con respecto al objetivo de calidad por la CRA en la en la Resolución 0000449 de 2021 para las cuencas y tramos ordenados en clase III, con potencial uso de preservación de flora y fauna. Por ende, se establece que el agua en esta ciénaga presenta un grado alto de contaminación de acuerdo con su contenido orgánico; en contraste con el monitoreo de 2021 que si cumplió con el objetivo. Por su parte, la DQO presentó un valor de 75,00 $\text{mg O}_2/\text{L}$. No existe un criterio definido para evaluar la calidad de esta variable en Colombia, evidenciando un notable incremento con lo reportado para 2020 y 2021, cuyos valores oscilaron entre 9,90 $\text{mg O}_2/\text{L}$ y 39,00 $\text{mg O}_2/\text{L}$. (**Gráfica 77, Gráfica 78**).





Gráfica 77. Registros de la DBO₅ la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

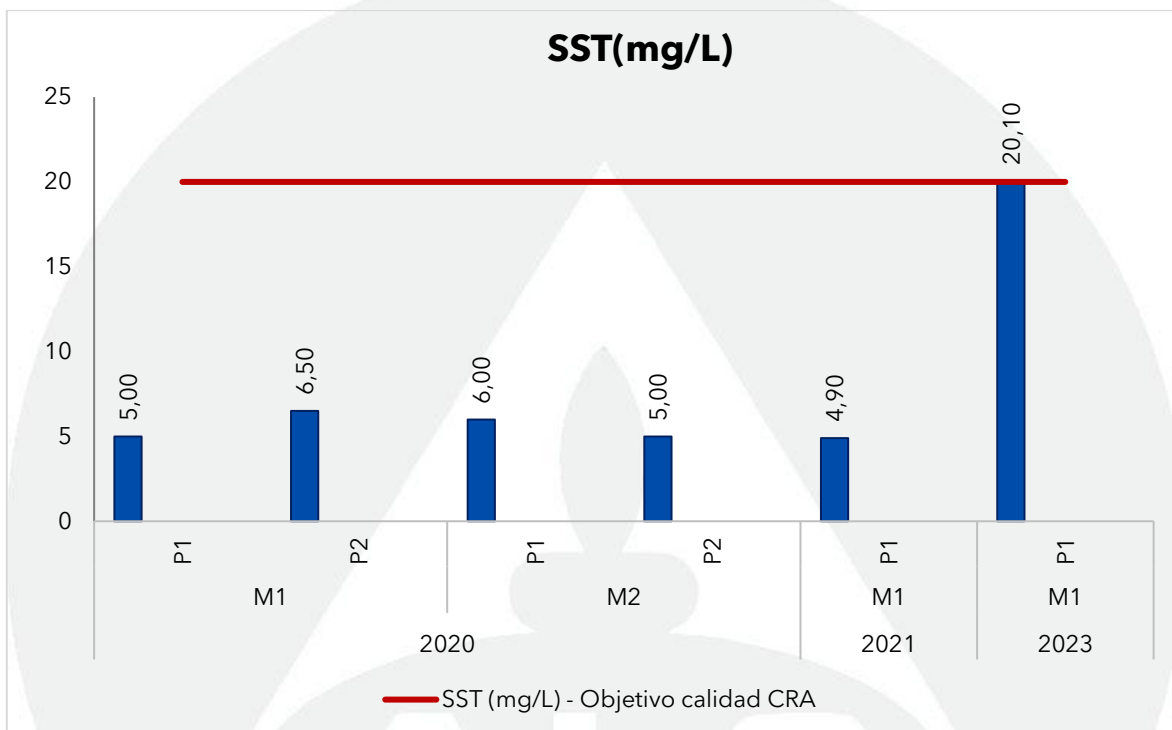


Gráfica 78. Registros de la DQO en la Ciénaga Paraíso en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





Por su parte, para los SST se presentó un valor de 20,10 mg/L (**Gráfica 79**), presentando una ligera desviación con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<20 mg/L). Por ende, se establece que la muestra analizada presenta un contenido importante de sólidos, iones y sustancias disueltas. Cabe resaltar que, este año (2023) se presentó un incremento en la concentración con respecto a 2020 y 2021.

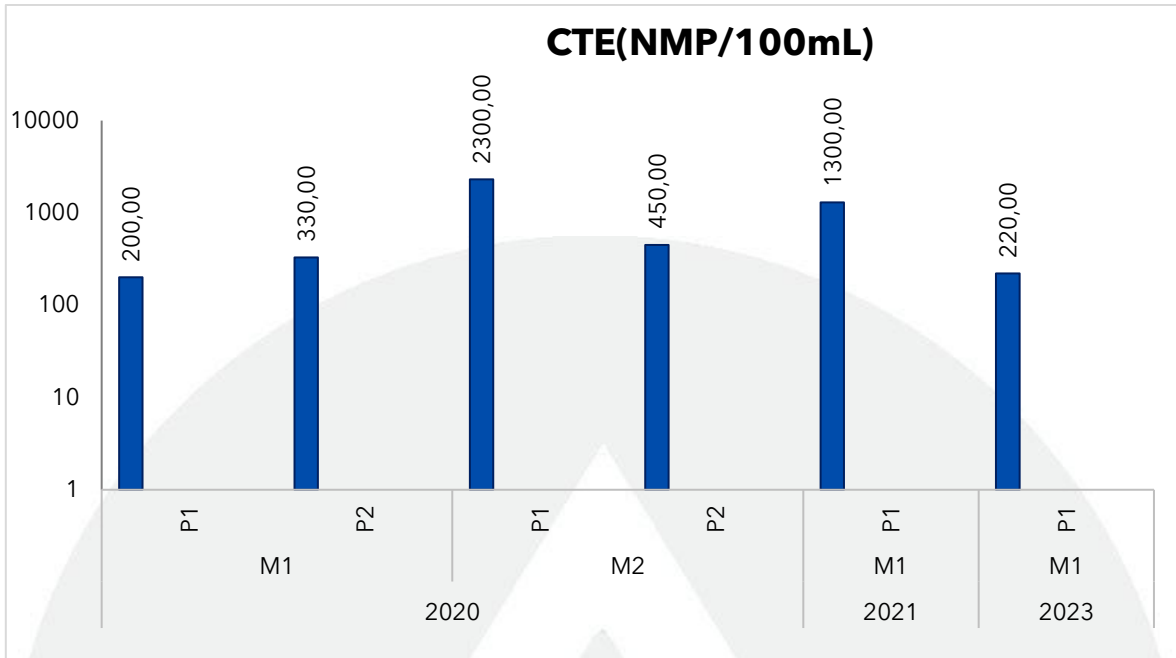


Gráfica 79. Registros de los sólidos suspendidos totales (SST) en la Ciénaga Paraíso en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

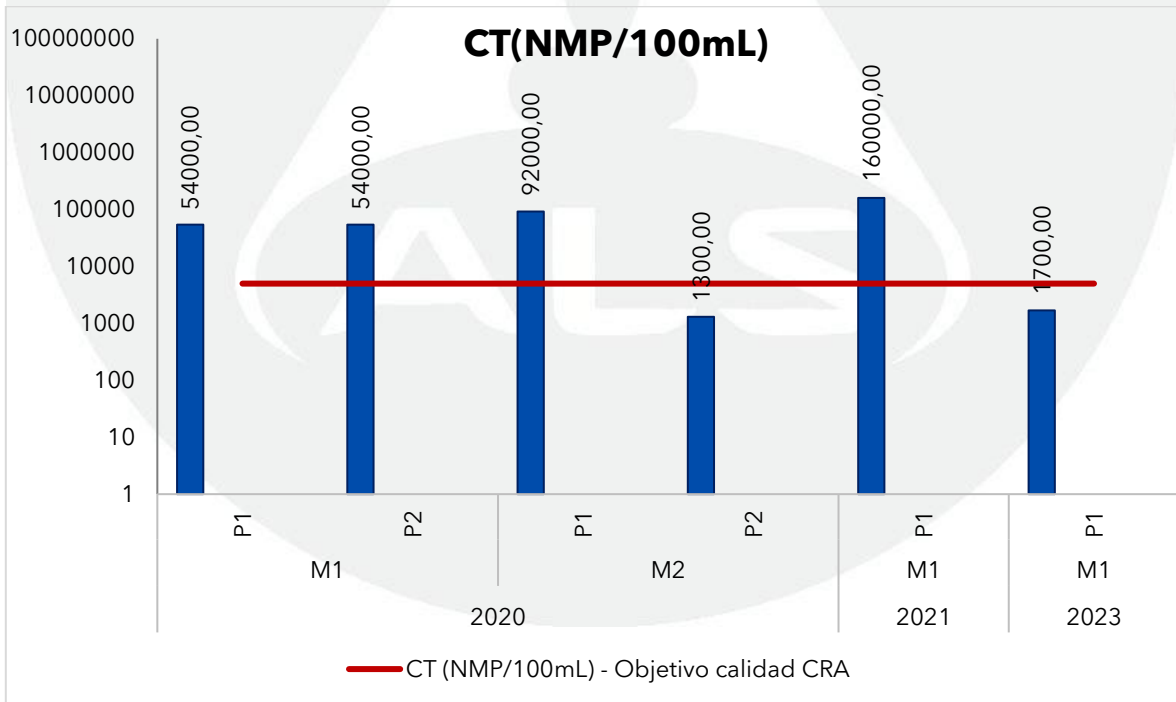
Los Coliformes Termotolerantes (CTE) y Totales (CT) presentaron una concentración de 220,00 NMP/100 mL y 1700,00 NMP/100 mL (**Gráfica 80, Gráfica 81**). De esta manera se establece que las concentraciones de CT presentaron concentraciones en cumplimiento con el límite máximo establecido por la CRA (<5000 NMP/100 mL para CT). Con respecto al registro histórico se observa que se observó una disminución en las concentraciones desde el año 2021.





Gráfica 80. Registros de los coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga Paraíso en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



Gráfica 81. Registros de los coliformes totales (CT) en la Ciénaga Paraíso en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





5.2.2 Ciénaga Mallorquín

La ciénaga de mallorquín es una laguna costera con una extensión aproximada de 695 hectáreas, ubicada en el extremo norte de la ciudad de Barranquilla, sobre la margen izquierda del río Magdalena cerca de su desembocadura. Limita al norte con el mar Caribe, al sur con la extensión de la vía 40 entre el Barrio Las Flores y La Playa, al oriente con el tajamar occidental del canal navegable del río Magdalena y al occidente con la desembocadura del arroyo León. Se encuentra rodeada de llanuras de inundación, arenales, dunas y bosques de manglar. Se encuentra influenciada por la apertura y cierre de la barra de arena que conecta la laguna con el Mar Caribe, la desembocadura del arroyo León, el sistema de escorrentías de la cuenca y la conexión con el río Magdalena a través de un sistema de *box culverts* (CAF, 2020).

Es un sistema de gran importancia ecológica para el distrito de Barranquilla y la región; que hace parte del sitio Ramsar, Ciénaga Grande de Santa Marta - Complejo Delta Estuarino del Río Magdalena, donde tiene soporte una alta diversidad biológica, con representación de ecosistemas estratégicos como los manglares, que ofrece soporte para la reproducción y desarrollo de muchas especies hidrobiológicas implicadas en la transformación de la materia orgánica y el flujo de energía entre el ecosistema marino y el continental, donde además se destacan muchos servicios ecosistémicos relacionados con el paisaje, la regulación hídrica y se soportan actividades de pesca para la comercialización de productos y subsistencia de una parte importante de la población asentada en sus alrededores. No obstante, esta laguna costera ha sido alterada debido a diversos factores que han afectado su morfología, extensión, calidad del agua, capacidad de autodepuración, hidrodinámica y biodiversidad, iniciando con la construcción del tajamar occidental del canal navegable del río Magdalena en 1935, lo que alteró la dinámica sedimentaria del sector, con cambios importantes en su conectividad; una prolongada e inadecuada disposición de residuos sólidos a manera de botadero abierto con la consiguiente contaminación en especial de sus lixiviados desde el barrio Las Flores con contenido significativo de metales pesados; la falta de sistemas adecuados de tratamiento de aguas residuales provenientes del suroccidente

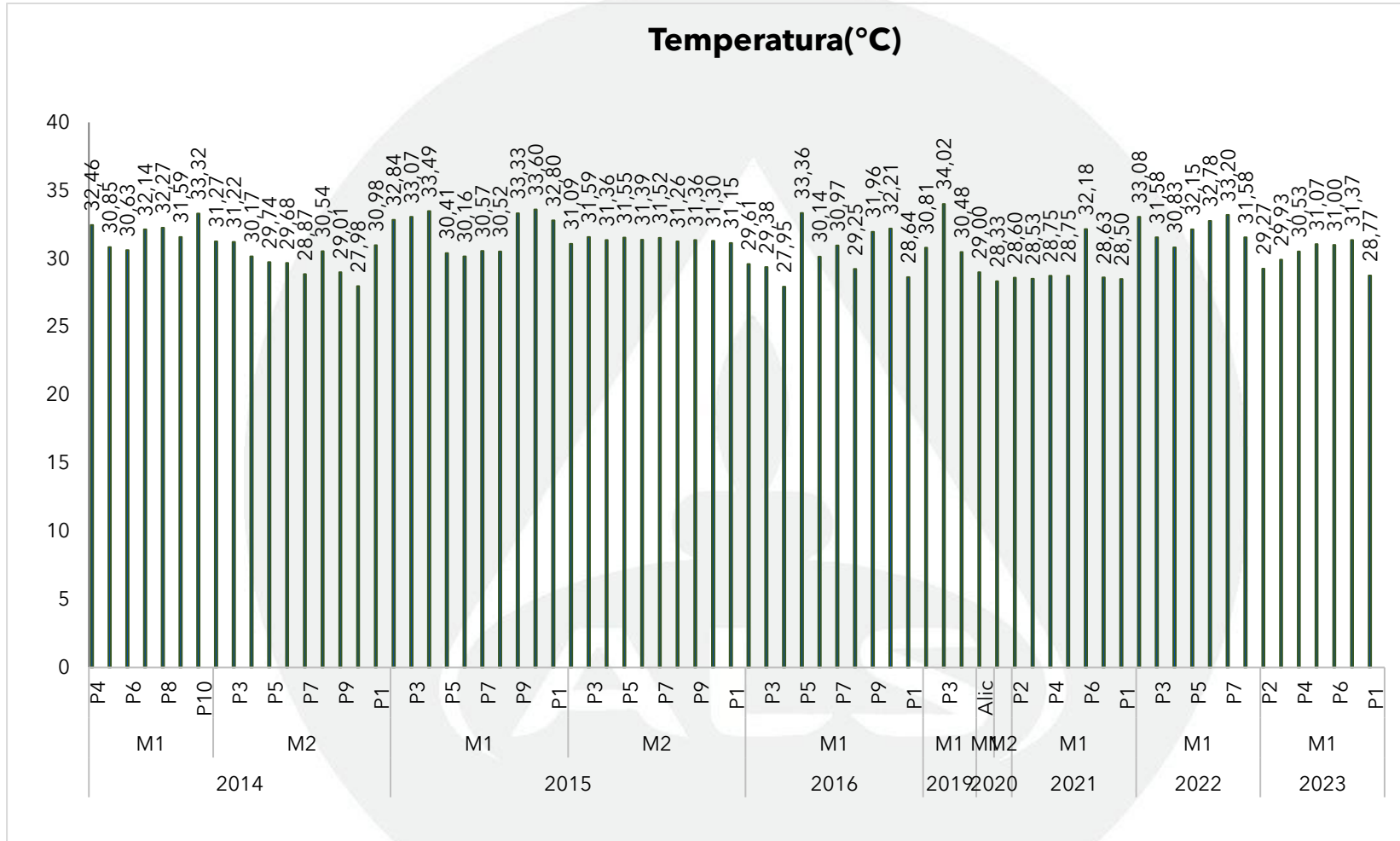




de Barranquilla a través del Arroyo León, los vertimientos dispersos asociados a los asentamientos alrededor de la laguna, en particular el barrio La Playa, que aportan grandes cantidades de material orgánico y bacterias fecales; la carga de sedimentos y contaminantes que llegan desde el río Magdalena a través de los *box couverts*; y por ultimo pero no menos importante, el aprovechamiento inadecuado de los recursos naturales (Lima *et al*, 2008).

La temperatura del agua en la Ciénaga de Mallorquín presentó valores entre 28,77 a 31,37°C en los diferentes puntos monitoreados (**Gráfica 82**).



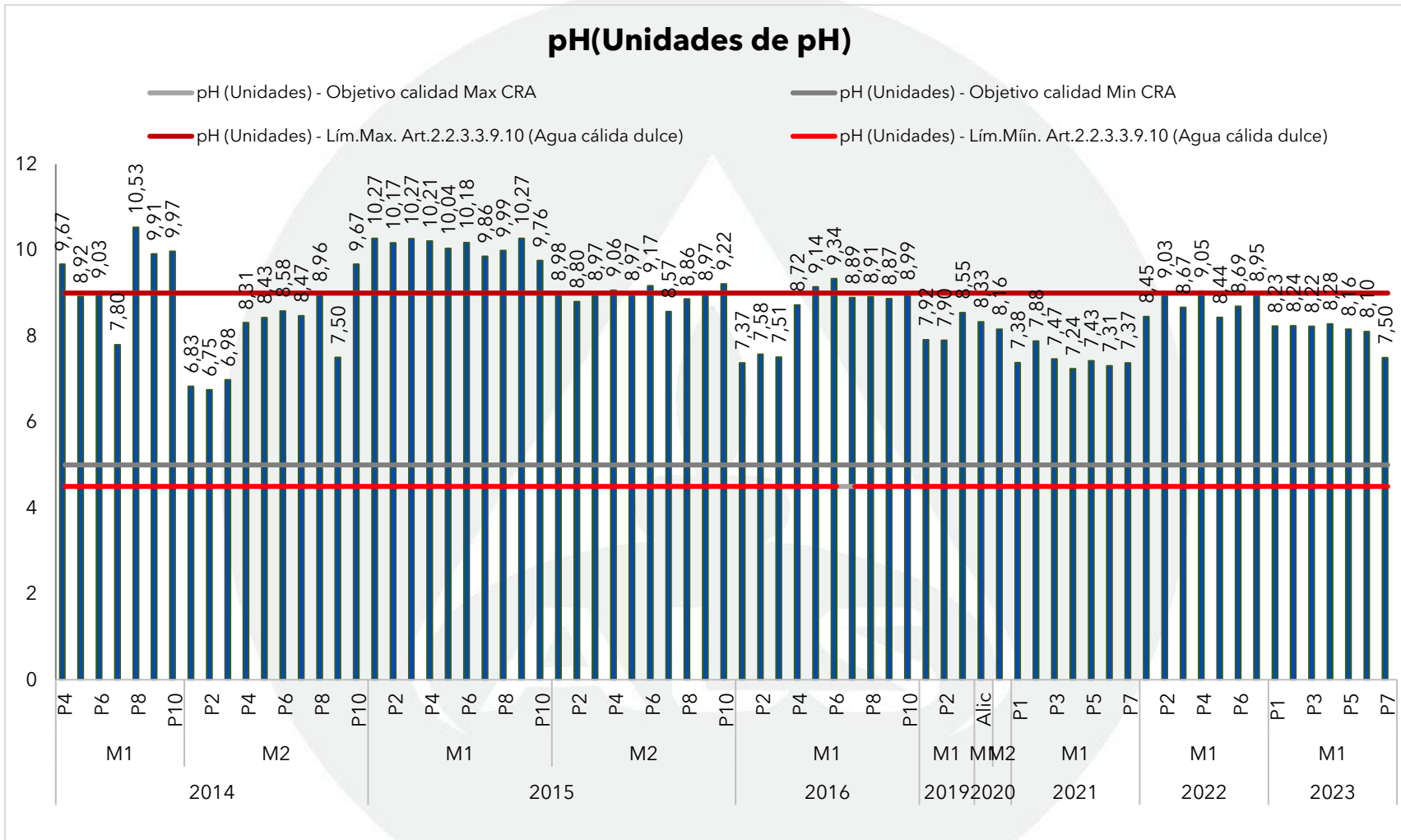


Gráfica 82. Registros de la Temperatura (°C) en la Ciénaga de Mallorquín en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



El pH reportado en la Ciénaga de Mallorquín durante la última campaña de muestreo ejecutada en julio y agosto de 2023 presentó valores entre un rango de 7,50 a 8,28 UpH indicando cumplimiento con los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021, para la preservación de flora y fauna (límite de control de 5,0 a 9,0 UpH) y los criterios para la preservación de flora y fauna de aguas cálidas dulces (4,5 a 9,0 UpH) del Decreto 1076 de 2015. Con relación al año anterior (2022), se presentaron variaciones entre 8,44 a 9,06 UpH. Cabe resaltar que, los resultados reportados en los monitoreos de los otros años (2014 y 2015) presentaron valores más altos, con pH's alcalinos (**Gráfica 83**).



Gráfica 83. Registros del pH (Unidades de pH) en la Ciénaga de Mallorquín en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

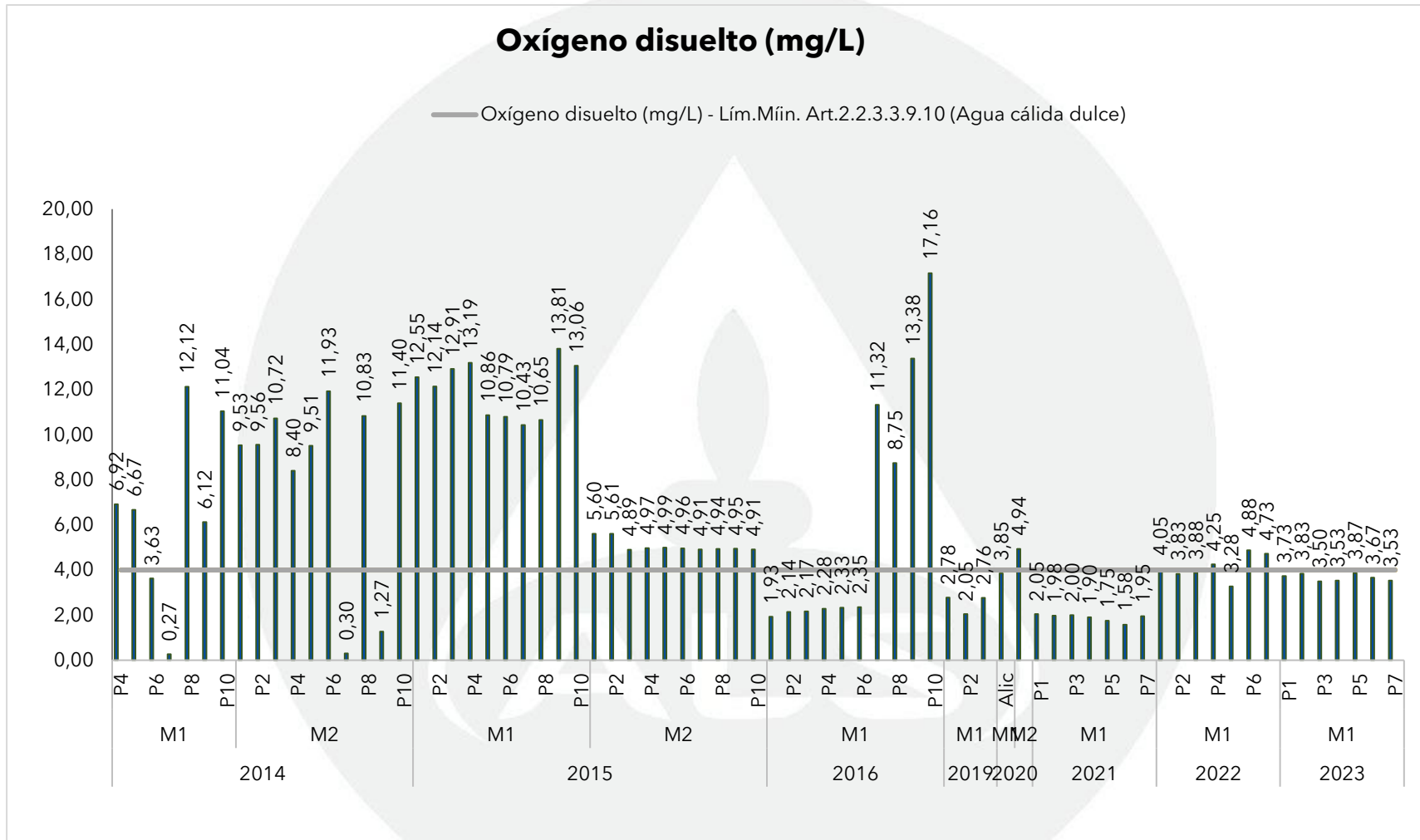




Los resultados del oxígeno disuelto se presentaron entre un rango de 3,50 y 3,83 mg/L (**Gráfica 84**). Estos resultados presentan desviación con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021 (>4 mg/L) y ni con el criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del 2015.

Los valores con desviación a la norma indican que la vida acuática se encuentra bajo fuerte presión, pudiendo causar la muerte por falta de oxígeno. Por otra parte, estos valores bajos de oxígeno disuelto, indicativos de condiciones de hipoxia, pueden ser consecuencia de la eutrofización de las aguas (Lanza Espino, G. d. I., & Hernández Pulido, S., 2019). Al observar los registros históricos se evidencia que hubo una disminución en los valores de P1, P4, P6 y P7.



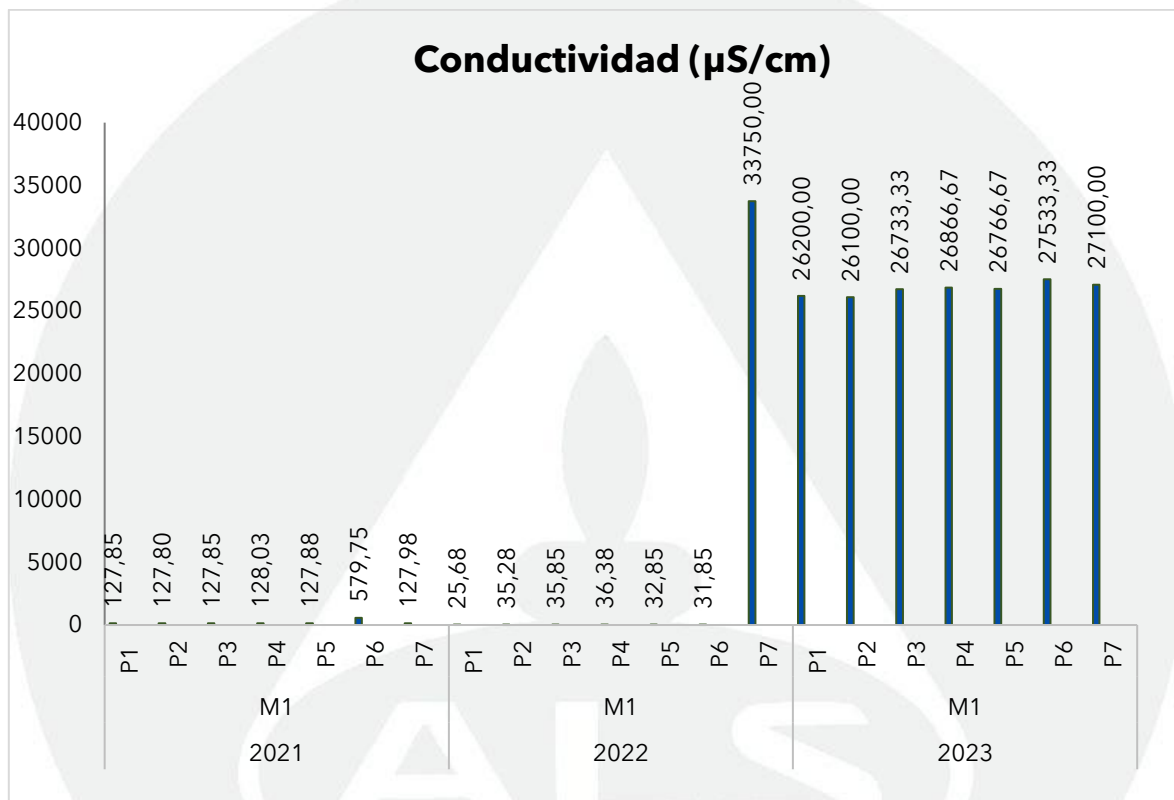


Gráfica 84. Registros del oxígeno disuelto (mg/L) en la Ciénaga de Mallorquín en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



Por otro lado, la conductividad presentó un rango de 26100,00 a 27533,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**Gráfica 85**), estos resultados demuestran que el agua analizada presenta un grado de mineralización alta **Tabla 9**. Lo anterior indica que el agua en esta ciénaga presenta una concentración alta de sólidos, iones y sales disueltas. Con relación al registro histórico, se observa que el valor máximo se encuentra asociado al monitoreo de 2023.



Gráfica 85. Registros de la conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en la Ciénaga de Mallorquín en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

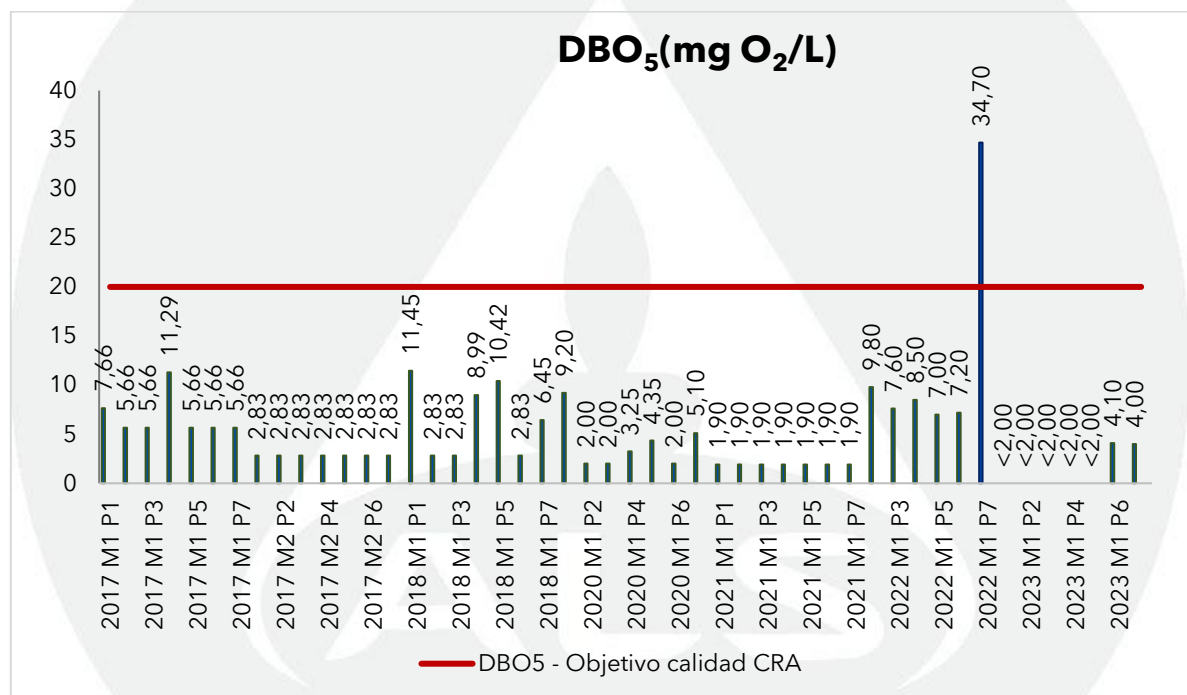
La DBO_5 presentó valores por debajo del límite de cuantificación en los puntos P1, P2, P4, P4, P5 ($<2,0 \text{ mg O}_2/\text{L}$); mientras que en P6 y P7 obtuvo concentraciones de $4,10 \text{ mg O}_2/\text{L}$ y $4,00 \text{ mg O}_2/\text{L}$. En cuanto a la DQO registró concentraciones por debajo del límite de cuantificación de la técnica excepto en P6 y P7 ($<10,00 \text{ mg O}_2/\text{L}$), donde obtuvo $11,00 \text{ mg O}_2/\text{L}$ y $10,00 \text{ mg O}_2/\text{L}$ (**Gráfica 86;Gráfica 87**); observándose que las muestras analizadas presentan cumplimiento con el límite de control para la DBO_5 ($<20 \text{ mg}/\text{L}$) indicado como objetivo de calidad para establecidos en la Resolución 00004409 de 2021





de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en clase III, con potencial uso de preservación de flora y fauna. Además, en consideración lo indicado por Carvajal y Esparragoza (2008), quienes indican que los ríos se consideran contaminados cuando el DBO₅ es mayor a 5 mg O₂/L, se establece que las muestras analizadas no presentan un grado de contaminación de acuerdo con su contenido orgánico.

En general, esta ciénaga en años anteriores mostró concentraciones variables; por ejemplo, en el año 2022 se observaron valores más altos, con un máximo de 34,70 mg O₂/L en P7, siendo el mayor valor desde 2017.

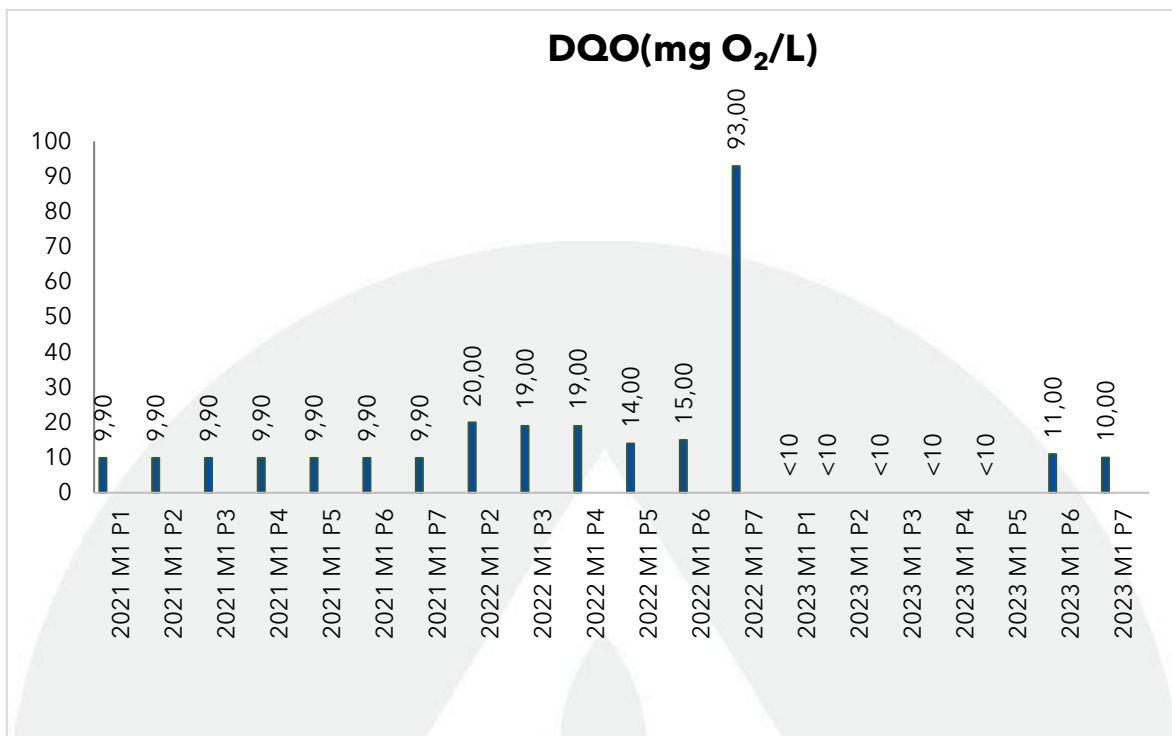


<: Valor por debajo del límite de cuantificación del método de análisis

Gráfica 86. Registros de la DBO₅ (mg O₂/L) en la Ciénaga de Mallorquín en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





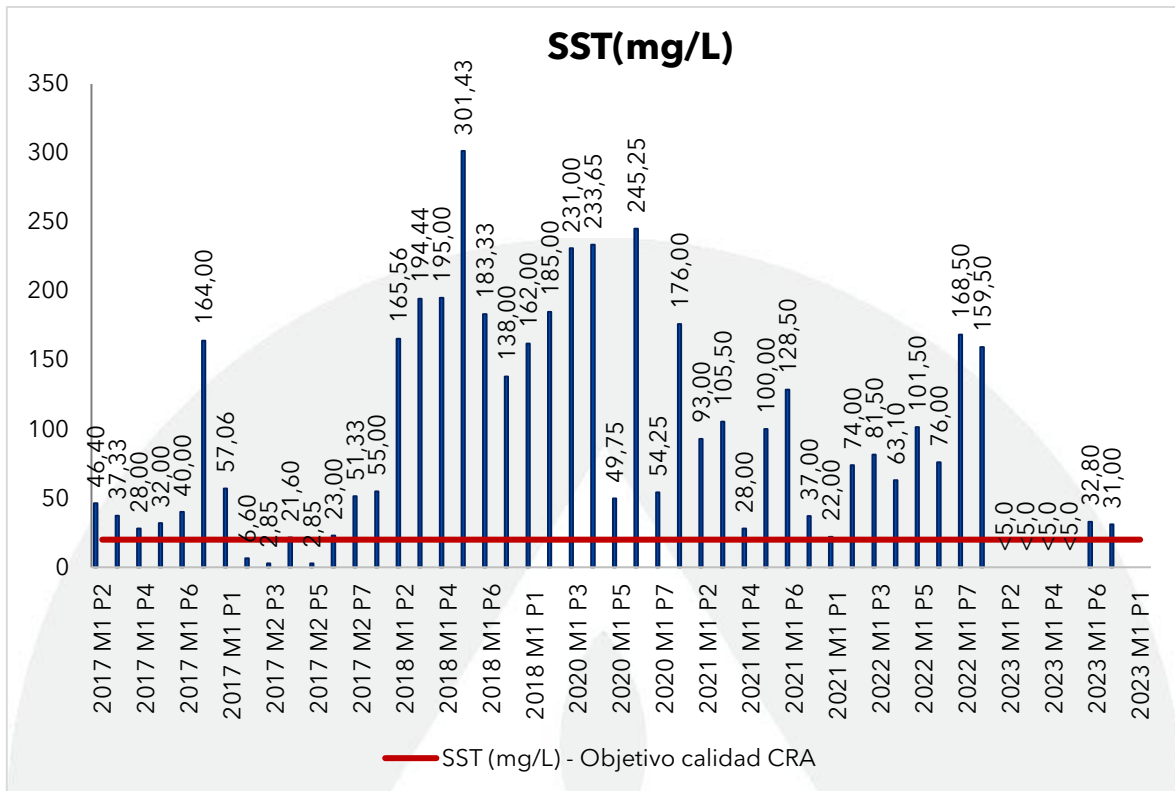
<: Valor por debajo del límite de cuantificación del método de análisis

Gráfica 87. Registros de la DQO (mg O₂/L) en la Ciénaga de Mallorquín en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por su parte, los SST presentaron valores entre un rango de 32,80 y 31,00 mg/L en P6 y P7 respectivamente; mientras que en los puntos P1, P2, P3, P4 y P5 se reportaron concentraciones inferiores al límite de cuantificación empleado por el laboratorio (**Gráfica 88**); observando que únicamente P6 y P7 presentan cumplimiento con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<20 mg/L). Por ende, se establece que las muestras analizadas en estos puntos presentan un alto contenido de sólidos, iones y sustancias disueltas. A través del tiempo, se han reportado diferentes rangos de valores en los años anteriormente monitoreados, que en la mayoría de los casos superan los 20 mg/L, se determina que el cuerpo de agua en estudio presenta gran cantidad de sólidos en suspensión.





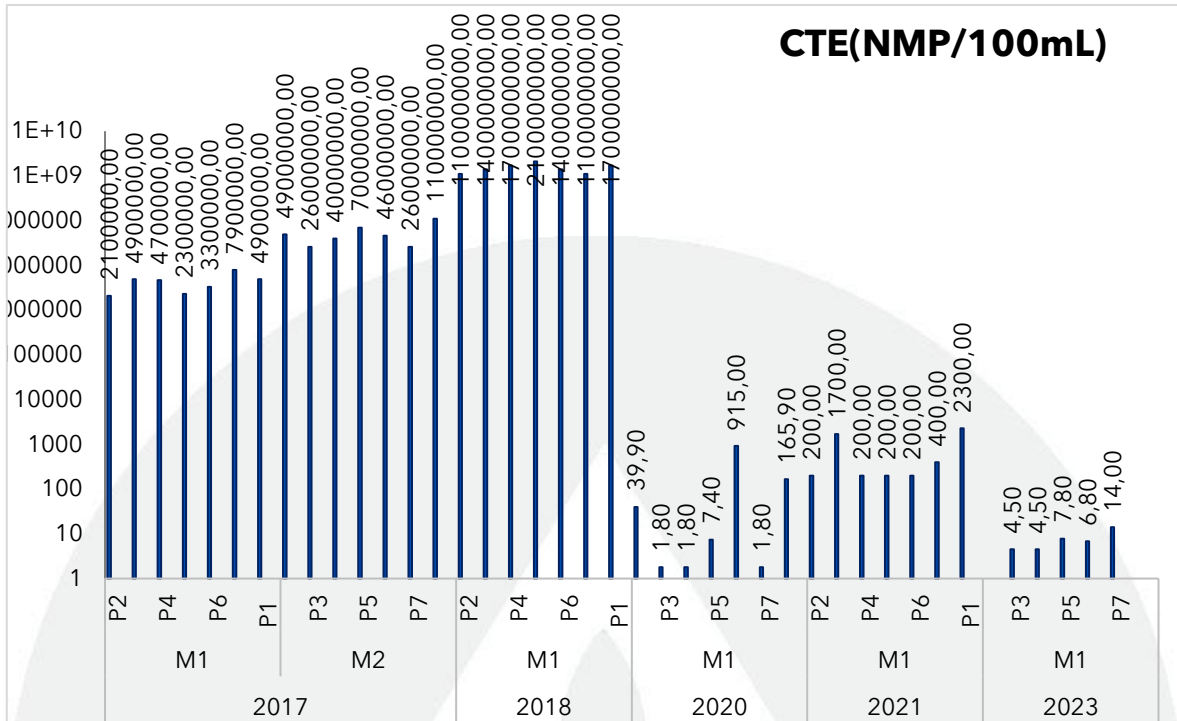
Gráfica 88. Registros de SST (mg/L) en la Ciénaga de Mallorquín en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Los coliformes termotolerantes (CTE) presentaron concentraciones que variaron entre un rango de 4,50 a 14,0 NMP/100 mL; para P1 y P2 se observaron valores por debajo del límite de cuantificación de la técnica (<1,8 NMP/100 mL), los Coliformes totales (CTE) registraron resultados entre un rango de 4,50 a 94,00 NMP/100 mL (**Gráfica 89, Gráfica 90**). De esta manera, se establece que las concentraciones de CT cumplen con los objetivos de calidad establecidos en la Resolución 00004409 de 2021 de la CRA.

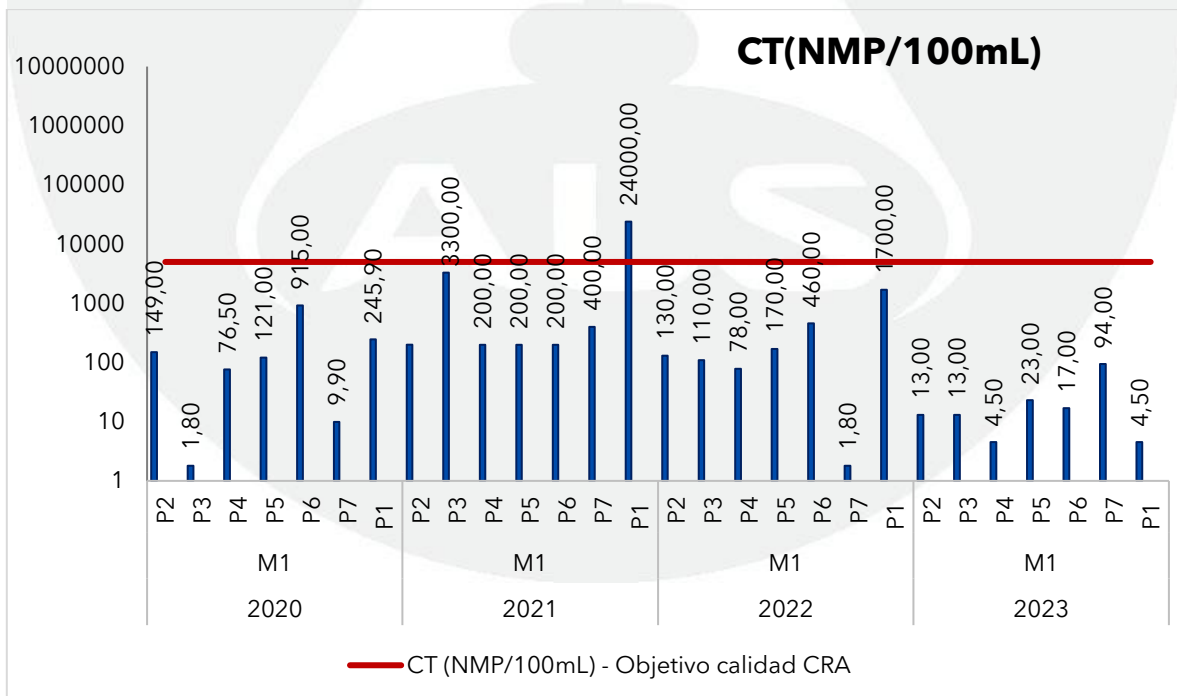
En el histórico de datos se puede observar que las concentraciones CTE y CT han presentado una disminución importante desde el año 2018, registrándose valores máximos de 1700000000 NMP/100 mL para CTE y 24000,00 NMP/100 mL para CT.





Gráfica 89. Registros de Coliformes Totales (CTE) en la Ciénaga de Mallorcaín en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



Gráfica 90. Registros de Coliformes T (CT) en la Ciénaga de Mallorcaín en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



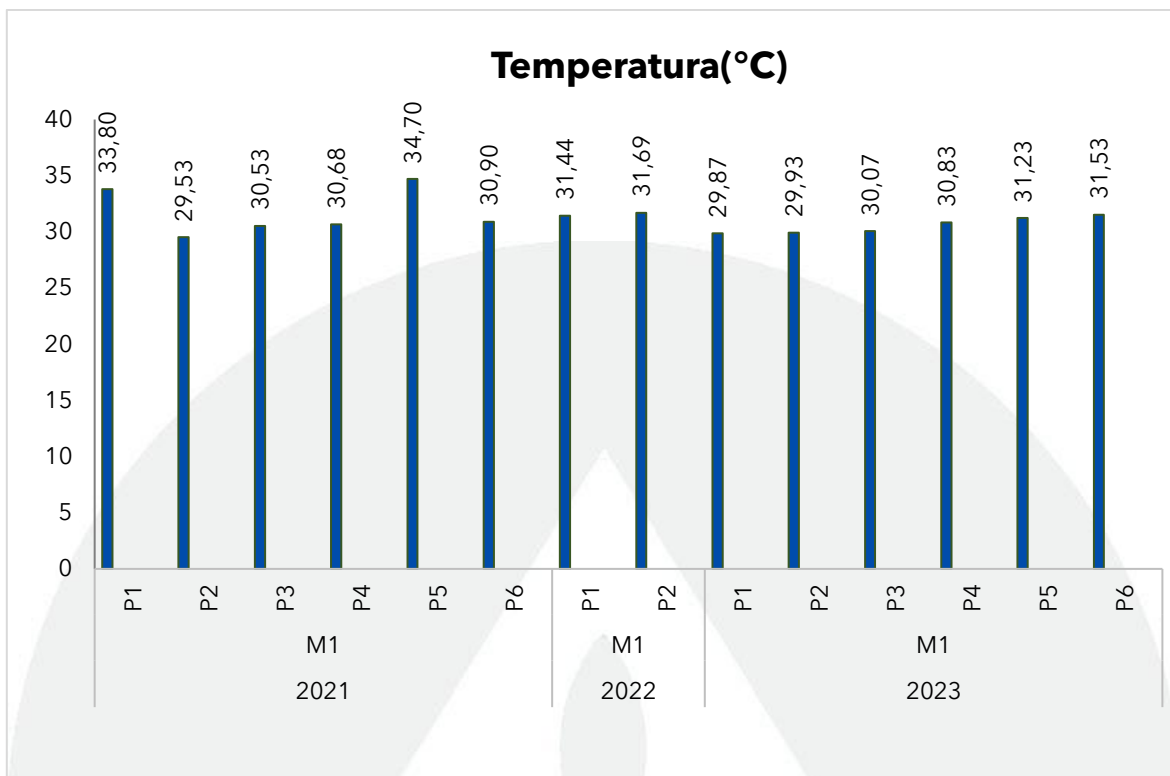


5.2.3 Ciénaga El Rincón

Esta ciénaga, ubicada en el municipio de Puerto Colombia, tiene una profundidad alrededor de 3 metros y una extensión de 38 hectáreas. Se encuentra ubicada dentro de la cuenca hidrográfica de la ciénaga de Mallorquín, en la parte baja del Arroyo León. Cuenta con una subcuenca que aporta caudales de escorrentía superficial, y se encuentra conectada con el cauce del Arroyo León, que aporta considerablemente en temporadas de alto nivel y caudal. Aledaña a esta ciénaga se encuentra una unidad continua que forma un plano alrededor del cuerpo de agua, prolongándose por el bosque ripario, conectándose con el complejo de manglares del plano inundable de la ciénaga de mallorquín y Manatíes. Cumple una función hidráulica vital para el funcionamiento de todo el ecosistema hidrográfico, caracterizado por la amortiguación hidráulica que le brinda a la ciénaga de Mallorquín ante los aportes de los arroyos Grande y León. Entre los aspectos más sobresalientes de su deterioro están la modificación de regímenes hidráulicos, la contaminación fisicoquímica, la sobre explotación de recursos biológicos y la apropiación indebida del sistema cenagoso-ribereno (CRA, 2015).

La temperatura del agua en la Ciénaga El Rincón presentó valores entre 29,87 y 31,53 °C en los diferentes puntos monitoreados (**Gráfica 91**); correspondiéndole el valor más alto al punto P6 y el valor mínimo al punto P1. Cabe resaltar que, la variación de la temperatura de los cuerpos de agua está condicionada a la época climática, es decir, que esta obedece generalmente a circunstancias naturales.





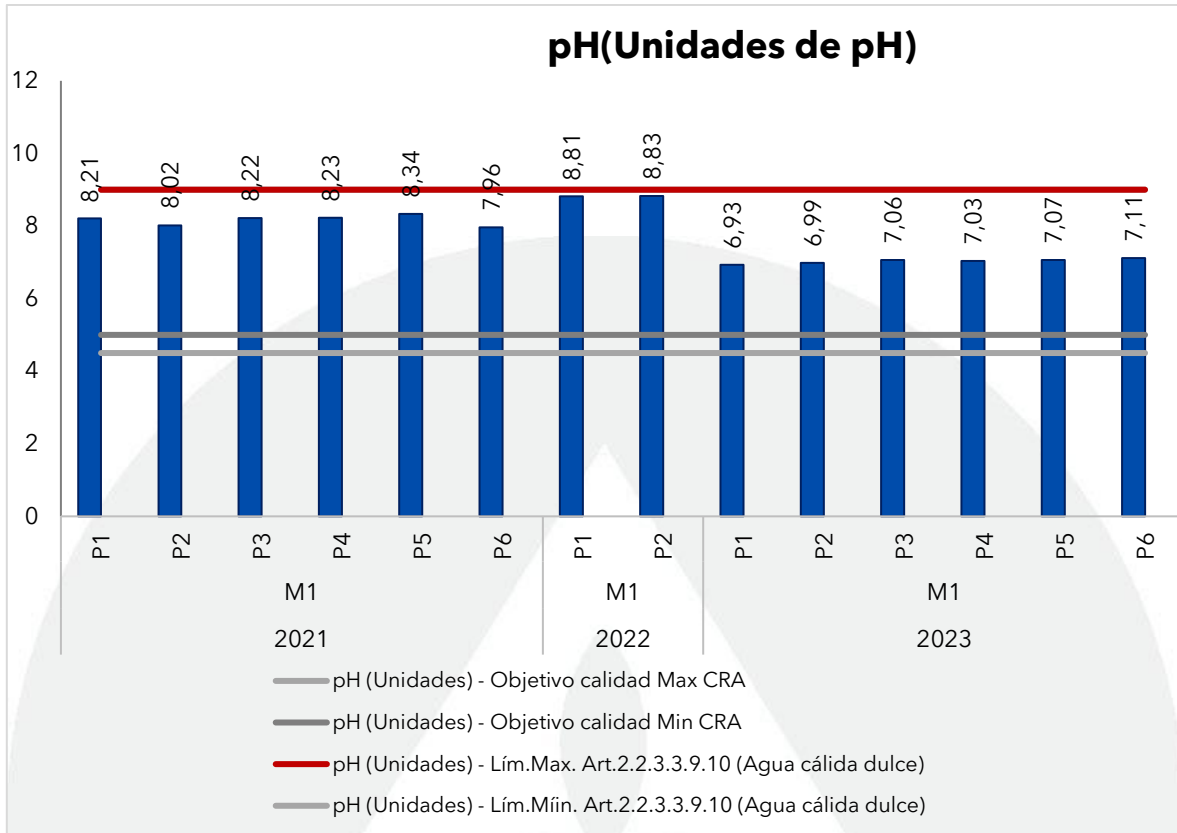
Gráfica 91. Registros de la temperatura en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El pH reportado en la Ciénaga El Rincón durante la última campaña de muestreo ejecutada en el mes de noviembre de 2021 presentó valores entre un rango de 6,93 a 7,11 UpH, indicando características neutras y alcalinas. El anterior comportamiento se relaciona con los resultados reportados en los años anteriores, donde el pH en la ciénaga varió entre 7,96 a 8,83 UpH. El menor valor de pH estaría relacionado con la entrada de aguas tratadas del arroyo León, su principal afluente.

Los resultados obtenidos presentan cumplimiento con los criterios para la preservación de flora y fauna de aguas cálidas dulces (4,5 a 9,0 UpH) del Decreto 1076 de 2015 y los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021, para la preservación de flora y fauna (límite de control de 5,0 a 9,0 UpH (**Gráfica 92**)).



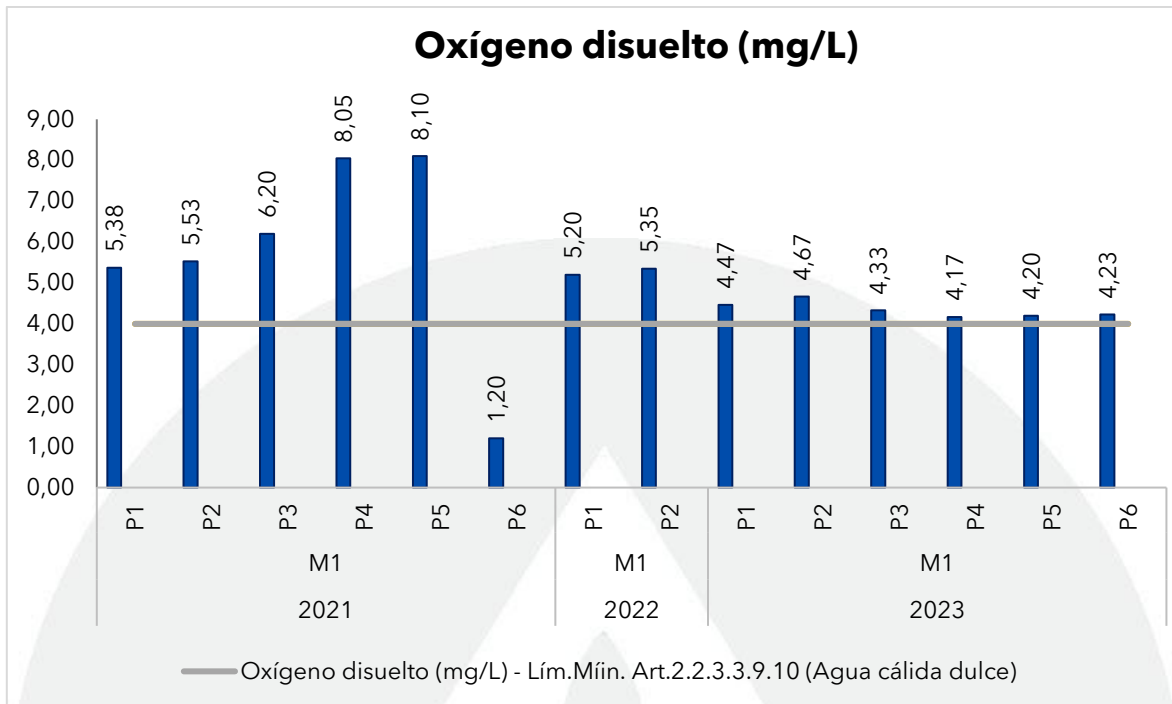


Gráfica 92. Registros del pH en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Los resultados del oxígeno disuelto se presentaron entre un rango de 4,17 a 4,67 mg/L (**Gráfica 93**), Estos resultados cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021 (>4 mg/L) y con el criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del 2015. Con relación a los monitoreos anteriores se observa una disminución en las concentraciones de oxígeno, a excepción del punto P6 que reportó el valor más bajo en 2021.



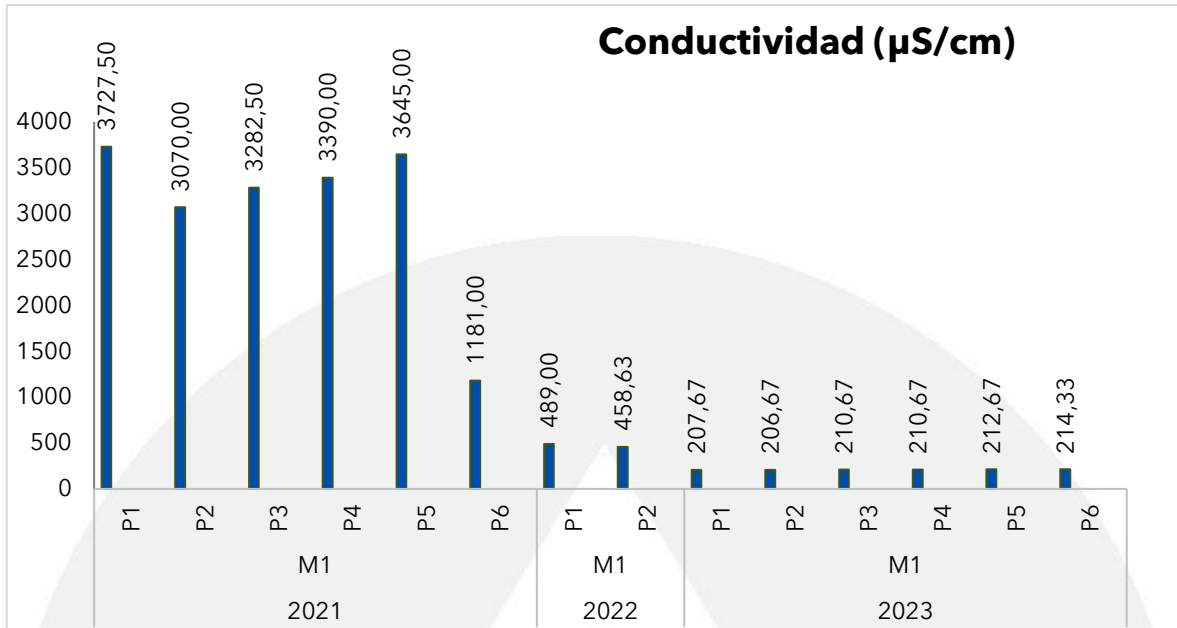


Gráfica 93. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por otro lado, la conductividad presentó entre un rango de 206,67 a 214,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**Gráfica 94**), estos resultados demuestran que el agua analizada presenta una mineralización importante. Lo anterior indica que el agua en esta ciénaga presenta concentración de sólidos, iones y sales disueltas.



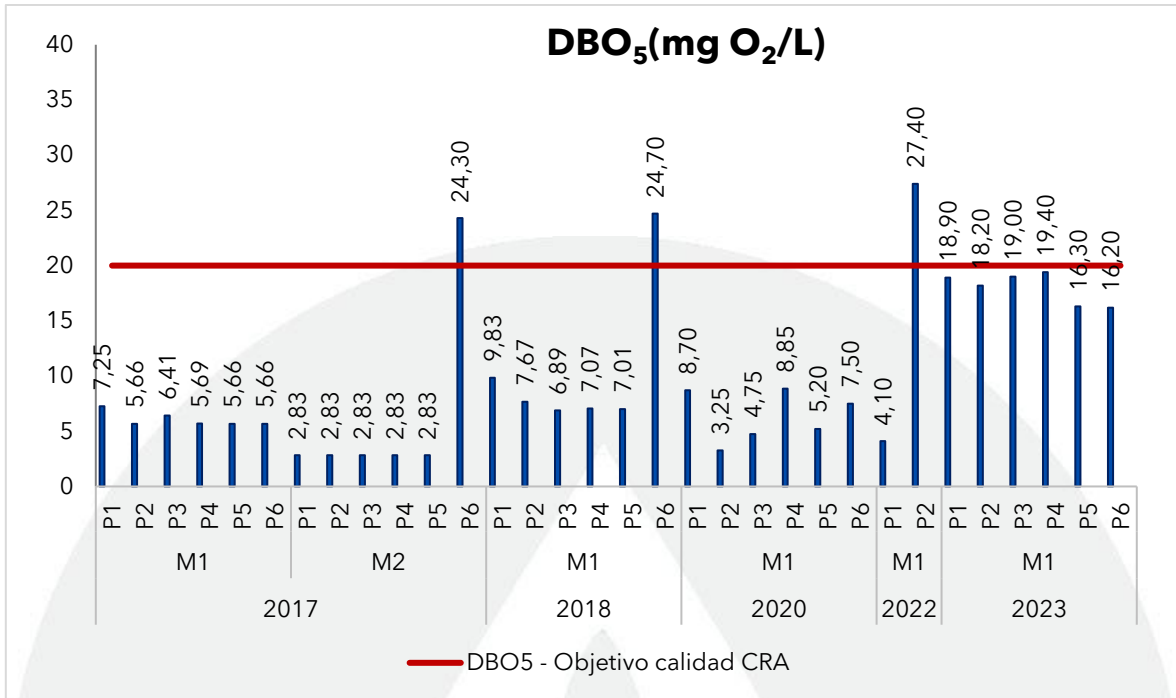


Gráfica 94. Registros de la conductividad en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

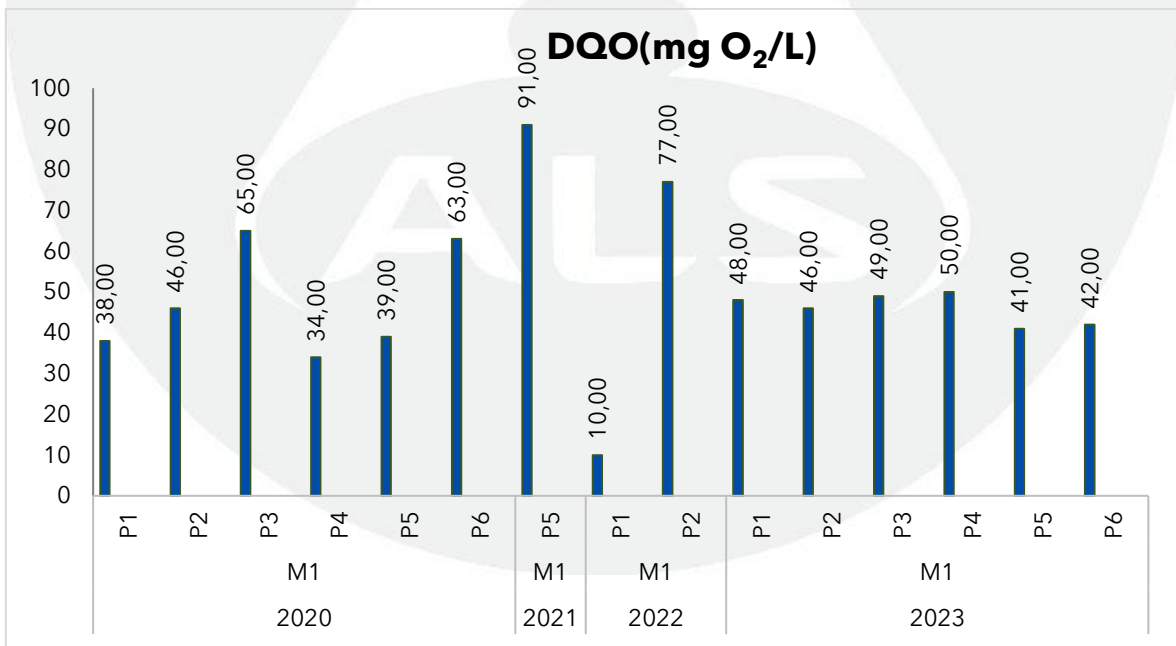
La DBO₅ presentó valores en un rango de 16,20 mg O₂/L a 19,40 mg O₂/L evidenciando cumplimiento con respecto al objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<20 mg/L) (**Gráfica 95**). Con relación a los monitoreos anteriores, se observaron valores máximos en 2022 y 2018 para P2 y P6 respectivamente con concentraciones de 24,70 mg O₂/L. En cuanto a la DQO, registró concentraciones entre 41,00 mg O₂/L a 50,00 mg O₂/L que resultan en una disminución con relación al monitoreo en 2022 (**Gráfica 96**).





Gráfica 95. Registros de la DBO₅ en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



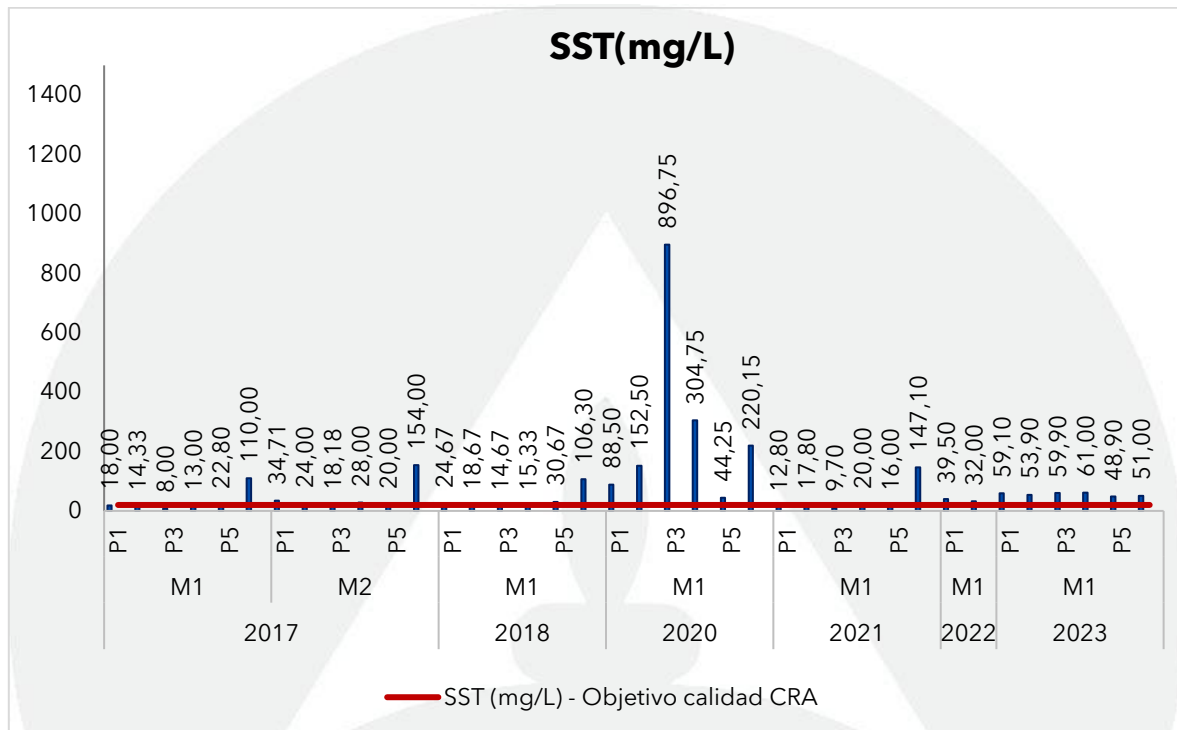
Gráfica 96. Registros de la DQO en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





Por su parte, los SST presentaron valores de 48,90 a 61,00mg/L (**Gráfica 97**); observando que los puntos monitoreados no cumplieron con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<20 mg/L). Con relación a los monitoreos anteriores se observaron valores más altos, con un máximo de 896,75 mg/L en P3.

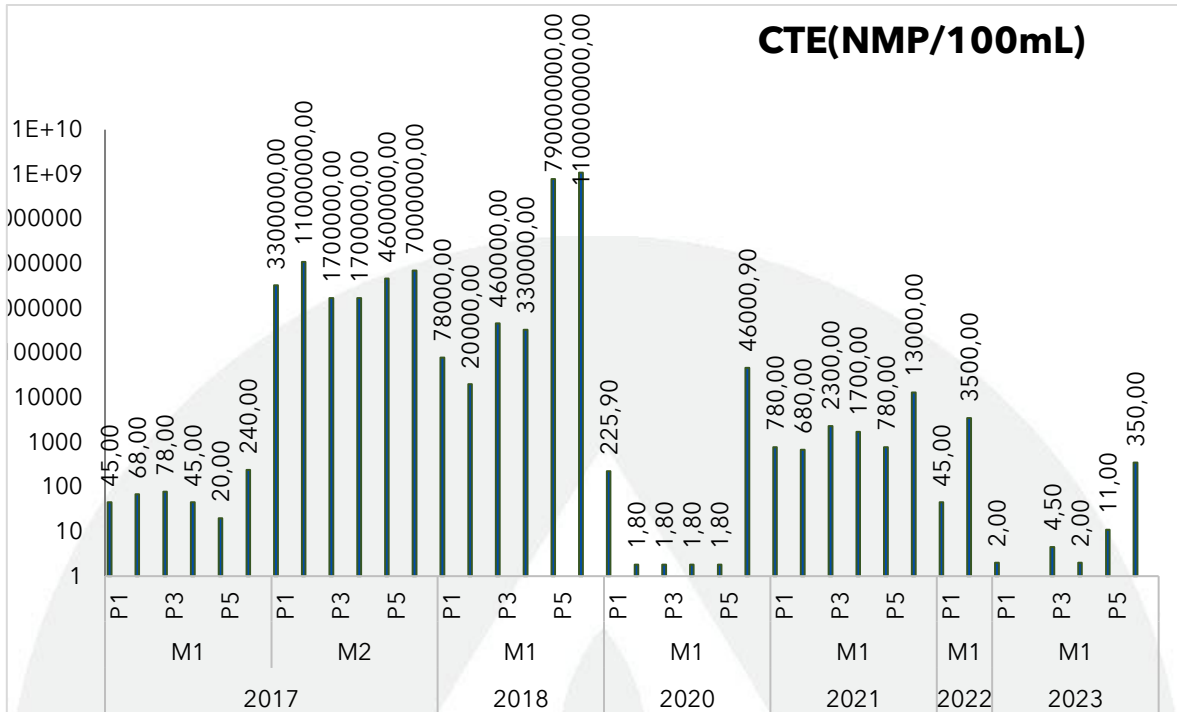


Gráfica 97. Registros de SST en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

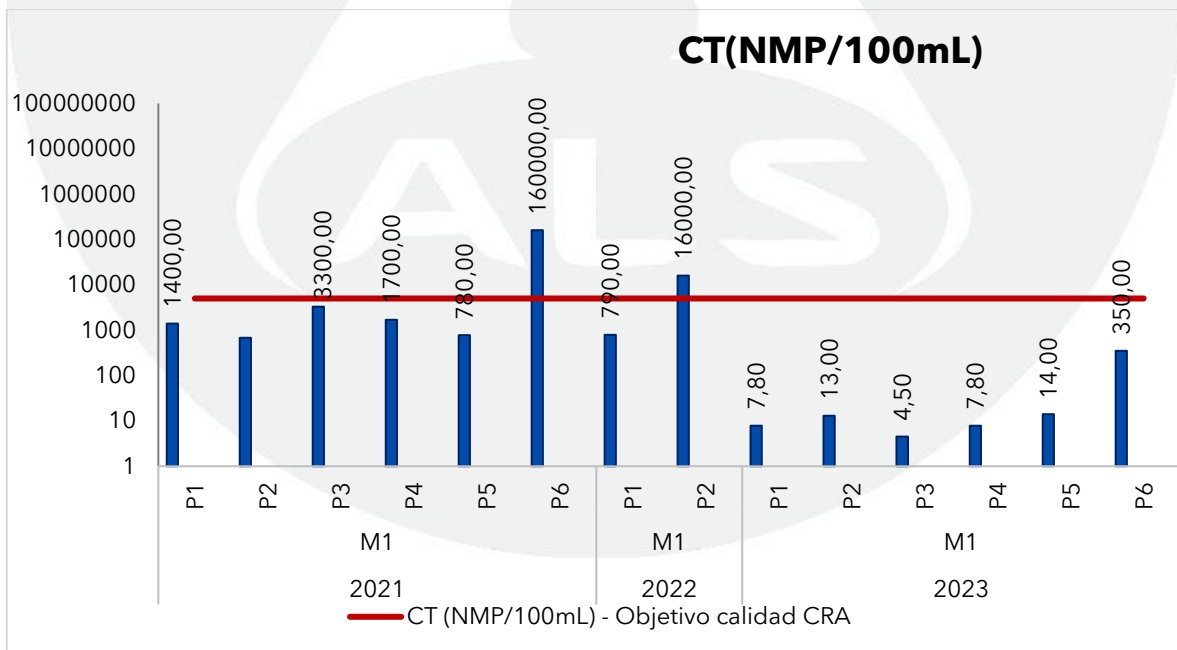
Los Coliformes Termotolerantes (CTE) presentaron concentraciones que variaron entre 2,00 a 3500,00 NMP/100 mL; solo el punto P2 reportó valores por debajo del límite de cuantificación de la técnica (<1,8 NMP/100 mL). En cuanto a los coliformes totales, se registraron concentraciones entre 4,50 NMP/100 mL y 3500,00 NMP/100 mL evidenciando cumplimiento con respecto al objetivo de calidad establecido por la CRA (<5000 NMP/100 mL) (**Gráfica 98 y Gráfica 99**). En cuanto a los monitoreos anteriores se observa un máximo de 1100000000 NMP/100 mL en 2018 para CTE y de 160000 NMP/100 mL en 2021 para CT.





Gráfica 98. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga El Rincón en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



Gráfica 99. Registros de coliformes Totales (CT) en la Ciénaga El Rincón en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



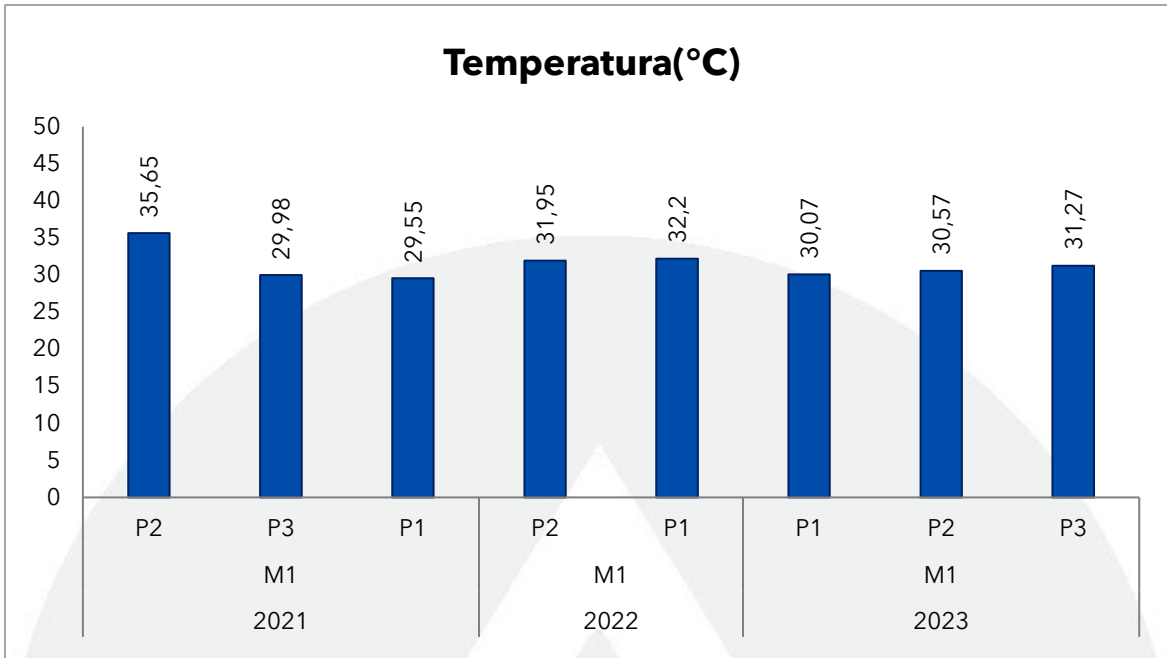


5.2.4 Ciénaga de Balboa

Esta ciénaga tiene una extensión aproximada de 7,8 hectáreas, con profundidad aproximada de 1,2 m. Se encuentra localizada en el municipio de Puerto Colombia, al que le debe su nombre original (Ciénaga de Puerto Colombia), originada a partir de los cambios morfológicos, presentadas en la línea de costa debido a la construcción de los tajamares de Bocas de Ceniza separada del mar por una barrera de arena que permanece cerrada durante la marea baja, lo que impide el intercambio hídrico y el aumento de salinidad del ecosistema. Limita al norte con la cuenca del Arroyo Grande, por el oeste con el Mar Caribe, desde la cuenca del arroyo Grande hasta las faldas del Cerro Morro Hermoso en límites con el municipio de Tubará, al sur con la falda del Cerro Hermoso, y al este con los barrios Miramar, Centro, viejo Muelle, La Rosita, Urba terminal, Vistamar, la falda del Cerro La Rosita y la falda del Cerro Morro Hermoso (Ortiz y Morgado, 2009). Dentro de sus principales funciones se destaca la regulación del régimen hidrológico, hábitat de especies de flora y fauna, y soporte para actividades como la pesca de peces y camarones. Los principales tensores son los vertimientos de aguas residuales sin tratamiento, la disposición inadecuada de residuos sólidos y la baja cobertura de sistemas de saneamiento básico (Ortiz y Morgado, 2009).

La temperatura del agua en la Ciénaga de Balboa presentó valores de 30,07, 30,57 y 31,27 °C en los puntos 1, 2 y 3, respectivamente (**Gráfica 100**).



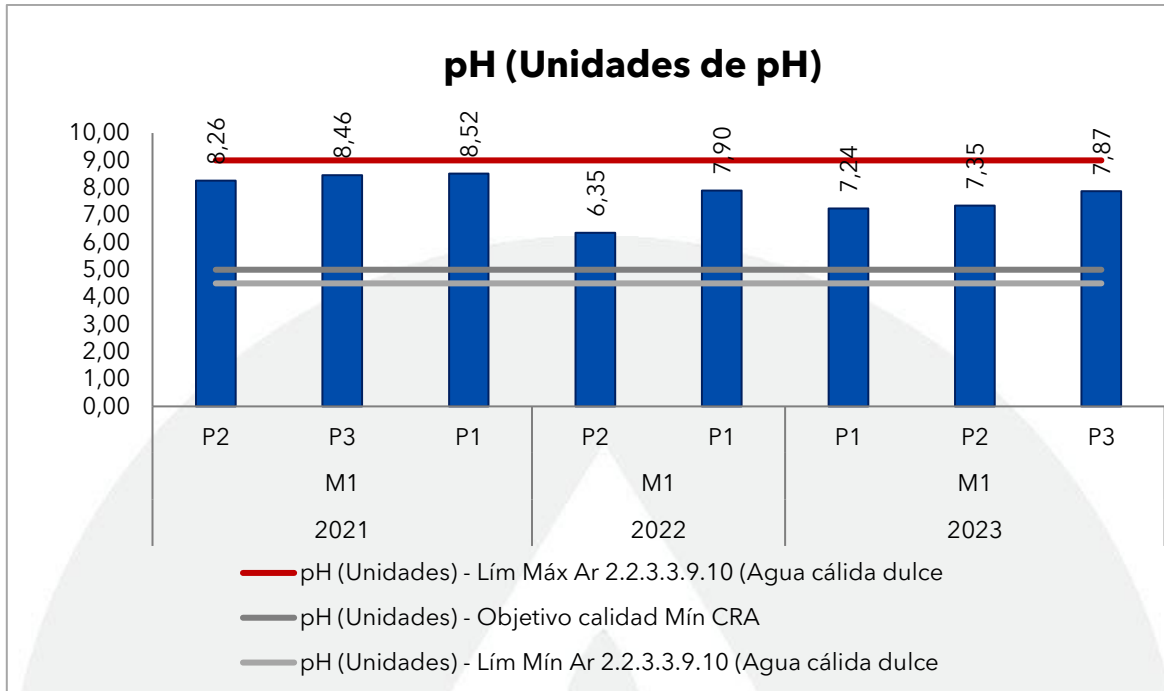


Gráfica 100. Registros de la temperatura en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El pH reportado en la Ciénaga de Balboa durante la última campaña de muestreo ejecutada en el mes de julio y agosto de 2023 presentó valores de 7,24, 7,35 UpH y 7,87 UpH, en los puntos 1, 2 y 3, respectivamente. Al existir un mayor número de compuestos de carga negativa en el agua de mar, el pH suele ser levemente alcalino, presentando un valor promedio de 8,41 (Broecker, 1974). En cambio, el agua de origen continental tiende a valores neutros de 7,0. Es decir, los registros de pH en lagunas costeras, debido al intercambio entre aguas marinas y continentales suele variar entre estos valores. Cabe resaltar que, los valores obtenidos en los otros años monitoreados (2018 y 2017) Lo que permite evidenciar que se cumple con los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021, para la preservación de flora y fauna (límite de control de 5,0 a 9,0 UpH). Con relación a los valores registrados en los años anteriores se evidencia un leve descenso y un aumento en P1 desde el año anterior (2022) (**Gráfica 101**).



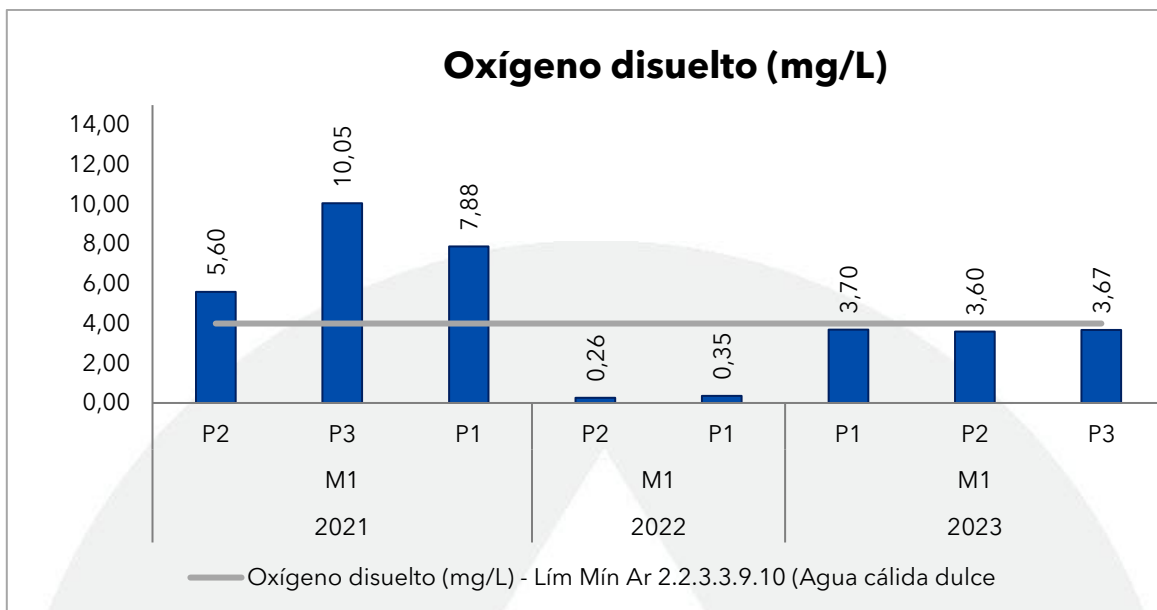


Gráfica 101. Registros del pH en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Para los resultados del oxígeno disuelto se registraron valores de 3,70, 3,60 y 3,67 mg/L, en los puntos 1, 2 y 3, respectivamente (**Gráfica 102**). Estos resultados presentan desviación con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021 (>4 mg/L) y con el criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del 2015, indicando que la vida acuática se encuentra bajo fuerte presión, pudiendo causar la muerte por falta de oxígeno. Por otra parte, estos valores bajos de oxígeno disuelto, indicativos de condiciones de hipoxia, pueden ser consecuencia de la eutrofización de las aguas (Lanza Espino, G. d. I., & Hernández Pulido, S., 2019). En comparación con el monitoreo en 2022 las concentraciones de oxígeno aumentaron significativamente.



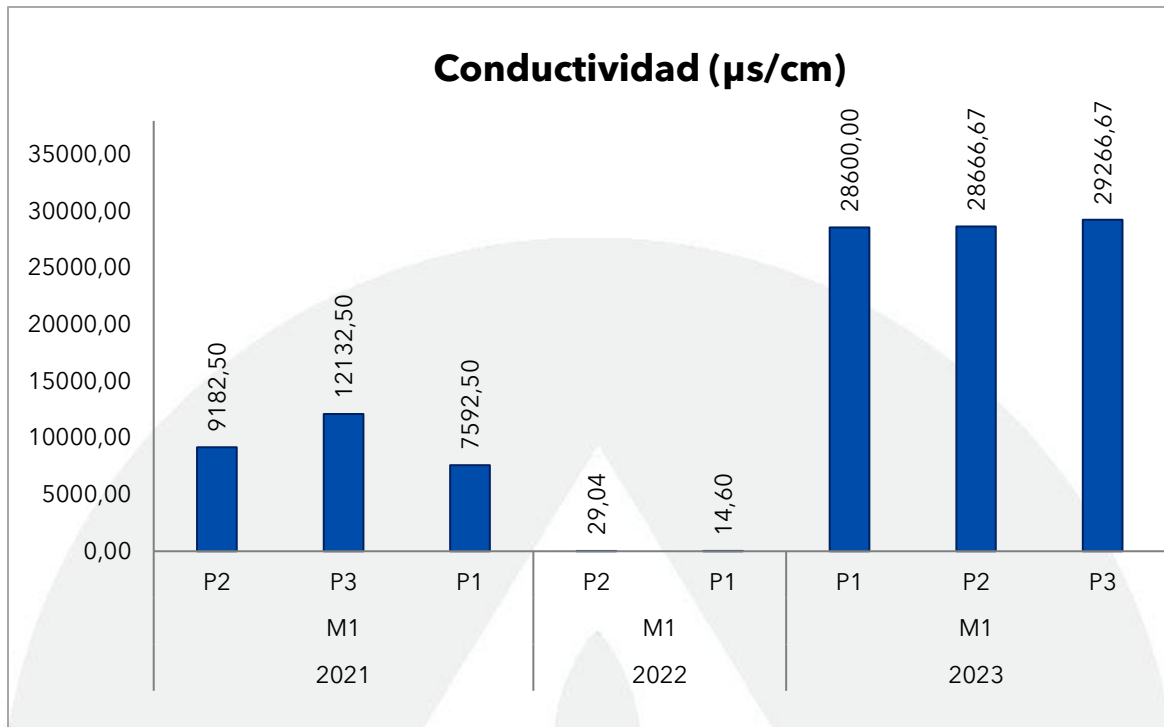


Gráfica 102. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023

Por otro lado, la conductividad presentó valores de 28600,00, 28666,67 y 29266,67 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en los puntos 1, 2 y 3, respectivamente (**Gráfica 103**). Determinando de este modo que las muestras analizadas presentan una mineralización alta, ya que se obtuvieron valores superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Con relación a los monitoreos anteriores se evidencia un descenso notable en los valores de conductividad.



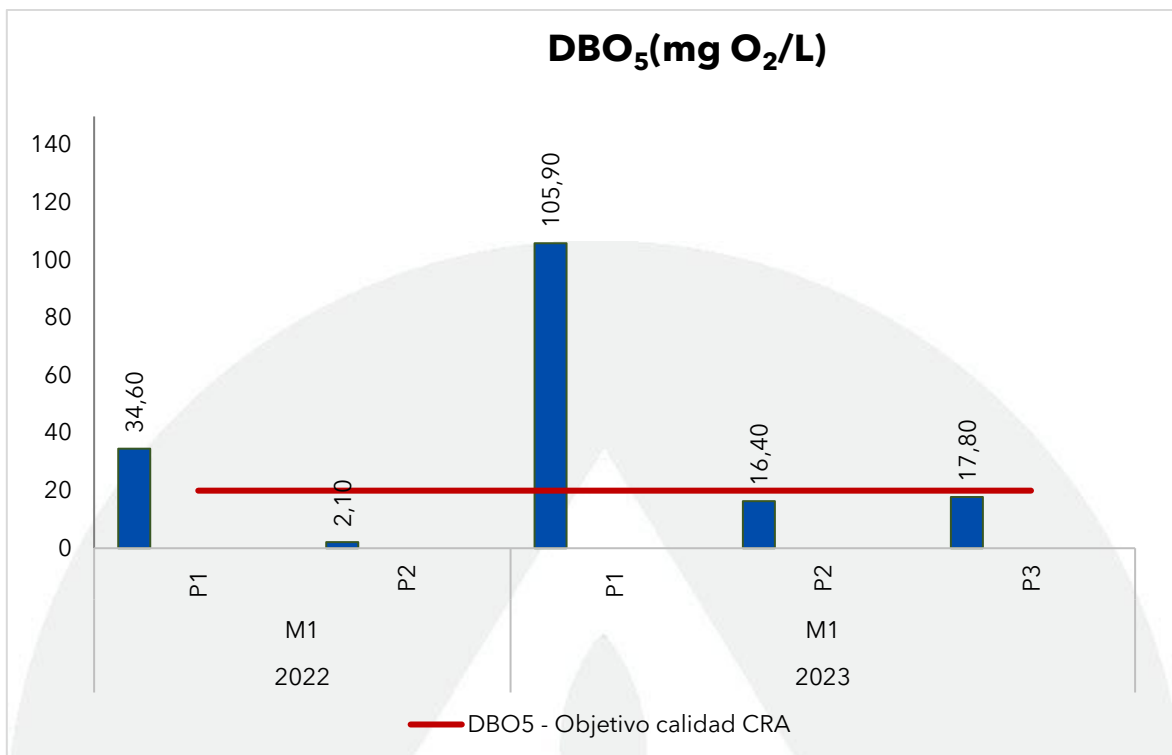


Gráfica 103. Registros de la conductividad en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023

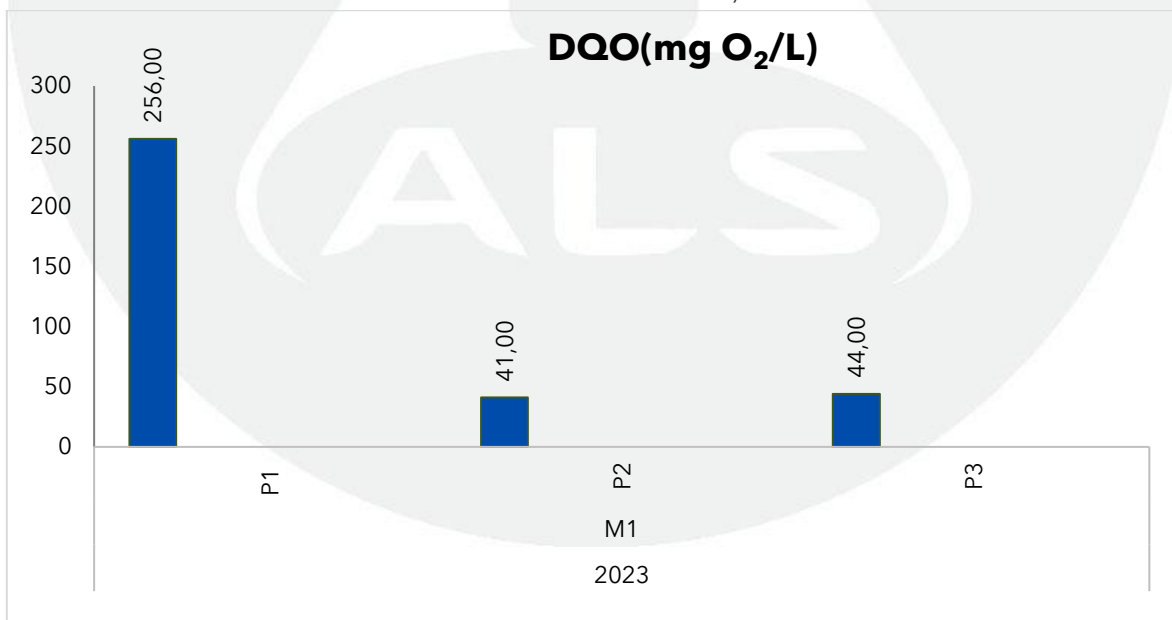
La DBO_5 presentó valores entre 16,40 $\text{mg O}_2/\text{L}$ y 105,90 $\text{mg O}_2/\text{L}$ en la ciénaga Balboa relacionando su máximo en P1; mientras que la DQO obtuvo un rango de variación de 41,00 $\text{mg O}_2/\text{L}$ a 256,00 $\text{mg O}_2/\text{L}$ (**Gráfica 104, Gráfica 105**); observándose que los puntos P2 y P3 presentan cumplimiento con el límite de control para la DBO_5 (<20 mg/L) indicado como objetivo de calidad de la CRA; mientras que el punto P1 presenta desviación. En general, esta ciénaga con relación al monitoreo en 2022 mostró una disminución para la DBO_5 .





Gráfica 104. Registros de la DBO₅ en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023

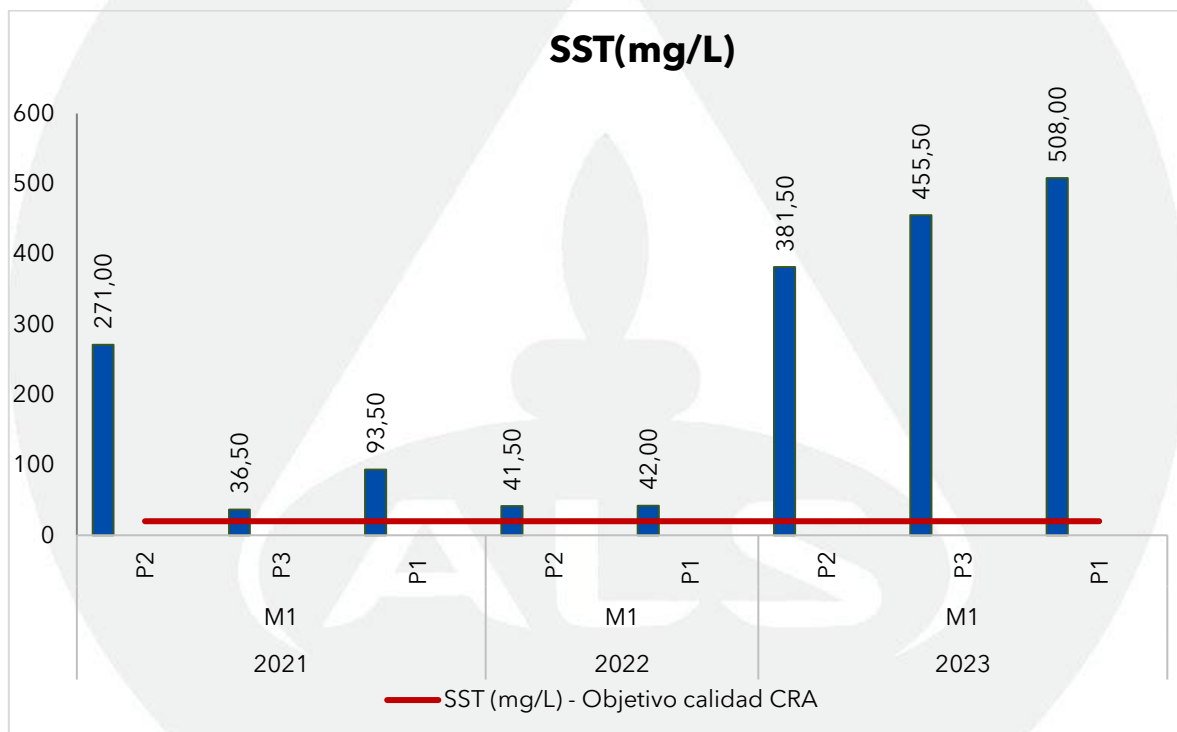


Gráfica 105. Registros de la DQO en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023



Los SST presentaron valores de 381,50 a 508,00 mg/L en los puntos de monitoreo (**Gráfica 106**); observando desviación de acuerdo con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<20 mg/L). Por ende, se establece que las muestras tomadas presentan una alta concentración sólidos. De acuerdo con el comportamiento histórico se evidencia un incremento notable desde el monitoreo en 2021, cuyos valores superaron también el valor propuesto como objetivo de calidad para la cuenca por la CRA. Por ende, de acuerdo con las concentraciones de sólidos reportados, se establece que el agua de la ciénaga de Balboa no presenta una calidad aceptable con relación a este parámetro.



Gráfica 106. Registros de SST en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

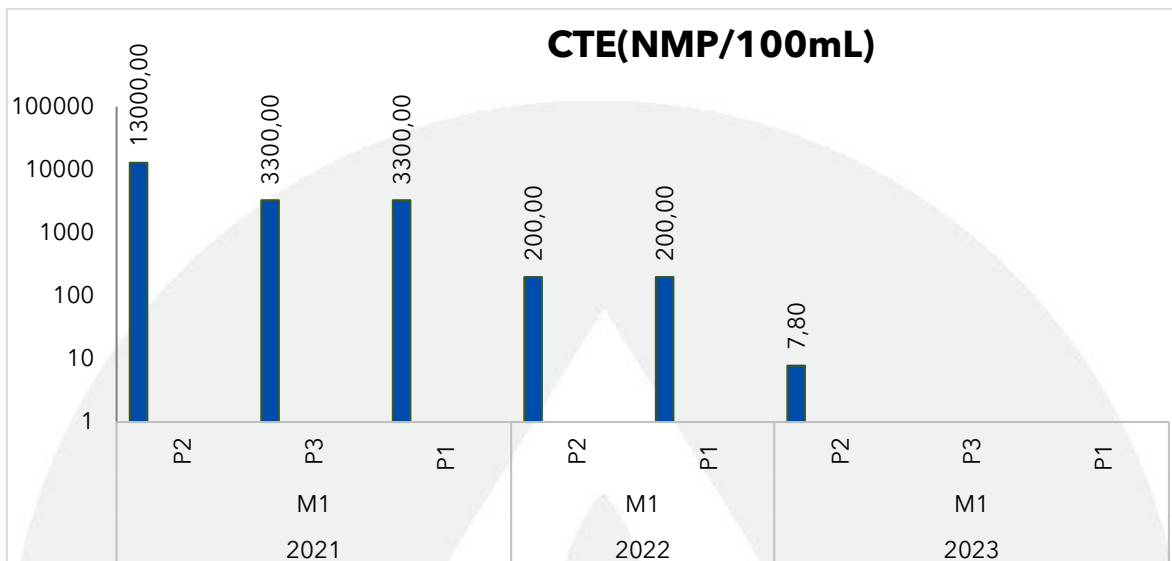
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Los Coliformes Termotolerantes (CTE) presentaron concentraciones de 7,80 NMP/100 mL en P3; mientras que en P1 y P2 se reportaron valores por debajo del límite de cuantificación de la técnica (<1,8 NMP/100 mL). En cuanto a los Coliformes Totales (CT) registraron valores de 4,00 a 7,80 NMP/100 mL en los puntos 2 y 1 respectivamente,



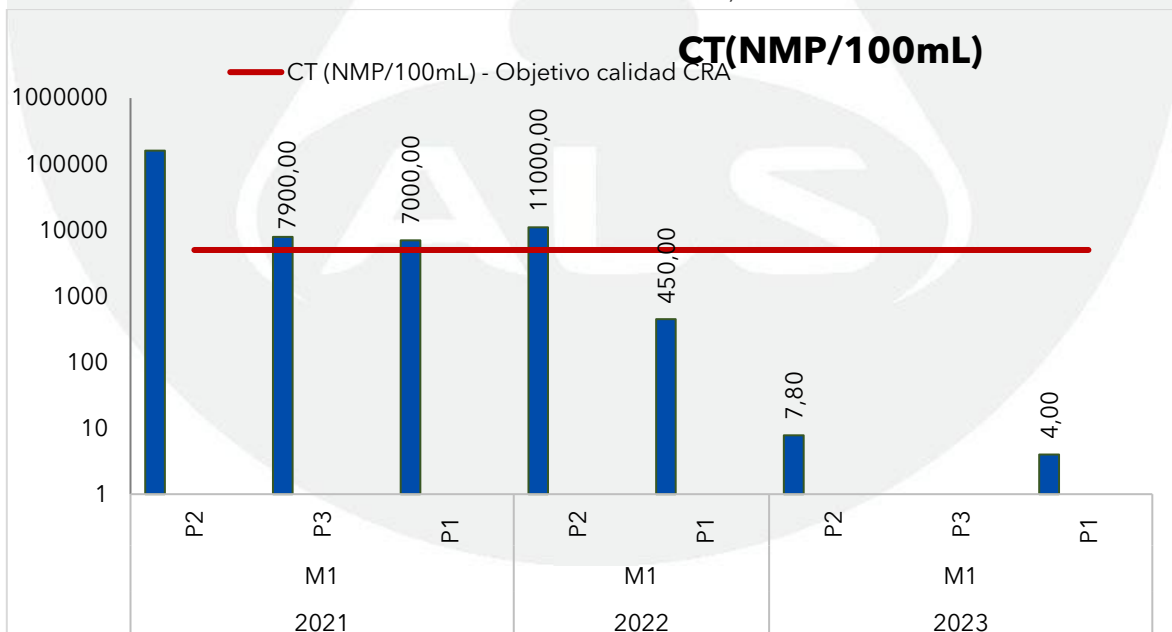


evidenciando cumplimiento con respecto al objetivo de calidad establecido por la CRA para CT (<5000 NMP/100) (**Gráfica 107** y **Gráfica 108**).



Gráfica 107. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



Gráfica 108. Registros de coliformes Totales (CT) en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad

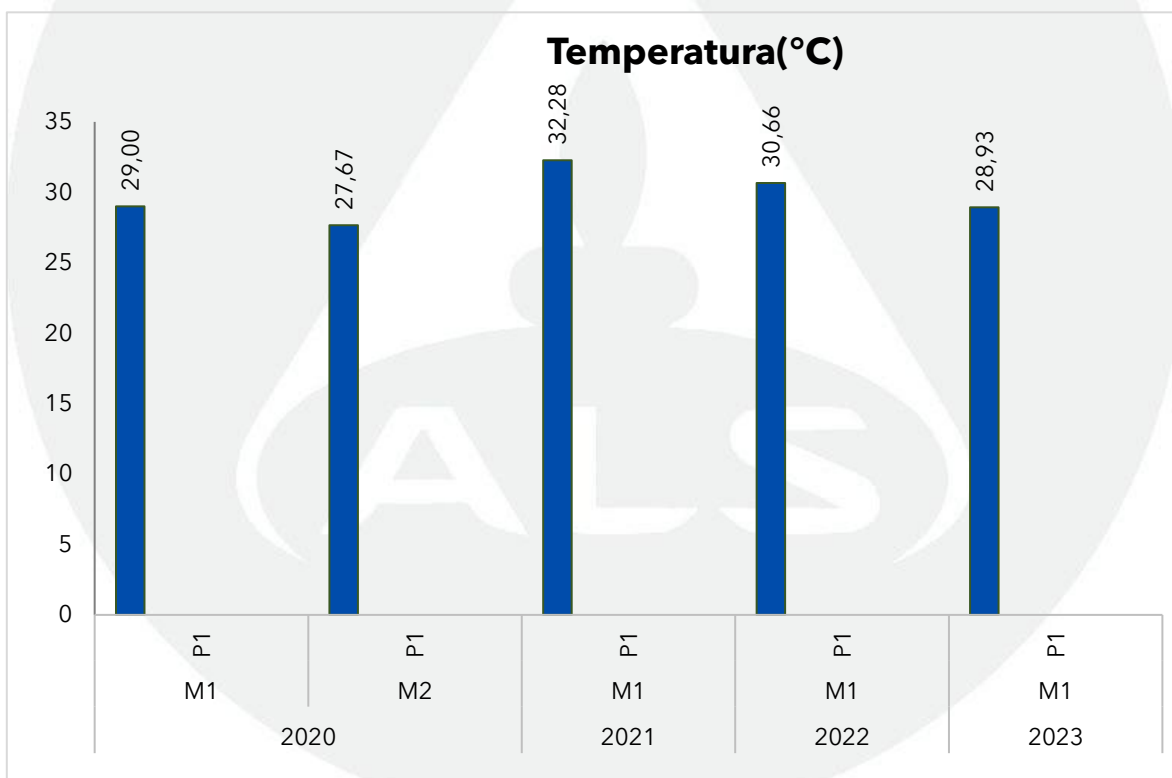
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





5.2.5 Ciénaga Los Manatíes

La temperatura del agua en la Ciénaga Los Manatíes presentó un valor de 28,93°C en el punto monitoreado (**Gráfica 109**); La temperatura de los cuerpos de agua suele estar relacionada con la temperatura ambiental (Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, 2022), es decir, las variaciones de este parámetro están condicionadas a la época climática, por tal motivo, en los cuerpos de agua del departamento del Atlántico, donde no existen temporadas climáticas marcadas, los valores de temperatura no suelen tener grandes fluctuaciones durante todo el año. El registro histórico permitió evidenciar valores máximos en 2021 y 2022 con 32,28°C y 30,66°C respectivamente; estas temperaturas son propias de los cuerpos de aguas de zonas costeras tropicales.



Gráfica 109. Registros de la Temperatura (°C) en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

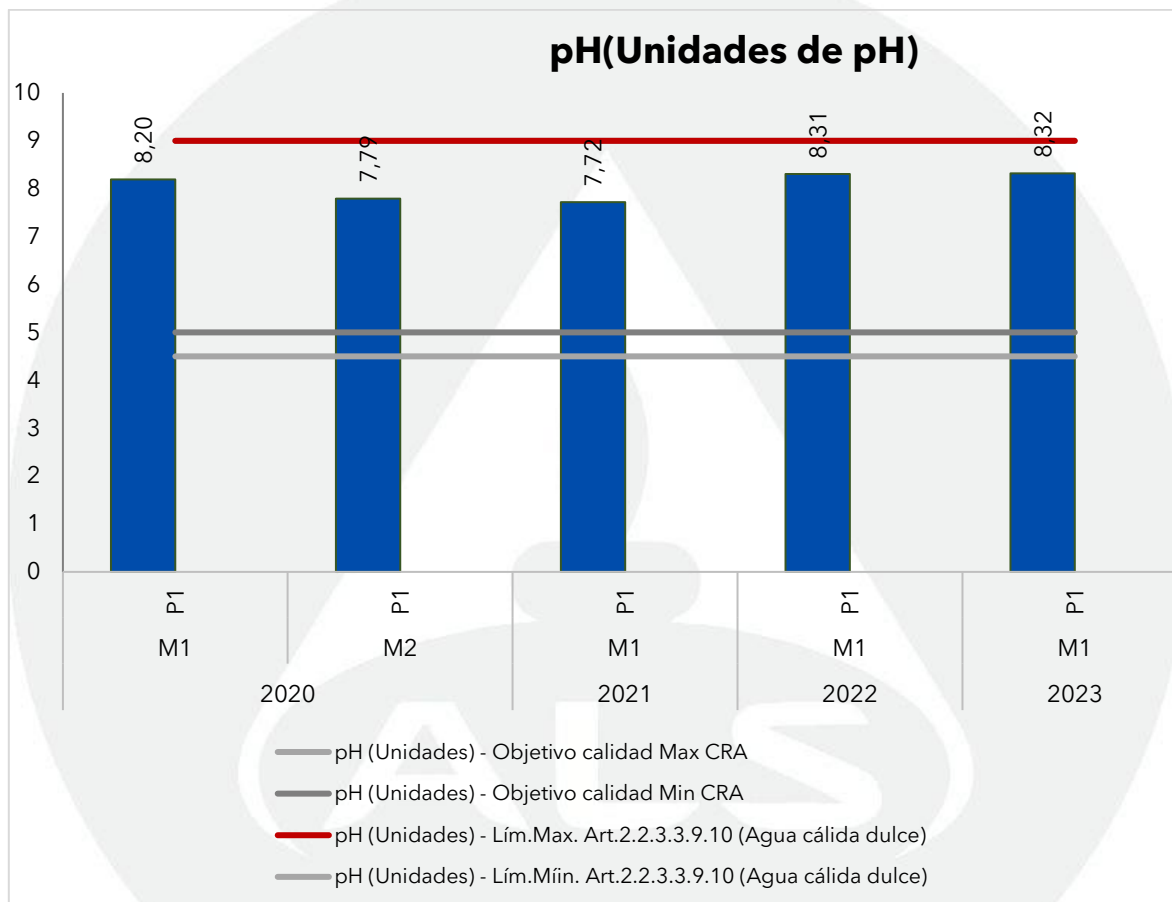
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El pH reportado en la Ciénaga Los Manatíes durante la última campaña de muestreo ejecutada en 2023 presentó un valor de 8,32 UpH, correspondiente a un pH alcalino. El





anterior comportamiento se relaciona con los resultados reportados en el año anterior (2022) y en el 2020, donde se obtuvieron valores alcalinos. De esta manera, se establece el cumplimiento con los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021, para la preservación de flora y fauna (límite de control de 5,0 a 9,0 UpH) (**Gráfica 110**).



Gráfica 110. Registros del pH en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

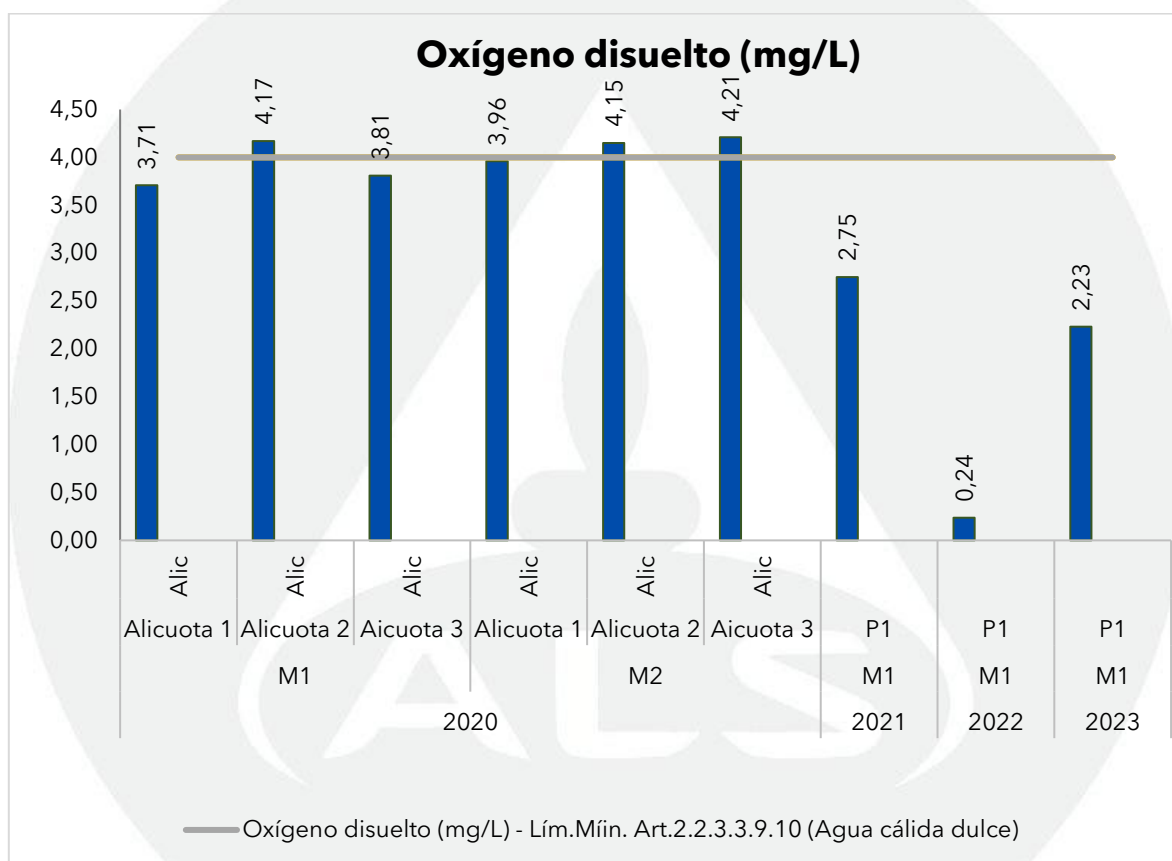
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Para el oxígeno disuelto se obtuvo un resultado de 2,23 mg/L, por ende, presenta desviación al objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021 (>4 mg/L), ni al criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del 2015. Este valor indica que el cuerpo de agua monitoreado no presenta una óptima concentración de oxígeno para el desarrollo de la vida acuática, ya que estos seres se encuentran bajo fuerte presión e incluso se podría originar la muerte de peces





debido a la baja disponibilidad de oxígeno en el medio. En comparación con el monitoreo realizado en el 2022 se observa un incremento considerable de las concentraciones de oxígeno, ya que se obtuvo un valor de 0,24 mg/L, en donde tampoco se dio cumplimiento a la normativa; por el contrario, en el año 2021 se observó un valor de 2,75 mg/L; mientras que para 2020 se registraron concentraciones entre 3,71 mg/L a 4,21mg/L(**Gráfica 111**).



Gráfica 111. Registros del oxígeno en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

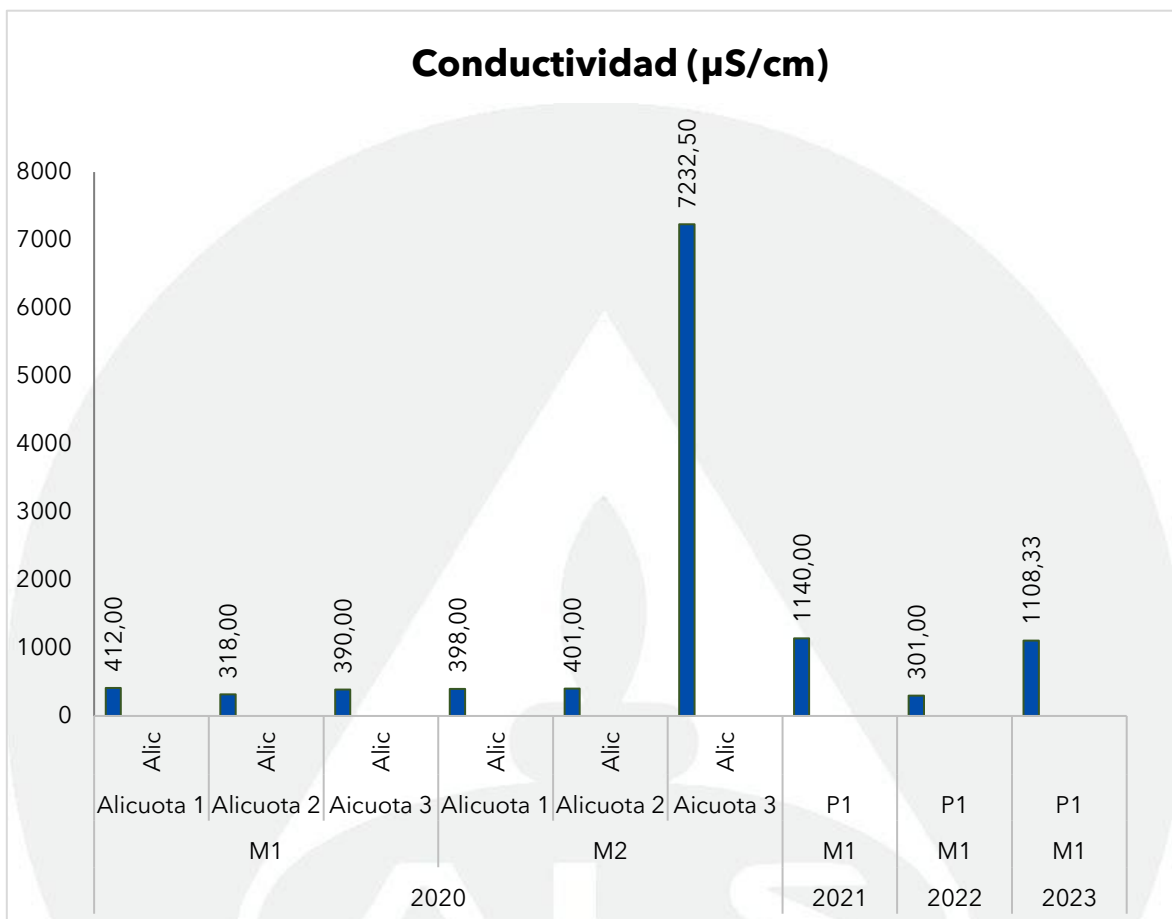
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por otro lado, la conductividad presentó un resultado de 1108,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**Gráfica 112**), el cual demuestra que el agua analizada presenta una mineralización excesiva. Lo anterior indica que el agua en esta ciénaga presenta una importante concentración de sólidos, iones y sales disueltas. Con relación a los registros en 2021 y 2022 se observó una





disminución de esta variable; mientras que en 2020 se obtuvo un máximo de 7232,50 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Gráfica 112. Registros de la conductividad en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

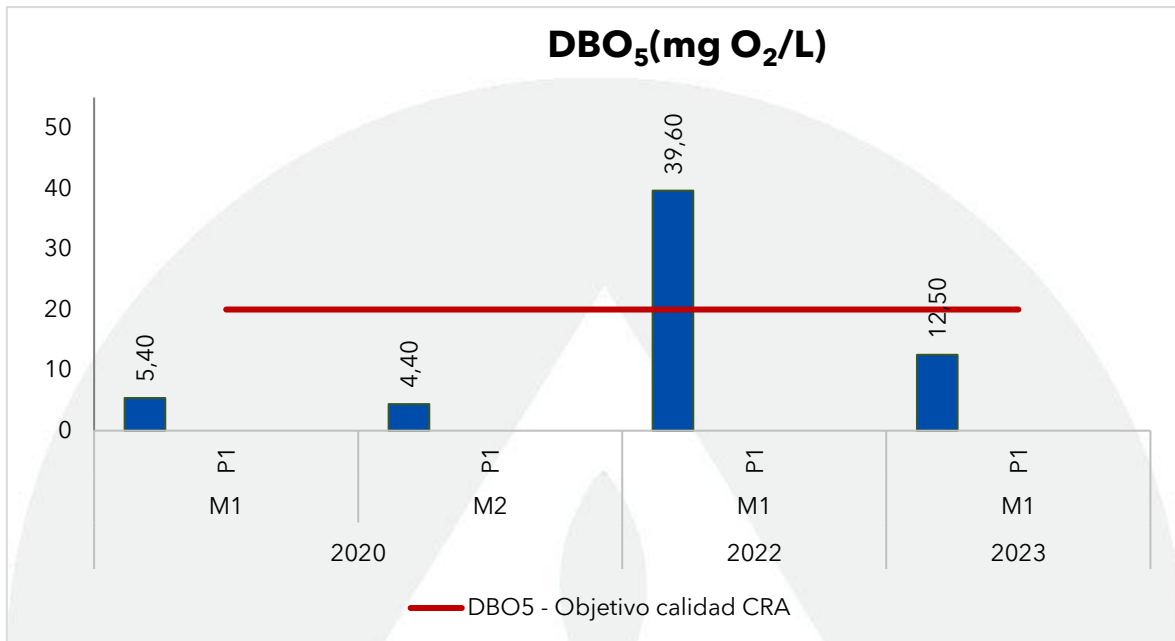
Para DBO_5 se obtuvo un valor de 12,50 $\text{mg O}_2/\text{L}$, indicando que la muestra analizada presenta cumplimiento con respecto al objetivo de calidad por la CRA indicado en la Resolución 0000449 de 2021 para las cuencas y tramos ordenados en clase III, con potencial uso de preservación de flora y fauna. Por su parte, la DQO presentó un valor de 21,00 $\text{mg O}_2/\text{L}$. No existe un criterio definido para evaluar la calidad de esta variable en Colombia (**Gráfica 113; Gráfica 114**).

Con relación a los resultados reportados en el año anterior, se obtuvieron valores de DBO_5 iguales a 39,60 $\text{mg O}_2/\text{L}$ en 2022, cumpliendo con el objetivo de calidad. Para 2020



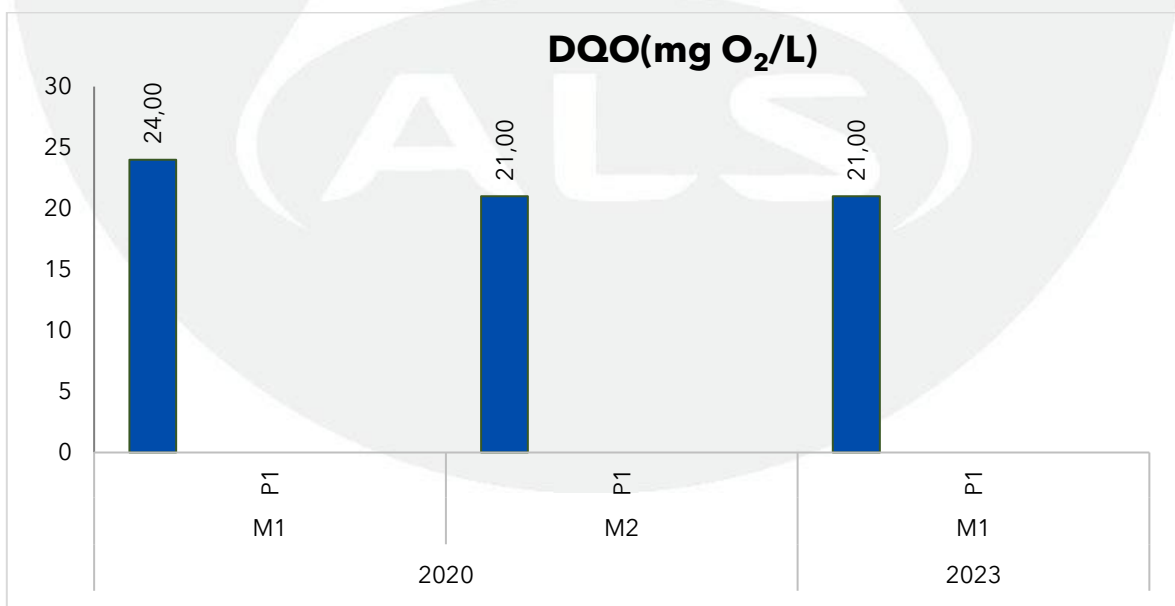


los resultados fueron menores. Asimismo, para la DQO se presentaron concentraciones de 24,00 mg O₂/L y 21,00 mg O₂/L. Con lo cual se establece que en este año (2023) los resultados se mantuvieron constantes.



Gráfica 113. Registros de la DBO₅ la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



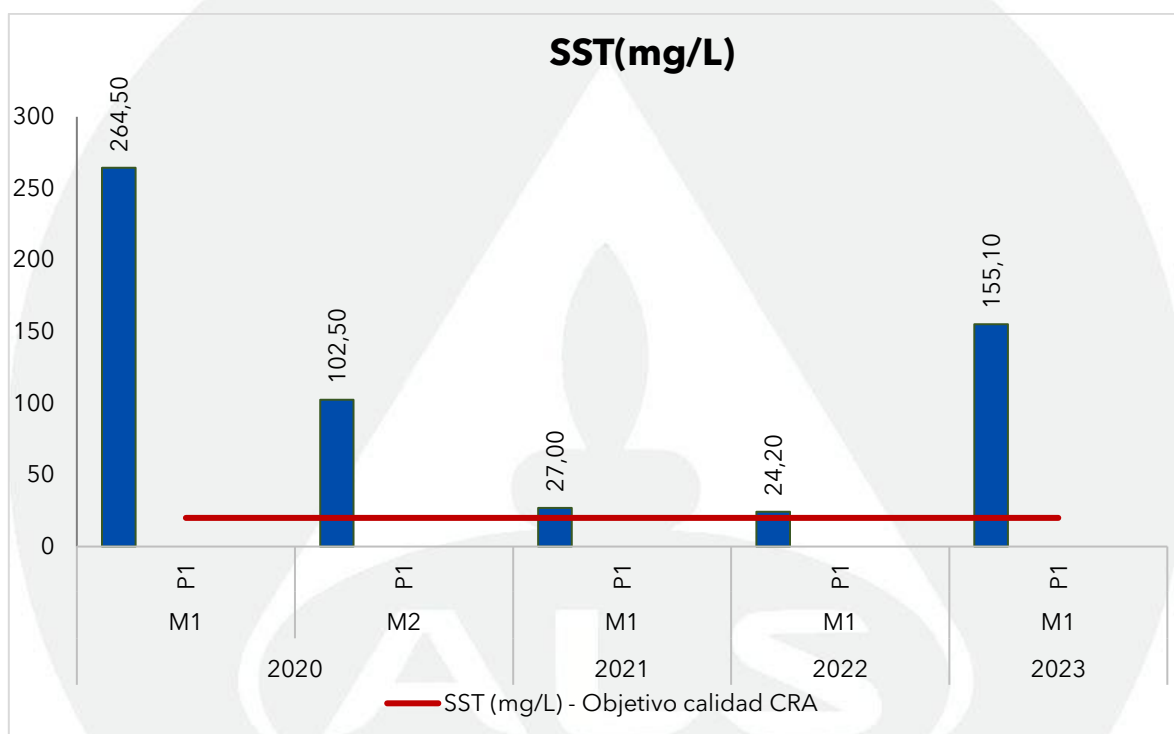
Gráfica 114. Registros de la DQO la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





Por su parte, para los SST se presentó un valor de 155,10 mg/L (**Gráfica 115**), evidenciando una desviación con respecto objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<20 mg/L). Por ende, se establece que la muestra analizada presenta un contenido alto de sólidos, iones y sustancias disueltas. Cabe resaltar que, este año (2023) se presentó un incremento en la concentración con respecto al año anterior (2021), ya que los dos valores registrados superaron el objetivo de calidad estipulado en la normativa, con resultados de 27,5 y 102,5 mg/L.



Gráfica 115. Registros de los sólidos suspendidos totales (SST) en la Ciénaga Los Manatíes en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

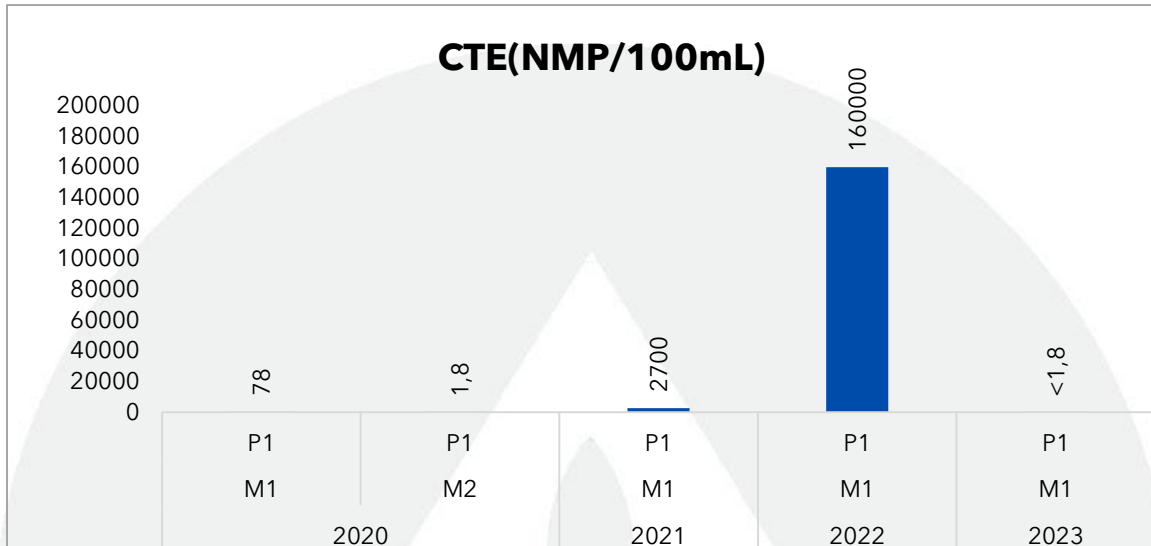
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Los Coliformes Termotolerantes (CTE) presentaron una concentración por debajo del límite de cuantificación de la técnica (<1,8 NMP/100 mL) (**Gráfica 116;Gráfica 117**). Mientras que para CTE se obtuvieron concentraciones de 4,50 NMP/100 mL. De esta manera se establece que las concentraciones d CT presentaron valores bajos cumpliendo con el límite máximo establecido por la CRA (<2000 NMP/100 mL para CTE y <5000 NMP/100 mL para CT), lo anterior debido a que hubo un aumento de las





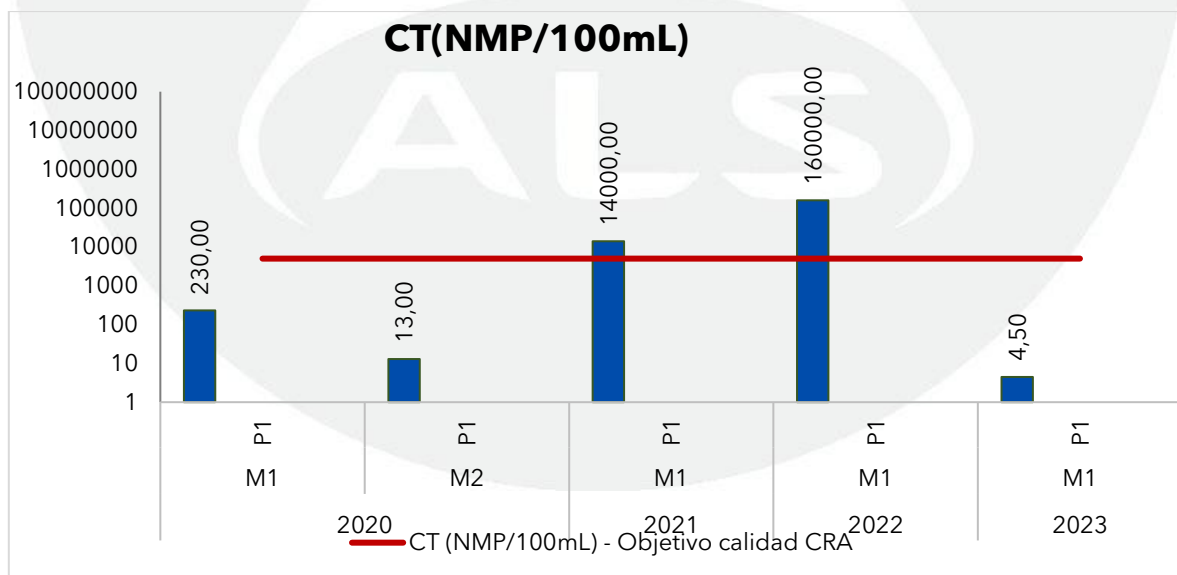
concentraciones con relación a la reportadas en los años anteriores, lo cual puede estar directamente relacionado con descargas domésticas sobre el cuerpo de agua monitoreado.



<: Valor por debajo del límite de cuantificación del método de análisis

Gráfica 116. Registros de los coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



Gráfica 117. Registros de los coliformes totales (CT) en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

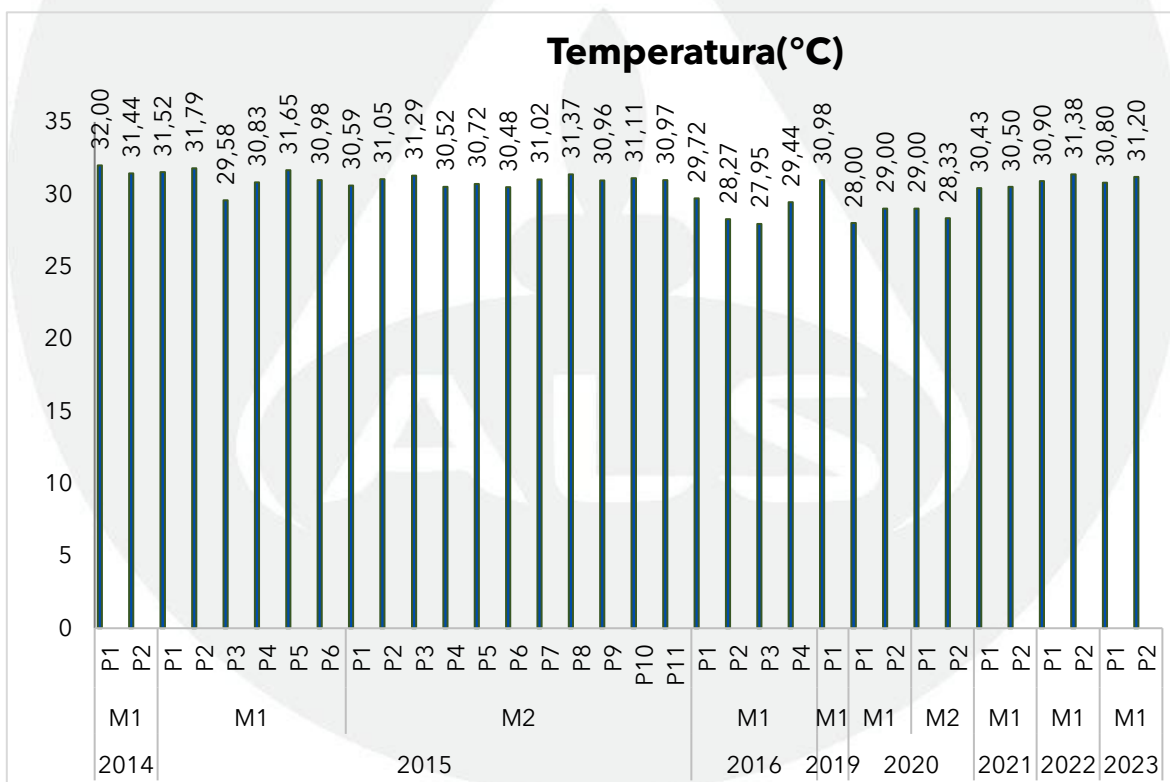




5.2.6 Ciénaga del Totumo

La temperatura del agua en la Ciénaga del Totumo presentó valores de 30,80 y 31,20°C en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 118**). Cabe resaltar que, la variación de la temperatura de los cuerpos de agua está condicionada a la época climática, es decir, que esta obedece generalmente a circunstancias naturales; sin embargo, en los cuerpos de agua del departamento del Atlántico, donde no existen temporadas climáticas marcadas, los valores de temperatura no suelen tener grandes fluctuaciones durante todo el año.

El registro histórico permitió evidenciar que la temperatura en la ciénaga se mantiene relativamente constante, los valores más altos se encontraron asociados al monitoreo en el año 2015 con temperaturas máximas de 31,79°C (P2) y 31,52°C (P1).



Gráfica 118. Registros de la temperatura en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

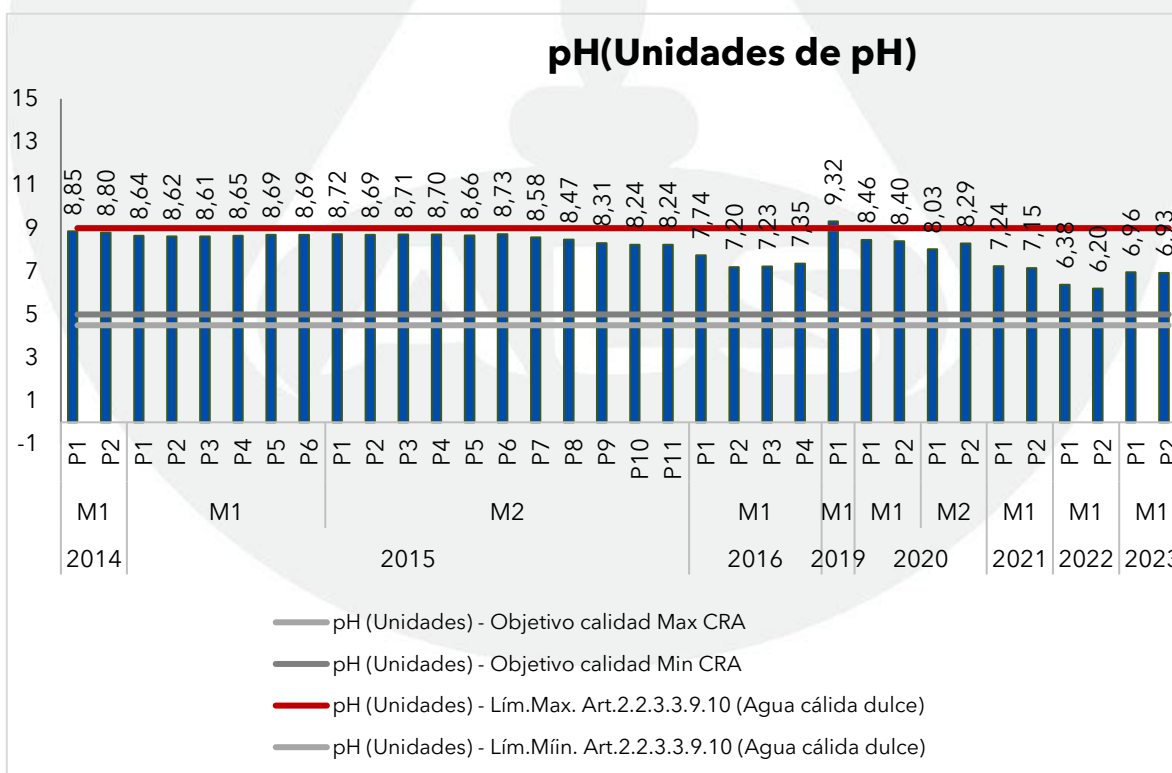
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





El pH reportado en la Ciénaga del Totumo durante la última campaña de muestreo ejecutada en 2023 presentó valores de 6,96 y 6,93 UpH, en los puntos 1 y 2, respectivamente; mientras que, en el año anterior (2022) se presentaron valores entre 6,38 y 6,20 UpH en P1 y P2, indicando cumplimiento con los objetivos calidad establecidos por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021, para la preservación de flora y fauna (límite de control de 5,0 a 9,0 UpH) y el Decreto 1076 de 2015. En general, el pH en esta ciénaga ha mantenido una tendencia alcalina en los años 2014, 2015 y 2020; mientras que para 2016 y 2021 se registraron características neutras. Para los años 2022 y 2023 se evidenciaron pHs ácidos.

El comportamiento del pH en la ciénaga del Totumo puede estar influenciado por la presencia de sales carbonatadas de origen natural en la ciénaga, que pueden registrarse en mayor o menor concentración dependiendo del volumen de la columna de agua, y la actividad fotosintética de microalgas y macrófitas que remueven el CO₂ (**Gráfica 119**).



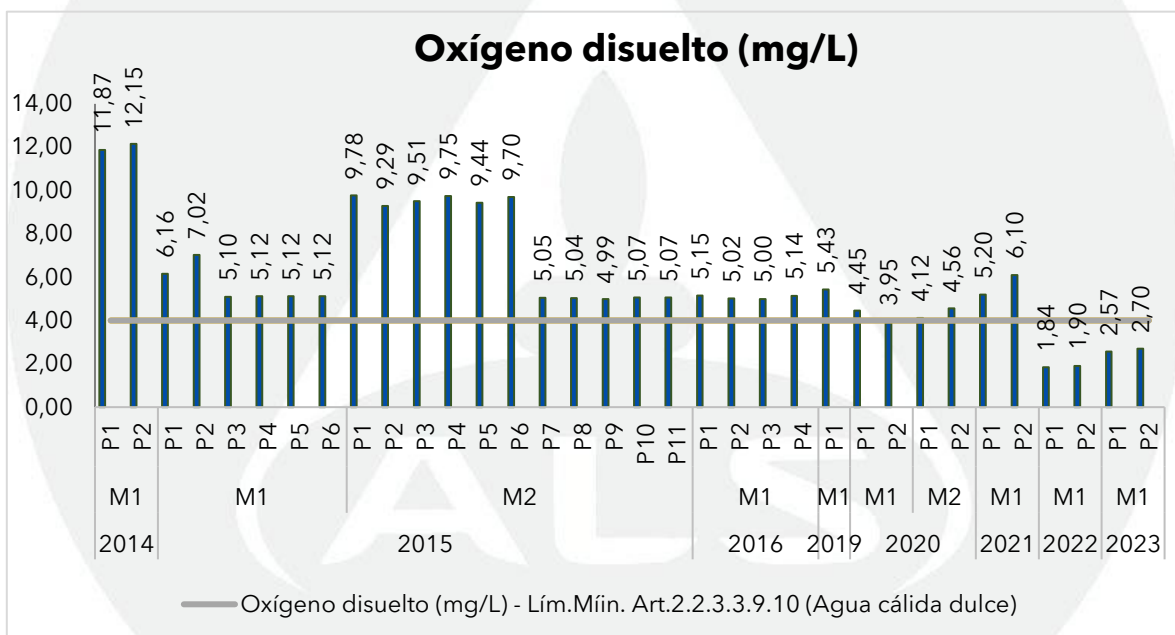
Gráfica 119. Registros del pH en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





Para los resultados del oxígeno disuelto se registraron valores de 2,57 y 2,70 mg/L, en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 120**). Estos resultados presentan desviación con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021 (>4 mg/L), ni al criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del 2015. Estos valores indican que el cuerpo de agua monitoreado presenta una condición de hipoxia. En comparación con monitoreos realizados anteriormente, se evidencia un ligero incremento desde el año anterior (2022) y un descenso desde 2021 donde se registró una concentración máxima de 6,10 mg/L en P2. Por su parte los monitoreos en 2014 registraron los máximos históricos con valores de 11,87 mg/L y 12,15 mg/L en P1 y P2 respectivamente.



Gráfica 120. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por otro lado, la conductividad presentó valores de 652,00 y 641,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 121**). Los registros históricos para el año 2021 oscilaron entre 357,36 y 656,75 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que indica que esta variable presentó una disminución significativa en el punto P1. Con relación a los monitoreos de 2020 y 2021 se reportaron valores máximos de 701,75 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P1 en 2021. Lo anterior indica que el agua en esta





ciénaga presenta una concentración media de sólidos, iones y sales disueltas (**Tabla 9**); sin embargo, se considera que las aguas dulces no superan valores de alrededor de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, más Roldán y Ramírez (2008).

Tabla 9. Mineralización del agua a partir de la conductividad.

Conductividad eléctrica (μS)	Mineralización
Menor de 100	Muy débil
100 - 200	Débil
200 - 700	Media
700 a 1000	Importante
Más de 1000	Excesiva

Fuente: M. Espigares García, M. Fernández - Creuhet Navajas. Estudio Sanitario del Agua, 1995.



Gráfica 121. Registros de la conductividad en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

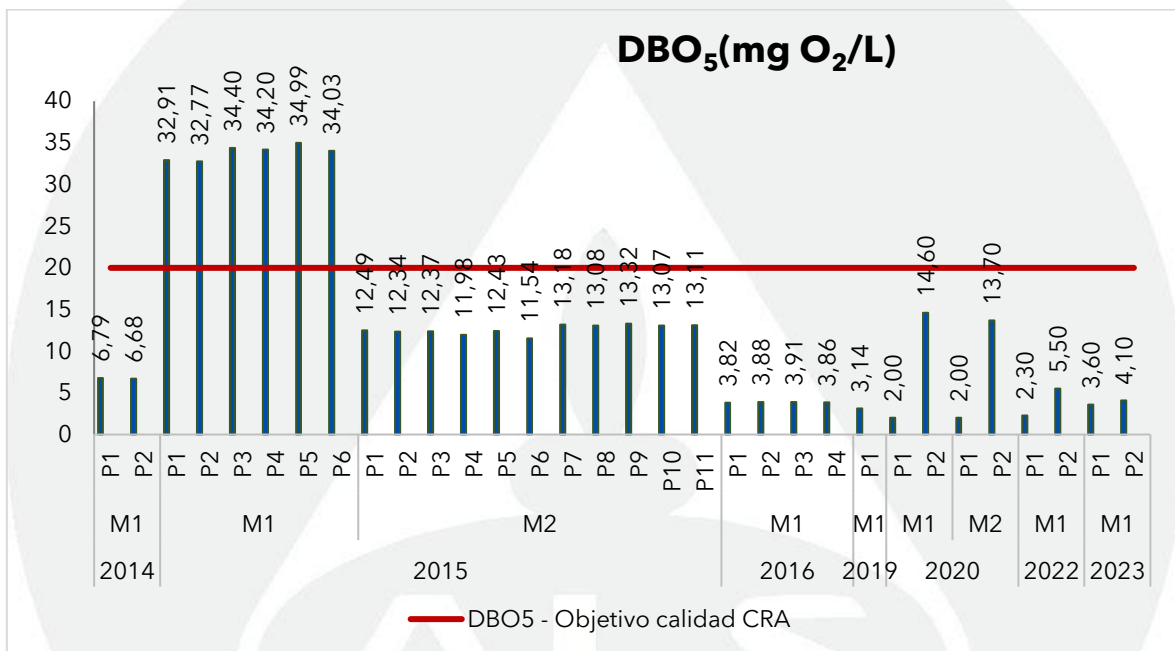
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

La DBO_5 presentó valores entre 3,60 $\text{mg O}_2/\text{L}$ y 4,10 $\text{mg O}_2/\text{L}$ en P1 y P2 respectivamente, evidenciando que las muestras de agua analizadas cumplen con el límite de control para la DBO_5 (<20 mg/L) (**Gráfica 122**) indicado como objetivo de calidad por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021 para las cuencas y tramos ordenados en clase III, con potencial uso de preservación de flora y fauna. Además, en consideración lo indicado





por Carvajal y Esparragoza, 2008, quienes indican que los ríos se consideran contaminados cuando el DBO_5 es mayor a $5 \text{ mg O}_2/\text{L}$, se establece que las muestras analizadas no presentan un grado de contaminación de acuerdo con su contenido orgánico. En general, esta ciénaga en años anteriores mostró concentraciones mayores y los valores más altos se encontraron asociados al monitoreo en 2015, con máximos de $34,99 \text{ mg O}_2/\text{L}$. Cabe resaltar que desde el año 2015 se ha venido observando una disminución considerable en los valores de DBO_5 hasta la campaña de monitoreo 2023.

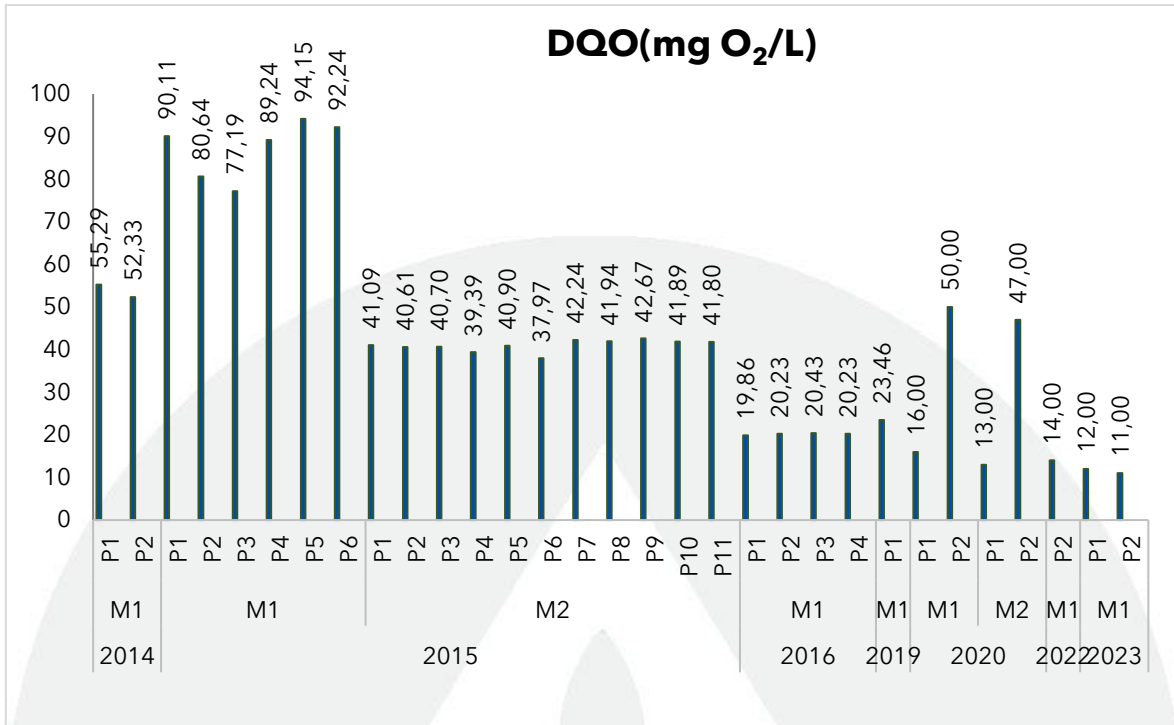


Gráfica 122. Registros de la DBO_5 en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por su parte, la DQO registró concentraciones de $12,00 \text{ mg O}_2/\text{L}$ en P1 y $11,00 \text{ mg O}_2/\text{L}$ en P2, en el año 2023, los cuales son similares a los reportados para 2022 en P2. En cuanto al registro histórico se observa una disminución de los valores reportados desde el año 2015, ya que en 2014 se registraron concentraciones altas, con un máximo de $34,99 \text{ mg O}_2/\text{L}$ en P5.



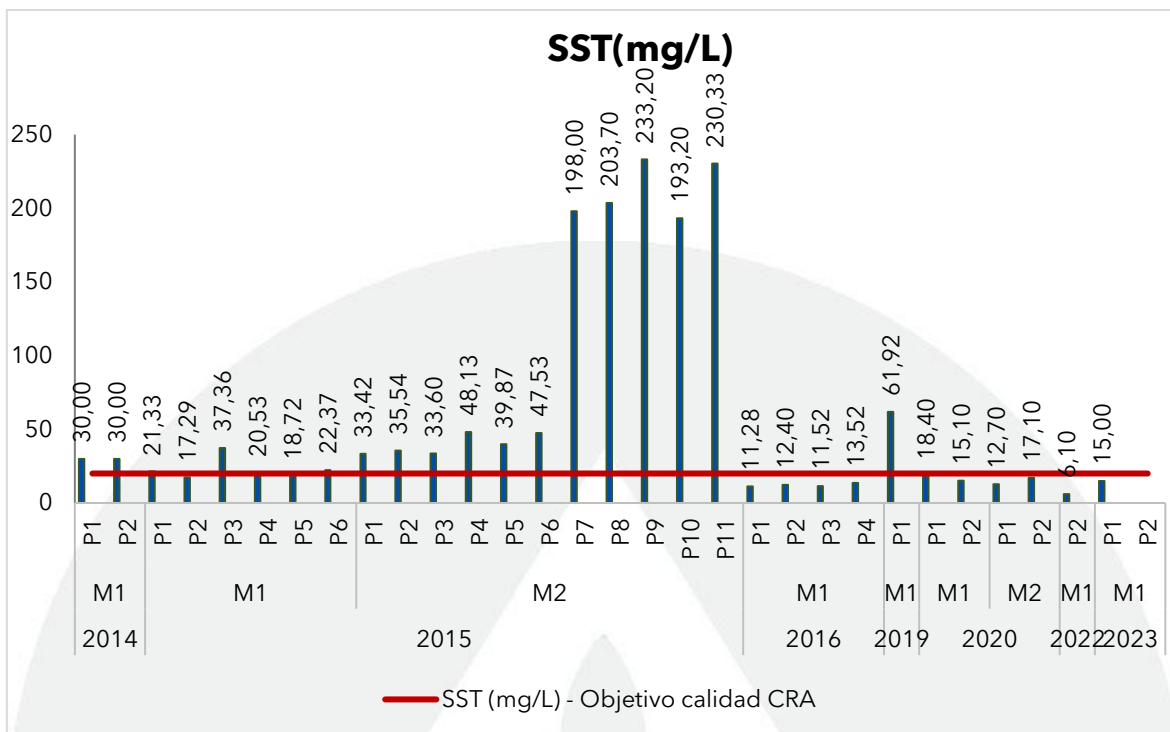


Gráfica 123. Registros de la DQO en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por su parte, los SST presentaron valores de 15,00 mg/L en P1 y <5,00 mg/L en P2, (**Gráfica 124**); observando que ambos puntos cumplen con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<20 mg/L). Por ende, se establece que las muestras tomadas presentan un contenido normal de sólidos, iones y sustancias disueltas. A través del tiempo, se han reportado diferentes rangos de valores, que generalmente están relacionados a aguas de calidad aceptable. Con relación al registro histórico se observa un ligero aumento de las concentraciones de SST desde el 2022 para P1; mientras que con relación a los años anteriores se evidencia un descenso significativo de esta variable. Los valores más altos de SST se encontraron asociados al monitoreo en 2015, el cual registró un máximo de 233,20 mg/L en P9.





Gráfica 124. Registros de SST en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

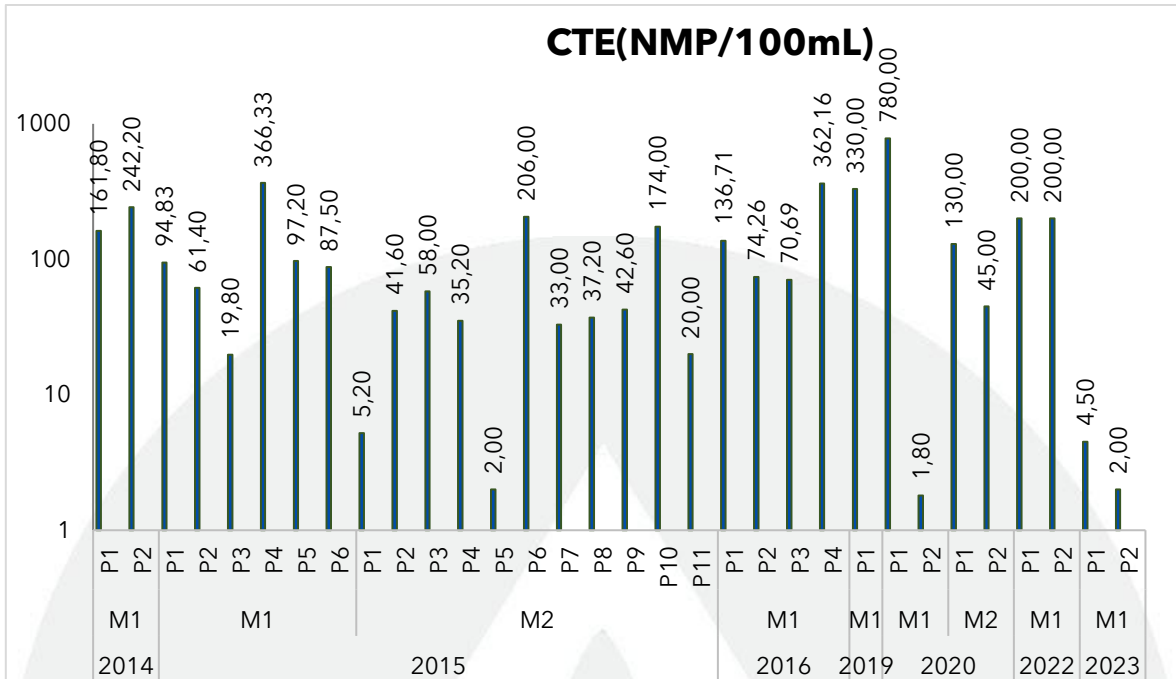
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Los Coliformes Termotolerantes (CTE) presentaron concentraciones de 4,50 y 2,00 NMP/100 mL para los puntos 1 y 2, respectivamente; mientras que, los Coliformes Totales (CT) registraron un valor de 13,00 y 4,50 NMP/100 mL para los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 125** y **Gráfica 126**)

Estas concentraciones de CT cumplen con el máximo establecido por la CRA (<5000 NMP/100 mL) en los objetivos de calidad.

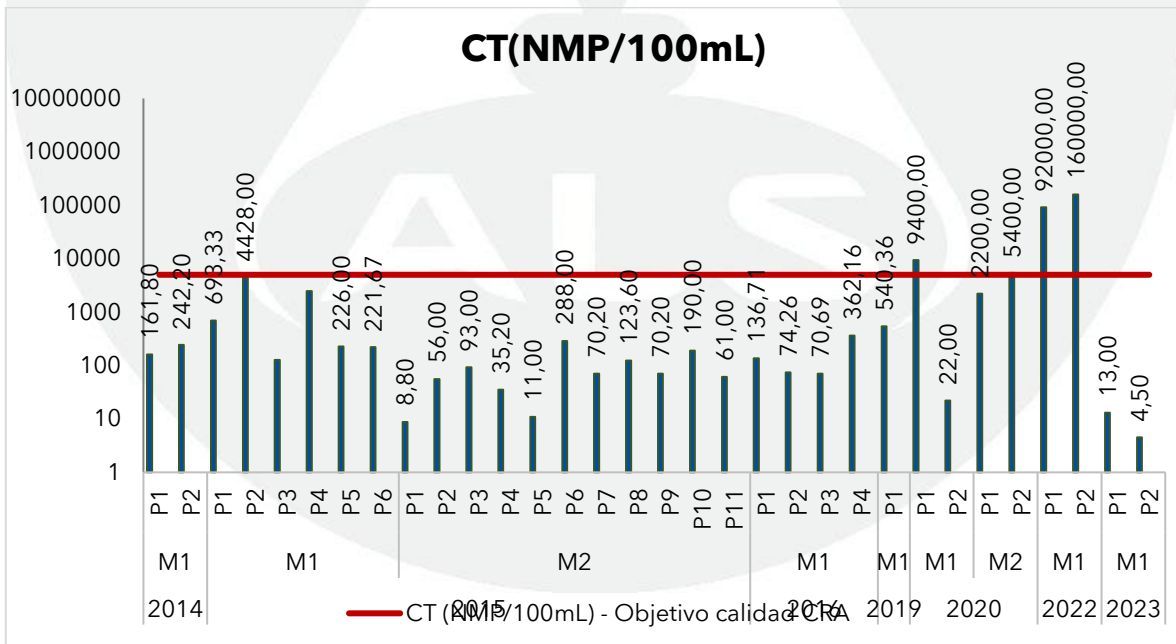
En el histórico de datos se puede observar que los CTE y CT, presentaron una disminución significativa desde el monitoreo anterior (2022) y las concentraciones obtenidas en 2023 representan los valores más bajos obtenidos desde el año 2014. Las concentraciones más altas de CTE se encontraron relacionadas con el monitoreo en 2020 con un valor de 780,00 NMP/100 mL en P1; mientras que para CT se observó un máximo de 160000,000 NMP/100 mL en P2 en 2022.





Gráfica 125. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



Gráfica 126. Registros de coliformes Totales (CT) en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

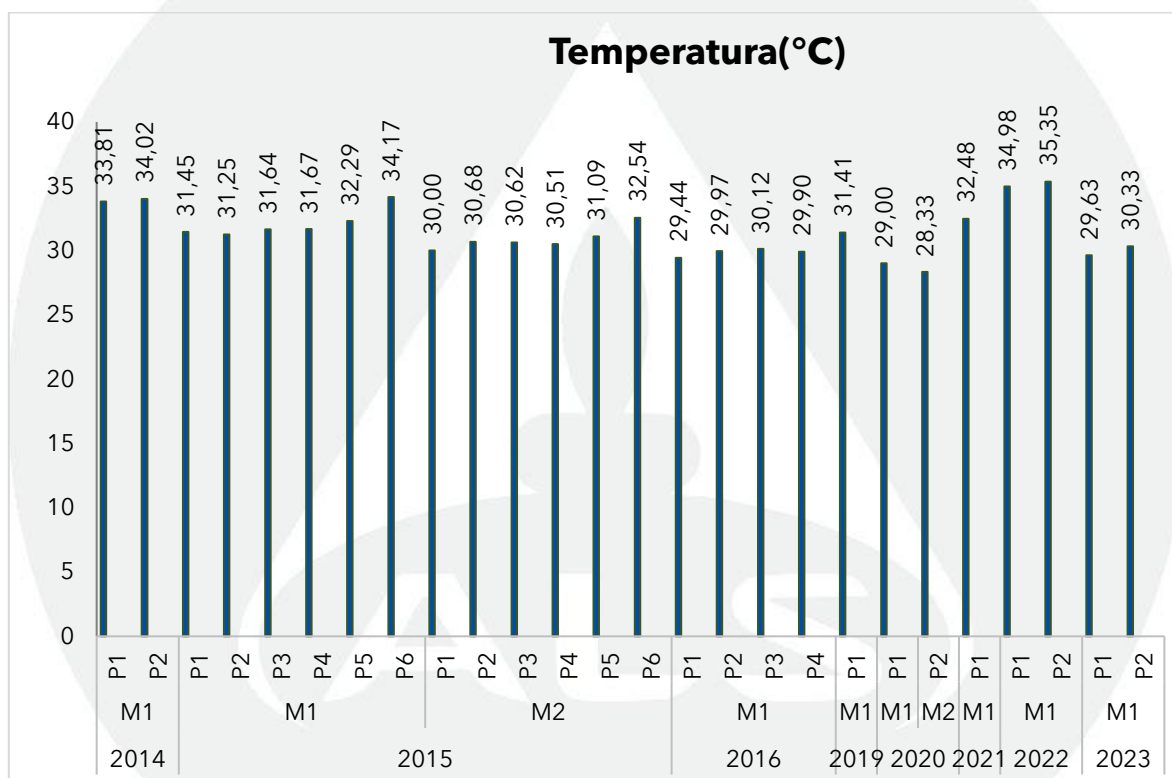




5.3 Cuenca Canal del Dique

5.3.1 Ciénaga San Juan de Tocagua

La temperatura del agua en la Ciénaga San Juan de Tocagua presentó valores de 29,63 y 30,33°C en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 127**). Se presenta un registro en 2014 con un promedio de 33,92°C, en 2015 de 31,49°C, en 2016 de 29,86°C, en 2019 de 31,41°, en el 2020 de 28,5°C en el 2021 de 34,29°C y en el 2022 de 29,98°C.



Gráfica 127. Registros de temperatura (°C) en la Ciénaga San Juan de Tocagua en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

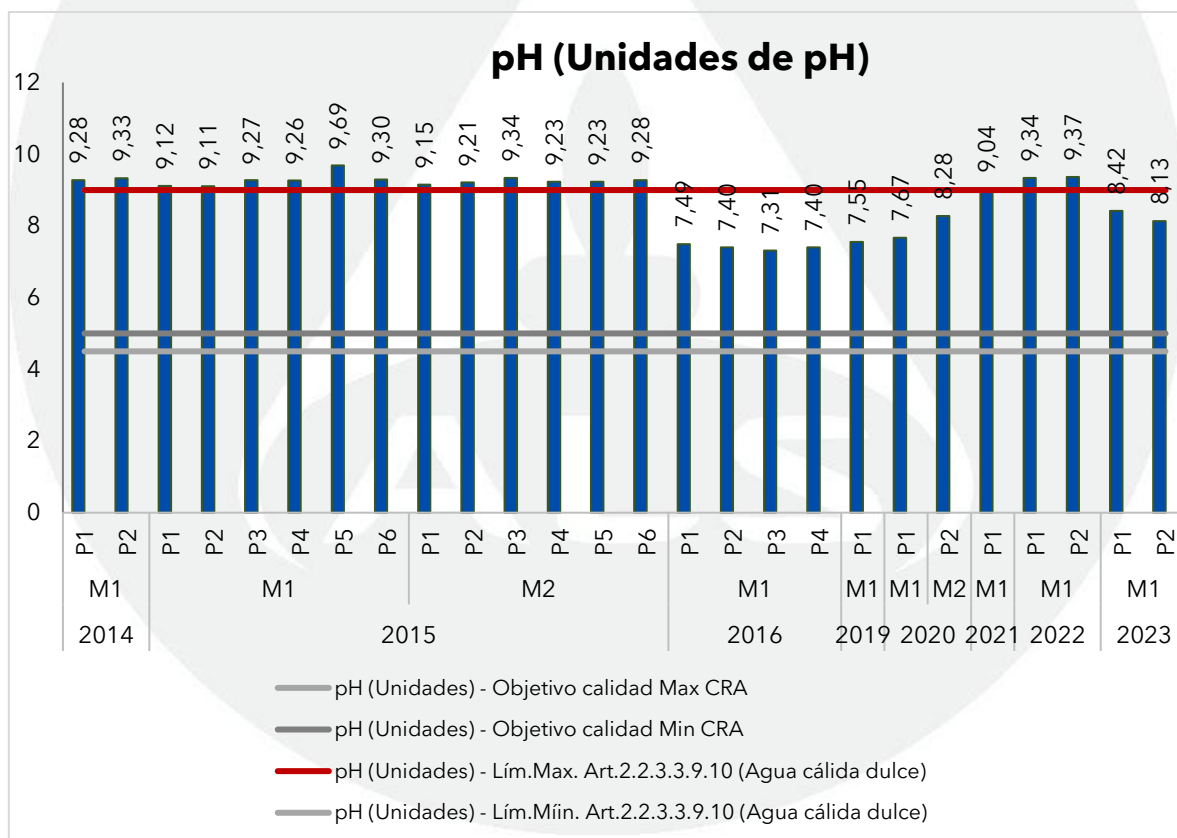
El pH reportado en la Ciénaga San Juan de Tocagua durante la última campaña de muestreo ejecutada presentó un valor de 8,42 a 8,13 UpH, en los puntos 1 y 2 respectivamente, de la misma forma, el año anterior (2022) también obtuvo resultados de pH's alcalinos de 9,37 a 9,34 UpH. En 2021 se observó un comportamiento similar del pH, registrando valores de aguas alcalinas; mientras que para 2020 se observaron valores





de 7,67 y 8,28 UpH. Para 2016 y 2019 se obtuvieron valores neutros; mientras que 2014 y 2015 registraron los valores más altos en el histórico, asociados a características alcalinas.

En el presente monitoreo se observan el cumplimiento con los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021, para la preservación de flora y fauna (límite de control de 5,0 a 9,0 UpH) (**Gráfica 128**). La alcalinidad de las aguas de esta ciénaga puede atender a la presencia de sales carbonatadas de origen natural, que pueden registrarse en mayor o menor concentración dependiendo del volumen de la columna de agua, y la actividad fotosintética de microalgas y macrófitas que remueven el CO₂, aumentando la temperatura y por ende el pH.



Gráfica 128. Registros de pH en la Ciénaga San Juan de Tocagua en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

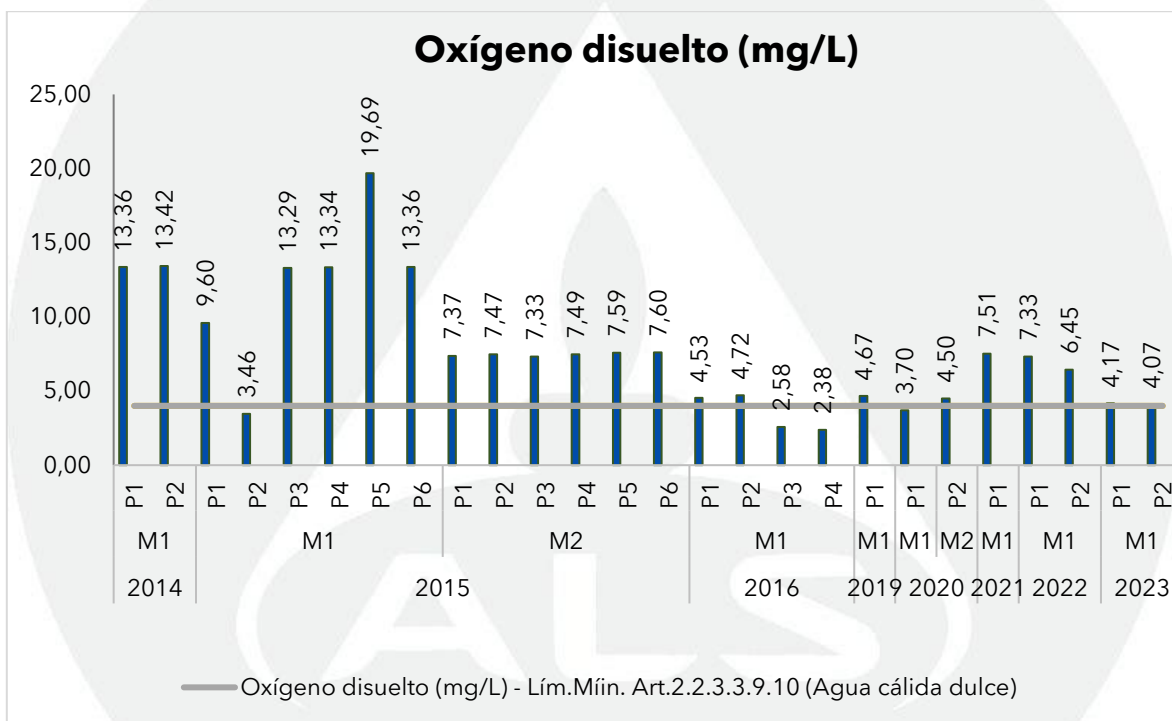
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Para los resultados del oxígeno disuelto se registraron valores de 4,17 y 4,07 mg/L, en los puntos 1 y 2 respectivamente (**Gráfica 129**). Estos resultados cumplen con el objetivo





de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021 (>4 mg/L) y con el criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del 2015. Estos valores indican que el cuerpo de agua monitoreado presenta una óptima concentración de oxígeno para el desarrollo de la vida acuática. En comparación con monitoreos anteriores se observa una disminución significativa de los valores de oxígeno, ya que se observaron valores superiores a 7,00 mg/L en 2022 y 2021. Las concentraciones más altas se evidenciaron en el monitoreo de año 2015 con 19,69 mg/L en P5 (M1).



Gráfica 129. Registros de oxígeno disuelto en la Ciénaga San Juan de Tocagua en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

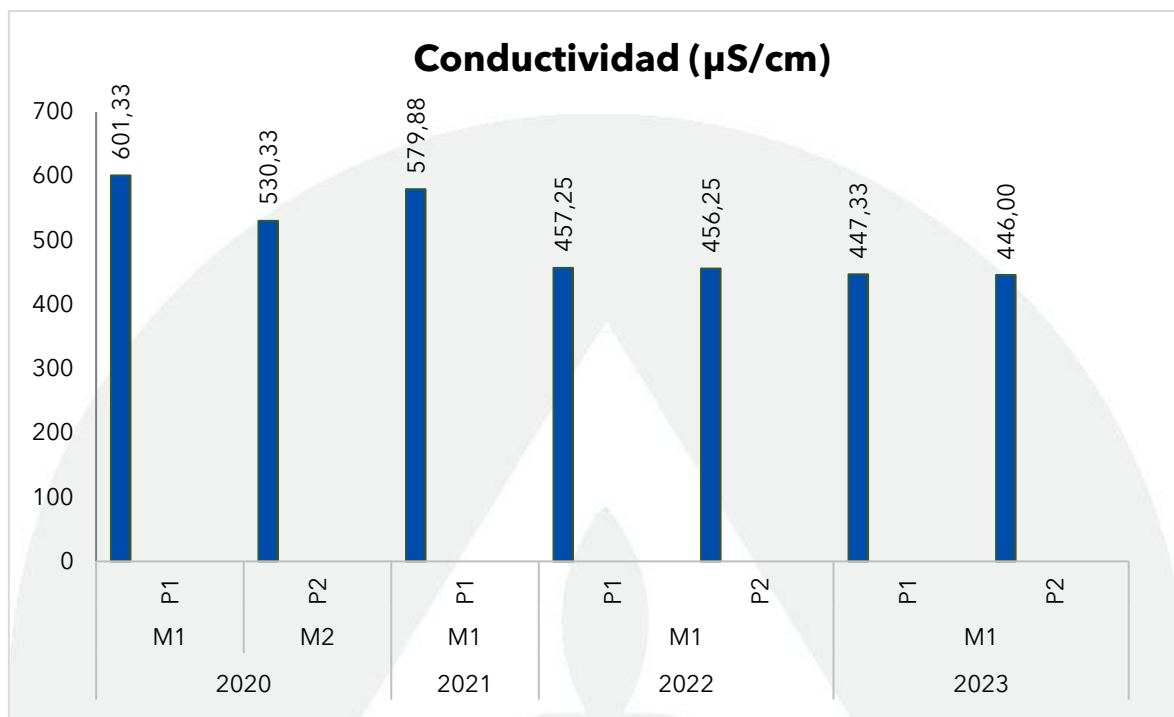
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por otro lado, la conductividad presentó valores de 447,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 446,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 130**). Los registros históricos para el año 2022 oscilaron entre 456,25 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 456,25 $\mu\text{S}/\text{cm}$, demostrado una mineralización media de acuerdo con la **Tabla 9**. Lo anterior indica que el agua en esta ciénaga presenta una concentración considerable de sólidos, iones y sales disueltas; sin embargo, se considera





que las aguas dulces no superan valores de alrededor de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, más Roldán y Ramírez (2008).



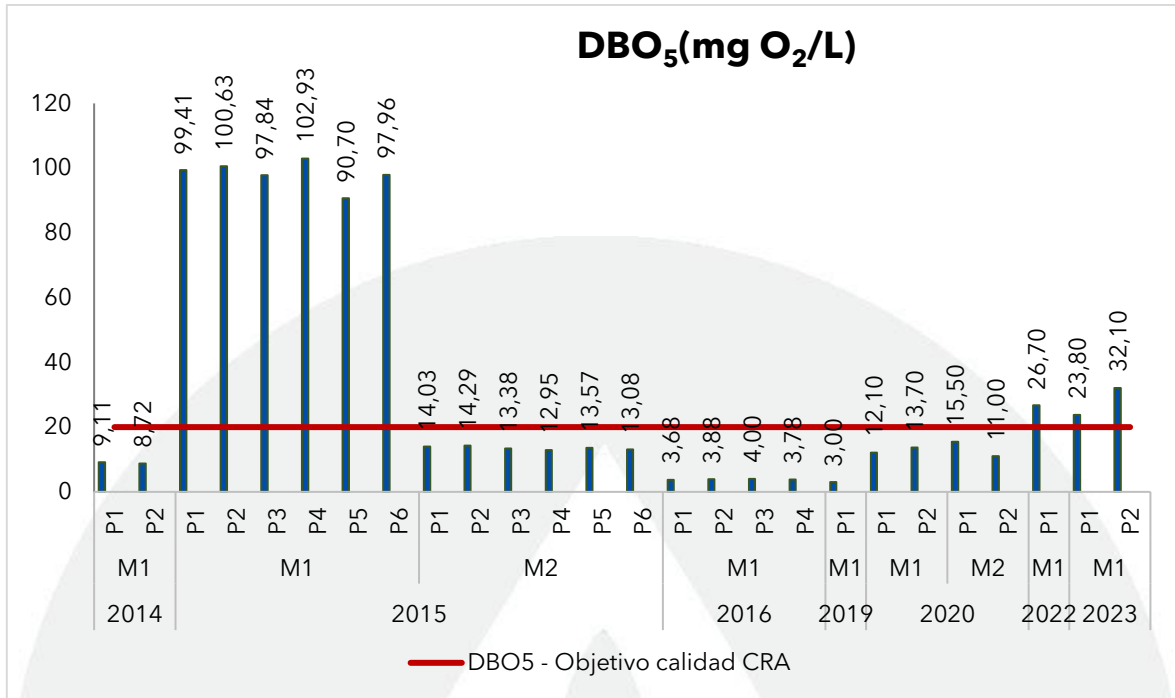
Gráfica 130. Registros de conductividad en la Ciénaga San Juan de Tocagua julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Para la DBO_5 se obtuvieron resultados de 23,80 $\text{mg O}_2/\text{L}$ a 32,10 $\text{mg O}_2/\text{L}$ (**Gráfica 131**); observándose desviación con el límite de control para la DBO_5 (<20 mg/L) indicado por la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en clase III, con potencial uso de preservación de flora y fauna.

En general, esta ciénaga en años anteriores mostró concentraciones variables en los diferentes puntos de monitoreo, registrando para la DBO_5 durante el año 2022 un valor de 23,80 $\text{mg O}_2/\text{L}$ el cual fue relativamente superior al registrado en el monitoreo de 2020, donde se observaron concentraciones 15,50 $\text{mg O}_2/\text{L}$ en P2 y 10,35 $\text{mg O}_2/\text{L}$ en P2.

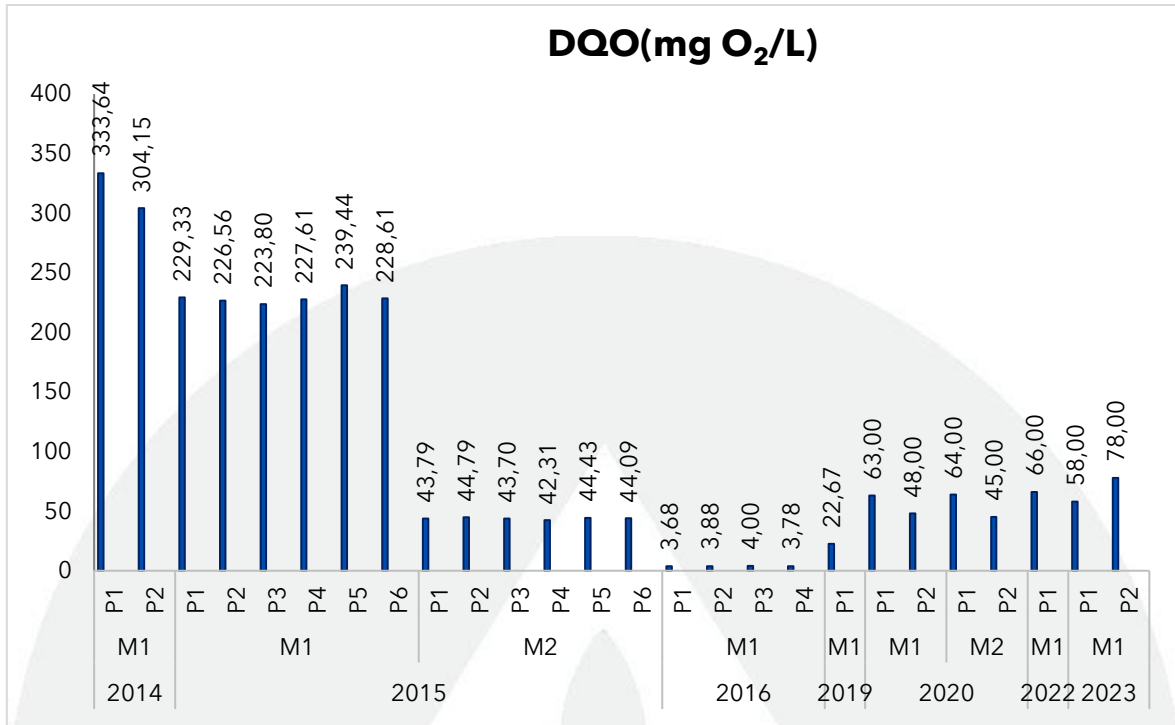




Gráfica 131. Registros de DBO₅ en la Ciénaga San Juan de Tocagua en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Para la DQO se reportaron concentraciones de 58,00 mg O₂/L a 78,00 mg O₂/L, de esta manera, se establece que las muestras analizadas presentan una carga orgánica considerable. Con relación al comportamiento histórico de la DQO, se observa que desde el año 2015 para la segunda campaña de monitoreo (M2) han venido disminuyendo las concentraciones. El registro máximo de esta variable se encuentra asociado al punto P1 en 2014 (M1) con 333,64 mg O₂/L.



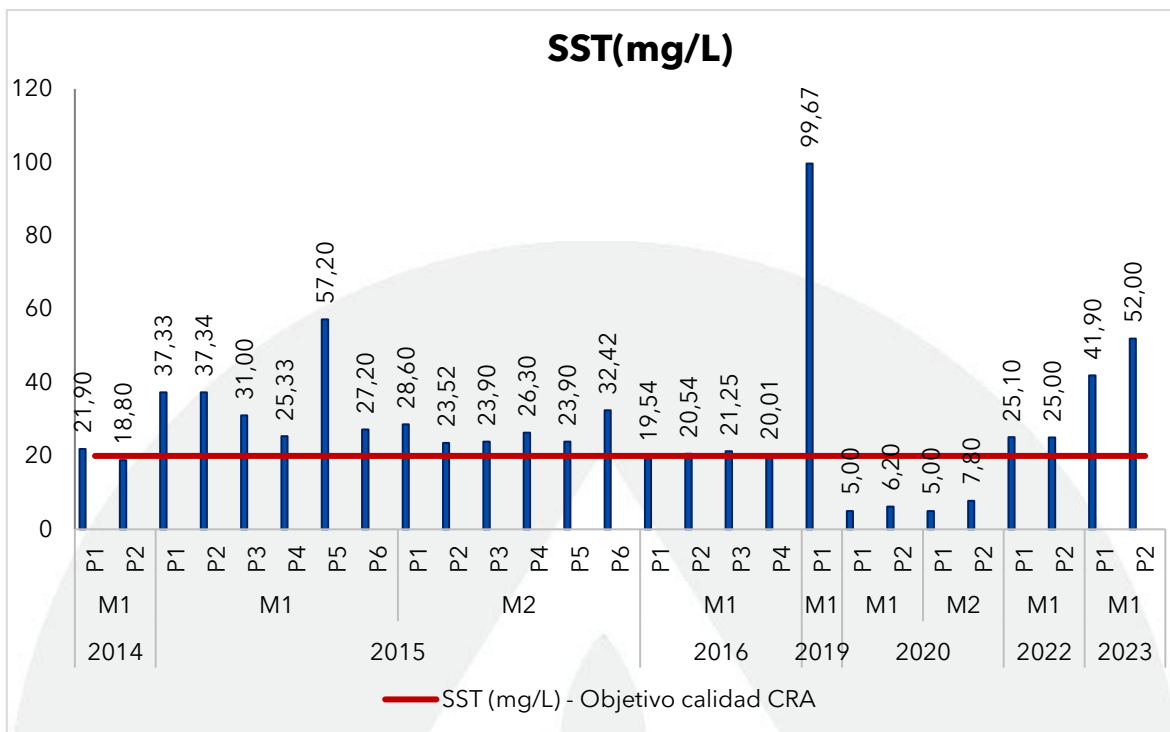


Gráfica 132. Registros de DQO en la Ciénaga San Juan de Tocagua en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Por su parte, los SST presentaron valores de 41,90 y 52,00 mg/L en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 133**); observando que ambos puntos presentan una desviación con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<20 mg/L). A través del tiempo, se han reportado diferentes rangos de valores, resaltando que se observa una disminución con respecto al monitoreo en 2022; mientras que en el año 2020 se registraron concentraciones promedio bajas de 5 mg/L en P1 y 7 mg/L en P2; a diferencia, de los valores reportados para los otros años monitoreados (2019, 2016, 2015 y 2014), que fueron altos.





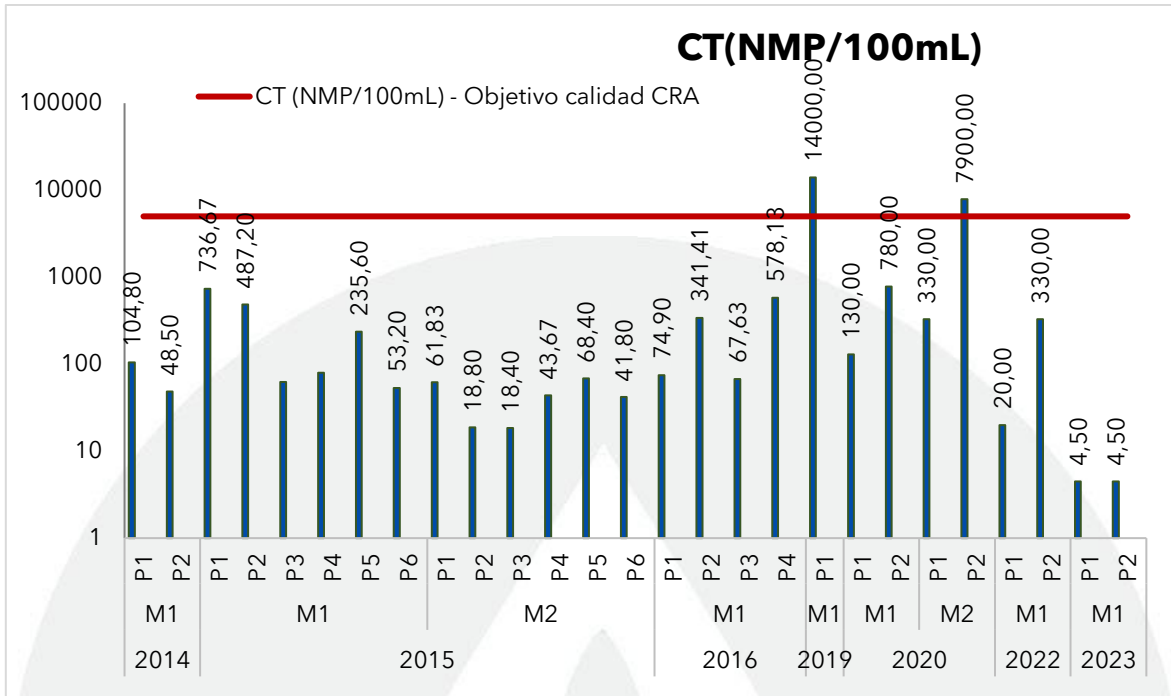
Gráfica 133. Registros de SST en la Ciénaga San Juan de Tocagua en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

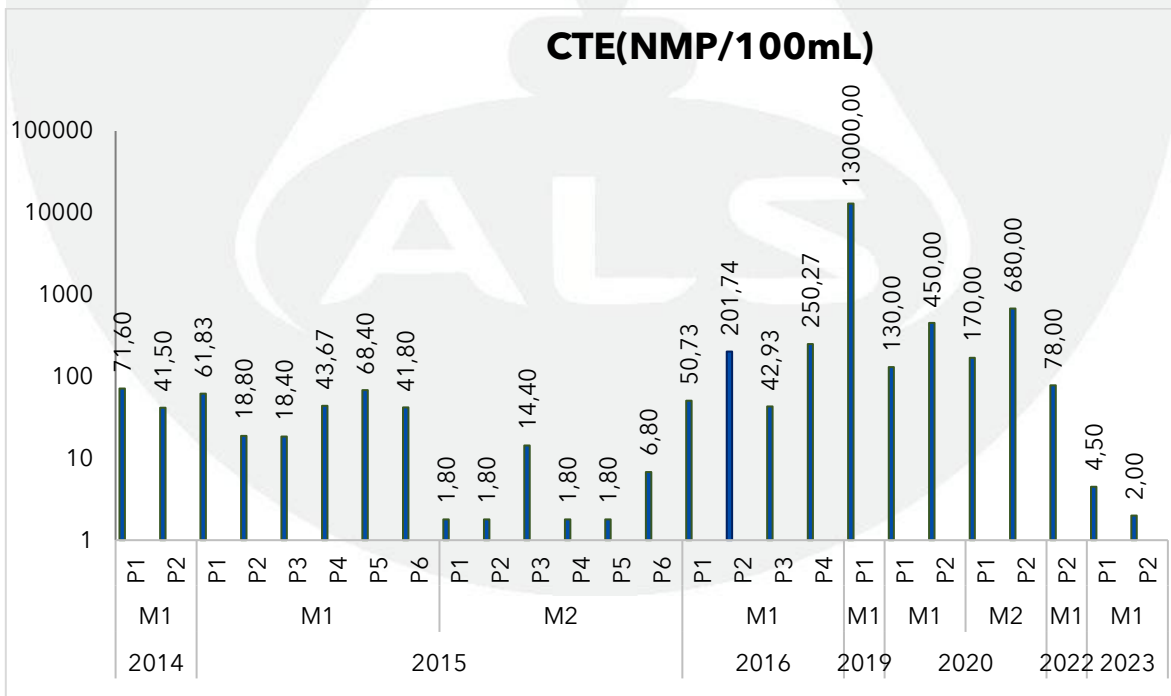
Para los Coliformes Totales (CT) se presentó una concentración de 2,00 NMP/100 mL; y 4,50 NMP/100 mL en P1 y P2 respectivamente; mientras que, los Coliformes Termotolerantes (CTE) registraron un valor de 4,50 NMP/100 mL en los dos puntos (**Gráfica 134**), lo anterior permite evidenciar cumplimiento con respecto al objetivo de calidad establecido por la en la en la Resolución 0000449 de 2021 para CT (5000,00 NMP/100 mL).

En el histórico de datos se puede observar que los CTE y CT presentan una disminución desde el año 2020, las concentraciones más altas se encuentran asociadas al monitoreo en el año 2019 para P1, registrando un máximo de 14000,00 NMP/100 mL para CT y 1300,00 NMP/100 MI.





Gráfica 134. Registros de Coliformes totales (CT) en la Ciénaga San Juan de Tocagua en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



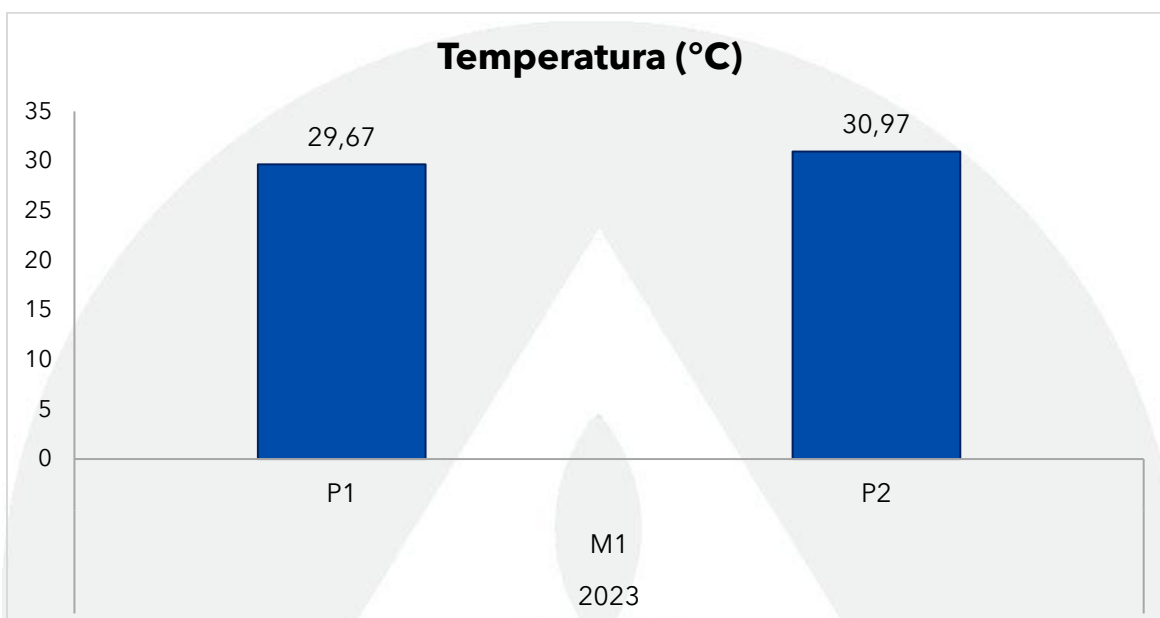
Gráfica 135. Registros de Coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga San Juan de Tocagua en julio y agosto de 2023, contrastado con los monitoreos anteriores.
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





5.3.2 Ciénaga de Luruaco

La temperatura del agua en la Ciénaga de Luruaco presentó valores de 29,67 y 30,97°C en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 136**).

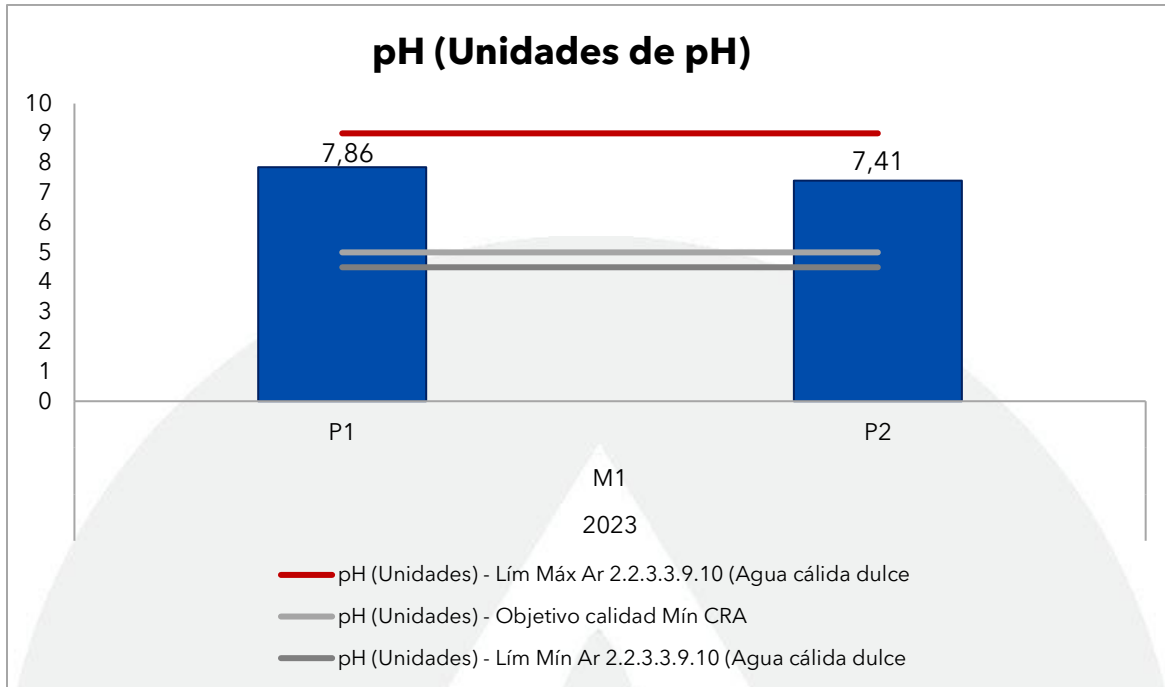


Gráfica 136. Registros de temperatura (°C) en la Ciénaga de Luruaco en julio y agosto de 2023.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El pH reportado en la Ciénaga San Juan de Tocagua durante la campaña de muestreo ejecutada en 2023 presentó un valor de 7,86 a 7,41 UpH, en los puntos 1 y 2 respectivamente, reportando resultados neutros. En el presente monitoreo se observa el cumplimiento con los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021, para la preservación de flora y fauna (límite de control de 5,0 a 9,0 UpH) al igual que con el criterio de calidad para preservación de flora y fauna de aguas cálidas dulces (4,5 a 9,0 UpH) del Decreto 1076 de 2015 (**Gráfica 137**).



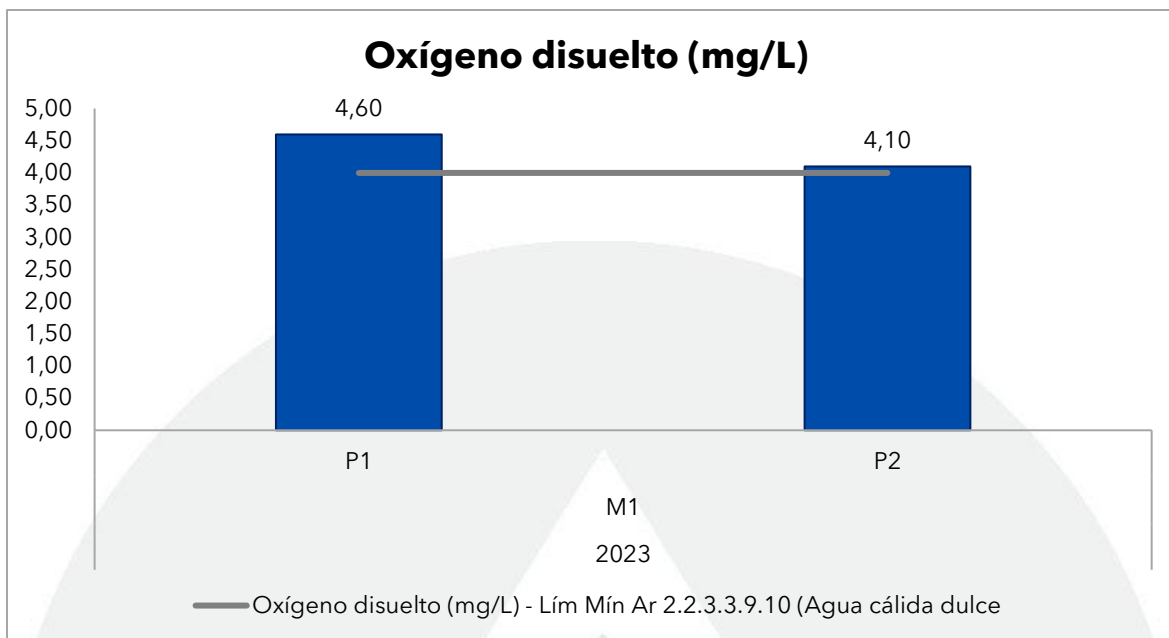


Gráfica 137. Registros de pH en la Ciénaga de Luruaco en julio y agosto de 2023, contrastado con los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Para los resultados del oxígeno disuelto se registraron valores de 4,60 y 4,10 mg/L, en los puntos 1 y 2 respectivamente (**Gráfica 138**). Estos resultados cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021 (>4 mg/L) y con el criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del 2015. Estos valores indican que el cuerpo de agua monitoreado presenta una óptima concentración de oxígeno para el desarrollo de la vida acuática.



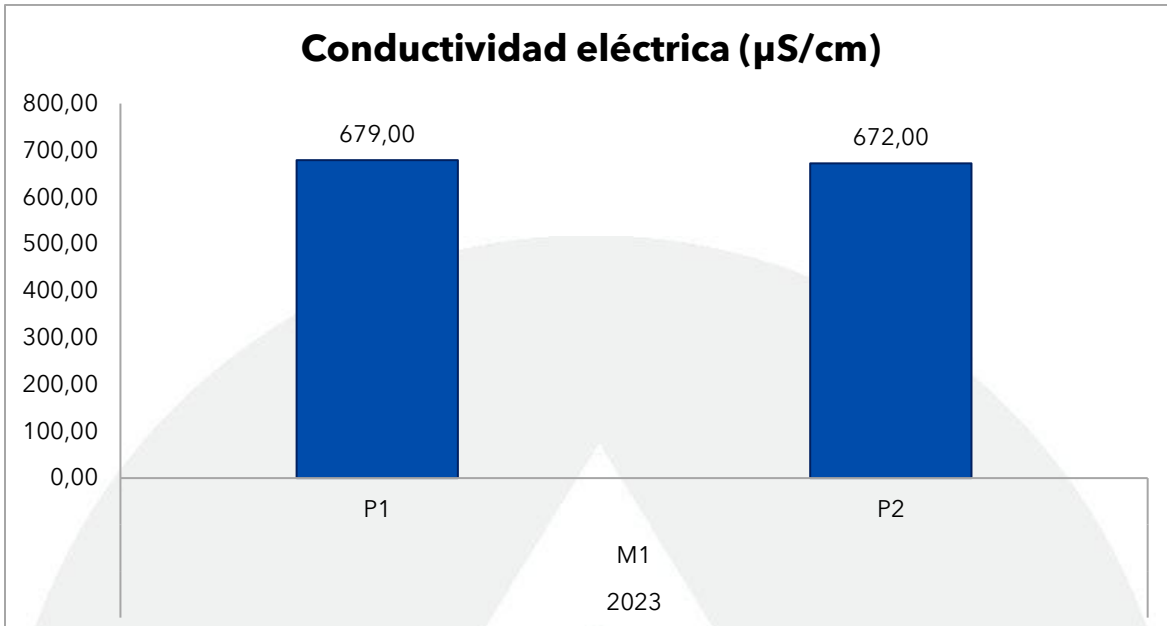


Gráfica 138. Registros de oxígeno disuelto en la Ciénaga de Luruaco en julio y agosto de 2023, contrastado con los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por otro lado, la conductividad presentó valores de 679,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 672,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 139**), demostrado una mineralización media de acuerdo con la **Tabla 9**. Lo anterior indica que el agua en esta ciénaga presenta una concentración considerable de sólidos, iones y sales disueltas; sin embargo, se considera que las aguas dulces no superan valores de alrededor de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, más Roldán y Ramírez (2008).

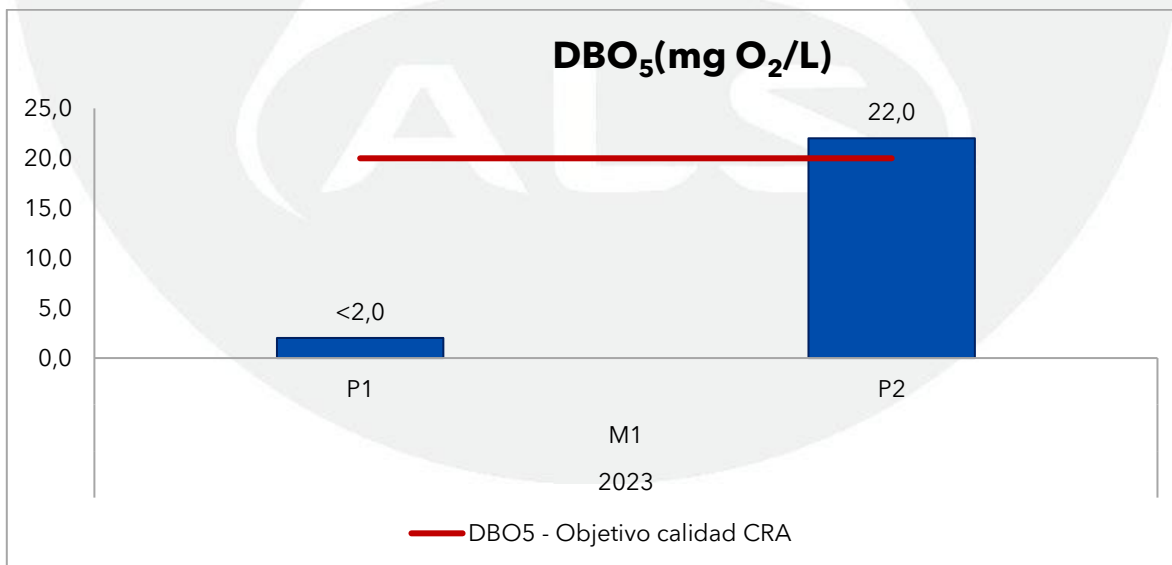




Gráfica 139. Registros de conductividad en la Ciénaga de Luruaco julio y agosto de 2023.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Para la DBO_5 se obtuvieron resultados de $<2,0$ $\text{mg O}_2/\text{L}$ a $22,0$ $\text{mg O}_2/\text{L}$ para los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 140**); observándose cumplimiento en el punto 1 con el límite de control para la DBO_5 (<20 mg/L) indicado por la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en clase III, con potencial uso de preservación de flora y fauna.



<: Valor por debajo del límite de cuantificación del método de análisis

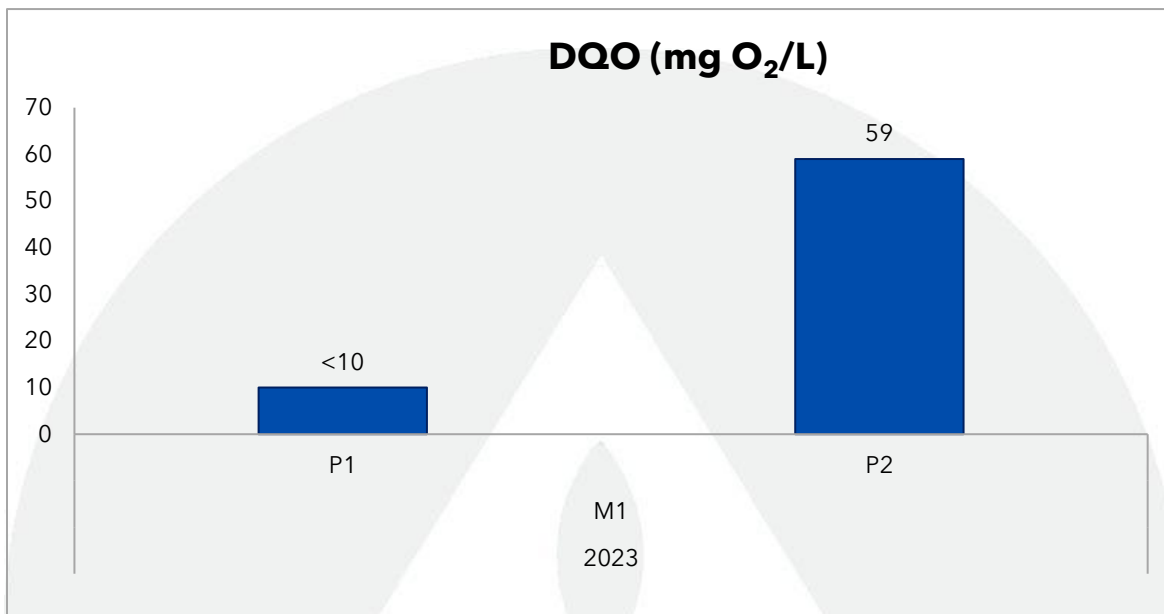
Gráfica 140. Registros de DBO_5 en la Ciénaga de Luruaco en julio y agosto de 2023, contrastado los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





Para la DQO se reportaron concentraciones de <10 mg O_2/L a 59 mg O_2/L , para los puntos 1 y 2, respectivamente; de esta manera, se establece que las muestras analizadas presentan una carga orgánica baja a moderada.



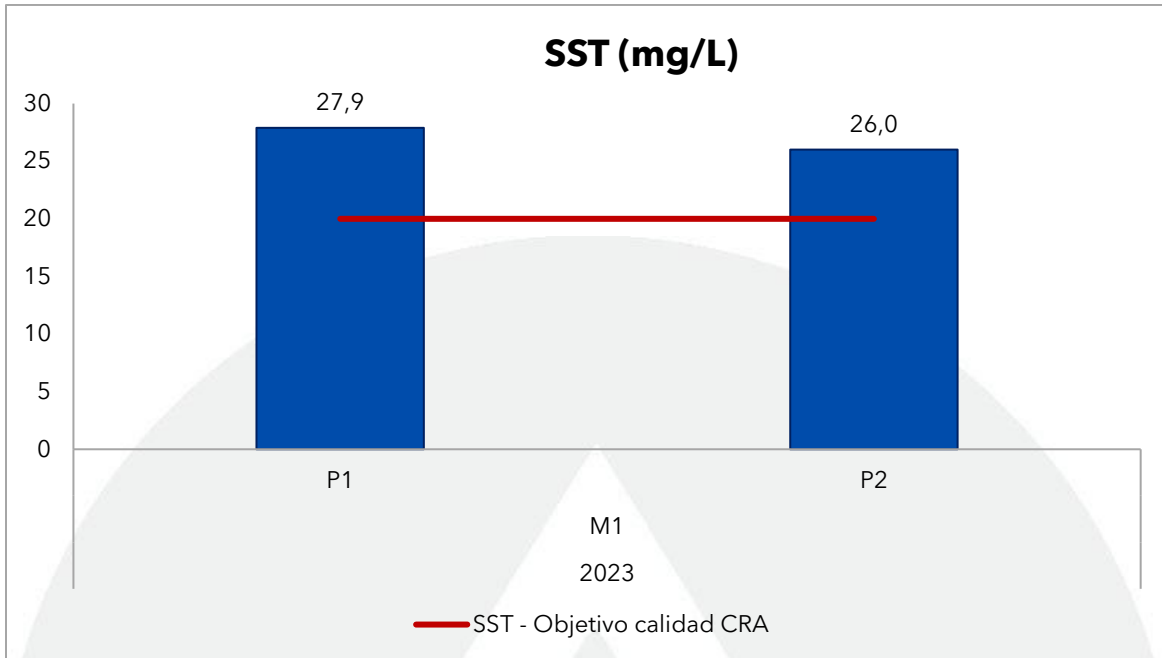
<: Valor por debajo del límite de cuantificación del método de análisis

Gráfica 141. Registros de DQO en la Ciénaga de Luruaco en julio y agosto de 2023.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Por su parte, los SST presentaron valores de 27,9 y 26,0 mg/L en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 142**); observando que ambos puntos presentan una desviación con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<20 mg/L).



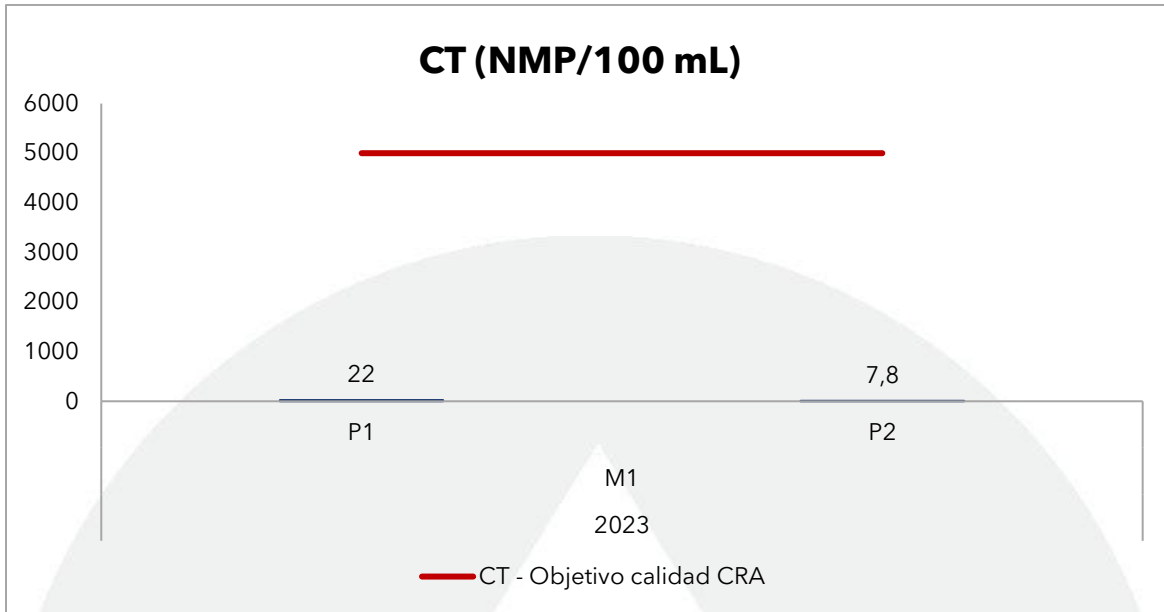


Gráfica 142. Registros de SST en la Ciénaga de Luruaco en julio y agosto de 2023, contrastado los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

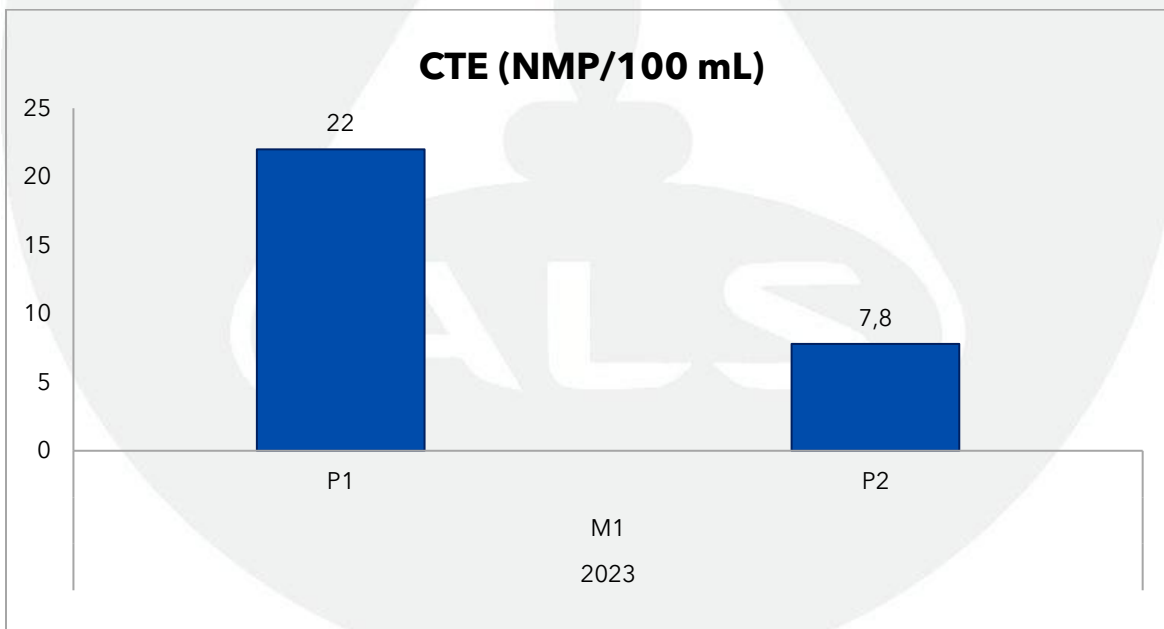
Para los Coliformes Totales (CT) se presentaron concentraciones de 22,0 NMP/100 mL y 7,8 NMP/100 mL en P1 y P2 respectivamente; mismo caso para los Coliformes Termotolerantes (CTE) donde se registraron valores de 22,0 NMP/100 mL y 7,8 NMP/100 mL en P1 y P2 respectivamente (**Gráfica 143 ; Gráfica 144**), lo anterior permite evidenciar cumplimiento con respecto al objetivo de calidad establecido por la en la Resolución 0000449 de 2021 para CT (5000,00 NMP/100 mL).





Gráfica 143. Registros de Coliformes totales (CT) en la Ciénaga de Luruaco en julio y agosto de 2023 contrastado con los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



Gráfica 144. Registros de Coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga de Luruaco en julio y agosto de 2023.

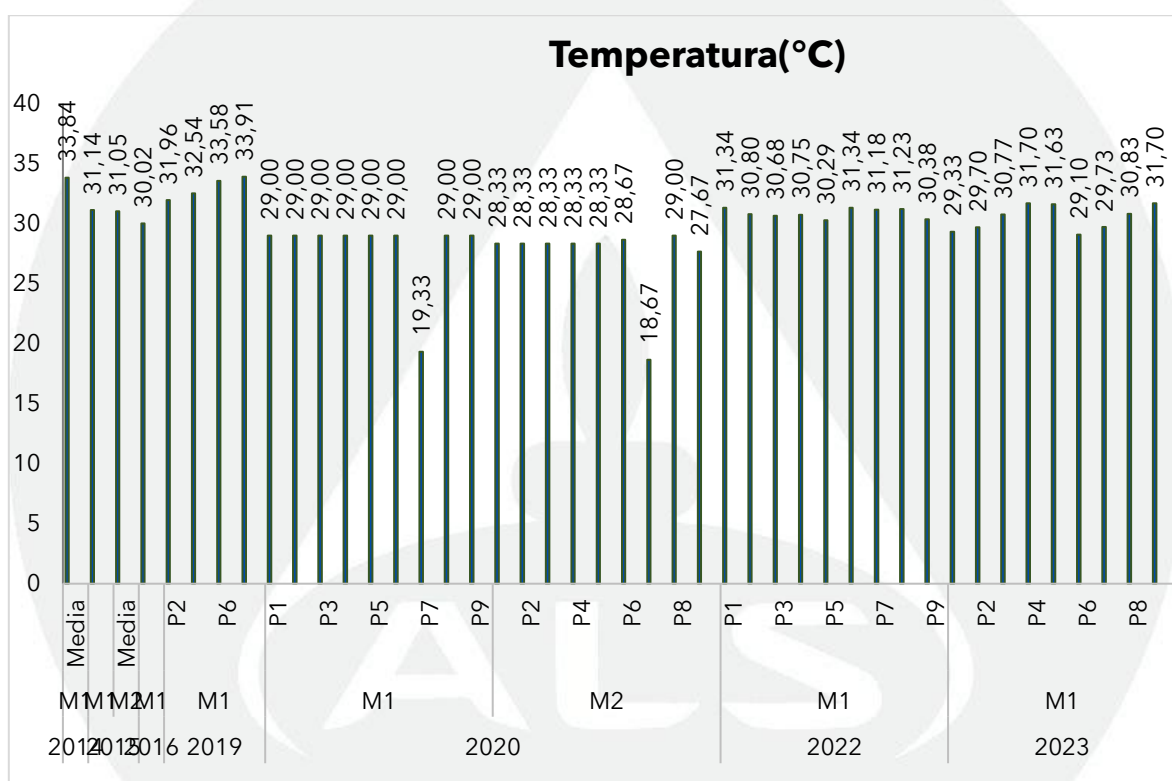
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





5.3.3 Embalse El Guájaro

El registro de la temperatura en los puntos monitoreados en el Embalse El Guájaro presentaron un rango de valores de 29,70°C a 31,70 °C (**Gráfica 145**) Es importante resaltar que los valores de este parámetro obedecen principalmente al comportamiento de la temperatura ambiente y no presentan afectación por factores externos. Con relación al comportamiento histórico de la temperatura se evidencian registros constantes, observando un reporte máximo de 33,90°C en el año 2019.

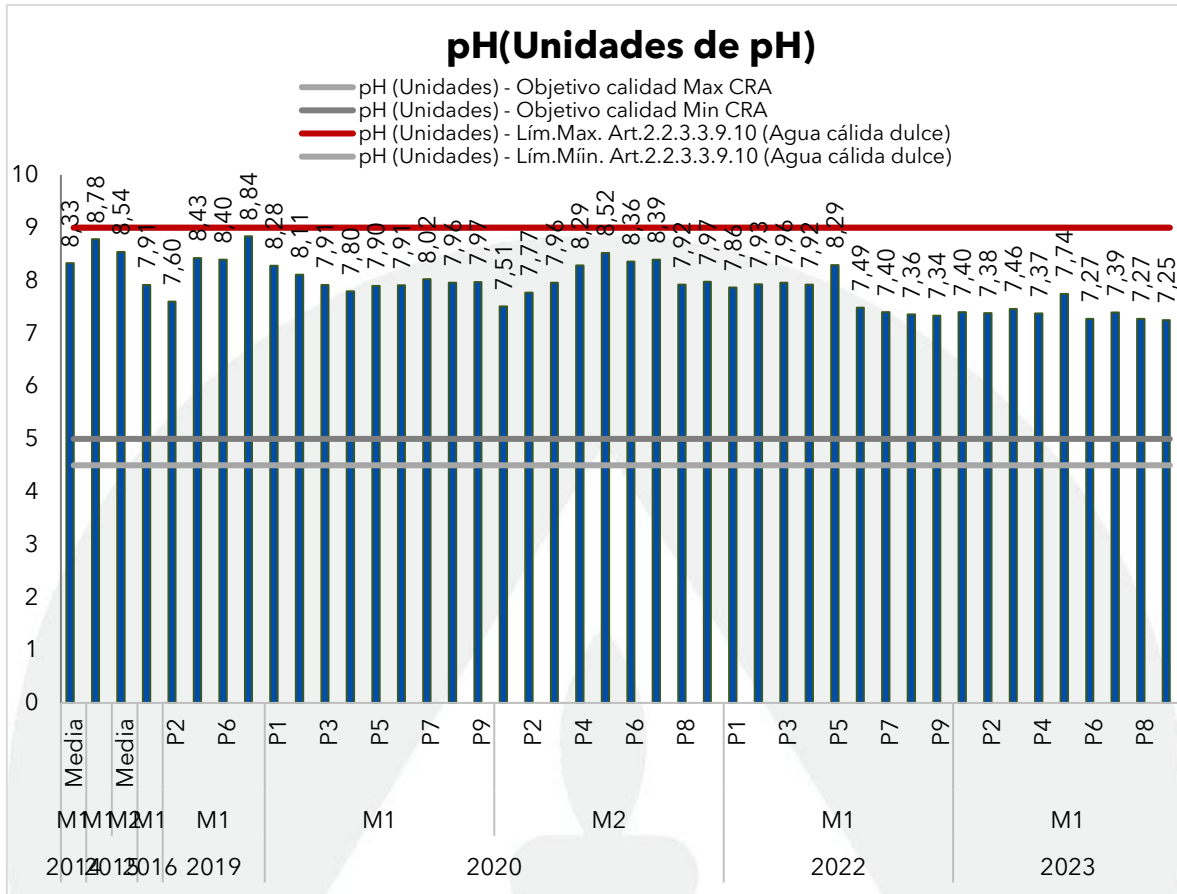


Gráfica 145. Registros de la temperatura en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El rango de valores del pH obtenidos fue de 7,27 a 7,74 UpH (**Gráfica 146**); los cuales corresponden a pH's de características neutras que cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA (de 4,0 a 9,0 UpH) y el criterio de calidad para preservación de flora y fauna de aguas cálidas dulces (4,5 a 9,0 UpH) del Decreto 1076 de 2015. En comparación con monitoreos anteriores se observa un comportamiento constante del pH cuyos valores se han asociado en su mayoría a características neutras.



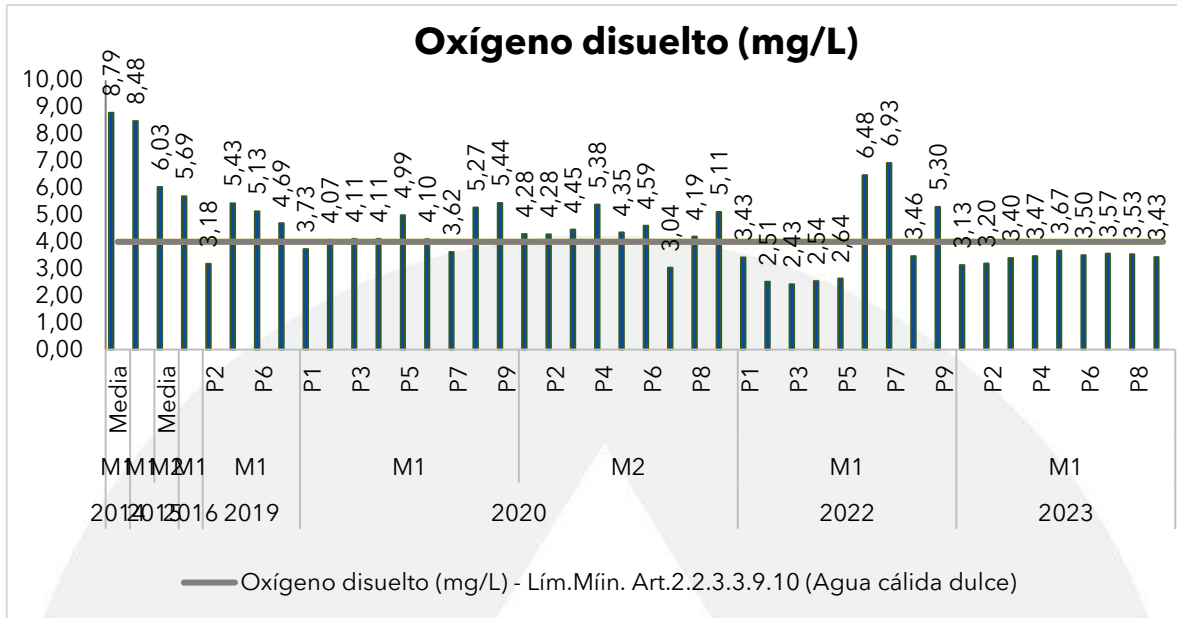


Gráfica 146. Registros del pH en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por su parte, el oxígeno disuelto presentó valores de 3,13 en P1 siendo el valor mínimo y 3,67 mg/L en P7 (**Gráfica 147**), donde se evidencia que los puntos presentan desviación con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021 (>4 mg/L) y con el criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del 2015. Estos valores indican que la vida acuática se encuentra bajo fuerte presión, pudiendo causar la muerte a los peces, dichas condiciones hipoxias pueden ser consecuencia de la respiración y muerte del plancton, con la consecuente degradación de su materia orgánica constitutiva (Lanza Espino, G. d. I., & Hernández Pulido, S., 2019).



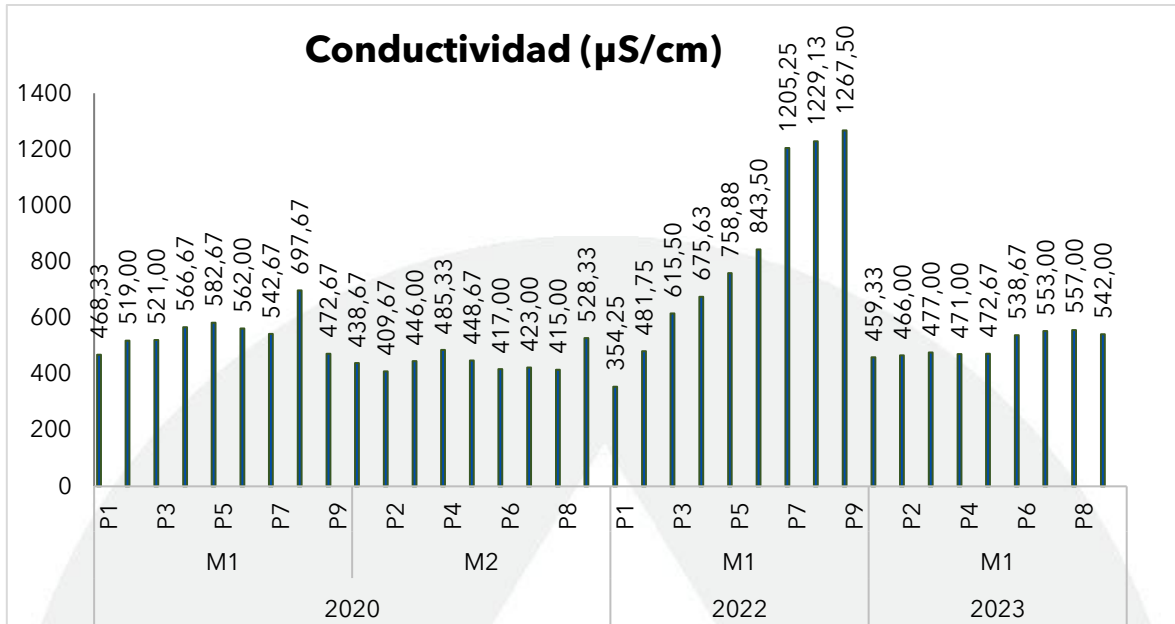


Gráfica 147. Registros del oxígeno disuelto en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Para la conductividad se obtuvieron valores de 459,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 557,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**Gráfica 148**), indicando la presencia de aguas mineralizadas, lo cual puede estar relacionado con la presencia de sólidos e iones. Con relación al monitoreo anterior se observa una disminución en los valores de conductividad; mientras que en 2020 se reportaron valores similares.





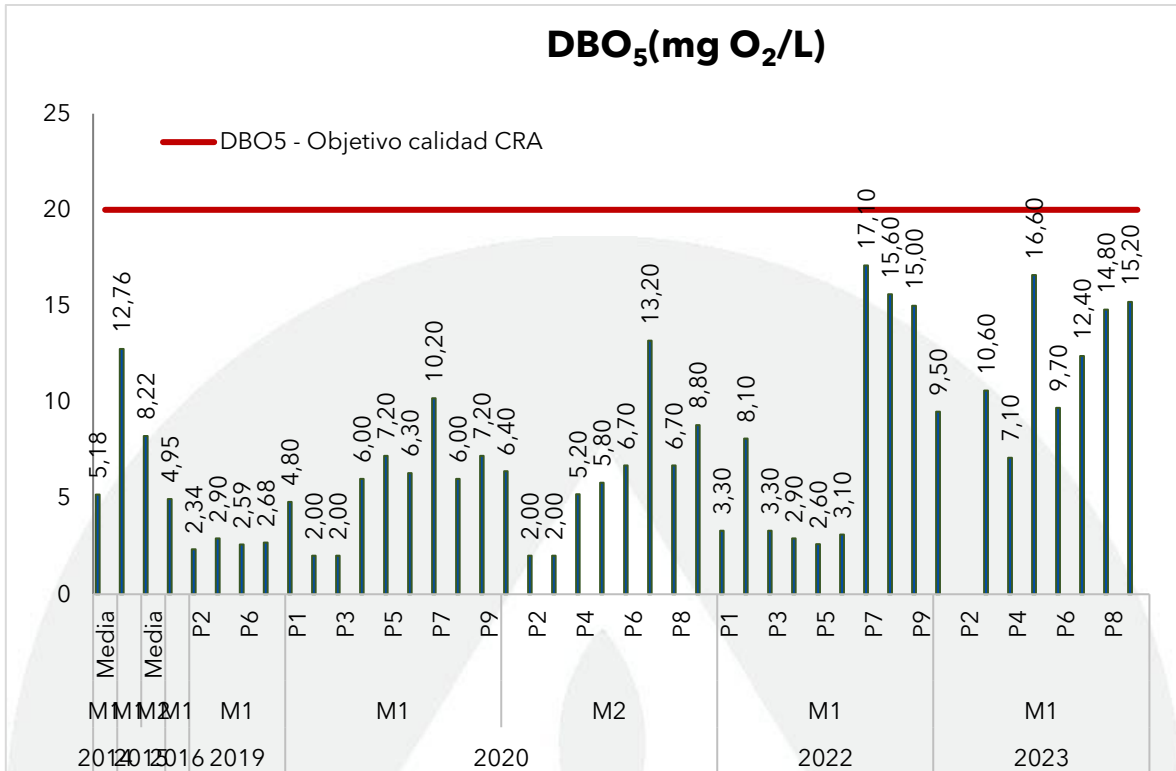
Gráfica 148. Registros de la conductividad en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El rango de valor obtenido para la DBO₅ fue de 7,10 mg O₂/L en el punto P4 a 16,60 mg O₂/L en el punto P5 (**Gráfica 149**), observándose cumplimiento con respecto al límite de control para la DBO₅ (<20 mg O₂/L) indicado como objetivo de calidad de la Resolución 0000449 de 2021 de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en Clase III, con potencial uso de preservación de flora y fauna. En el punto P2 se observaron concentraciones inferiores al límite de cuantificación de la técnica (<2,0 mg/L).

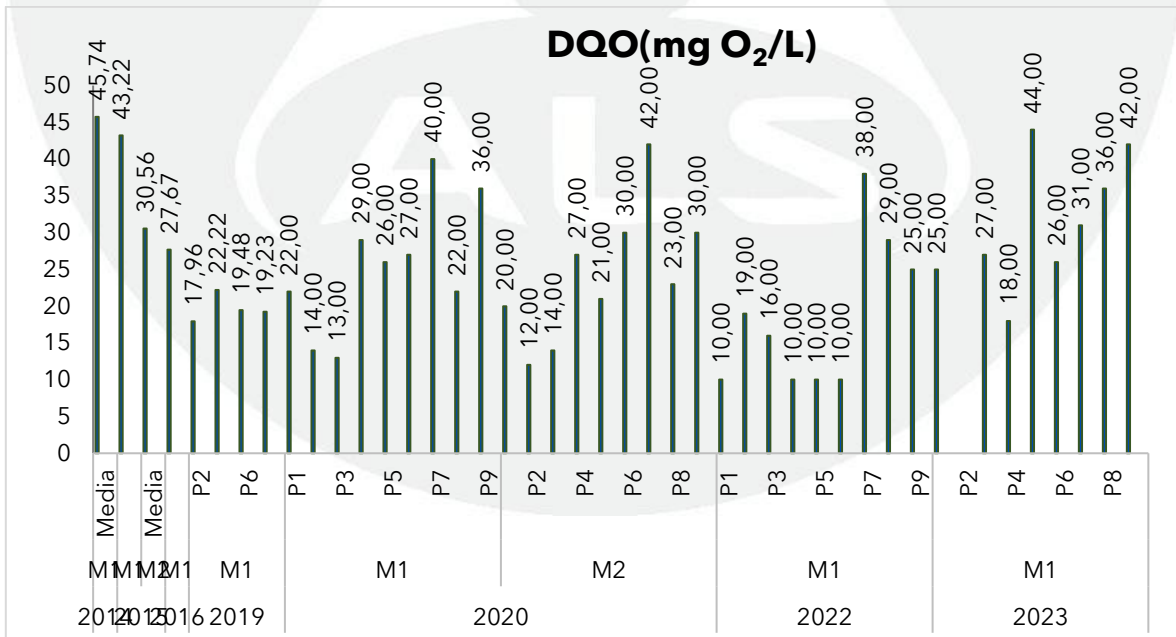
Por su parte la DQO presentó un rango entre 18,00 a 44,00 mg O₂/L relacionando su valor máximo en el punto P5. Con relación al registro histórico, se observa que el valor más alto se relacionó con el monitoreo en 2015 con 45,74 mg O₂/L (**Gráfica 150**).





Gráfica 149. Registros de la DBO₅ en el Embalse el Guájaró en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



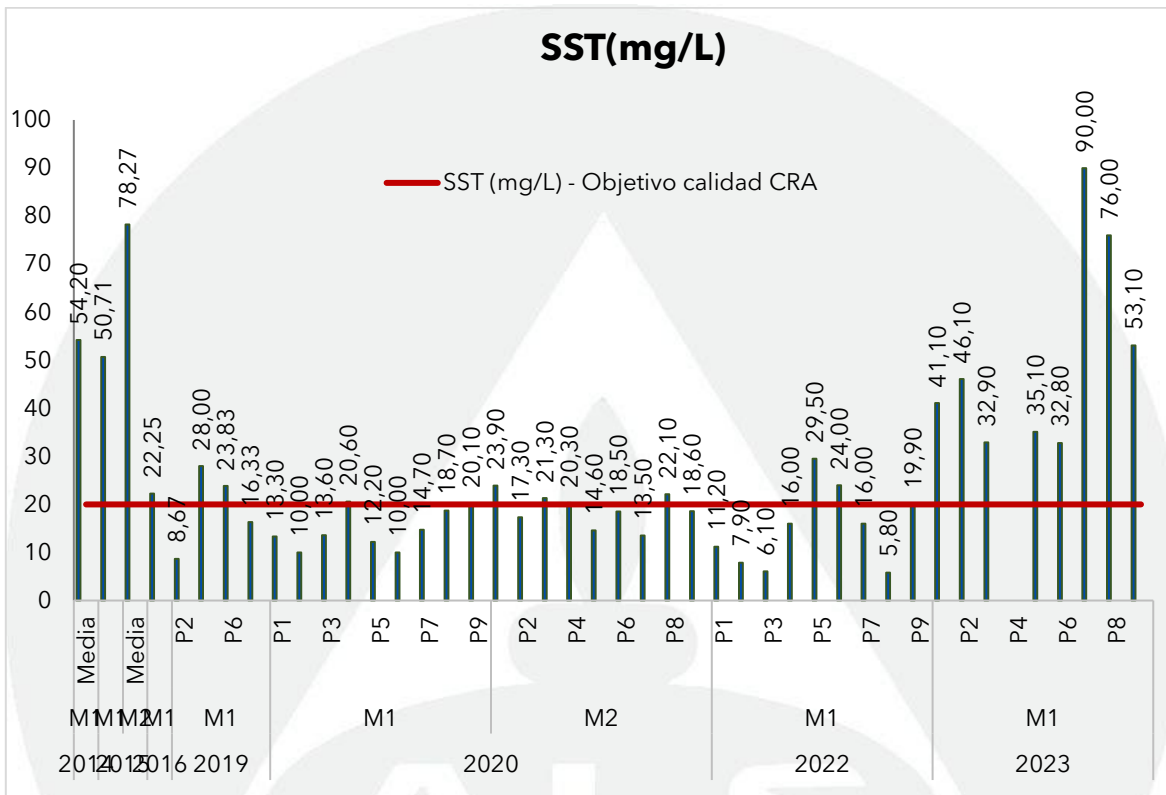
Gráfica 150. Registros de DQO en el Embalse el Guájaró en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





Al observar los SST se evidenció el cumplimiento del objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<30 mg/L) para el punto P4 (**Gráfica 151**). Por su parte el registro histórico evidenció que los valores máximos de este parámetro se asociaron al presente monitoreo en P7 (90,00 mg/L).

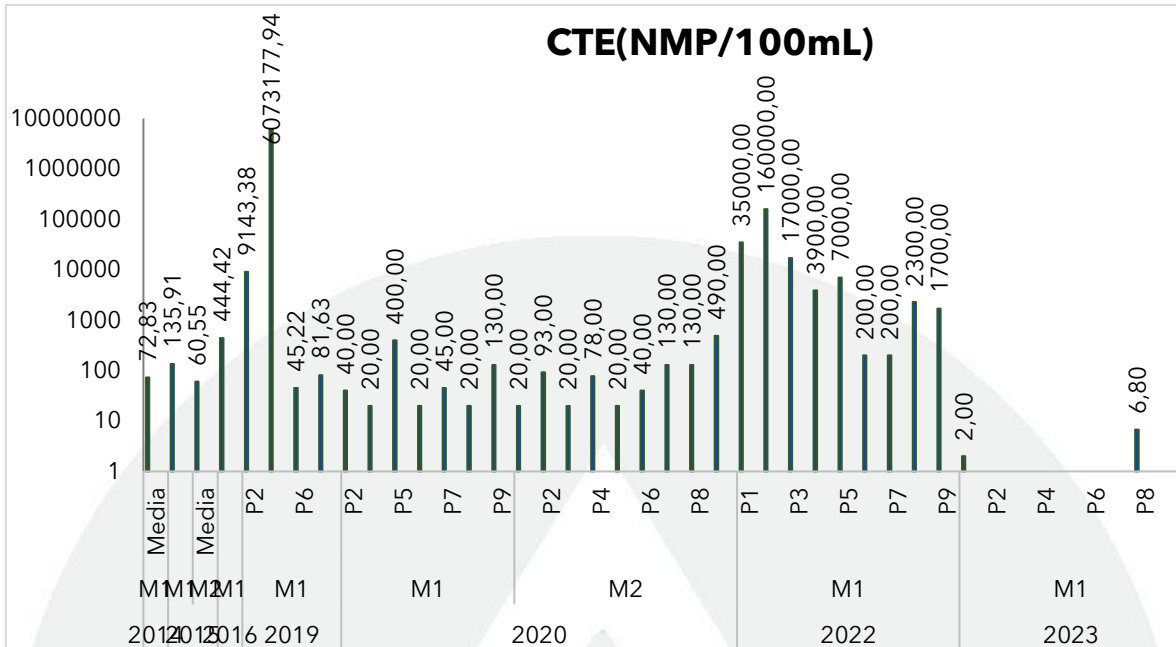


Gráfica 151. Registros de SST en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

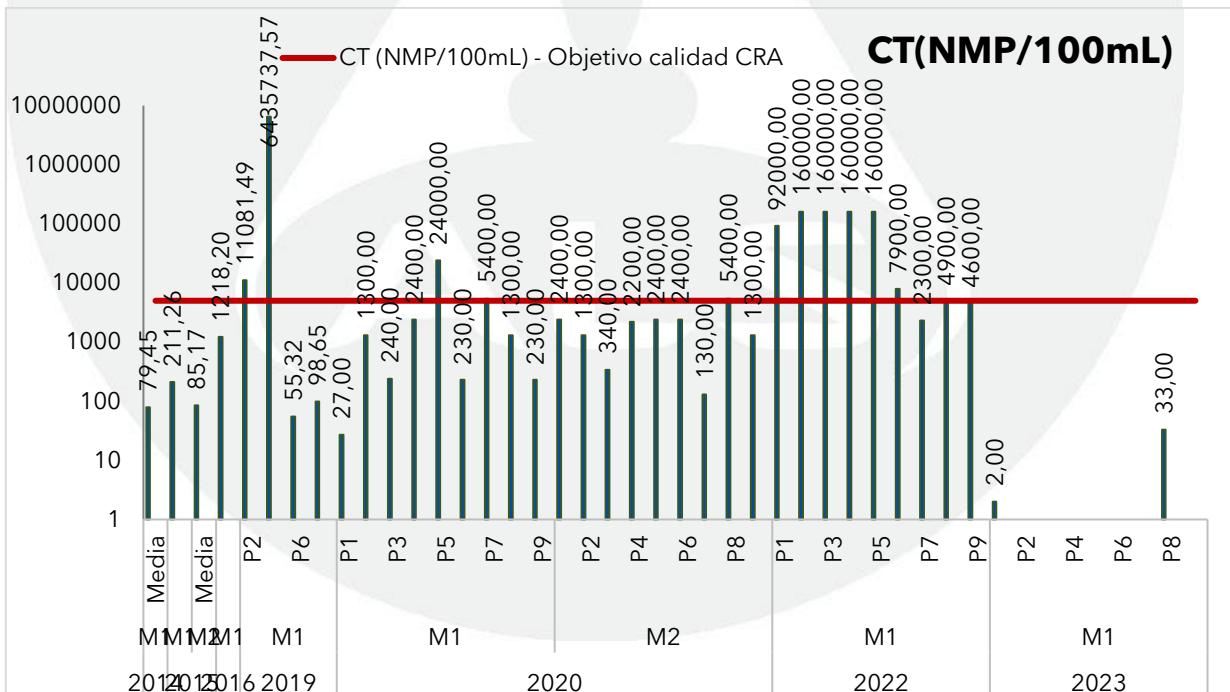
Los Coliformes Termotolerantes (CTE) presentaron concentraciones por debajo del límite de cuantificación de la técnica a excepción de los puntos P1 y P8, donde se reportaron valores de 2,00 NMP/100 mL y 6,80 NMP/100 mL. Para los Coliformes Totales (CT) se reportaron valores de 2,00 NMP/100 mL y 33,00 NMP/100 mL en P1 y P8, respectivamente; mientras que en los demás puntos se registraron concentraciones por debajo del límite de cuantificación de la técnica (<1,8 NMP/100 mL.) (**Gráfica 161** y **Gráfica 162**). De esta manera, se observa que los resultados reportados presentan cumplimiento con el objetivo de calidad establecido por la CRA para coliformes totales (<5000 NMP CT/100 mL).





Gráfica 152. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



Gráfica 153. Registros de coliformes Totales (CT) en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

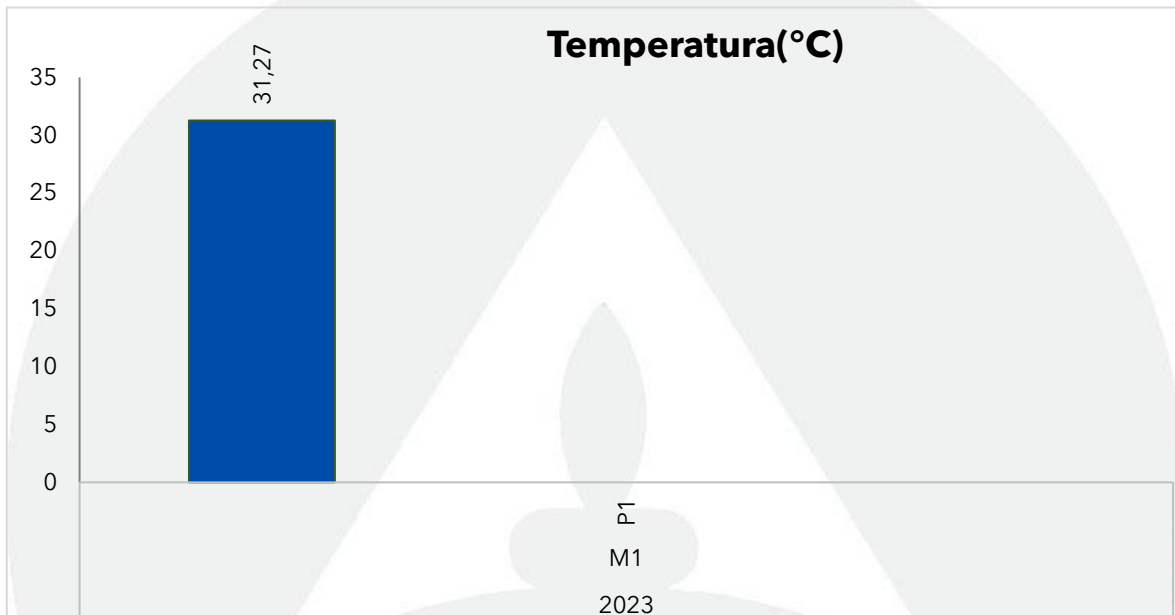
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





5.3.4 Ciénaga Manatí

La temperatura del agua en la Ciénaga de Manatí presentó valores de 31,27°C en el punto monitoreado. Los valores de este parámetro obedecen principalmente al comportamiento de la temperatura ambiente que para los cuerpos de agua de las zonas costeras tropicales la cual presenta pocas fluctuaciones durante el año.

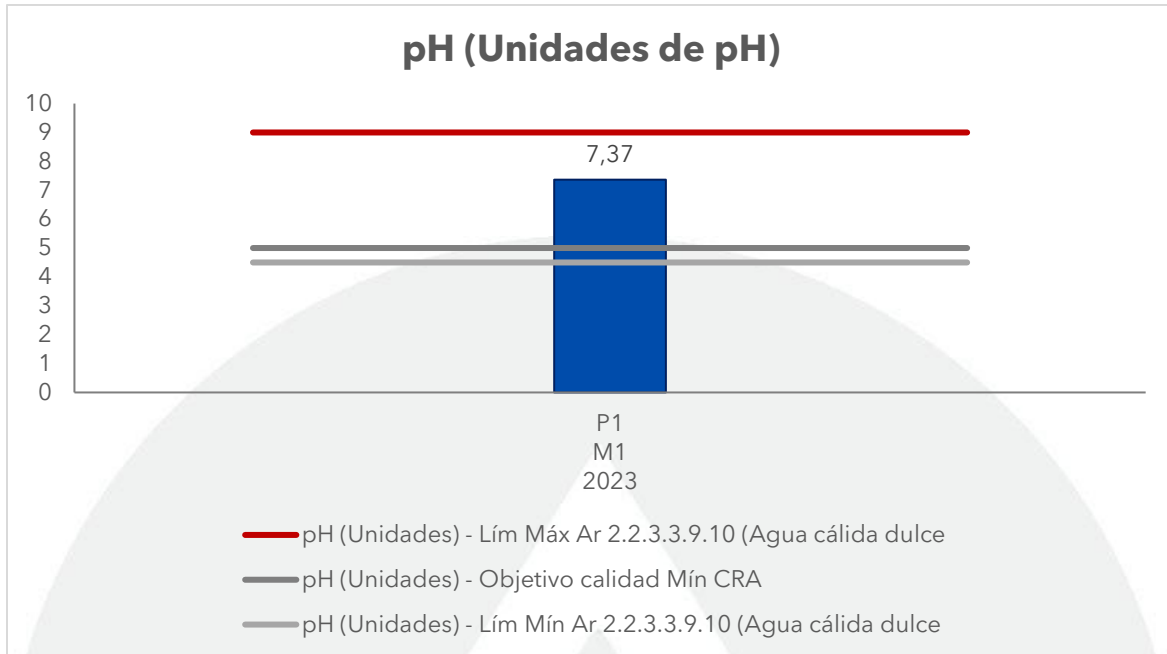


Gráfica 154. Registros de temperatura (°C) en la Ciénaga de Manatí en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

El pH reportado en la Ciénaga Manatí registró un valor de 7,37 indicando que la muestra de agua analizada presenta características neutras y cumple con los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021, para la preservación de flora y fauna (límite de control de 5,0 a 9,0 UpH).



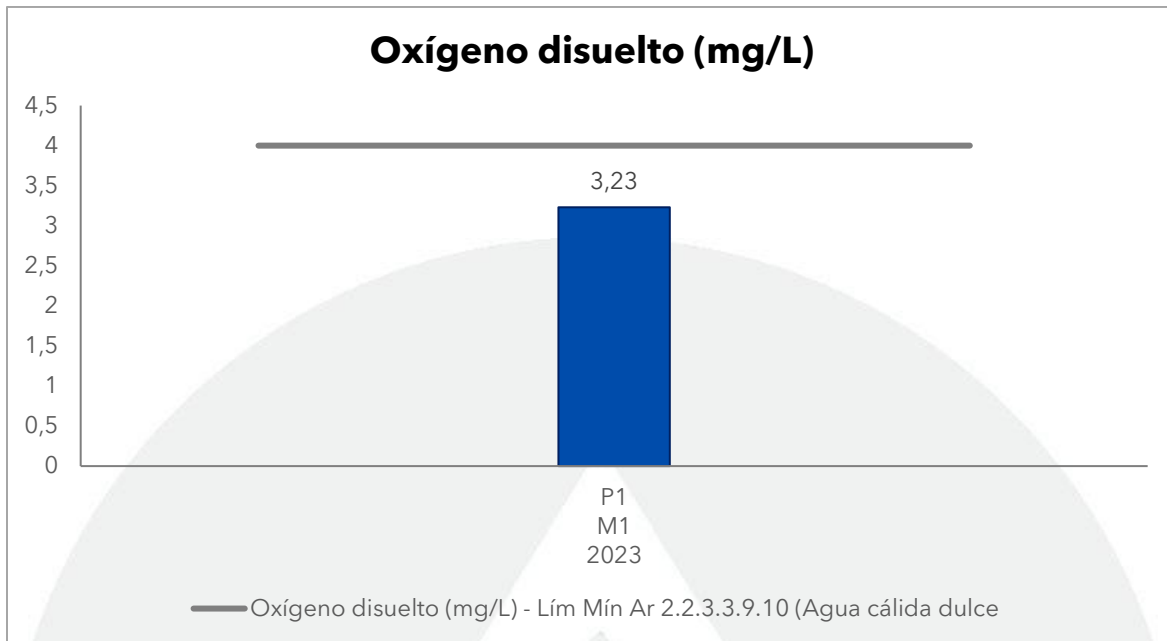


Gráfica 155. Registros de pH en la Ciénaga Manatí en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Para el oxígeno disuelto se registró un valor de 3,23 mg/L en el punto monitoreado. Este resultado presenta desviación con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021 (>4 mg/L) y con el criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del 2015.



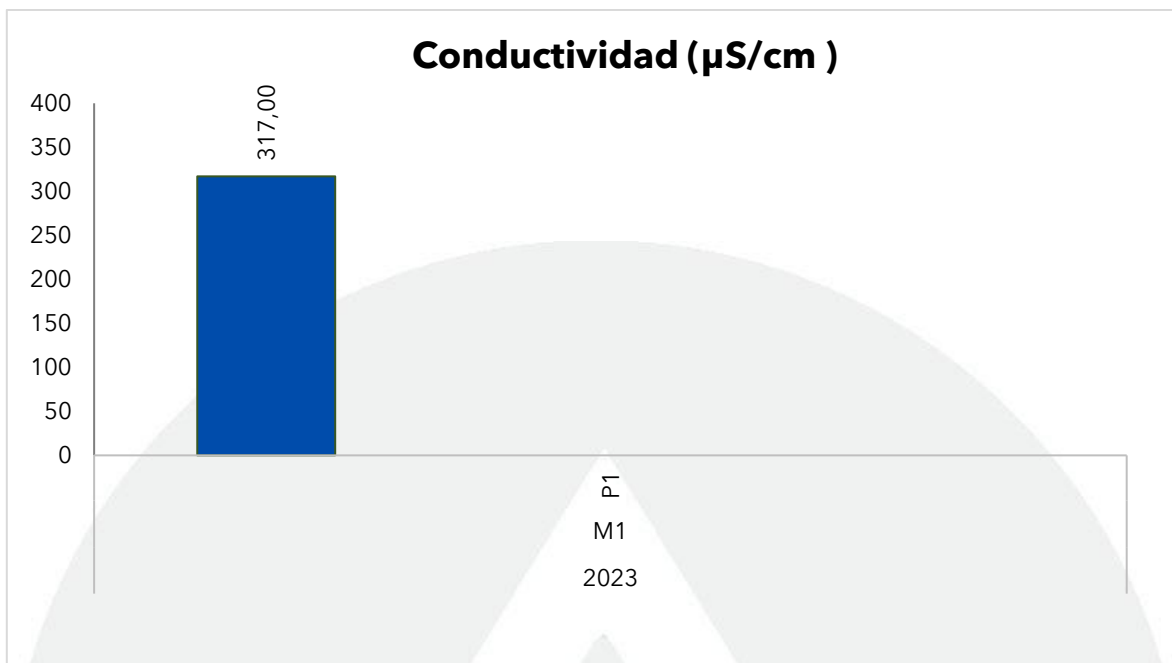


Gráfica 156. Registros de oxígeno disuelto en la Ciénaga Manatí en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Por otro lado, la conductividad presentó un valor de 317,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el punto monitoreado, demostrado que el agua en la ciénaga presenta una mineralización media con una concentración considerable de sólidos, iones y sales disueltas; sin embargo, se considera que las aguas dulces no superan valores de alrededor de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, más Roldán y Ramírez (2008).



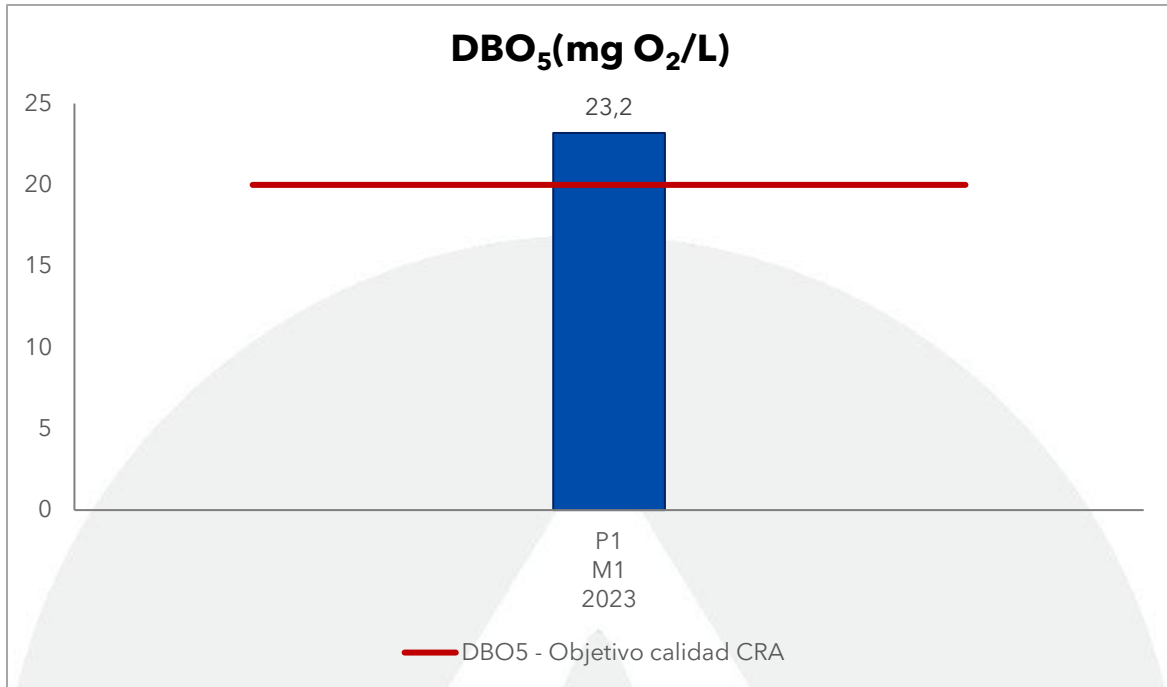


Gráfica 157. Registros de conductividad en la Ciénaga Manatí en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Para la DBO_5 se obtuvieron resultados de 23,20 mg O_2/L ; observándose desviación con el límite de control para la DBO_5 (<20 mg/L) indicado por la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en clase III, con potencial uso de preservación de flora y fauna.

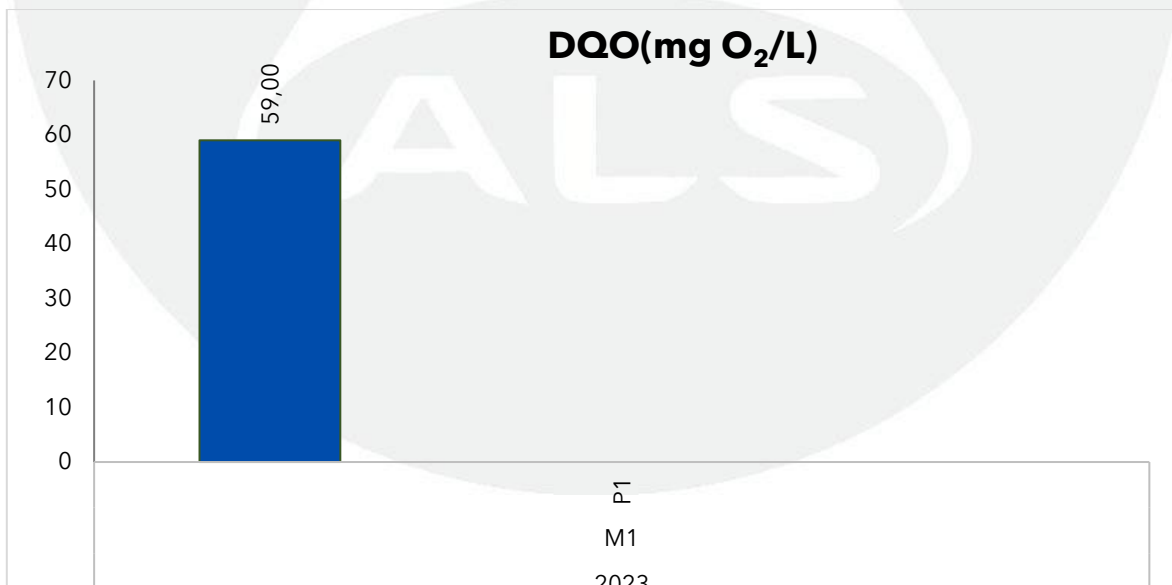




Gráfica 158. Registros de DBO₅ en la Ciénaga Manatí en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

Para la DQO se reportaron concentraciones de 59,00 mg O₂/L, de esta manera, se establece que las muestras analizadas presentan una carga orgánica considerable.



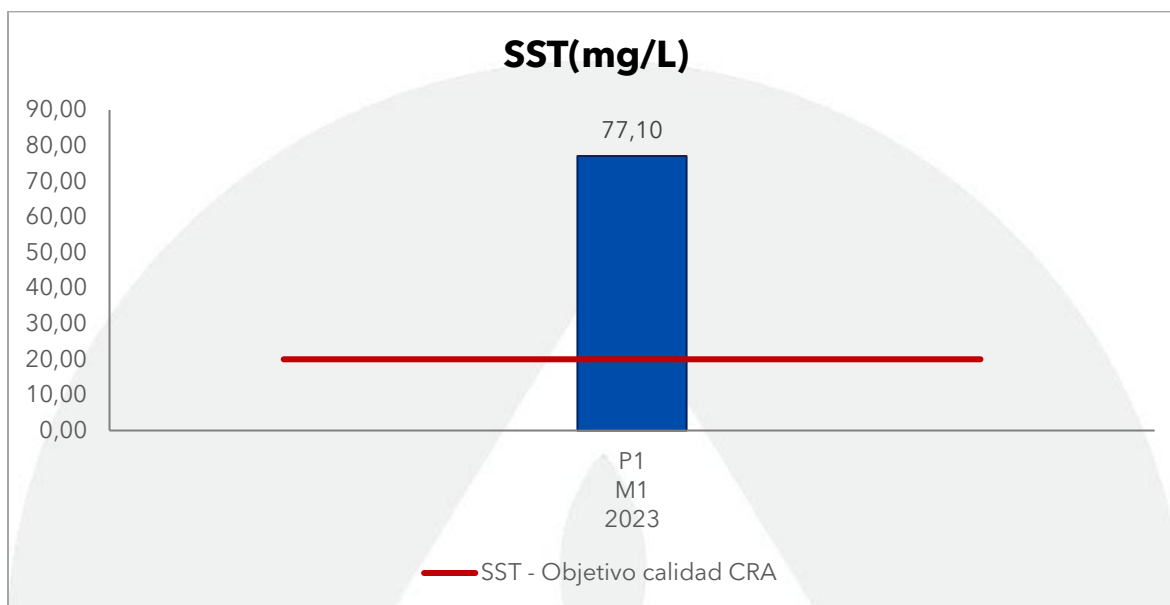
Gráfica 159. Registros de DQO en la Ciénaga Manatí en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





Por su parte, los SST presentaron valores de 77,10 mg/L en el punto monitoreado; observándose una desviación con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<20 mg/L).

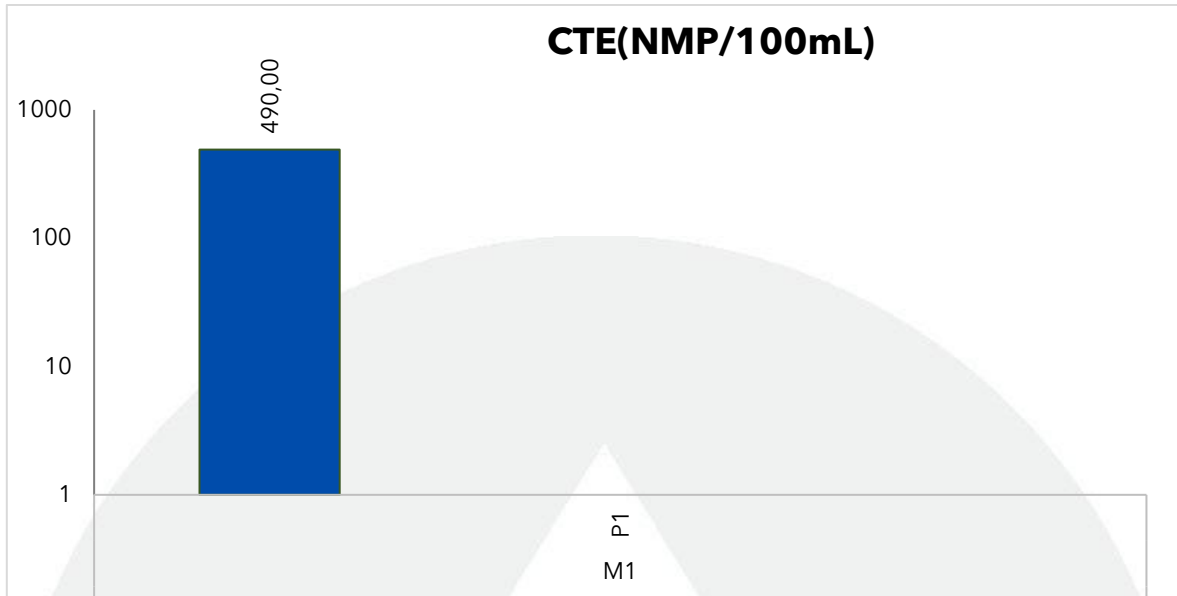


Gráfica 160. Registros de SST en la Ciénaga Manatí en julio y agosto de 2023, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

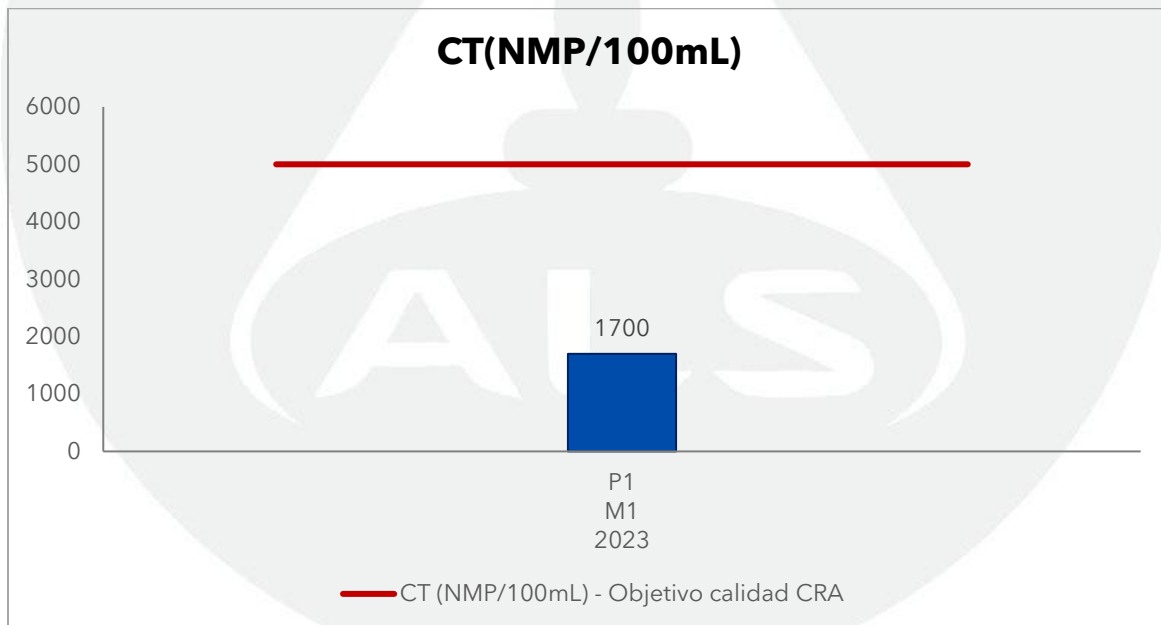
Para los Coliformes Totales (CT) se presentó una concentración de 1700,00 NMP/100 mL; mientras que, los Coliformes Termotolerantes (CTE) reportaron un valor de 490,00 NMP/100 mL, lo anterior permite evidenciar cumplimiento con respecto al objetivo de calidad establecido por la en la en la Resolución 0000449 de 2021 para CT (5000,00 NMP/100 mL).





Gráfica 161. Registros de Coliformes totales (CT) en la Ciénaga Manatí en julio y agosto de 2023 contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



Gráfica 162. Registros de Coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga Manatí en julio y agosto de 2023, contrastado con los monitoreos anteriores.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





5.4 Índices de calidad de agua

5.4.1.1 Índice de calidad de agua (ICA)

El Índice de calidad del agua es el valor numérico que califica en una de cinco categorías, la calidad del agua de una corriente superficial, con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de cinco o seis variables, registradas en una estación de monitoreo **j** en el tiempo **t**.

La fórmula de cálculo del indicador es:

$$ICA_{njt} = \left(\sum_{i=1}^n Wi * I_{ikjt} \right)$$

Donde:

ICA_{njt} , es el Índice de calidad del agua de una determinada corriente superficial en la estación de monitoreo de la calidad del agua **j** en el tiempo **t**, evaluado con base en **n** variables.

Wi , es el ponderador o peso relativo asignado a la variable de calidad **i**.

I_{ikjt} , es el valor calculado de la variable **i**.

n, es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador.

A continuación, se muestran las ecuaciones de referencia, para el cálculo del valor de cada variable.

5.4.1.2 Oxígeno disuelto

Esta variable tiene el papel biológico fundamental de definir la presencia o ausencia potencial de especies acuáticas.

$$I_{OD} = 1 - (1 - 0,01 * PS_{OD})$$

Cuando el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto es mayor al 100%:

$$I_{OD} = 1 - (0,01 * PS_{OD} - 1)$$





5.4.1.3 Sólidos Suspendidos Totales

La presencia de sólidos en suspensión en los cuerpos de agua indica cambio en el estado de las condiciones hidrológicas de la corriente. Dicha presencia puede estar relacionada con procesos erosivos, vertimientos industriales, extracción de materiales y disposición de escombros. Tiene una relación directa con la turbiedad.

El subíndice de calidad para sólidos suspendidos se calcula como sigue:

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

$$\text{Si } SST \leq 4.5, \text{ entonces } I_{SST} = 1$$

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

5.4.1.4 Demanda química de oxígeno (DQO)

Refleja la presencia de sustancias químicas susceptibles de ser oxidadas a condiciones fuertemente ácidas y alta temperatura, como la materia orgánica, ya sea biodegradable o no, y la materia inorgánica. Mediante adaptación de la propuesta de la Universidad Politécnica de Catalunya se calcula con la fórmula:

$$\text{Si } DQO \leq 20, \text{ entonces, } I_{DQO} = 0,91$$

$$\text{Si } 20 < DQO \leq 25, \text{ entonces, } I_{DQO} = 0,71$$

$$\text{Si } 25 < DQO \leq 40, \text{ entonces, } I_{DQO} = 0,51$$

$$\text{Si } 40 < DQO \leq 80, \text{ entonces, } I_{DQO} = 0,26$$

$$\text{Si } DQO > 80 \text{ entonces } I_{DQO} = 0,125$$

5.4.1.5 Conductividad eléctrica (C.E.):

Está íntimamente relacionada con la suma de cationes y aniones determinada en forma química, refleja la mineralización. Se calcula con la fórmula:

$$I_{C.E} = 1 - 10^{(-3.26 + 1.34 \log_{10} C.E)}$$

Cuando $I_{C.E} < 0$, entonces $I_{C.E} = 0$

5.4.1.6 pH:

Mide la acidez, valores extremos pueden afectar la flora y fauna acuáticas.





Si $pH < 4$, entonces $I_{pH} = 0, 1$

Si $4 \leq pH \leq 7$, entonces $I_{pH} = 0,02628419 * e^{(pH*0,520025)}$

Si $7 < pH \leq 8$, entonces $I_{pH} = 1$

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

Si $pH \geq 11$, entonces $I_{pH} = 0, 1$

Tabla 10. Variables y ponderaciones para el caso de 6 variables.

Variable	Unidad de medida	Ponderación
Oxígeno disuelto, OD	% Saturación	0,17
Sólidos Suspendidos Totales, SST	mg/L	0.17
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	0.17
(NT/PT)	-	0.17
Conductividad Eléctrica, C. E	μ S/cm	0.17
pH	Unidades de pH	0.15

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM., 2011.

Tabla 11. Clasificación del ICA.

Categorías de valores que puede tomar el indicador	Calificación de la calidad del 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

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM., 2011.

En la **Tabla 12** se presentan los valores de los índices de contaminación obtenidas para los puntos de monitoreo en las diferentes ciénagas evaluadas. De manera general, se observa que para el índice ICA el 75,00% de los puntos evaluados presentó una señal de alerta amarilla asociada a calidad regular, el 18,75% registró calidad aceptable y el 6,25% restante relacionó una calidad Mala. Las ciénagas asociadas a calidad aceptable para ICA fueron la ciénaga mallorquín en P7 y el Río Magdalena en P2 y P3.

En cuanto al índice ICOpH no se registró grado de contaminación para los puntos evaluados; mientras que ICOM asoció el 89,58% de los puntos a grado de contaminación medio y alto, el 2,08% a grado de contaminación muy alta (Embalse El Guájaro P2) y el 8,33% restante a contaminación baja (Ciénaga de Mallorca P6, Ciénaga de Mallorca P7, Ciénaga del Totumo P1 y Ciénaga del Totumo P2).





Para el índice ICOSUS, se obtuvo que el 79,17% de los puntos evaluados no presentó ningún grado de contaminación; mientras que el 8,33% presentó baja contaminación; el 12,50% restante registraron grados de contaminación medio a muy alto, estos últimos asociados a los puntos de monitoreo en la ciénaga de Balboa.

Tabla 12. Valor obtenido para cada variable (índice).

Punto	Índices de contaminación			
	ICA	ICOpH	ICOMO	ICOSUS
Ciénaga De Malambo P1	0,48	0,000	0,486	0,142
Ciénaga De Malambo P2	0,47	0,000	0,512	0,103
Ciénaga De Sabanagrande P1	0,56	0,003	0,570	0,055
Ciénaga De Sabanagrande P2	0,56	0,004	0,437	0,025
Ciénaga de Santo Tomás P1	0,53	0,003	0,530	0,000
Ciénaga de Santo Tomás P2	0,59	0,002	0,438	0,000
Ciénaga El Uvero P1	0,59	0,012	0,445	0,073
Ciénaga Paraíso P1	0,53	0,001	0,642	0,040
Ciénaga Luisa P1	0,48	0,001	0,552	0,184
Ciénaga Larga P1	0,50	0,004	0,511	0,157
Ciénaga Manatí P1	0,49	0,003	0,618	0,211
Río Magdalena P1	0,61	0,019	0,503	0,226
Río Magdalena P2	0,71	0,016	0,675	0,427
Río Magdalena P3	0,71	0,005	0,618	0,436
Ciénaga de Mallorca P1	0,65	0,064	0,510	0,000
Ciénaga de Mallorca P2	0,66	0,066	0,504	0,000
Ciénaga de Mallorca P3	0,65	0,062	0,517	0,000
Ciénaga de Mallorca P4	0,65	0,076	0,514	0,000
Ciénaga de Mallorca P5	0,67	0,050	0,498	0,000
Ciénaga de Mallorca P6	0,65	0,042	0,300	0,078
Ciénaga de Mallorca P7	0,84	0,005	0,303	0,073
Ciénaga del Rincón P1	0,59	0,001	0,423	0,157
Ciénaga del Rincón P2	0,60	0,001	0,411	0,142
Ciénaga del Rincón P3	0,59	0,001	0,429	0,160
Ciénaga del Rincón P4	0,59	0,001	0,436	0,163
Ciénaga del Rincón P5	0,59	0,001	0,416	0,127
Ciénaga del Rincón P6	0,59	0,001	0,413	0,133
Ciénaga los Manatíes P1	0,48	0,085	0,480	0,445
Ciénaga de Balboa P1	0,32	0,002	0,508	1,000
Ciénaga de Balboa P2	0,35	0,003	0,445	1,000
Ciénaga de Balboa P3	0,35	0,019	0,782	1,000
Ciénaga del Totumo P1	0,64	0,001	0,336	0,025
Ciénaga del Totumo P2	0,65	0,001	0,343	0,000
Ciénaga de Tocagua P1	0,50	0,116	0,460	0,106
Ciénaga de Tocagua P2	0,52	0,047	0,491	0,136
Ciénaga de Luruaco P1	0,69	0,019	0,470	0,064
Ciénaga de Luruaco P2	0,55	0,004	0,451	0,058
Embalse de Guajaro P1	0,60	0,004	0,413	0,103





Punto	Índices de contaminación			
	ICA	ICOpH	ICOMO	ICOSUS
Embalse de Guajaro P2	0,64	0,004	0,864	0,118
Embalse de Guajaro P3	0,57	0,005	0,742	0,079
Embalse de Guajaro P4	0,67	0,004	0,696	0,000
Embalse de Guajaro P5	0,53	0,013	0,774	0,085
Embalse de Guajaro P6	0,57	0,003	0,733	0,078
Embalse de Guajaro P7	0,54	0,004	0,753	0,250
Embalse de Guajaro P8	0,55	0,003	0,437	0,208
Embalse de Guajaro P9	0,51	0,002	0,775	0,139
Ciénaga de Mesolandia P1	0,53	0,000	0,602	0,163
Ciénaga de Mesolandia P2	0,54	0,000	0,574	0,133
Indicación	Baja contaminación cercana a cero			
	Alta contaminación cercana a 1			

Nota: *: Los valores se realizan de manera indicativa debido a que se presentaron resultados por debajo del límite de cuantificación.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

5.4.1.7 Índice de calidad ambiental

El objetivo de un Índice de Calidad de Agua -ICA- es clasificar las aguas en relación con sus características biológicas, químicas y físicas, definiendo sus posibles usos y gestionando sus asignaciones. Los ICAs pueden considerarse como modelos de calidad del agua, es decir, una representación simplificada de una realidad compleja, donde se seleccionan variables y se definen métodos para ponderar y agregar las variables (Alves et al., 2014).

La CRA ha desarrollado índices de calidad específicos para diferentes cuerpos de agua costeros (ICAcc) (CRA, 2018) y continentales: ICA Guájaro (CRA, 2022a) e ICA Luruaco (CRA, 2022b), atendiendo el supuesto que los índices de uso general, no siempre se ajustan a la realidad y características propias de cada región, localidad y requieren un desarrollo específico para cada cuerpo de agua de interés.

Estos índices fueron construidos siguiendo los siguientes pasos:

- Selección de variables.
- Transformación, siguiendo una escala común, de estas variables que inicialmente tienen dimensiones diferentes,





- Creación de subíndices por asignación de un factor de ponderación para cada variable transformada,
- Cálculo de una puntuación de índice final utilizando la agregación de subíndices.
- Validación con datos obtenidos en la ciénaga El Convento.

Para la selección de las variables se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Bibliográfico
- Normativo
- Análisis estadístico multivariado

Como resultado se obtuvieron diferentes curvas de calidad, niveles de ponderación de cada variable y subíndice y métodos de agregación, que fueron ajustados para cada caso y fueron los empleados en este informe para su cálculo, teniendo en cuenta solo las variables disponibles. El valor de la ponderación de las variables no disponibles para el cálculo de subíndices y del índice agregado, fue distribuido de manera equitativa entre las variables usadas. La interpretación se hizo de acuerdo con la escala de la **Tabla 13**.

Tabla 13. Categoría de calidad de agua y su correspondiente escala de valor y color.

GRADO DE CALIDAD	ESCALA	
	Valor	Color
MUY BUENA: Indica que las condiciones son excepcionalmente favorables para el ecosistema y la sobrevivencia de los organismos que lo habitan.	100	Blue
	80	
BUENA: indica que los niveles de contaminación son muy bajos y se cumple con las condiciones para la conservación de la fauna y la flora.	79	Green
	60	
REGULAR: Indica que las condiciones son parcialmente favorables para la sobrevivencia de los organismos. Puede que algunas variables excedan los límites de calidad o se encuentren en el límite de efectos crónicos adversos.	59	Yellow
	40	
MALA: indica que la contaminación es evidente, una parte significativa de las variables muestran valores por encima del límite de calidad o están cerca de concentraciones con efectos agudos para la biota acuática.	39	Orange
	20	
MUY MALA: Indica que existen altos niveles de contaminación, con condiciones que limitan la sobrevivencia de los organismos acuáticos, afectando significativamente su abundancia y diversidad. Muchas variables o variables críticas estarían sobrepasando niveles adecuados para le preservación de la fauna y flora.	19	Red
	10	
	0	





Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

Teniendo en cuenta los criterios establecidos en la **Tabla 13**, se observa que en la mayoría de los puntos de las ciénagas Mallorquín se observó un grado de calidad regular, a excepción de los puntos P6 y P5 **Figura 3 , Figura 4** que relacionaron una señal de alerta asociada a una calidad "Muy mala". Cabe resaltar que este índice se ve afectado en gran medida por las condiciones del sedimento, puesto que para el subíndice correspondiente el 100% de los puntos en esta ciénaga relacionaron una calidad muy mala; en contraste con los subíndices condiciones del medio, materia orgánica y microbiológico, los cuales registraron grados de calidad bueno y muy bueno **Figura 5 ,** Lo anterior asociado principalmente a las intervenciones realizadas por parte de la CRA para mejora de la calidad del agua a través de la inoculación de consorcios microbianos.

Con relación a la ciénaga de Balboa, se registró un grado de calidad muy malo en los tres puntos evaluados **Figura 6, Figura 7** esto es debido al grado de intervención que presenta la ciénaga, ya que es receptora de vertimientos domésticos de agua residual sin ningún tipo de tratamiento **Figura 8.**

Para la ciénaga El Rincón se observan grados de calidad malos y regulares **Figura 9, Figura 10** los cuales atienden principalmente a la influencia de las condiciones del sedimento representadas por una sola variable biológica (diversidad de macroinvertebrados) cuya puntuación fue de cero. Adicionalmente, es importante resaltar que para el subíndice materia orgánica y microbiológicos **Figura 5** se registran valores de calidad regular debido a alto contenido de materia orgánica la cual se asume que es autóctona puesto que los valores de SST y coliformes termotolerantes fueron bajos.

Finalmente, el Embalse El Guájaro en contraste con las otras ciénagas evaluadas presentó grados de calidad bueno y muy buenos **Figura 11, Figura 12 y Figura 13** que se fundamentan en el comportamiento de los registros microbiológicos, condiciones del medio y productividad (**Tabla 14**)





Tabla 14. Resultados del índice de calidad del agua

Ciénaga	Punto	Subl Cond del Medio	Sub I Cond del sedimento	Subl MO y Microbiol	Subl Prod	ICAcc
Mallorquín	P1	72	3,7	87	64	57
	P2	73	0,0	87	68	43
	P3	70	5,1	87	52	41
	P4	70	0,4	87	63	42
	P5	74	0,1	87	70	43
	P6	68	0,0	68	62	38
	P7	67	5,6	68	20	32
Balboa	P1	17	0,0	0	88	24
	P2	0	0,0	38	21	13
	P3	0	0,0	36	23	13
Rincón	P1	61,0	0,0	56,7	35,1	39,9
	P2	64,4	0,0	57,2	32,9	40,6
	P3	60,5	0,0	56,6	34,4	39,6
	P4	58,3	0,0	56,4	39,1	39,8
	P5	60,5	0,0	58,6	50,5	43,4
	P6	61,7	0,0	54,2	57,6	44,4
Embalse El Guájaro	P1	92	-	71	91	84
	P2	88	-	66	92	81
	P3	89	-	89	94	90
	P4	85	-	81	93	86
	P5	87	-	29	88	66
	P6	79	-	74	92	80
	P7	64	-	65	83	70
	P8	82	-	56	83	73
	P9	71	-	78	91	79

*Sub: Subíndice; Cond: Condición; MO: Materia orgánica; Prod: Productividad.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.



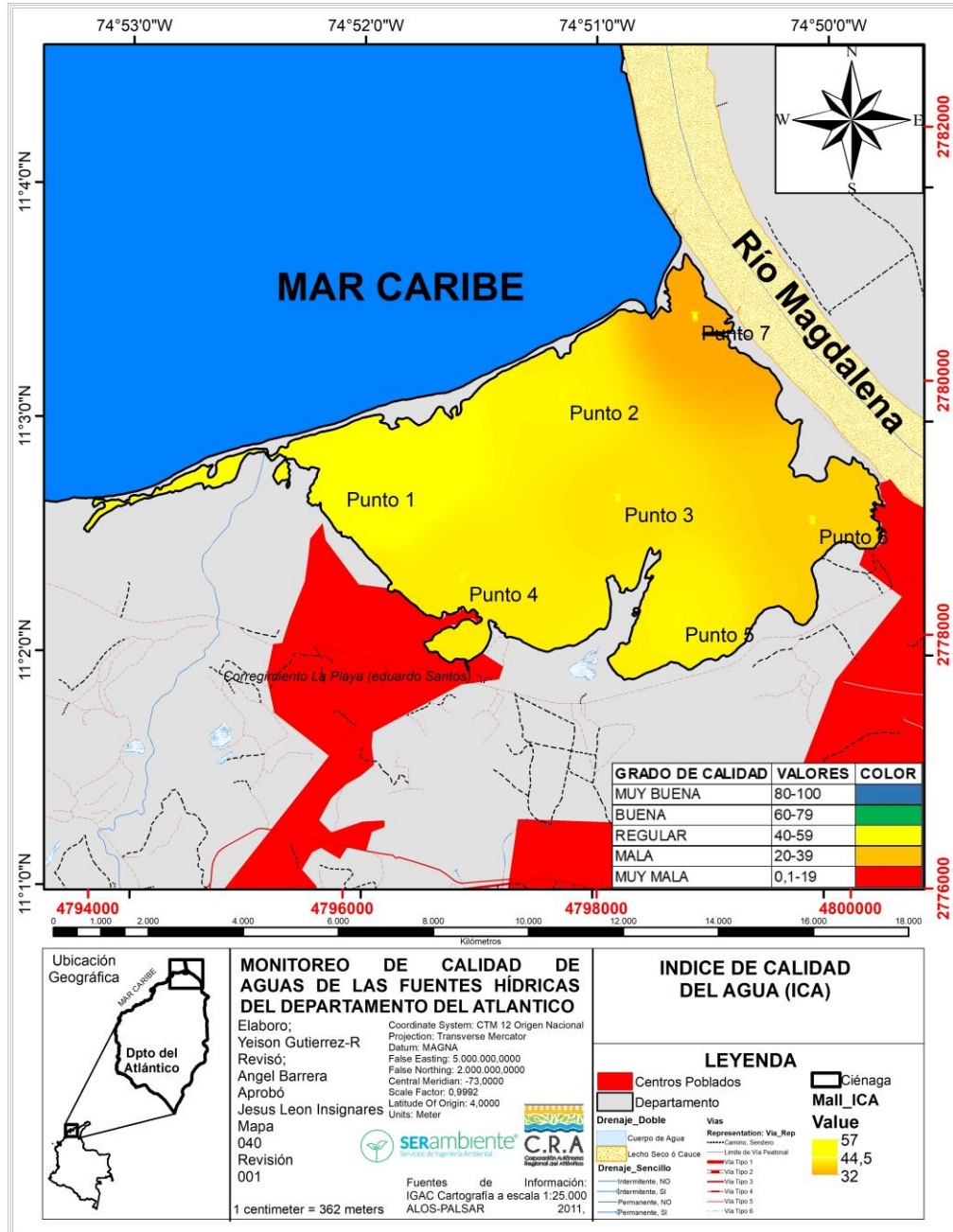


Figura 3 Índice de calidad (ICA) del agua en la ciénaga de Mallorquín
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



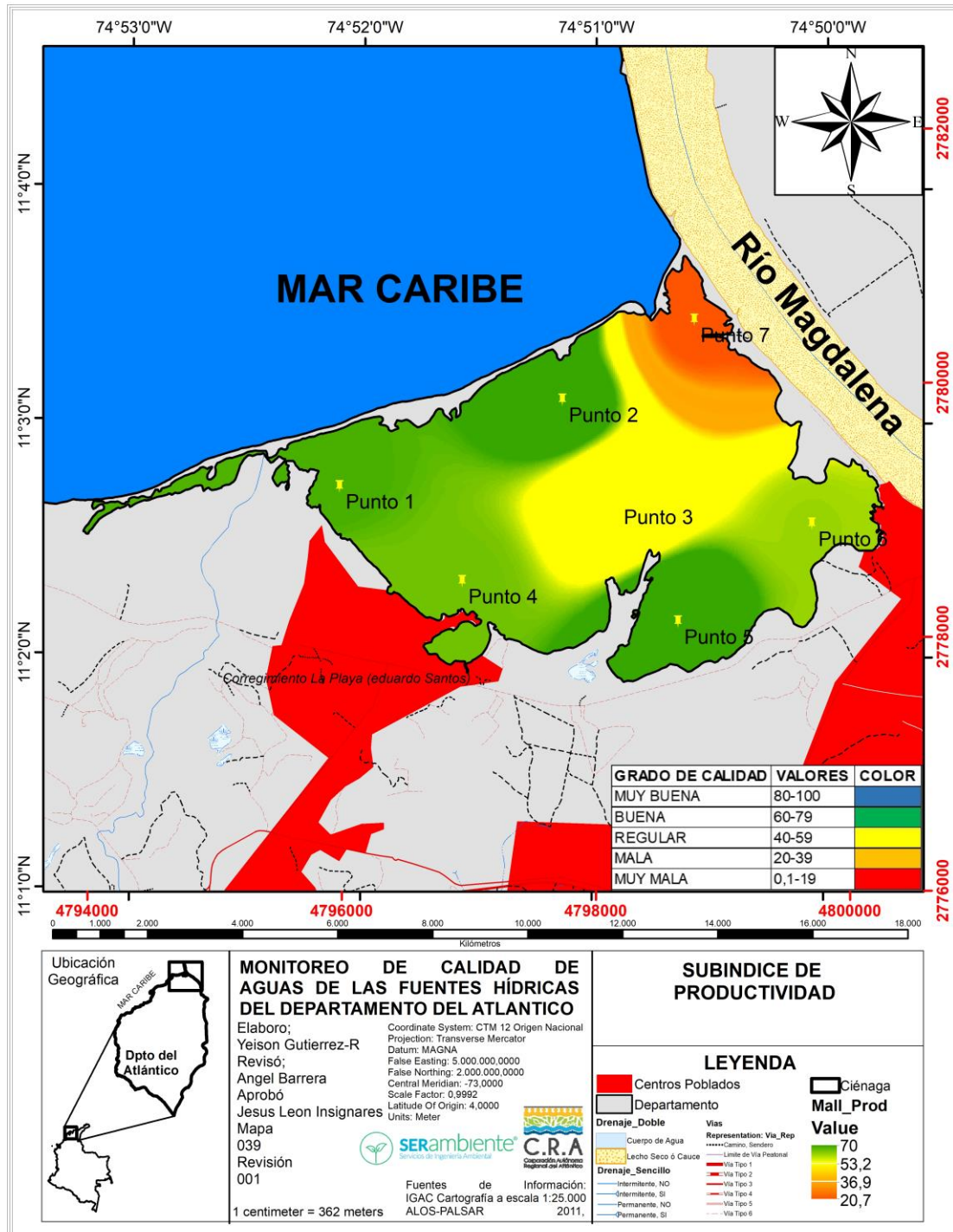


Figura 4 Índice de productividad del agua en la ciénaga de Mallorquín
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.



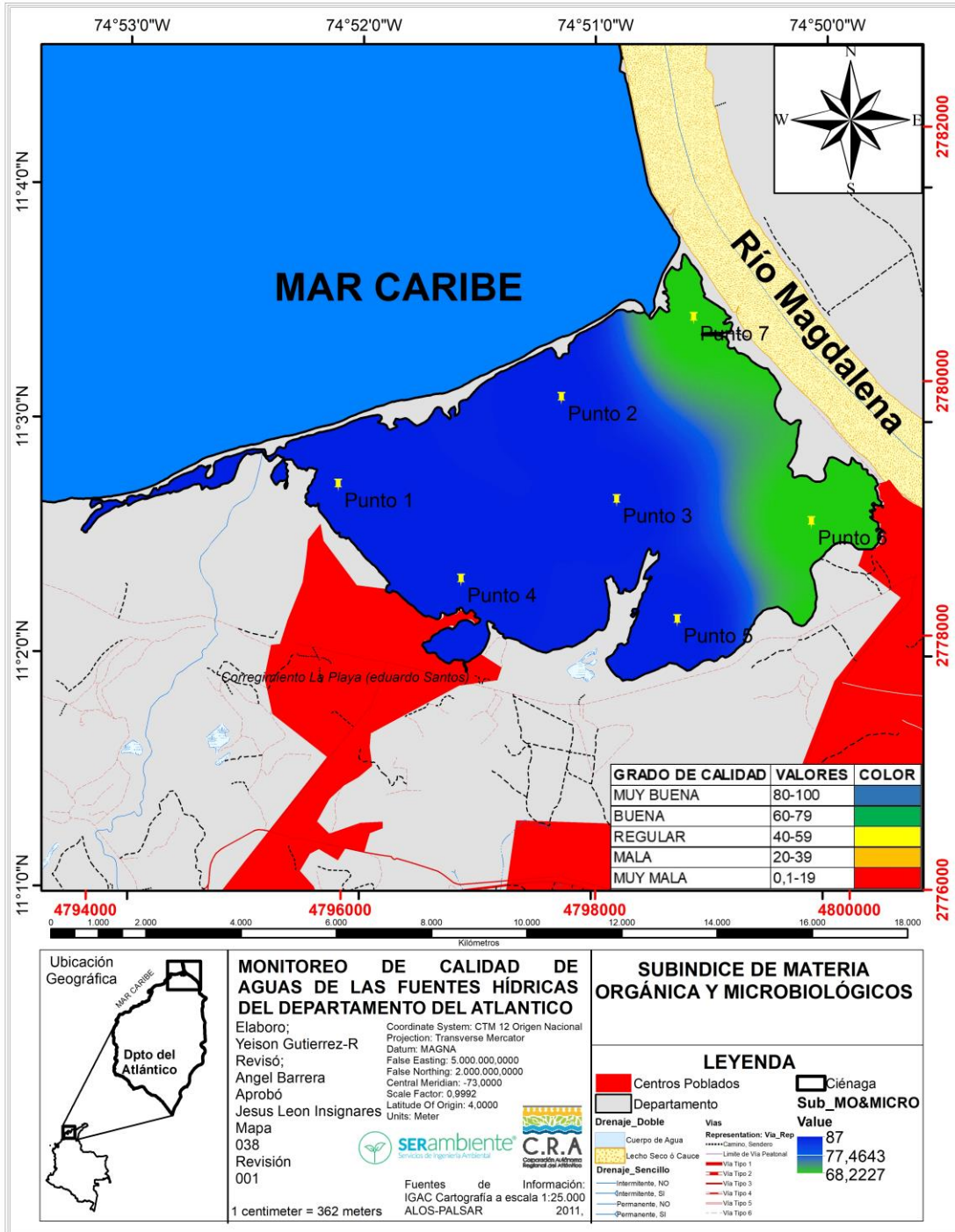


Figura 5 Subíndice de materia orgánica y microbiológicos del agua en la ciénaga de Mallorquín
 Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

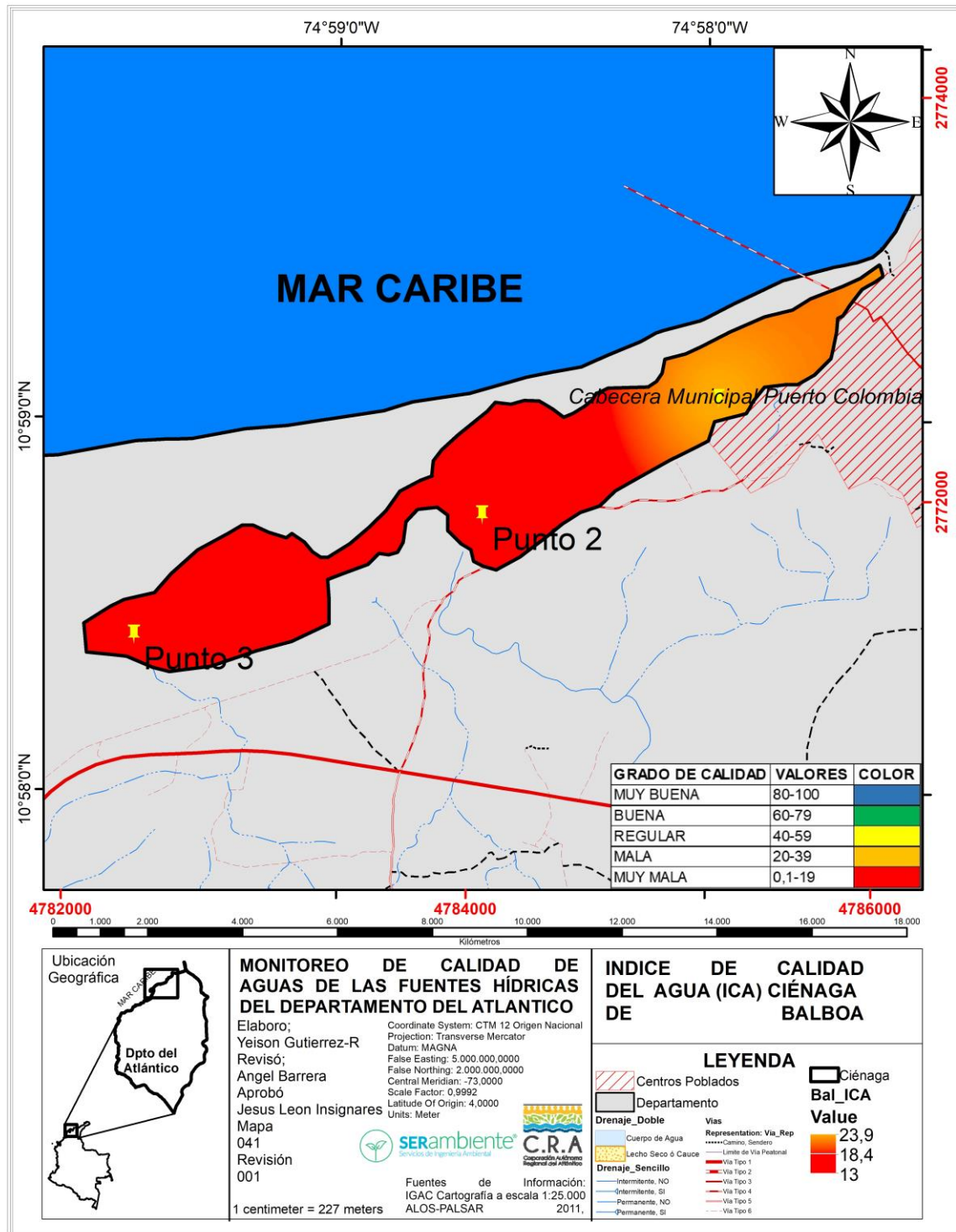


Figura 6 Índice de calidad (ICA) del agua en la ciénaga de Balboa
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.



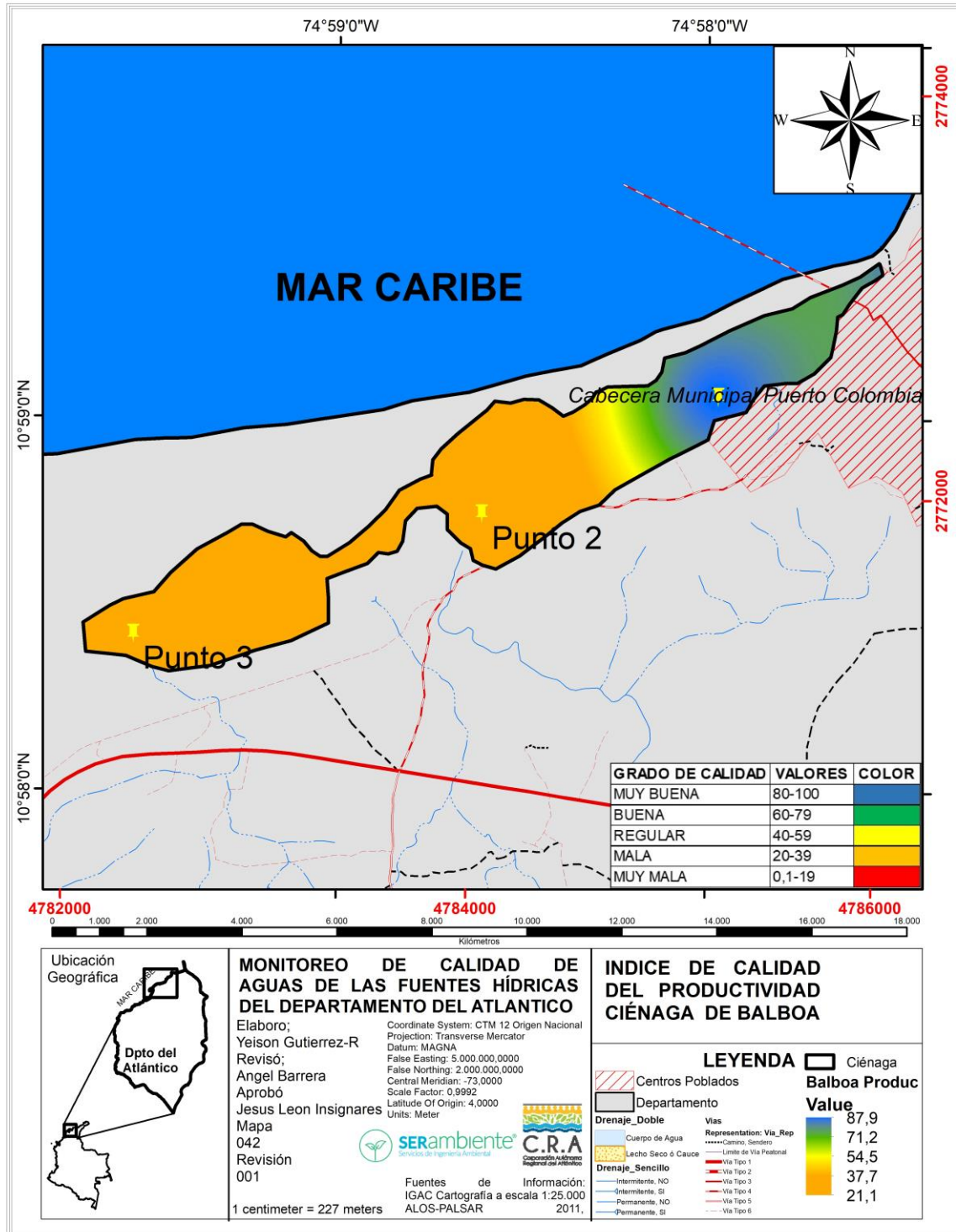


Figura 7 Índice de productividad del agua en la ciénaga de Balboa
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

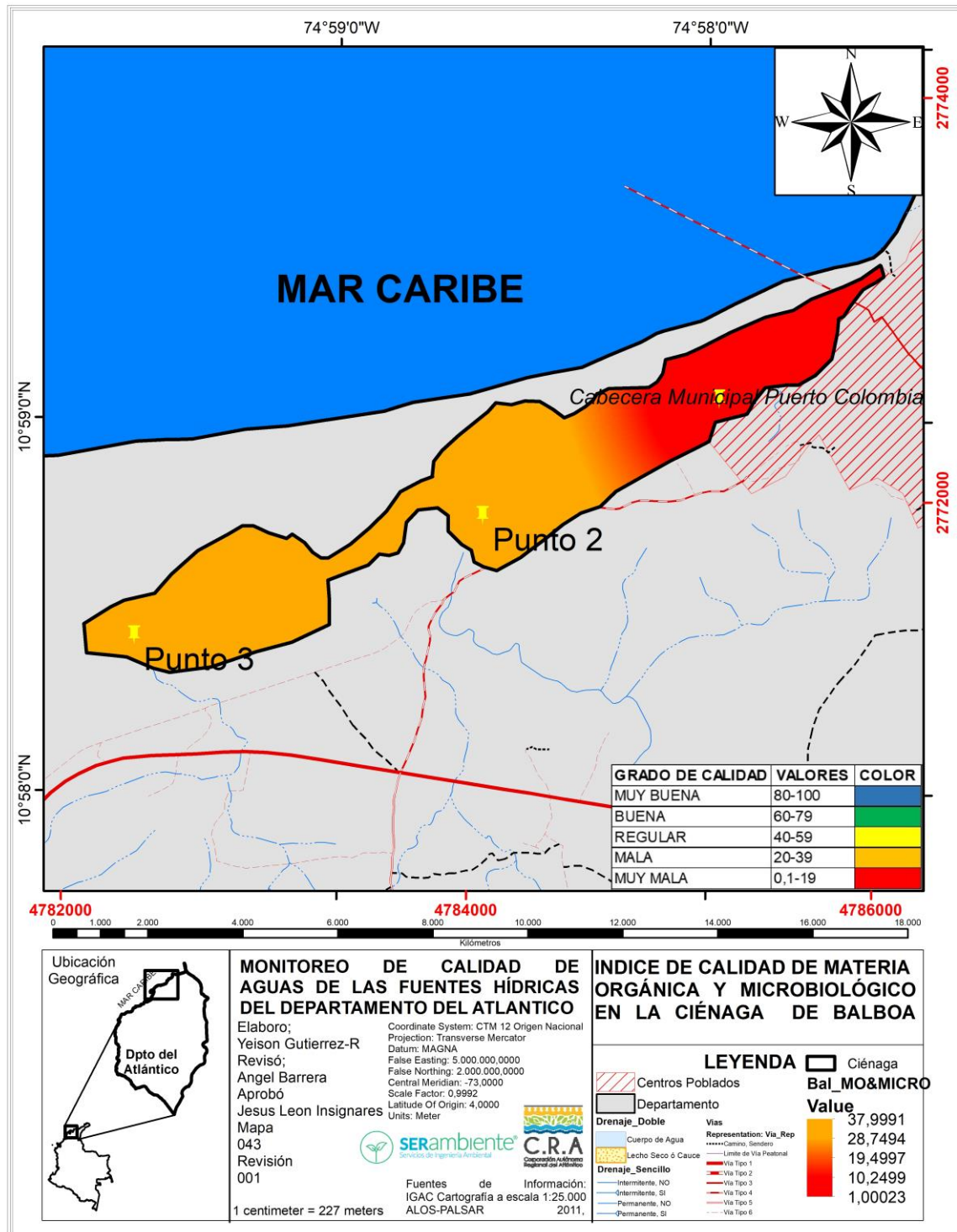


Figura 8 Subíndice de materia orgánica y microbiológicos del agua en la ciénaga de Mallorcaín
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

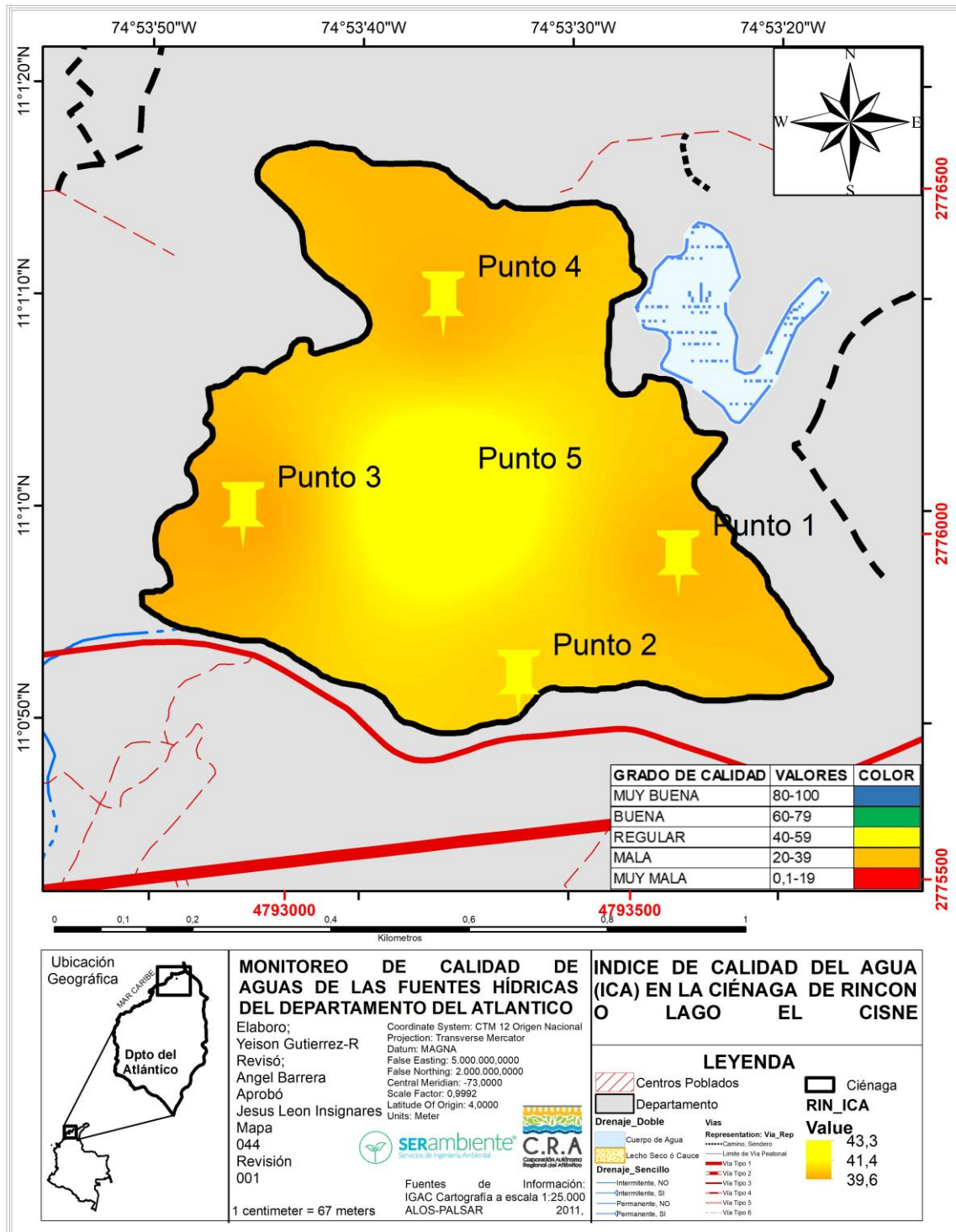


Figura 9 Índice de calidad (ICA) del agua en la ciénaga el Rincón
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

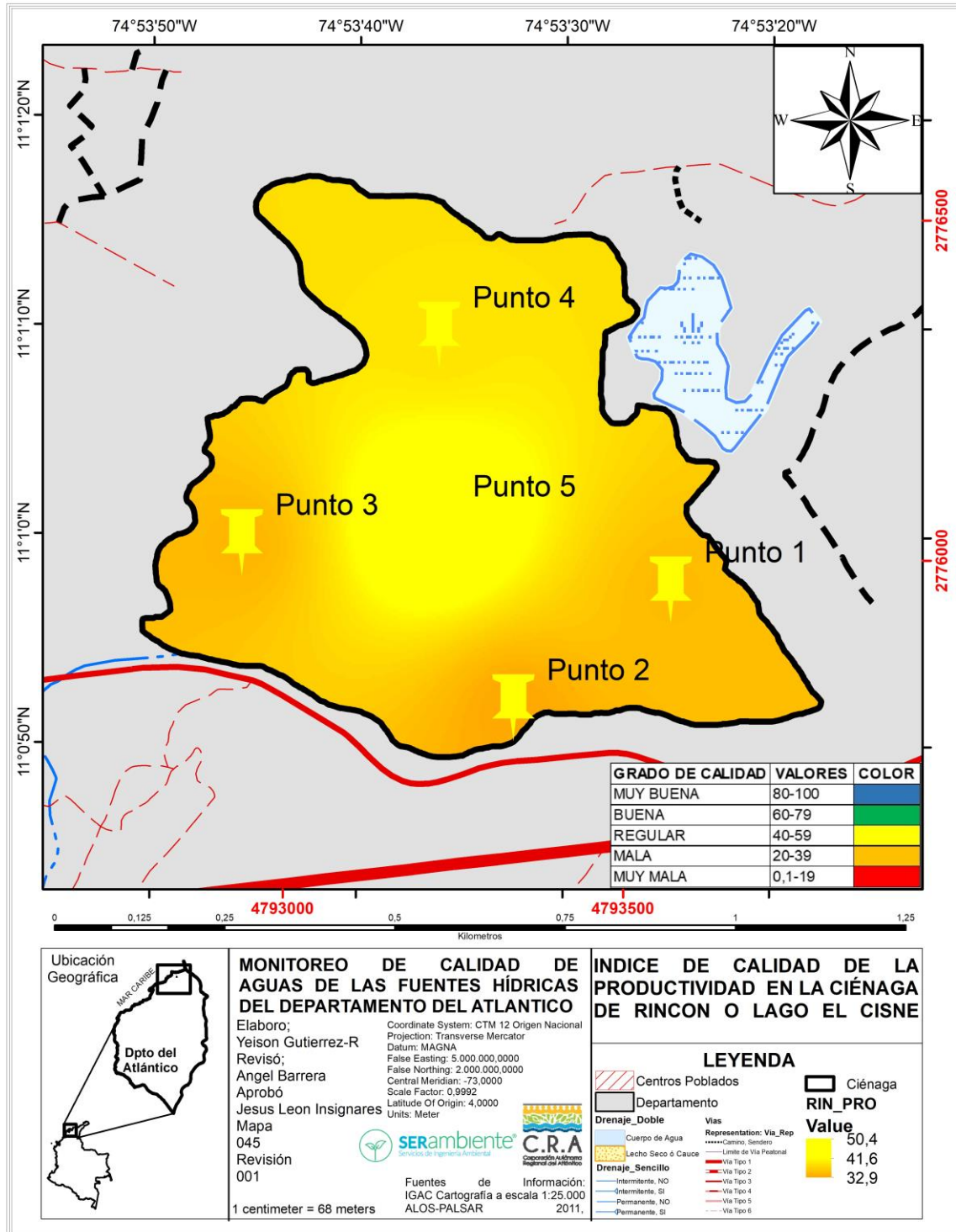


Figura 10 Índice de productividad del agua en la ciénaga el Rincón
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

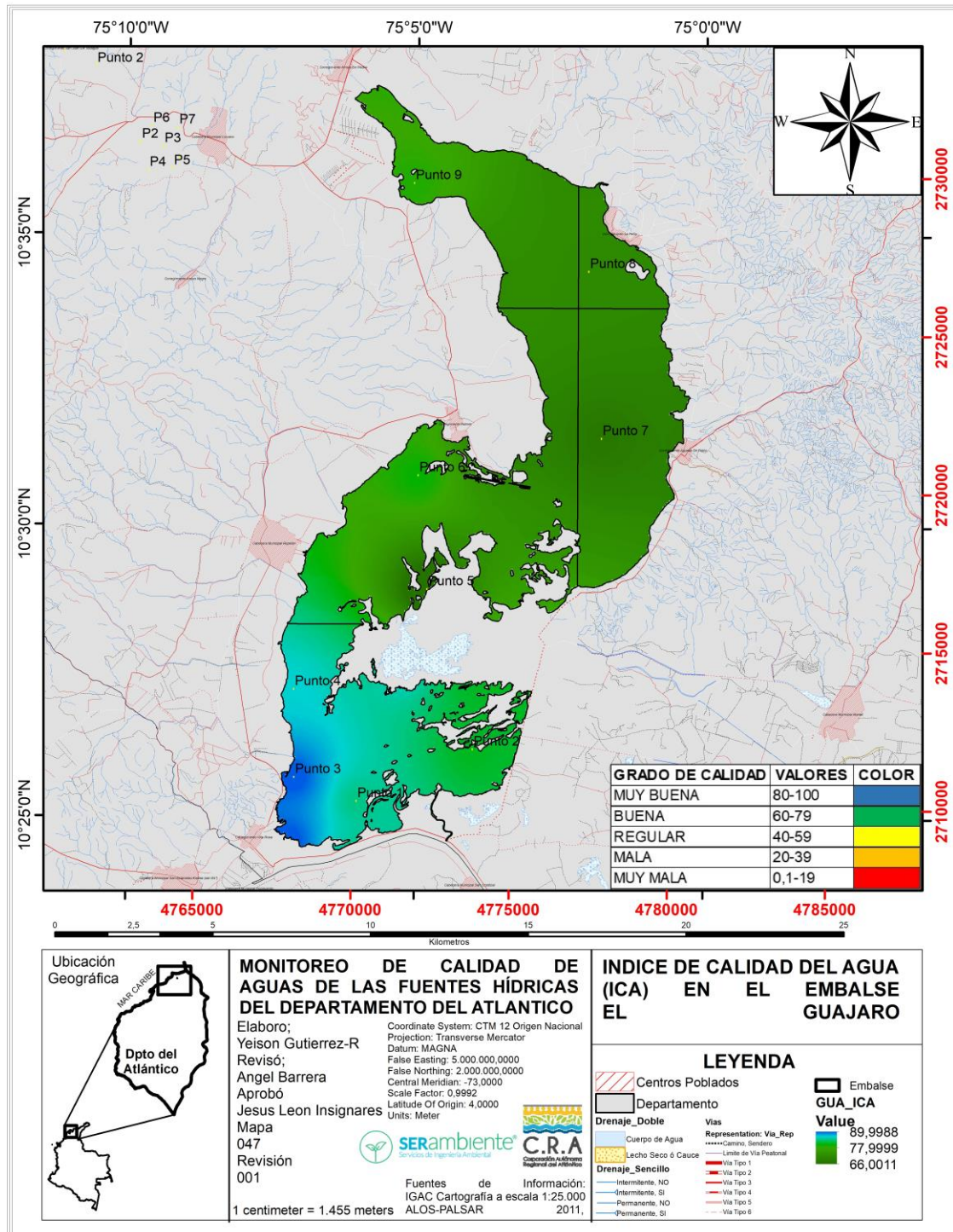


Figura 11 Índice de calidad (ICA) del agua en el Embalse del Guájaro
 Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.

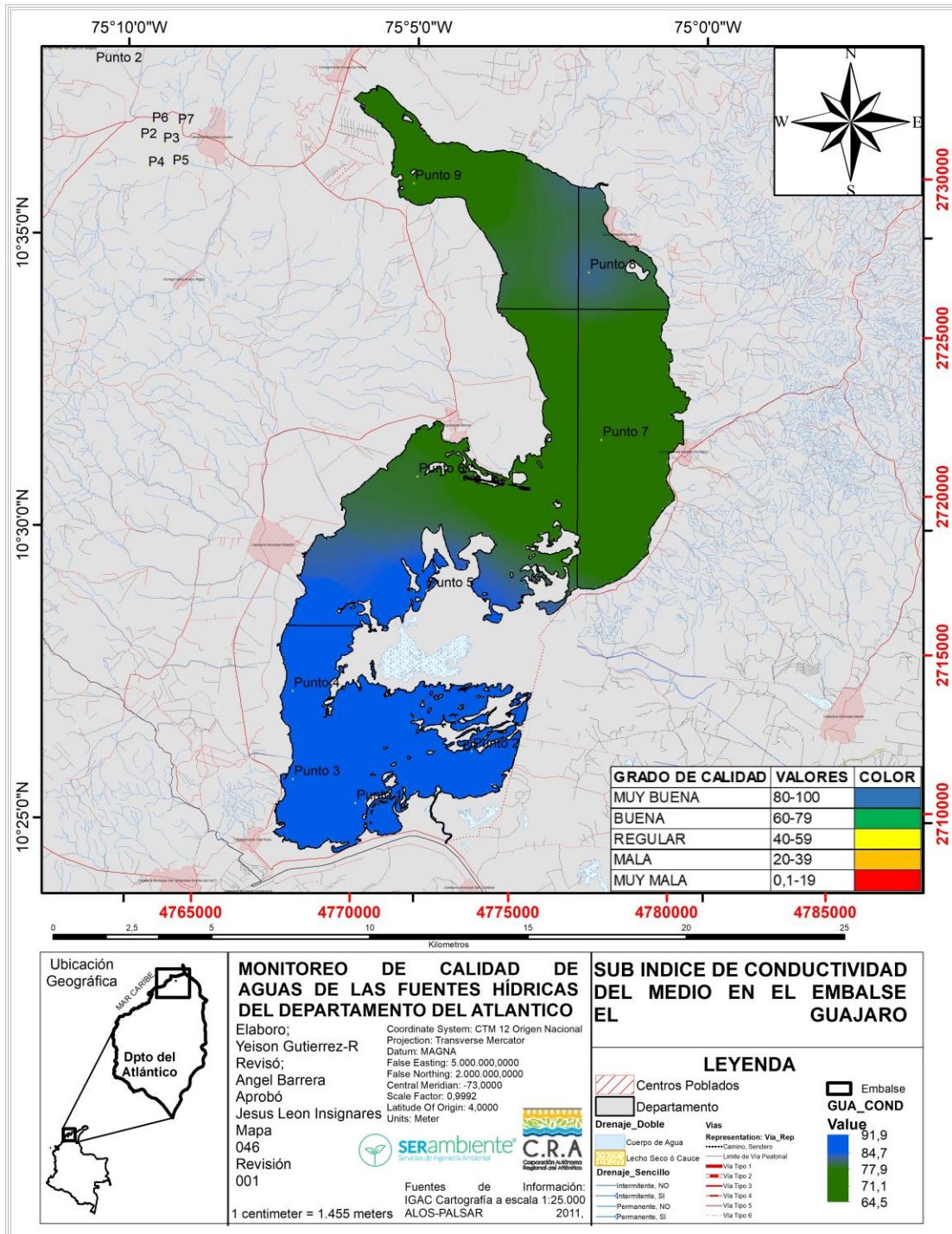


Figura 12 Subíndice de conductividad del agua en el Embalse del Guájaro
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.,2023.

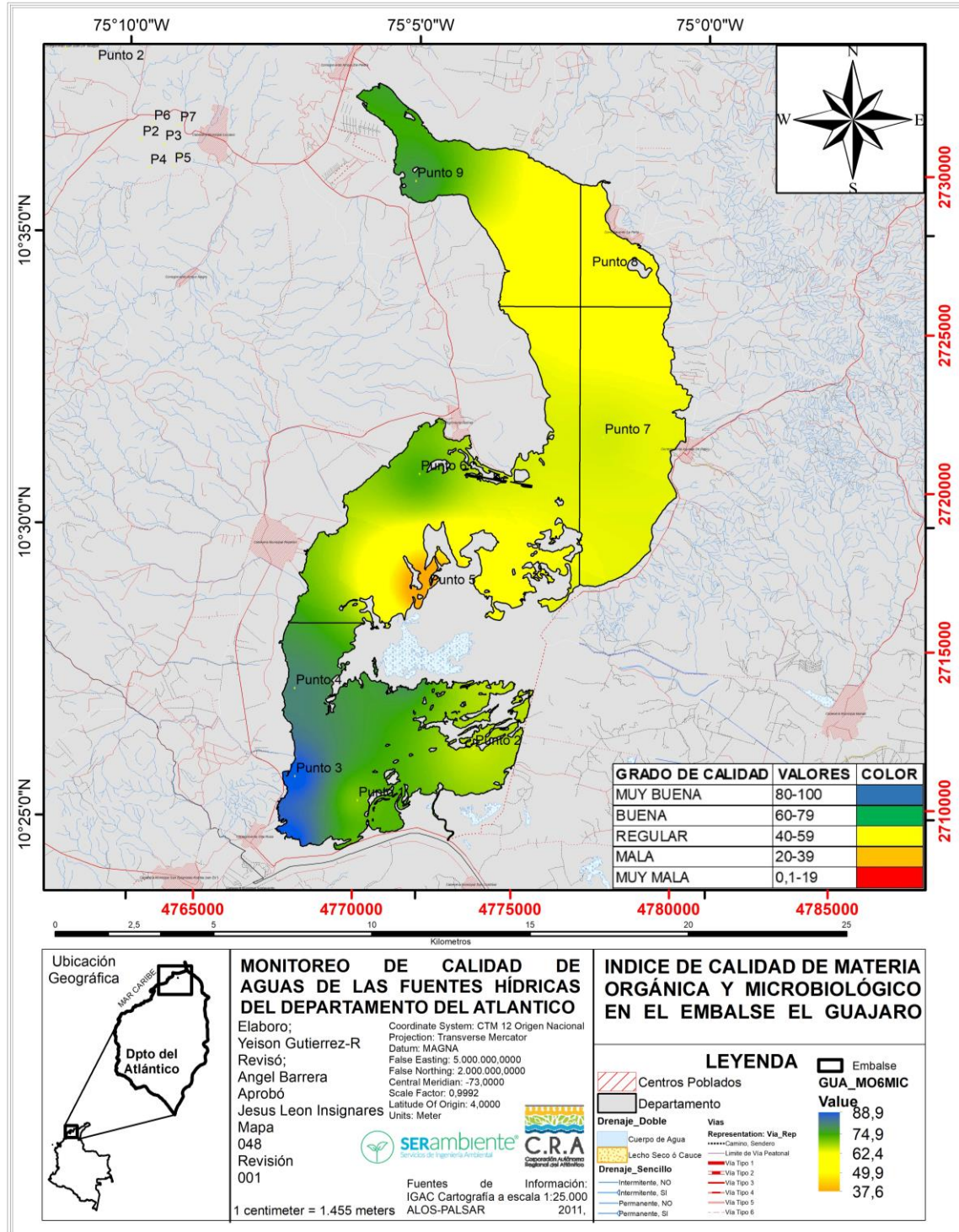


Figura 13 Índice de calidad de materia orgánica del agua en el Embalse del Guájaro

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





6. CONCLUSIONES

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A. realizó una caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua superficial por medio de mediciones in situ y la toma de muestras para analizar en laboratorio, en diferentes puntos de monitoreo ubicados en las ciénagas del departamento del Atlántico, de lo cual se concluye lo siguiente:

6.1 Cuenca Río Magdalena

Con relación a los resultados de temperatura se establece que los puntos monitoreados en todas las ciénagas que conforman la cuenca del río Magdalena presentaron valores de temperaturas acordes a la climatología cálida tropical.

Asimismo, los valores reportados para el pH en la mayoría de las ciénagas monitoreadas cumplen con los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 0000449 de 2021, para la preservación de flora y fauna (límite de control de 5,0 a 9,0 UpH) al igual que todas las ciénagas cumplen con los criterios para la preservación de flora y fauna de aguas cálidas dulces (4,5 a 9,0 UpH) del Decreto 1076 de 2015.

Los resultados de oxígeno disuelto reportados en al menos uno de los puntos en las ciénagas Malambo, Mesolandia, Santo Tomás, Luisa, Larga y Río Magdalena presentan desviación con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 0000449 (>4 mg/L) y con el criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del 2015;

De acuerdo con los resultados de la DBO_5 , se establece que las ciénagas Mesolandia, Malambo, Santo Tomás, Luisa, Larga, Uvero, Sabanagrande y Río Magdalena en al menos uno de sus puntos presentan desviación con límite de control para la DBO_5 (<20 mg O_2 /L) indicado como objetivo de calidad en la Resolución 0000449 de 2021 de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en Clase III, con potencial uso de preservación de flora y





fauna; a excepción de los valores reportados, en todos los puntos de la Ciénaga El convento.

Con respecto a la actividad microbiológica, se establece que todas las ciénagas presentan cumplimiento con el objetivo de calidad establecido por la CRA (<5000 NMP/100 mL) para Coliformes totales.

6.2 Cuenca Litoral

De acuerdo con los resultados reportados se establece que las ciénagas de la cuenca litoral presentan desviación con respecto al objetivo de calidad establecidos en la normativa de referencia para el parámetro oxígeno disuelto, y SST a excepción de la ciénaga El Totumo que si presenta cumplimiento para los SST. En cuanto a la DBO_5 , todas las ciénagas presentaron cumplimiento a excepción de ciénaga El Paraíso. Con respecto a la actividad microbiológica, se establece que todas las ciénagas del litoral presentan cumplimiento con el objetivo de calidad establecido por la CRA (<5000 NMP/100 mL) para Coliformes totales.

6.3 Cuenca Canal del Dique

Los resultados obtenidos permiten establecer cumplimiento con relación a los objetivos de calidad para las ciénagas del canal de Dique, a excepción del embalse El Guájaro y Manatí que presentaron desviación para el oxígeno disuelto y SST, al igual que la ciénaga San Juan de Tocagua y Manatí que registraron incumplimiento para la DBO_5 y SST. En el caso de la Ciénaga de Luruaco, se observó cumplimiento en todos los parámetros a excepción de los SST y en el punto 2 para la DBO_5 .

SERAMBIENTE S.A.S.

Barranquilla, Atlántico

20 de marzo de 2024

INFORME VÁLIDO ÚNICAMENTE PARA LA(S) MUESTRA(S) ANALIZADA(S). LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DEBE HACERSE CON AUTORIZACIÓN EXPRESA DE SERAMBIENTE S.A.S. CUALQUIER TIPO DE OBSERVACIÓN REQUERIDA POR EL CLIENTE Y RELACIONADA CON LOS RESULTADOS EMITIDOS, SÓLO SERÁ ACEPTADA DENTRO DE LOS 4 DÍAS SIGUIENTES AL ENVÍO PARCIAL DE ESTE INFORME. SI NO SE RECIBE OBSERVACIÓN EN EL TIEMPO ESTABLECIDO, SE DA POR ACEPTADO EL INFORME Y SE PROCEDERÁ A SU IMPRESIÓN. FINALIZADO EL MONITOREO, LAS MUESTRAS SE CONSERVARÁN 10 DÍAS Y CUMPLIDO ESTE TÉRMINO EL LABORATORIO PROCEDERÁ A LA DISPOSICIÓN FINAL DE LAS MUESTRAS. EL CLIENTE SE HACE RESPONSABLE POR LA CONFIDENCIALIDAD DE LOS RESULTADOS CUANDO ESTOS SEAN ENVIADOS POR CORREO ELECTRÓNICO O FAX.





7. BIBLIOGRAFÍA

- American Public Health Association (APHA). 2022. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 24th edition. Amer. Pub. Heal. Assoc., Washington. EEUU.
- ANALITICA, B. (Abril de 2020). Obtenido de baireanalitica.com/dbo-demanda-bioquimica-de-oxigeno-dqo-demanda-quimica-de-oxigeno---news--5-11
- Arredondo, J. L. (1993).- Fertilización y Fertilizantes: su uso y manejo en la Acuicultura. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México, D.F.
- Broecker, W.S. 1974. Chemical oceanography. Hartcut Brace J. Inc. 214 pp.
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/barranquilla-3539/>
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 1594 de 1984.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto 703 de 2018.
- CONAGUA. (Diciembre de 2015). CONAGUA. Obtenido de Monitoreo de Calidad del Agua: http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/TF_CalidadAgua/Cali daddelAgua.pdf
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Hoja metodológica del indicador Índice de calidad del agua (Versión 1,00). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia - Indicadores de Calidad del agua superficial. 10 p.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas, 2021.





- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Guía para el monitoreo de vertimientos, aguas superficiales y subterráneas, 2002
- ISO/IEC 17025:2017, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
- Lanza Espino, G. d. I., & Hernández Pulido, S. (2019). Variación de la calidad del agua de La Ciénega de Tláhuac, México. CIENCIA ergo-sum: revista científica multidisciplinaria de la Universidad Autónoma del Estado de México, 26(3), 1-20.
- Ortiz, P.L.J. y Morgado, G.W.B. 2009. Evaluación de la calidad ambiental de la ciénaga de Balboa, Municipio de Puerto Colombia, Caribe Colombiano. Trabajo de grado para optar al título de microbiólogo. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Libre. Barranquilla, Colombia. 130 p.
- Romero, J. (2009). Calidad del agua (Tercera ed.). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Romero, J. (2009). Calidad del agua (Tercera ed.). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Sarmiento (2017). Microalgas como indicadores biológicos del estado trófico de las ciénagas de Malambo y Santo Tomás, en el departamento del Atlántico. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Sawyer, CN y McCarty, PL (1978). Química para ingeniería ambiental (3ª ed.). Nueva York: McGraw-Hill Book Co.





8. ANEXOS

A continuación, en la **Tabla 15** se presentan los anexos del presente informe técnico.

Tabla 15. Anexos del informe técnico.

Anexo	Laboratorio	Archivo	Páginas
Anexo 1. Reporte de laboratorio	SERAMBIENTE S.A.S.	Reporte SERAMBIENTE S.A.S	13
Anexo 2. Formatos de campo		Planillas de campo	53
		Cadenas de custodia	8
		Plan de monitoreo	4
Anexo 3. Resolución de acreditación del IDEAM		Resolución 2577 de 2022	30
		Comunicado vigencia de acreditación del IDEAM	3
Anexo 4. Hoja de cálculo incertidumbre			

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2023.





9. HISTÓRICOS DE CAMBIOS

Tabla 16. Históricos de cambios.

Versión	Fecha	Descripción de la modificación	Revisado por	Aprobado por

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2024

(FIN DEL INFORME)

