

# INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL

## CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO - C.R.A.

*Caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua superficial, realizada los días 27, 29 y 30 de septiembre y 2, 3, 4, 12, 13 y 14 de octubre de 2022.*

**ATLÁNTICO  
SEPTIEMBRE - OCTUBRE 2022**



## TABLA DE CONTENIDO

1.	OBJETIVOS .....	16
1.1.	Objetivo general .....	16
1.2.	Objetivos específicos .....	16
2.	GENERALIDADES .....	17
2.1.	Normativa de referencia.....	17
2.2.	Información de la empresa .....	17
2.3.	Responsables del informe.....	17
2.4.	Empresa responsable del estudio.....	18
3.	METODOLOGÍA DEL MONITOREO .....	21
3.1.	Características del muestreo .....	21
3.2.	Descripción de los puntos de muestreo .....	23
3.3.	Ubicación geográfica de los puntos de muestreo .....	29
4.	RESULTADOS.....	41
5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	58
5.1.	Cuenca del Río Magdalena.....	58
5.2.	Cuenca Litoral .....	119
5.3.	Cuenca Canal del Dique .....	161
5.4.	Índices de calidad de agua .....	175
6.	CONCLUSIONES .....	182
6.1.	Cuenca del Río Magdalena.....	182
6.2.	Cuenca Litoral .....	183
6.3.	Cuenca Canal del Dique .....	183



7. BIBLIOGRAFÍA .....	185
8. ANEXOS.....	187



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de las muestras.....	18
Tabla 2. Datos generales del estudio.....	19
Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros In-situ.....	22
Tabla 4. Listado de los métodos empleados para el análisis de las muestras.....	22
Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo - I.....	23
Tabla 6. Descripción de los puntos de monitoreo - II.....	24
Tabla 7. Descripción de los puntos de monitoreo - III.....	26
Tabla 8. Descripción de los puntos de monitoreo - IV.....	27
Tabla 9. Identificación y coordenadas de los puntos de monitoreo. ....	29
Tabla 10. Resultados de campo.....	41
Tabla 11. Resultados de campo Vs norma.....	46
Tabla 12. Resultados de laboratorio _ Cuenca del Río Magdalena Parte I.....	52
Tabla 13. Resultados de laboratorio _ Cuenca del Río Magdalena Parte II.....	52
Tabla 14. Resultados de laboratorio _ Cuenca del Río Magdalena Parte III.....	53
Tabla 15. Resultados de laboratorio _ Cuenca del Río Magdalena Parte IV.....	53
Tabla 16. Resultados de laboratorio _ Cuenca Litoral Parte I.....	53
Tabla 17. Resultados de laboratorio _ Cuenca Litoral Parte II.....	54
Tabla 18. Resultados de laboratorio _ Cuenca Litoral Parte III.....	54
Tabla 19. Resultados de laboratorio _ Cuenca Litoral Parte IV.....	55
Tabla 20. Resultados de laboratorio _ Cuenca Canal del Dique Parte I.....	55
Tabla 21. Resultados de laboratorio _ Cuenca Canal del Dique Parte II.....	56
Tabla 22. Resultados de laboratorio _ Cuenca Canal del Dique Parte III.....	56
Tabla 23. Resultados de laboratorio _ Cuenca Canal del Dique Parte III.....	57
Tabla 24. Resultados de laboratorio _ Ciénaga De Malambo.....	57
Tabla 25. Mineralización del agua a partir de la conductividad.....	153
Tabla 26. Variables y ponderaciones para el caso de 6 variables.....	177
Tabla 27. Clasificación del ICA.....	177
Tabla 28. Valor obtenido para cada variable (índice).....	177
Tabla 29. Significancia de los índices de contaminación (ICOs).....	179
Tabla 30. Resultado final de la determinación de ICOSUS/ICOMI/ICOMO/ICOpH.....	180
Tabla 31. Anexos del informe técnico.....	187



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Ciénega Malambo .....	32
Figura 2. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Ciénega mesolandia .....	32
Figura 3. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Ciénega El Convento.....	33
Figura 4. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Ciénega Luisa .....	33
Figura 5. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Ciénega santo tomas .....	34
Figura 6. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Cienega Uvero .....	34
Figura 7. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Ciénega de Sabanagrande .....	35
Figura 8. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Ciénega De Tocagua .....	35
Figura 9. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Ciénega de Mallorquín .....	36
Figura 10. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Ciénega El Rincón .....	36
Figura 11. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Ciénega Los Manatíes.....	37
Figura 12. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Ciénega De Balboa.....	37
Figura 13. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Ciénega Del Totumo .....	38
Figura 14. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Embalse El Guajaro.....	38
Figura 15. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Río Magdalena P1.....	39
Figura 16. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Río Magdalena P2.....	39
Figura 17. Localización geográfica de los puntos de monitoreo _ Río Magdalena P3.....	40



## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. P1 Ciénaga De Tocagua .....	25
Fotografía 2. P2 Ciénaga De Tocagua .....	25
Fotografía 3. P1 Ciénaga El Rincón .....	25
Fotografía 4. P2 Ciénaga El Rincón .....	25
Fotografía 5. Ciénaga Los Manatíes.....	25
Fotografía 6. P1 Ciénaga De Balboa .....	26
Fotografía 7. P2 Ciénaga De Balboa .....	26
Fotografía 8. P1 Ciénaga Del Totumo.....	26
Fotografía 9. P2 Ciénaga Del Totumo.....	26
Fotografía 10. Embalse El Guajaro P1 .....	27
Fotografía 11. Embalse El Guajaro P2 .....	27
Fotografía 12. Embalse El Guajaro P3 .....	27
Fotografía 13. Embalse El Guajaro P4 .....	28
Fotografía 14. Embalse El Guajaro P5 .....	28
Fotografía 15. Embalse El Guajaro P6 .....	28
Fotografía 16. Embalse El Guajaro P7 .....	28
Fotografía 17. Embalse El Guajaro P8 .....	28
Fotografía 18. Embalse El Guajaro P9 .....	28
Fotografía 19. Río Magdalena P1 .....	28
Fotografía 20. Río Magdalena P2 .....	28
Fotografía 21. Río Magdalena P3 .....	28



## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Registros de la temperatura en la Ciénaga de Malambo en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	58
Gráfica 2. Registros del pH en la Ciénaga de Malambo en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	59
Gráfica 3. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga de Malambo en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	60
Gráfica 4. Registros de la conductividad en la Ciénaga de Malambo en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	61
Gráfica 5. Registros de la DBO <sub>5</sub> en la Ciénaga de Malambo en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	62
Gráfica 6. Registros de la DQO en la Ciénaga de Malambo en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	63
Gráfica 7. Registros de SST en la Ciénaga de Malambo en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	63
Gráfica 8. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga de Malambo en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	64
Gráfica 9. Registros de coliformes Totales (CT) en la Ciénaga de Malambo en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	65
Gráfica 10. Registros de la temperatura en la Ciénaga de Mesolandia en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	67
Gráfica 11. Registros del pH en la Ciénaga de Mesolandia en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	68
Gráfica 12. Registros del oxígeno en la Ciénaga de Mesolandia en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	69
Gráfica 13. Registros de la conductividad en la Ciénaga de Mesolandia en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	70
Gráfica 14. Registros de la DBO <sub>5</sub> en la Ciénaga de Mesolandia en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	71
Gráfica 15. Registros de la DQO en la Ciénaga de Mesolandia en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	71



Gráfica 16. Registros de SST en la ciénaga de Mesolandia en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	72
Gráfica 17. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la ciénaga de Mesolandia en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.....	73
Gráfica 18. Registros de coliformes Totales (CT) en la en la ciénaga de Mesolandia en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	73
Gráfica 19. Registros de temperatura (°C) en la Ciénaga El Convento en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	74
Gráfica 20. Registros del pH en la Ciénaga El Convento en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	76
Gráfica 21. Registros de Oxígeno disuelto (mg/L) en la Ciénaga El Convento en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	78
Gráfica 22. Registros de conductividad en la Ciénaga El Convento en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	79
Gráfica 23. Registros de SST en la Ciénaga El Convento en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	80
Gráfica 24. Registros de Coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga El Convento en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	81
Gráfica 25. Registros de Coliformes totales (CT) en la Ciénaga El Convento en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	81
Gráfica 26. Registros de la temperatura en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	83
Gráfica 27. Registros del en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	84
Gráfica 28. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	84
Gráfica 29. Registros de la conductividad en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	85
Gráfica 30. Registros de la DBO <sub>5</sub> en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	86
Gráfica 31. Registros de la DQO en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	86



Gráfica 32. Registros de SST en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	87
Gráfica 33. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.....	88
Gráfica 34. Registros de coliformes Totales (CT) en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	88
Gráfica 35. Registros de temperatura (°C) en la Ciénaga La Luisa en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	89
Gráfica 36. Registros de pH(°C) en la Ciénaga La Luisa en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	90
Gráfica 37. Registros de Oxígeno disuelto en la Ciénaga La Luisa en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	91
Gráfica 38. Registros de Conductividad en la Ciénaga La Luisa en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	92
Gráfica 39. Registros de DBO <sub>5</sub> en la Ciénaga La Luisa en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	93
Gráfica 40. Registros de DQO en la Ciénaga La Luisa en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	94
Gráfica 41. Registros de SST en la en la Ciénaga La Luisa en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	95
Gráfica 42. Registros de Coliformes termotolerantes (CTE en la Ciénaga La Luisa en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	96
Gráfica 43. Registros de Coliformes Totales (CT) en la Ciénaga La Luisa en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.....	97
Gráfica 44. Registros de temperatura (°C) en la Ciénaga El Uvero en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	97
Gráfica 45. Registros de pH(°C) en la Ciénaga El Uvero en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	98
Gráfica 46. Registros de Oxígeno disuelto en la Ciénaga El Uvero en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	99
Gráfica 47. Registros de Conductividad en la Ciénaga El Uvero en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.....	100



Gráfica 48. Registros de DBO <sub>5</sub> en la Ciénaga El Uvero en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	101
Gráfica 49. Registros de DQO en la Ciénaga El Uvero en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	101
Gráfica 50. Registros de SST en la Ciénaga El Uvero en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	102
Gráfica 51. Registros de Coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga El Uvero en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	103
Gráfica 52. Registros de Coliformes Totales (CT) en la Ciénaga El Uvero en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	103
Gráfica 53. Registros de la temperatura en la Ciénaga de Sabanagrande en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	104
Gráfica 54. Registros del pH en la Ciénaga de Sabanagrande en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	105
Gráfica 55. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga de Sabanagrande en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	106
Gráfica 56. Registros de la conductividad en la Ciénaga de Sabanagrande en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	107
Gráfica 57. Registros de la DBO <sub>5</sub> en la Ciénaga de Sabanagrande en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	108
Gráfica 58. Registros de la DQO en la Ciénaga de Sabanagrande en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	109
Gráfica 59. Registros de SST en la Ciénaga de Sabanagrande en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	110
Gráfica 60. Registros de Coliformes totales (CT) en la Ciénaga de Sabanagrande en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	111
Gráfica 61. Registros de Coliformes termotolerantes (CT) en la Ciénaga de Sabanagrande en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	111
Gráfica 62. 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. ....	113
Gráfica 63. Registros del pH en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	113



Gráfica 64. Registros del oxígeno disuelto en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	114
Gráfica 65. Registros de la conductividad en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	114
Gráfica 66. Registros de la DBO <sub>5</sub> en la ciénaga de Mesolandia en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	116
Gráfica 67. Registros de SST en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.....	116
Gráfica 68. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	117
Gráfica 69. Registros de coliformes Totales (CT) en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	118
Gráfica 70. Registros de la Temperatura (°C) en la Ciénaga de Mallorquín en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	121
Gráfica 71. Registros del pH (Unidades) en la Ciénaga de Mallorquín en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	122
Gráfica 72. Registros del oxígeno disuelto (mg/L) en la Ciénaga de Mallorquín en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	123
Gráfica 73. Registros de la conductividad (uS/cm) en la Ciénaga de Mallorquín en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	124
Gráfica 74. Registros de la DBO <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /L) en la Ciénaga de Mallorquín en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	125
Gráfica 75. Registros de la DQO (mg O <sub>2</sub> /L) en la Ciénaga de Mallorquín en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	126
Gráfica 76. Registros de SST (mg/L) en la Ciénaga de Mallorquín en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	127
Gráfica 77. Registros de Coliformes Totales (CT) en la Ciénaga de Mallorquín en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	128
Gráfica 78. Registros de Coliformes Termotolerantes (CTE) en la Ciénaga de Mallorquín en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	128
Gráfica 79. Registros de la temperatura en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	130



Gráfica 80. Registros del pH en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	131
Gráfica 81. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	131
Gráfica 82. Registros de la conductividad en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	132
Gráfica 83. Registros de la DBO <sub>5</sub> en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	133
Gráfica 84. Registros de la DQO en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	134
Gráfica 85. Registros de SST en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	134
Gráfica 86. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	135
Gráfica 87. 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. ....	136
Gráfica 88. Registros de la temperatura en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	138
Gráfica 89. Registros del pH en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	139
Gráfica 90. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	139
Gráfica 91. Registros de la conductividad en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	140
Gráfica 92. Registros de la DBO <sub>5</sub> en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	141
Gráfica 93. Registros de la DQO en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	142
Gráfica 94. 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. ....	142
Gráfica 95. 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. ....	143



Gráfica 96. 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 ..... 144

Gráfica 97. Registros de la Temperatura (°C) en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. .... 145

Gráfica 98. Registros del pH en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. .... 146

Gráfica 99. Registros del oxígeno en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. .... 147

Gráfica 100. Registros de la conductividad en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. .... 148

Gráfica 101. Registros de la DBO<sub>5</sub> la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. .... 149

Gráfica 102. Registros de la DQO la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. .... 149

Gráfica 103. Registros de los sólidos suspendidos totales (SST) en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. .... 150

Gráfica 104. Registros de los coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. .... 151

Gráfica 105. 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. .... 152

Gráfica 106. Registros de la temperatura en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. .... 154

Gráfica 107. Registros del pH en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. .... 155

Gráfica 108. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. .... 155

Gráfica 109. Registros de la conductividad en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. .... 156

Gráfica 110. Registros de la DBO<sub>5</sub> en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. .... 157

Gráfica 111. Registros de la DQO en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. .... 158



Gráfica 112. Registros de SST en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	158
Gráfica 113. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	159
Gráfica 114. Registros de coliformes Totales (CT) en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	160
Gráfica 115. Registros de temperatura (°C) en la Ciénaga San Juan de Tocagua en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	161
Gráfica 116. Registros de pH en la Ciénaga San Juan de Tocagua en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	162
Gráfica 117. Registros de oxígeno disuelto en la Ciénaga San Juan de Tocagua en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	163
Gráfica 118. Registros de conductividad en la Ciénaga San Juan de Tocagua en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	164
Gráfica 119. Registros de DBO <sub>5</sub> en la Ciénaga San Juan de Tocagua en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	165
Gráfica 120. Registros de DQO en la Ciénaga San Juan de Tocagua en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	165
Gráfica 121. Registros de SST en la Ciénaga San Juan de Tocagua en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	166
Gráfica 122. Registros de Coliformes totales (CT) en la Ciénaga San Juan de Tocagua en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	167
Gráfica 123. Registros de Coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga San Juan de Tocagua en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	168
Gráfica 124. Registros de la temperatura en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	169
Gráfica 125. Registros del pH en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	170
Gráfica 126. Registros del oxígeno disuelto en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	171
Gráfica 127. Registros de la conductividad en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. ....	171



Gráfica 128. Registros de la DBO<sub>5</sub> en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. .... 172

Gráfica 129. Registros de DQO en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. .... 173

Gráfica 130. Registros de SST en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. .... 173

Gráfica 131. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. .... 174

Gráfica 132. Registros de coliformes Totales (CT) en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad. .... 174



# 1. OBJETIVOS

## 1.1. Objetivo general

Evaluar a partir del monitoreo realizado en los meses de septiembre y octubre de 2022, la calidad del agua superficial en cuarenta y siete (47) 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 treinta y ocho (38) de los puntos debido a la alta presencia de macrófitas o por que no se tuvo accesibilidad a los puntos de monitoreo.

## 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. GENERALIDADES

### 2.1. Normativa de referencia

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.

### 2.2. Información de la empresa

**Razón social:** CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A.  
**Departamento:** Atlántico  
**Ciudad:** 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.

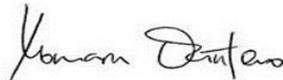
### 2.3. Responsables del informe

**Elaboró:**



Valerie Gómez Domínguez

**Revisó:**



Xiomara Quintero Gamez

**Aprobó:**



Ana Milena Ariza Blanco



## 2.4. Empresa responsable del estudio

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A.**, contrató los servicios de **Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S. - SERAMBIENTE S.A.S.**, para desarrollar el INDIQUE TEMA. 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 1169 de 2022 y 2577 del 2022 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. Los laboratorios responsables de cada uno de los análisis de las muestras y sus respectivas resoluciones de acreditación ante el IDEAM se detallan **Tabla 1**.

**Tabla 1. Empresas responsables de los análisis de las muestras.**

Laboratorio	Parámetro	Resolución de acreditación
SERAMBIENTE S.A.S	Alcalinidad	Resolución 2577 de 2022 Resolución 1169 de 2022
	Conductividad eléctrica	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	
	Nitratos Cl	
	Nitritos	
	Nitrógeno amoniacal	
	Ortofosfatos	
	Oxígeno disuelto	
	pH	
	Sólidos Suspendedos Totales (SST)	
Temperatura		
LIMA S.A.S	Coliformes termotolerantes	Resolución 1445 de 2022
	Coliformes totales	
AGQ PRODYCON COLOMBIA S.A.S.	Nitrógeno total	Resolución 1726 de 2022
CHEMILAB S.A.S	Clorofila a	Resolución 1618 de 2021

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., LIMA S.A.S., AGQ PRODYCON COLOMBIA S.A.S. y CHEMILAB S.A.S., 2022.

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. Se resalta, que estas identificaciones, permiten correlacionar la información de los reportes de resultados por cada uno de los laboratorios asignados.



**Tabla 2. Datos generales del estudio.**

Sitio de muestreo:		Departamento del Atlántico				
Tipo de estudio:		Estudio de caracterización de agua superficial.				
Identificación de la muestra	Número de reporte	Laboratorio	Fecha	Puntos		
177431	12816	SERAMBIENTE S.A.S	23/09/2022	P1 Ciénaga De Malambo		
177432				P2 Ciénaga De Malambo		
177433				P3 Ciénaga De Malambo		
177434				P4 Ciénaga De Malambo		
177435				P5 Ciénaga De Malambo		
177685	13422		SERAMBIENTE S.A.S	27/09/2022	P.1 Ciénaga mesolandia	
177686					P.2 ciénaga mesolandia	
177687				29/09/2022	P1 Ciénaga El Convento	
177688					P2 Ciénaga El Convento	
177689				30/09/2022	P1 Ciénaga Luisa	
177690					P2 Ciénaga Luisa*	
177691				3/10/2022	P.1 Ciénagasanto tomas	
177692					P.2 Ciénaga santo tomas	
177693				4/10/2022	P.1 Cienega Uvero	
177694					P.2 Cienega Uvero*	
177695				12/10/2022	P1 Ciénaga de Sabanagrande	
177696					P2 Ciénaga de Sabanagrande	
177697				13/10/2022	P1 Ciénaga De Tocagua	
177698					P2 Ciénaga De Tocagua	
177699						4/10/2022
177700		P2 Ciénaga de Mallorcaín				
177701		P3 Ciénaga de Mallorcaín				
177702		P4 Ciénaga de Mallorcaín				
177703		P5 Ciénaga de Mallorcaín				
177704		P6 Ciénaga de Mallorcaín				
177705	P7 Ciénaga de Mallorcaín					
177706	12/10/2022	P1 Ciénaga El Rincón				
177707		P2 Ciénaga El Rincón				
177708	13/10/2022	Ciénaga Los Manatíes				
177709		P1 Ciénaga De Balboa				
177710		P2 Ciénaga De Balboa				
177711		P3 Ciénaga De Balboa*				
177712			12/10/2022			P1 Ciénaga Del Totumo
177713						P2 Ciénaga Del Totumo
177714			13/10/2022			Embalse El Guajaro P1
177715						Embalse El Guajaro P2
177716			Embalse El Guajaro P3			
177717			Embalse El Guajaro P4			
177718			Embalse El Guajaro P5			
177719			Embalse El Guajaro P6			
177720	Embalse El Guajaro P7					
177721				Embalse El Guajaro P8		



<b>Sitio de muestreo:</b>		Departamento del Atlántico		
<b>Tipo de estudio:</b>		Estudio de caracterización de agua superficial.		
Identificación de la muestra	Número de reporte	Laboratorio	Fecha	Puntos
177722			14/10/2022	Embalse El Guajaro P9
177723				Río Magdalena P1
177724				Río Magdalena P2
177725				Río Magdalena P3

\* No se pudo realizar la medición debido a que no se tuvo acceso al punto.

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



## 3. METODOLOGÍA DEL MONITOREO

### 3.1. Características del muestreo

El muestreo se realizó según los requerimientos de la organización, los cuales fueron determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras de agua superficial tomadas en cuarenta y siete (47) puntos de monitoreo, los cuales se ubicaron en cuerpos de agua del departamento del Atlántico; seleccionados por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA. Cabe resaltar que solo se pudo realizar el monitoreo en treinta y ocho (38) de los puntos debido a la alta presencia de macrófitas o por que no se tuvo accesibilidad a los puntos de monitoreo.

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, 2005).

Se realizó la toma de muestra los días los días 27, 29 y 30 de septiembre y 2, 3, 4, 12, 13 y 14 de octubre de 2022, 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 muestra se realizó de manera simple y compuesta. Para la toma demuestra compuesta, se realizó la medición durante tres (3) horas, tomando una (1) alícuota cada hora, para un total de cuatro (4) alícuotas, durante los días de monitoreo, se utilizó un balde con el cual se tomaron las muestras, utilizando 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 el método analítico empleado, límites de cuantificación e incertidumbre de estos.

**Tabla 3. Equipos y métodos analíticos para la medición de los parámetros *In-situ*.**

Parámetro	Equipo utilizado	Método analítico	Límite de cuantificación del método	Incertidumbre como factor del método
pH	Multiparámetro AZ Instruments Corp.	SM 4500H+ B	NA	±0,046
Oxígeno disuelto		ASTM 888-18, B	NA	±0,0146
Temperatura		SM 2550 B	NA	NA
Conductividad eléctrica		SM 2510 B	NA	±5,047

NA: no aplica.

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

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

**Tabla 4. Listado de los métodos empleados para el análisis de las muestras**

Parámetro	Método Analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor
Alcalinidad	SM 2320 B- edición 23, 2017	10	0,0214
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SM-5210 B	2,0	0,1157
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SM-5220 D	10	0,09
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	SM-2540 D	5,0	0,0429
Nitratos Cl	EPA 300.0 modificado. Rev. 2.1. agosto 1993.	0,3	0,0079
Nitritos	SM 4500 NO2 B - Edición 23, 2017	0,0050	0,0378
Nitrógeno amoniacal	SM 4500 NH3 B C - Edición 23, 2017	0,2	0,018
Nitrógeno total	EN 12260, 2003	NA	±2,94%
Ortofosfatos	EPA 300.0 Modificado. Rev. 2.1. agosto 1993.	0,2	0,0135



Parámetro	Método Analítico	Límite de cuantificación	Incertidumbre como factor
Clorofila a	SM 10200 H	0,200	NE
<b>Microbiológicos</b>			
Coliformes termotolerantes	SM 9221 E	1,8	±0,42%
Coliformes totales	SM 9221 B	1,8	±0,44%

NE: No especificado; NA: No aplica

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., LIMA S.A.S., AGQ PRODYCON COLOMBIA S.A.S. y CHEMILAB S.A.S., 2022.

### 3.2. Descripción de los puntos de muestreo

A continuación, se presenta la descripción de cada uno de los puntos de monitoreo, los cuales se encuentran relacionados en el **Anexo 2**, Formatos de campo (*plan de monitoreo muestreo de aguas – FO-PO-PSM-72-13, planillas de campo muestreo compuesto – FO-PO-PSM-45-02, planilla de campo muestreo simple FO-PO-PSM-45-01 y cadenas de custodia – FO-PO-PSM-13-03*).

**Tabla 5. Descripción de los puntos de monitoreo - I.**

Descripción	
<b>Descripción puntos</b>	<p>Los puntos de monitoreo se encuentran ubicados en cuerpos de agua del departamento del Atlántico, seleccionadas por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>P1 Ciénaga De Malambo:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia, punto ubicado en la ciénaga de malambo rodeado de tarulla.</li> <li>○ <b>P2 Ciénaga De Malambo:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia, punto ubicado en la ciénaga de malambo en la parte superior del cuerpo de agua, se evidencia una capa de aceite y tarulla.</li> <li>○ <b>P3 Ciénaga De Malambo:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia, punto ubicado en la ciénaga de malambo en la parte superior del cuerpo de agua, se evidencia una capa de aceite y tarulla.</li> <li>○ <b>P4 Ciénaga De Malambo:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia, punto ubicado en la ciénaga de malambo rodeado de tarulla.</li> <li>○ <b>P5 Ciénaga De Malambo:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia, punto ubicado en la ciénaga de malambo rodeado de tarulla.</li> <li>○ <b>P.1 Ciénega mesolandia:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia y se observan buchones, muestras sin olor fetidos, con pocos solidos en suspensio, se observa ictiofauna.</li> </ul>

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



**Tabla 6. Descripción de los puntos de monitoreo - II.**

Descripción	
Descripción puntos	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>P.2 Ciénaga mesolandia:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia y se observan buchones, muestras sin olor fetidos, con pocos solidos en suspensio, se observa ictiofauna.</li> <li>○ <b>P1 Ciénaga El Convento:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia semiclara</li> <li>○ <b>P2 Ciénaga El Convento:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia semiclara</li> <li>○ <b>P1 Ciénaga Luisa:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia semiclara</li> <li>○ <b>P.1 Ciénaga santo tomas:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia turbia, se observa poco material flotante y no hay olor penetrante</li> <li>○ <b>P.2 Ciénaga santo tomas:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia turbia, se observa poco material flotante y no hay olor penetrante</li> <li>○ <b>P.1 Cienega Uvero:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente clara y se observan buchones y abundante capa vegetal</li> <li>○ <b>P1 Ciénaga de Sabanagrande:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia semiclara</li> <li>○ <b>P2 Ciénaga de Sabanagrande:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia semiclara</li> <li>○ <b>P1 Ciénaga De Tocagua:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia clara</li> <li>○ <b>P2 Ciénaga De Tocagua:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia clara y no hay olor penetrante</li> <li>○ <b>P1 Ciénaga de Mallorcaín:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia semiturbia</li> <li>○ <b>P2 Ciénaga de Mallorcaín:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia semiturbia</li> <li>○ <b>P3 Ciénaga de Mallorcaín:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia semiturbia</li> <li>○ <b>P4 Ciénaga de Mallorcaín:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia semiturbia</li> <li>○ <b>P5 Ciénaga de Mallorcaín:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia semiturbia</li> <li>○ <b>P6 Ciénaga de Mallorcaín:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia semiturbia</li> <li>○ <b>P7 Ciénaga de Mallorcaín:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia semiturbia</li> <li>○ <b>P1 Ciénaga El Rincón:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia clara y no hay olor penetrante</li> <li>○ <b>P2 Ciénaga El Rincón:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia clara y no hay olor penetrante</li> <li>○ <b>Ciénaga Los Manatíes:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia y se observan muchos palos, basuras y vegetación flotando</li> </ul>



**Descripción**



**Fotografía 1. P1 Ciénaga De Tocagua**



**Fotografía 2. P2 Ciénaga De Tocagua**



**Fotografía 3. P1 Ciénaga El Rincón**



**Fotografía 4. P2 Ciénaga El Rincón**



**Fotografía 5. Ciénaga Los Manatíes**

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



**Tabla 7. Descripción de los puntos de monitoreo - III.**

Descripción	
Descripción puntos	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>P1 Ciénaga De Balboa:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia y se observan muchos palos, basuras y vegetación flotando</li> <li>○ <b>P2 Ciénaga De Balboa:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia y se observan muchos palos, basuras y vegetación flotando</li> <li>○ <b>P1 Ciénaga Del Totumo:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia y se observa mucha vegetación flotando</li> <li>○ <b>P2 Ciénaga Del Totumo:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia y se observa mucha vegetación flotando</li> <li>○ <b>Embalse El Guajaro P1:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia y se observa mucha vegetación flotando</li> <li>○ <b>Embalse El Guajaro P2:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia y se observa mucha vegetación flotando</li> <li>○ <b>Embalse El Guajaro P3:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia y se observa mucha vegetación flotando</li> </ul>
Registro Fotográfico	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Fotografía 6. P1 Ciénaga De Balboa</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Fotografía 7. P2 Ciénaga De Balboa</b></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Fotografía 8. P1 Ciénaga Del Totumo</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Fotografía 9. P2 Ciénaga Del Totumo</b></p> </div> </div>



Descripción	
	
<b>Fotografía 10. Embalse El Guajaro P1</b>	<b>Fotografía 11. Embalse El Guajaro P2</b>
	
<b>Fotografía 12. Embalse El Guajaro P3</b>	

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

**Tabla 8. Descripción de los puntos de monitoreo - IV.**

Descripción	
<b>Descripción puntos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Embalse El Guajaro P4:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia y se observa mucha vegetación flotando</li> <li>○ <b>Embalse El Guajaro P5:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia y se observa mucha vegetación flotando</li> <li>○ <b>Embalse El Guajaro P6:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia y se observa mucha vegetación flotando</li> <li>○ <b>Embalse El Guajaro P7:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia y se observa mucha vegetación flotando</li> <li>○ <b>Embalse El Guajaro P8:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia y se observa mucha vegetación flotando</li> <li>○ <b>Embalse El Guajaro P9:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia y se observa mucha vegetación flotando</li> <li>○ <b>Río Magdalena P1:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia turbia y se observa mucha vegetación flotando</li> <li>○ <b>Río Magdalena P2:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia turbia y se observa mucho sedimento un tanque de aceite botandose y que cae al suelo cerca al rio</li> <li>○ <b>Río Magdalena P3:</b> Las muestras se caracterizaron por presentar una apariencia ligeramente turbia y se observa basura en la orilla y muchas piedras</li> </ul>



Descripción	
<p><b>Fotografía 13. Embalse El Guajaro P4</b></p> 	<p><b>Fotografía 14. Embalse El Guajaro P5</b></p> 
<p><b>Fotografía 15. Embalse El Guajaro P6</b></p> 	<p><b>Fotografía 16. Embalse El Guajaro P7</b></p> 
<p><b>Fotografía 17. Embalse El Guajaro P8</b></p> 	<p><b>Fotografía 18. Embalse El Guajaro P9</b></p> 
<p><b>Fotografía 19. Río Magdalena P1</b></p> 	<p><b>Fotografía 20. Río Magdalena P2</b></p> 
<p><b>Fotografía 21. Río Magdalena P3</b></p> 	

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



### 3.3. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo

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 9** y la ubicación geográfica en la **Figura 2** a **Figura 17**.

**Tabla 9. Identificación y coordenadas de los puntos de monitoreo.**

Características del monitoreo			Georreferenciación		
Puntos de monitoreo	ID	Hora	Cota de elevación (msnm)	Coordenadas geográficas WGS84	Coordenadas Origen Nacional
P1 Ciénaga De Malambo	177431	13:45	2	10°51'45,80"N	2759741,927 N
				74°45'44,40"W	4698104,736 E
P2 Ciénaga De Malambo	177432	12:30	2	10°51'14,80"N	2758784,376 N
				74°45'27,10"W	2758784,376 E
P3 Ciénaga De Malambo	177433	11:35	3	10°50'55,22"N	2758175,842 N
				74°45'2,57"W	4699361,472 E
P4 Ciénaga De Malambo	177434	13:10	2	10°51'30,50"N	2759272,076 N
				74°45'45,82"W	4698057,320 E
P5 Ciénaga De Malambo	177435	14:30	2	10°51'51,18"N	2759900,512 N
				74°45'19,87"W	4698851,463 E
P1 Ciénega mesolandia	177685	9:20	4	10°53'24,20" N	2761950,558 N
				74°45'46,10" W	4807402,015 E
P2 ciénaga mesolandia	177686	10:05	3	10°53'5,10" N	2761362,842 N
				74°45'40,10" W	4807580,756 E
P1 Ciénaga El Convento	177687	11:10	6	10°49'08,44" N	2754091417 E
				74°45'26,32" W	4807957108 N
P2 Ciénaga El Convento	177688	10:25	5	10°48'50,87" N	2753548,519 N
				74°45'7,77" W	4808517,282 E
P1 Ciénaga Luisa	177689	11:15	5	10°44'05,15"N	2744767614 E
				74°44'38,27"W	4809363111 N
P.1 Ciénaga santo tomas	177691	10:30	5	10°45'18,41" N	2747019,297 N



Características del monitoreo			Georreferenciación		
Puntos de monitoreo	ID	Hora	Cota de elevación (msnm)	Coordenadas geográficas WGS84	Coordenadas Origen Nacional
				74°44'47,16" W	4809105,883 E
P.2 Ciénaga santo tomas	177692	10:50	3	10°45'43,99" N	2747804,283 N
				74°44'43,15" W	4809232,141 E
P.1 Cienega Uvero	177693	11:25	4	10°33'21,10" N	2724995,582 N
				74°45'34,40" W	4807545,990 E
P1 Ciénaga de Sabanagrande	177695	11:20	5	10°47'28,53" N	2751014,752 N
				74°44'40,62" W	4809327,266 E
P2 Ciénaga de Sabanagrande	177696	10:45	3	10°47'13,03" N	2750540,021 N
				74°44'48,39" W	4809088,591 E
P1 Ciénaga De Tocagua	177697	11:45	21	10°37'53,40" N	2733648,389 N
				75°10'35,80" W	4761969,729 E
P2 Ciénaga De Tocagua	177698	12:45	24	10° 38'6,40" N	2734054,650 N
				75°11'8,00" W	4760993,949 E
P1 Ciénaga de Mallorcaín	177699	11:20	1	11°2'42,91" N	2779181,418 N
				74°52'5,71" W	4795984,014 E
P2 Ciénaga de Mallorcaín	177700	11:55	0	11°03'5,46" N	2779863,195 N
				74°51'8,05" W	4797737,922 E
P3 Ciénaga de Mallorcaín	177701	12:55	0	11°02'39,42" N	2779060,620 N
				74°50'53,62" W	4798170,823 E
P4 Ciénaga de Mallorcaín	177702	10:55	0	11°02'18,80" N	2778434,787 N
				74°51'33,75" W	4796949,194 E
P5 Ciénaga de Mallorcaín	177703	13:15	0	11°02'8,78" N	2778116,489 N
				74°50'37,75" W	4798646,572 E
P6 Ciénaga de Mallorcaín	177704	13:40	0	11°02'34,09" N	2778887,470 N
				74°50'3,15" W	4799701,252 E
P7 Ciénaga de Mallorcaín	177705	12:30	1	11°03'26,15" N	2780492,328 N
				74°50'33,97" W	4798775,925 E
P1 Ciénaga El Rincón	177706	12:10	9	11°0'57,44" N	2775956,699 N
				74°53'24,58" W	4793570,329 E
P2 Ciénaga El Rincón	177707	13:05	7	11°01'00,52" N	2776053,458 N
				74°53'35,80" W	4793230,432 E
Ciénaga Los Manatíes	177708	8:00	3	11°2'34,43" N	2778949,509 E
				74°54'34,76" W	4791459,560 N
P1 Ciénaga De Balboa	177709	9:30	4	10°59'3,52" N	2772510,607 N
				74°57'57,97" W	4785250,629 E
P2 Ciénaga De Balboa	177710	10:45	0	10°58'44,55" N	2771935,502 N
				74°58'36,30" W	4784083,415 E
P1 Ciénaga Del Totumo	177712	11:30	0	10°44'10,09" N	2745265,322 N
				75°13'59,14" W	4755873,579 E
P2 Ciénaga Del Totumo	177713	12:45	0	10°43'13,81" N	2743546,232 N
				75°14'44,40" W	4754485,878 E
Embalse El Guajaro P1	177714	11:00	4	10°25'33,98" N	2710862,189 E
				75° 4'53,57" W	4772219,275 N



Características del monitoreo			Georreferenciación		
Puntos de monitoreo	ID	Hora	Cota de elevación (msnm)	Coordenadas geográficas WGS84	Coordenadas Origen Nacional
Embalse El Guajaro P2	177715	11:30	4	10°26'10,24"N	2711965,386 E
				75° 3'59,94"W	4773857,401 N
Embalse El Guajaro P3	177716	12:00	4	10°25'40,64"N	2711093,346 E
				75° 7'5,20"W	4768217,809 N
Embalse El Guajaro P4	177717	12:45	4	10°27'11,10"N	2713872,511 E
				75° 7'6,18"W	4768206,635N
Embalse El Guajaro P5	177718	13:30	4	10°28'54,75"N	2711065,684 E
				75° 4'48,08"W	4772387,567 N
Embalse El Guajaro P6	177719	10:30	6	10°30'54,95"N	2720724.210 E
				75°5'3,01"W	4771997.420N
Embalse El Guajaro P7	177720	11:30	4	10°31'24,85"N	2721603,389 E
				75°1'45,69"W	4778001,941 N
Embalse El Guajaro P8	177721	12:30	11	10°34'10,40"N	2726692,510 E
				75°2'3,90"W	4777481,44 N
Embalse El Guajaro P9	177722	13:00	4	10°31'24,92"N	2721605,538 E
				75°1'45,68"W	4778002,258 N
Río Magdalena P1	177723	9:45	9	10°16'4,61" N	2693253,453 E
				74°54'29,11" W	4791103,130 N
Río Magdalena P2	177724	12:00	5	10°48'17,01" N	2752500,697 E
				74°44'22,71" W	4809879,623 N
Río Magdalena P3	177725	13:10	4	10°57'1,57" N	2768624,645 E
				74°45'32,19" W	4807863,136 N

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





**Figura 1. Localización geográfica de los puntos de monitoreo \_ Ciénega Malambo**

*Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2022.*



**Figura 2. Localización geográfica de los puntos de monitoreo \_ Ciénega mesolandia**

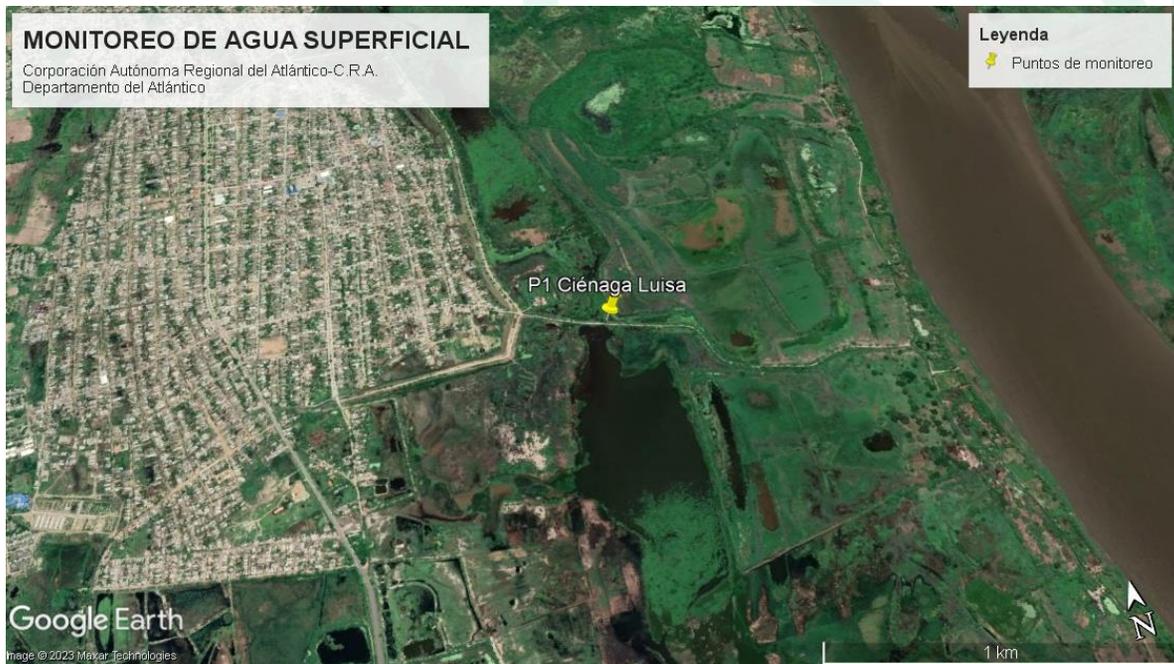
*Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2022.*





**Figura 3. Localización geográfica de los puntos de monitoreo \_ Ciénaga El Convento**

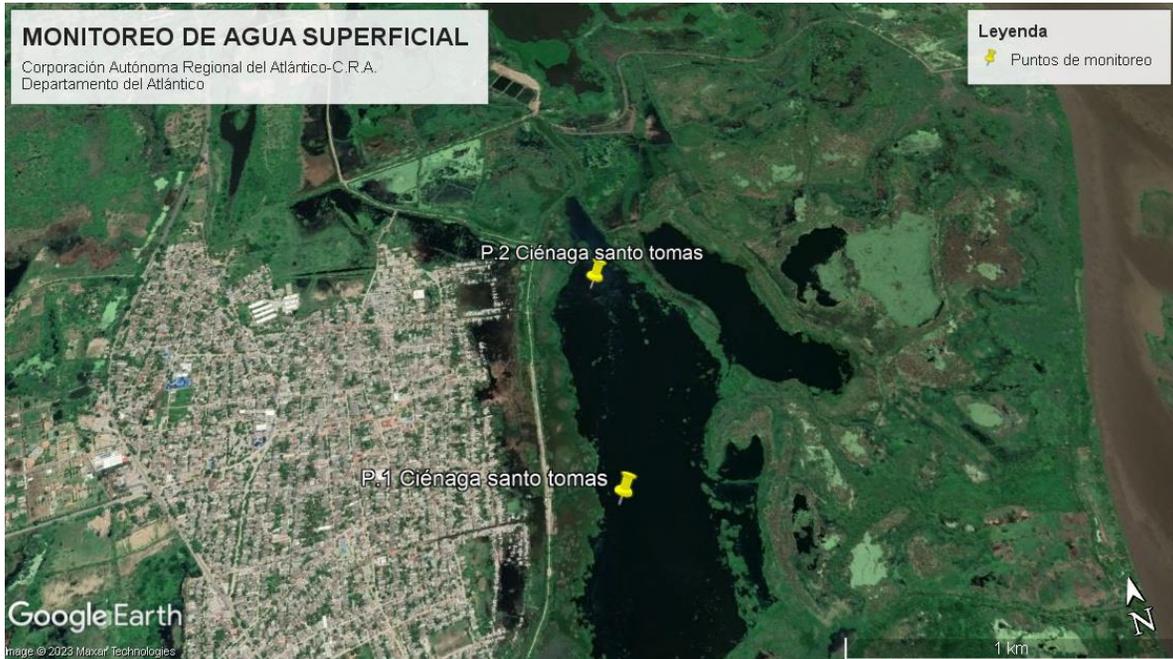
*Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.*



**Figura 4. Localización geográfica de los puntos de monitoreo \_ Ciénaga Luisa**

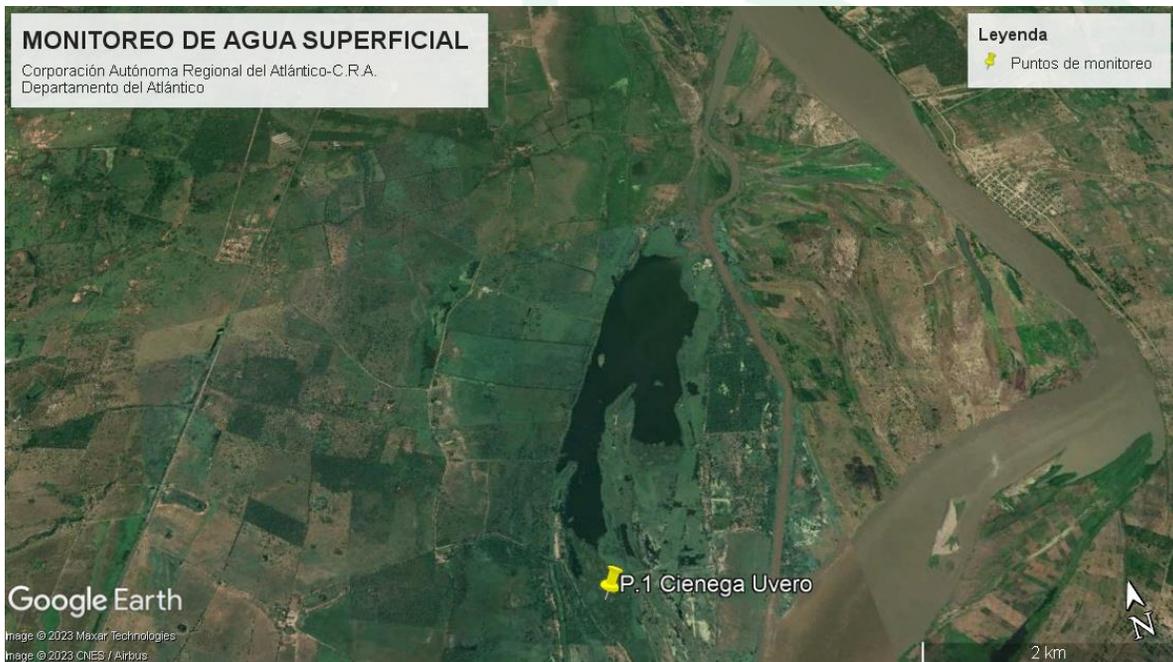
*Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.*





**Figura 5. Localización geográfica de los puntos de monitoreo \_ Ciénaga santo tomas**

*Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.*



**Figura 6. Localización geográfica de los puntos de monitoreo \_ Cienega Uvero**

*Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.*





**Figura 7. Localización geográfica de los puntos de monitoreo \_ Ciénaga de Sabanagrande**

*Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.*



**Figura 8. Localización geográfica de los puntos de monitoreo \_ Ciénaga De Tocagua**

*Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.*





**Figura 9. Localización geográfica de los puntos de monitoreo \_ Ciénaga de Mallorca**

*Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.*



**Figura 10. Localización geográfica de los puntos de monitoreo \_ Ciénaga El Rincón**

*Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.*





**Figura 11. Localización geográfica de los puntos de monitoreo \_ Ciénaga Los Manatíes**

*Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.*



**Figura 12. Localización geográfica de los puntos de monitoreo \_ Ciénaga De Balboa**

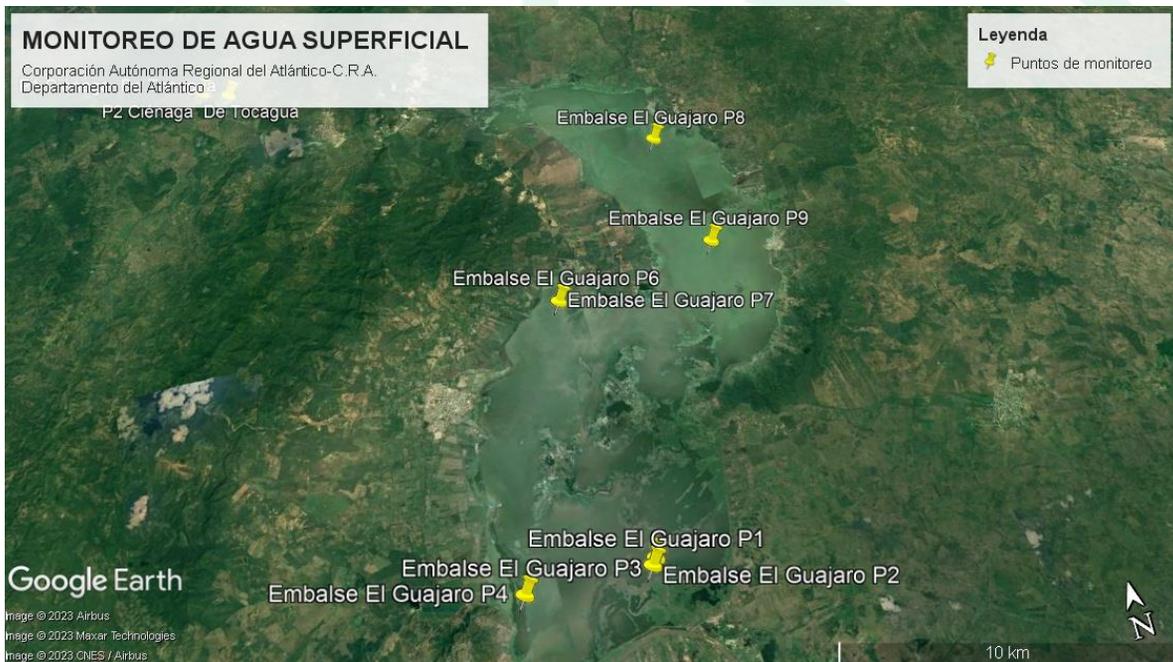
*Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.*





**Figura 13. Localización geográfica de los puntos de monitoreo \_ Ciénaga Del Totumo**

Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.



**Figura 14. Localización geográfica de los puntos de monitoreo \_ Embalse El Guajaro**

Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.





**Figura 15. Localización geográfica de los puntos de monitoreo \_ Río Magdalena P1**

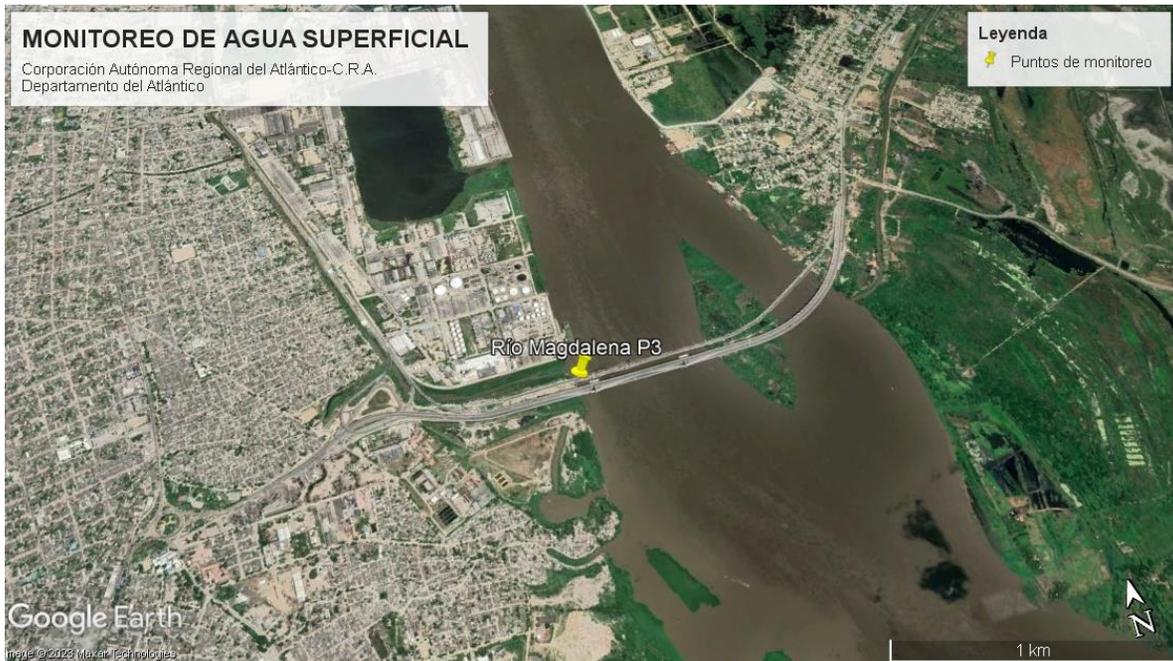
*Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.*



**Figura 16. Localización geográfica de los puntos de monitoreo \_ Río Magdalena P2**

*Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.*





**Figura 17. Localización geográfica de los puntos de monitoreo \_ Río Magdalena P3**

*Fuente: Tomado y modificado de Google Earth, 2023.*



## 4. RESULTADOS

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 10**, se presentan los valores obtenidos para las variables medidas en campo en los puntos monitoreados, seguidamente en la **Tabla 11**, se muestra la comparación con la normativa.

**Tabla 10. Resultados de campo.**

Puntos	Fecha	Alícuotas	Hora	Parámetros			
				pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad (µs/cm)	Temperatura (°C)
<b>Cuenca del Río Magdalena</b>							
P1 Ciénaga De Malambo	23/09/2022	1	13:15	6,38	6,3	273	29,8
		2	14:15	6,34	7,3	274	29,7
		3	15:15	6,36	7,2	272	29,6
		4	16:15	6,38	7,0	264	30,0
P2 Ciénaga De Malambo		1	12:10	6,50	3,6	269	30,1
		2	13:10	6,45	2,9	270	29,9
		3	14:10	6,38	3,4	271	29,9
		4	15:10	6,46	2,9	270	29,9
P3 Ciénaga De Malambo		1	11:40	6,77	1,3	275	29,7
		2	12:40	6,51	1,4	278	29,7
		3	13:40	6,44	1,2	276	29,7
		4	14:40	6,50	1,3	279	29,7
P4 Ciénaga De Malambo		1	12:55	6,38	7,6	271	30,1
		2	13:55	6,33	7,6	272	30,0
		3	14:55	6,40	7,7	271	30,0
		4	15:55	6,43	7,6	270	31,0
P5 Ciénaga De Malambo	1	13:40	6,45	3,5	266	30,0	
	2	14:40	6,38	3,4	275	29,9	
	3	15:40	6,32	3,4	279	29,9	
	4	16:40	6,38	3,4	277	29,9	
P.1 Ciénaga mesolandia	27/09/2022	1	9:20	6,62	3,3	889	29,3
		2	10:20	6,80	3,5	890	30,0



Puntos	Fecha	Alícuotas	Hora	Parámetros				
				pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad ( $\mu$ s/cm)	Temperatura (°C)	
<b>Cuenca del Río Magdalena</b>								
		3	11:20	6,72	3,2	876	29,8	
		4	12:20	6,80	3,2	877	30,1	
		P.2 ciénaga mesolandia	1	9:20	6,82	3,3	890	29,3
			2	10:20	6,82	3,3	902	30,0
		3	11:20	6,81	2,8	885	29,8	
		4	12:20	6,45	3,2	890	30,1	
		P1 Ciénaga El Convento	1	11:10	7,45	1,8	326	30,4
			2	12:10	7,43	1,9	327	30,3
		3	13:10	7,42	2,0	327	30,4	
		4	14:10	7,46	1,7	325	30,7	
		P2 Ciénaga El Convento	1	10:25	7,61	1,2	300	29,5
			2	11:25	7,43	1,2	301	29,4
		3	12:25	7,37	1,2	301	29,4	
		4	13:25	7,28	1,3	302	29,8	
		P.1 Cienega santo tomas	1	7:30	7,20	4,7	821	29,4
			2	8:30	7,38	4,2	801	29,1
3	9:30		7,62	4,9	783	30,0		
4	10:30		7,55	4,0	798	30,2		
	29/09/2022	P.2 Cienega santo tomas	1	7:50	7,81	5,1	802	28,8
			2	8:50	7,29	4,4	827	29,0
		3	9:50	7,40	4,8	800	30,2	
		4	10:50	7,33	5,3	845	31,2	
		P1 Ciénaga Luisa	1	11:15	6,54	2,2	257	30,3
			2	12:15	6,57	2,1	257	30,2
		3	13:15	6,88	2,1	258	30,0	
		4	14:15	6,92	2,3	258	30,3	
		P.1 Cienega Uvero	1	9:20	7,77	3,5	1334	32,5
			2	10:20	7,78	3,5	1333	32,5
			3	11:20	7,56	3,6	1332	33,0
			4	12:20	7,56	3,6	1336	33,0
	30/09/2022	P1 Ciénaga de Sabanagrande	1	11:20	7,37	1,6	301	31,4
			2	12:20	7,34	1,6	306	30,7
		3	13:20	7,41	1,8	309	30,9	
		4	14:20	7,39	1,4	301	30,8	
		P2 Ciénaga de Sabanagrande	1	10:45	7,45	1,4	363	30,4
			2	11:45	7,44	1,6	364	30,3
			3	12:45	7,39	1,5	350	30,4
			4	13:45	7,36	1,7	357	30,7
Río Magdalena P1	14/10/2022	1	9:45	8,14	3,8	1334	30,1	
		2	10:45	8,05	3,4	1378	30,0	



Puntos	Fecha	Alícuotas	Hora	Parámetros				
				pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad ( $\mu$ s/cm)	Temperatura (°C)	
<b>Cuenca del Río Magdalena</b>								
		3	11:45	7,84	3,2	1345	30,0	
		4	12:45	7,96	3,7	1366	30,5	
		Río Magdalena P2	1	12:00	7,92	3,4	1377	30,9
			2	13:00	7,87	3,6	1357	31,1
		3	14:00	7,57	3,8	1387	31,4	
		4	15:00	8,13	3,4	1395	30,8	
		Río Magdalena P3	1	13:10	8,00	3,6	1338	30,9
			2	14:10	7,92	3,4	1378	31,0
		3	15:10	7,83	6,5	1474	31,5	
		4	16:10	7,73	6,3	1496	30,6	
<b>Cuenca Litoral</b>								
P1 Ciénaga de Mallorquín		1	11:20	8,53	3,9	26,1	31,5	
		2	12:20	8,35	3,7	25,5	31,4	
		3	13:20	8,45	4,0	25,5	31,7	
		4	14:20	8,47	4,6	25,6	31,7	
P2 Ciénaga de Mallorquín		1	11:55	9,02	3,8	35,3	32,8	
		2	12:55	9,03	4,0	35,4	33,1	
		3	13:55	9,04	3,6	35,2	33,2	
		4	14:55	9,04	3,9	35,2	33,2	
P3 Ciénaga de Mallorquín		1	11:55	8,69	4,1	35,7	31,7	
		2	12:55	8,66	4,0	35,9	31,6	
		3	13:55	8,66	3,5	35,7	31,6	
		4	14:55	8,65	3,9	36,1	31,4	
P4 Ciénaga de Mallorquín	4/10/2022	1	10:55	8,81	4,0	35,8	30,7	
		2	11:55	8,78	3,9	36,5	30,8	
		3	12:55	9,80	4,4	36,6	30,9	
		4	13:55	8,80	4,7	36,6	30,9	
P5 Ciénaga de Mallorquín		1	13:15	8,47	3,5	32,8	32,2	
		2	14:15	8,42	3,2	32,9	32,1	
		3	15:15	8,42	2,6	32,8	32,2	
		4	16:15	8,43	3,8	32,9	32,1	
P6 Ciénaga de Mallorquín		1	13:40	8,72	5,0	31,9	32,8	
		2	14:40	8,68	4,7	31,9	32,8	
		3	15:40	8,69	4,5	31,8	32,8	
		4	16:40	8,68	5,3	31,8	32,7	
P7 Ciénaga de Mallorquín		1	12:30	8,97	4,6	33,8	33,4	
		2	13:30	8,94	4,2	33,4	33,1	
		3	14:30	8,94	4,8	33,9	33,1	
		4	15:30	8,95	5,3	33,9	33,2	
		1	09:10	8,87	5,2	494	31,5	



Puntos	Fecha	Alícuotas	Hora	Parámetros			
				pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad ( $\mu$ s/cm)	Temperatura (°C)
<b>Cuenca del Río Magdalena</b>							
P1 Ciénaga El Rincón	12/10/2022	2	10:10	8,74	5,1	488	31,6
		3	11:10	8,85	5,3	489	31,4
		4	12:10	8,81	5,2	486	31,3
P2 Ciénaga El Rincón		1	10:05	8,81	5,5	455	32,0
		2	11:05	8,85	5,3	457	32,2
		3	12:05	8,85	5,3	461	31,4
Ciénaga Los Manatíes		4	13:05	8,83	5,4	462	31,3
		1	8:00	8,67	0,2	1158	29,9
		2	9:00	8,44	0,3	1134	30,1
		3	10:00	7,88	0,3	1121	30,8
P1 Ciénaga De Balboa		4	11:00	8,24	0,2	1147	31,9
		1	9:30	5,69	0,2	27,3	32,2
	2	10:30	6,72	0,3	28,3	31,8	
	3	11:30	6,24	0,3	29,9	32,4	
P2 Ciénaga De Balboa	4	12:30	6,76	0,3	30,8	32,5	
	1	10:45	8,26	0,3	40,15	31,2	
	2	11:45	8,03	0,4	5,04	31,7	
	3	12:45	7,79	0,4	6,88	32,1	
P1 Ciénaga Del Totumo	4	13:45	7,55	0,4	6,36	32,9	
	1	11:30	6,38	1,7	65	30,4	
	2	12:30	6,39	1,8	65	30,9	
	3	13:30	6,64	1,9	645	31,1	
P2 Ciénaga Del Totumo	4	14:30	6,11	2,0	655	31,3	
	1	12:45	6,22	1,8	679	31,2	
	2	13:45	6,11	2,0	655	31,8	
	3	14:45	6,28	2,0	613	31,3	
		4	15:45	6,21	1,8	680	31,2
<b>Cuenca Canal del Dique</b>							
P1 Ciénaga De Tocagua	3/10/2022	1	8:45	9,36	7,3	459	35,7
		2	9:45	9,28	7,4	458	35,1
		3	10:45	9,33	7,3	459	34,5
		4	11:45	9,37	7,3	453	34,6
P2 Ciénaga De Tocagua		1	9:45	9,37	6,5	464	35,5
		2	10:45	9,35	6,3	460	35,0
		3	11:45	9,37	6,6	462	35,4
		4	12:45	9,37	6,4	439	35,5
Embalse El Guajaro P1	13/10/2022	1	11:00	7,85	3,4	360	31,7
		2	12:00	7,93	3,5	340	31,2
		3	13:00	7,91	3,4	339	31,4
		4	14:00	7,78	3,5	378	31,2



Puntos	Fecha	Alicuotas	Hora	Parámetros			
				pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad ( $\mu$ s/cm)	Temperatura (°C)
<b>Cuenca del Río Magdalena</b>							
Embalse El Guajaro P2		1	11:30	7,91	2,4	475	30,5
		2	12:30	7,99	2,4	468	30,9
		3	13:30	7,87	2,8	498	31,0
		4	14:30	7,97	2,5	487	30,9
Embalse El Guajaro P3		1	12:00	7,97	2,5	611	30,5
		2	13:00	8,04	2,4	609	30,6
		3	14:00	7,92	2,4	615	30,8
		4	15:00	7,90	2,5	628	30,9
Embalse El Guajaro P4		1	12:45	7,98	2,6	669	30,9
		2	13:45	7,98	2,7	679	30,8
		3	14:45	7,89	2,5	674	30,7
		4	15:45	7,85	2,4	682	30,6
Embalse El Guajaro P5		1	13:30	8,24	2,7	743	30,5
		2	14:30	8,29	2,7	748	30,2
		3	15:30	8,34	2,6	787	30,4
		4	16:30	8,30	2,6	758	30,1
Embalse El Guajaro P6		1	10:30	7,45	6,7	801	31,2
		2	11:30	7,46	6,5	878	31,4
		3	12:30	7,48	6,2	809	31,2
		4	13:30	7,57	6,5	888	31,7
Embalse El Guajaro P7		1	11:30	7,73	6,2	1164	31,9
		2	12:30	7,26	8,2	1213	30,8
		3	13:30	7,27	7,1	1222	30,9
		4	14:30	7,34	6,3	1223	31,1
Embalse El Guajaro P8		1	12:30	8,14	3,6	1218	31,1
		2	13:30	7,15	3,5	1224	31,1
		3	14:30	7,07	3,4	1243	31,2
		4	15:30	7,08	3,4	1232	31,5
Embalse El Guajaro P9		1	13:00	7,40	5,8	1259	30,3
		2	14:00	7,34	5,0	1260	30,3
		3	15:00	7,33	5,0	1275	30,6
		4	16:00	7,27	5,4	1276	30,3
<b>Rango:</b>				5,69-9,80	0,2-8,2	5,04-1496	28,8-35,7

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



**Tabla 11. Resultados de campo Vs norma.**

Puntos	Decreto 1076 de 2015					
	pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Art. 2.2.3.3.9.10* (Unidades)	Art. 2.2.3.3.9.10* (mg/L)	Cumplimiento	Cumplimiento
P1 Ciénaga De Malambo	6,38	6,3	4,5 – 9,0	≥4	Cumple	Cumple
	6,34	7,3			Cumple	Cumple
	6,36	7,2			Cumple	Cumple
	6,38	7,00			Cumple	Cumple
P2 Ciénaga De Malambo	6,50	3,6			Cumple	No cumple
	6,45	2,9			Cumple	No cumple
	6,38	3,4			Cumple	No cumple
	6,46	2,9			Cumple	No cumple
P3 Ciénaga De Malambo	6,77	1,3			Cumple	No cumple
	6,51	1,4			Cumple	No cumple
	6,44	1,2			Cumple	No cumple
	6,50	1,3			Cumple	No cumple
P4 Ciénaga De Malambo	6,38	7,6			Cumple	Cumple
	6,33	7,6			Cumple	Cumple
	6,4	7,7			Cumple	Cumple
	6,43	7,6			Cumple	Cumple
P5 Ciénaga De Malambo	6,45	3,5			Cumple	No cumple
	6,38	3,4			Cumple	No cumple
	6,32	3,4			Cumple	No cumple
	6,38	3,4			Cumple	No cumple
P.1 Ciénaga mesolandia	6,62	3,3			Cumple	No cumple
	6,80	3,5			Cumple	No cumple
	6,72	3,2			Cumple	No cumple
	6,80	3,2			Cumple	No cumple
P.2 ciénaga mesolandia	6,82	3,3			Cumple	No cumple
	6,82	3,3			Cumple	No cumple
	6,81	2,8			Cumple	No cumple
	6,45	3,2			Cumple	No cumple
P1 Ciénaga El Convento	7,45	1,8	Cumple	No cumple		
	7,43	1,9	Cumple	No cumple		
	7,42	2,0	Cumple	No cumple		
	7,46	1,7	Cumple	No cumple		
	7,61	1,2	Cumple	No cumple		



Puntos	Decreto 1076 de 2015					
	pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Art. 2.2.3.3.9.10* (Unidades)	Art. 2.2.3.3.9.10* (mg/L)	Cumplimiento	Cumplimiento
P2 Ciénaga El Convento	7,43	1,2			Cumple	No cumple
	7,37	1,2			Cumple	No cumple
	7,28	1,3			Cumple	No cumple
P.1 Ciénaga santo tomas	7,20	4,7			Cumple	Cumple
	7,38	4,2			Cumple	Cumple
	7,62	4,9			Cumple	Cumple
P.2 Ciénaga santo tomas	7,55	4,0			Cumple	Cumple
	7,81	5,1			Cumple	Cumple
	7,29	4,4			Cumple	Cumple
P1 Ciénaga Luisa	7,40	4,8			Cumple	Cumple
	7,33	5,3			Cumple	Cumple
	6,54	2,2			Cumple	No cumple
P1 Ciénaga Luisa	6,57	2,1			Cumple	No cumple
	6,88	2,1			Cumple	No cumple
	6,92	2,3			Cumple	No cumple
P.1 Ciénaga Uvero	7,77	3,5			Cumple	No cumple
	7,78	3,5			Cumple	No cumple
	7,56	3,6			Cumple	No cumple
P1 Ciénaga de Sabanagrande	7,56	3,6			Cumple	No cumple
	7,37	1,6			Cumple	No cumple
	7,34	1,6			Cumple	No cumple
P2 Ciénaga de Sabanagrande	7,41	1,8			Cumple	No cumple
	7,39	1,4			Cumple	No cumple
	7,45	1,4			Cumple	No cumple
P2 Ciénaga de Sabanagrande	7,44	1,6			Cumple	No cumple
	7,39	1,5			Cumple	No cumple
	7,36	1,7			Cumple	No cumple
Río Magdalena P1	8,14	3,8			Cumple	No cumple
	8,05	3,4			Cumple	No cumple
	7,84	3,2			Cumple	No cumple
Río Magdalena P2	7,96	3,7			Cumple	No cumple
	7,92	3,4			Cumple	No cumple
	7,87	3,6			Cumple	No cumple
	7,57	3,8			Cumple	No cumple



Puntos	Decreto 1076 de 2015					
	pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Art. 2.2.3.3.9.10* (Unidades)	Art. 2.2.3.3.9.10* (mg/L)	Cumplimiento	Cumplimiento
	8,13	3,4			Cumple	No cumple
Río Magdalena P3	8,00	3,6			Cumple	No cumple
	7,92	3,4			Cumple	No cumple
	7,83	6,5			Cumple	Cumple
	7,73	6,3			Cumple	Cumple
P1 Ciénaga de Mallorquín	8,53	3,9			Cumple	No cumple
	8,35	3,7			Cumple	No cumple
	8,45	4,0			Cumple	Cumple
	8,47	4,6			Cumple	Cumple
P2 Ciénaga de Mallorquín	9,02	3,8			No cumple	No cumple
	9,03	4,0			No cumple	Cumple
	9,04	3,6			No cumple	No cumple
	9,04	3,9			No cumple	No cumple
P3 Ciénaga de Mallorquín	8,69	4,1			Cumple	Cumple
	8,66	4,0			Cumple	Cumple
	8,66	3,5			Cumple	No cumple
	8,65	3,9			Cumple	No cumple
P4 Ciénaga de Mallorquín	8,81	4,0			Cumple	Cumple
	8,78	3,9			Cumple	No cumple
	9,80	4,4			No cumple	Cumple
	8,80	4,7			Cumple	Cumple
P5 Ciénaga de Mallorquín	8,47	3,5			Cumple	No cumple
	8,42	3,2			Cumple	No cumple
	8,42	2,6			Cumple	No cumple
	8,43	3,8			Cumple	No cumple
P6 Ciénaga de Mallorquín	8,72	5,0			Cumple	Cumple
	8,68	4,7			Cumple	Cumple
	8,69	4,5			Cumple	Cumple
	8,68	5,3			Cumple	Cumple
P7 Ciénaga de Mallorquín	8,97	4,6			Cumple	Cumple
	8,94	4,2			Cumple	Cumple
	8,94	4,8			Cumple	Cumple
	8,95	5,3			Cumple	Cumple
	8,87	5,2			Cumple	Cumple



Puntos	Decreto 1076 de 2015					
	pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Art. 2.2.3.3.9.10* (Unidades)	Art. 2.2.3.3.9.10* (mg/L)	Cumplimiento	Cumplimiento
P1 Ciénaga El Rincón	8,74	5,1			Cumple	Cumple
	8,85	5,3			Cumple	Cumple
	8,81	5,2			Cumple	Cumple
P2 Ciénaga El Rincón	8,81	5,5			Cumple	Cumple
	8,85	5,3			Cumple	Cumple
	8,85	5,3			Cumple	Cumple
Ciénaga Los Manatíes	8,83	5,4			Cumple	Cumple
	8,67	0,2			Cumple	No cumple
	8,44	0,3			Cumple	No cumple
P1 Ciénaga De Balboa	7,88	0,3			Cumple	No cumple
	8,24	0,2			Cumple	No cumple
	5,69	0,2			Cumple	No cumple
P2 Ciénaga De Balboa	6,72	0,3			Cumple	No cumple
	6,24	0,3			Cumple	No cumple
	6,76	0,3			Cumple	No cumple
P1 Ciénaga Del Totumo	8,26	0,3			Cumple	No cumple
	8,03	0,4			Cumple	No cumple
	7,79	0,4			Cumple	No cumple
P2 Ciénaga Del Totumo	7,55	0,4			Cumple	No cumple
	6,38	1,7			Cumple	No cumple
	6,39	1,8			Cumple	No cumple
P1 Ciénaga De Tocagua	6,64	1,9			Cumple	No cumple
	6,11	2,0			Cumple	No cumple
	6,22	1,8			Cumple	No cumple
P2 Ciénaga De Tocagua	6,11	2,0			Cumple	No cumple
	6,28	2,0			Cumple	No cumple
	6,21	1,8			Cumple	No cumple
P1 Ciénaga De Tocagua	9,36	7,3			No cumple	Cumple
	9,28	7,4			No cumple	Cumple
	9,33	7,3			No cumple	Cumple
P2 Ciénaga De Tocagua	9,37	7,3			No cumple	Cumple
	9,37	6,5			No cumple	Cumple
	9,35	6,3			No cumple	Cumple
	9,37	6,6			No cumple	Cumple



Puntos	Decreto 1076 de 2015					
	pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Art. 2.2.3.3.9.10* (Unidades)	Art. 2.2.3.3.9.10* (mg/L)	Cumplimiento	Cumplimiento
	9,37	6,4			No cumple	Cumple
Embalse El Guajaro P1	7,85	3,4			Cumple	No cumple
	7,93	3,5			Cumple	No cumple
	7,91	3,4			Cumple	No cumple
	7,78	3,5			Cumple	No cumple
	7,91	2,4			Cumple	No cumple
Embalse El Guajaro P2	7,99	2,4			Cumple	No cumple
	7,87	2,8			Cumple	No cumple
	7,97	2,5			Cumple	No cumple
	7,97	2,5			Cumple	No cumple
Embalse El Guajaro P3	8,04	2,4			Cumple	No cumple
	7,92	2,4			Cumple	No cumple
	7,90	2,5			Cumple	No cumple
	7,98	2,6			Cumple	No cumple
Embalse El Guajaro P4	7,98	2,7			Cumple	No cumple
	7,89	2,5			Cumple	No cumple
	7,85	2,4			Cumple	No cumple
	8,24	2,7			Cumple	No cumple
Embalse El Guajaro P5	8,29	2,7			Cumple	No cumple
	8,34	2,6			Cumple	No cumple
	8,30	2,6			Cumple	No cumple
	7,45	6,7			Cumple	Cumple
Embalse El Guajaro P6	7,46	6,5			Cumple	Cumple
	7,48	6,2			Cumple	Cumple
	7,57	6,5			Cumple	Cumple
	7,73	6,2			Cumple	Cumple
Embalse El Guajaro P7	7,26	8,2			Cumple	Cumple
	7,27	7,1			Cumple	Cumple
	7,34	6,3			Cumple	Cumple
	8,14	3,6			Cumple	No cumple
Embalse El Guajaro P8	7,15	3,5			Cumple	No cumple
	7,07	3,4			Cumple	No cumple
	7,08	3,4			Cumple	No cumple
	7,40	5,8			Cumple	Cumple



Puntos	Decreto 1076 de 2015					
	pH (Unidades)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Art. 2.2.3.3.9.10* (Unidades)	Art. 2.2.3.3.9.10* (mg/L)	Cumplimiento	Cumplimiento
Embalse El Guajaro P9	7,34	5,0			Cumple	Cumple
	7,33	5,0			Cumple	Cumple
	7,27	5,4			Cumple	Cumple

\*Agua cálida dulce

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

A continuación, se presentan los valores obtenidos para cada una de las variables fisicoquímicas analizadas en los puntos de monitoreo. Para el análisis de los resultados se realizó una revisión bibliográfica, con el objetivo de contrastar los valores obtenidos con la calidad del agua. Se resalta que, los parámetros enlistados en el Decreto 1076 de 2015 en el artículo 2.2.3.3.9.10 preservación de flora y fauna están expresados en unidades de concentración letal (CL), los cuales no son comparables con las unidades reportadas por nuestro laboratorio.



**Tabla 12. Resultados de laboratorio \_ Cuenca del Río Magdalena Parte I.**

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	P.1 Ciénega Mesolandia	P.2 Ciénega Mesolandia	P1 Ciénega El Convento	P2 Ciénega El Convento
			27/09/2022			
			ID 177685	ID 177686	ID 177687	ID 177688
			9:20	10:05	11:10	10:25
Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	0,1157	13,60	13,60	21,1	15,3
Demanda Química De Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	0,09	33	53	52	40
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	12,9	14,1	14,9	19
<b>Microbiológicos</b>						
Coliformes totales	NMP/100 ml	±0,44%	16000	1300	16000	1700
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	±0,42%	68	20	45	45

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

**Tabla 13. Resultados de laboratorio \_ Cuenca del Río Magdalena Parte II.**

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	P1 Ciénega Luisa	P.1 Ciénega Santo Tomas	P.2 Ciénega Santo Tomas
			29/09/2022		
			ID 177689	ID 177691	ID 177692
			11:15	10:30	10:50
Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	0,1157	3,2	3,3	3,5
Demanda Química De Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	0,09	< 10	< 10	< 10
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	13,1	13,1	26,5
<b>Microbiológicos</b>					
Coliformes totales	NMP/100 ml	±0,44%	13000	680	450
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	±0,42%	200	200	200

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



**Tabla 14. Resultados de laboratorio \_ Cuenca del Río Magdalena Parte III.**

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	P.1 Ciénega Uvero	P1 Ciénaga De Sabanagrande	P2 Ciénaga De Sabanagrande
			30/09/2022		
			ID 177693	ID 177695	ID 177696
			11:25	11:20	10:45
Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	0,1157	4,0	2,0	< 2,0
Demanda Química De Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	0,09	< 10	< 10	< 10
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	58	15,9	24,1
<b>Microbiológicos</b>					
Coliformes totales	NMP/100 ml	±0,44%	5400	1100	1300
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	±0,42%	<1,8	<1,8	110

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

**Tabla 15. Resultados de laboratorio \_ Cuenca del Río Magdalena Parte IV.**

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	Rio Magdalena P1	Rio Magdalena P2	Rio Magdalena P3
			14/10/2022		
			ID 177723	ID 177724	ID 177725
			9:45	12:00	13:10
Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	0,1157	< 2,0	4,0	< 2,0
Demanda Química De Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	0,09	< 10	< 10	< 10
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	49,5	37,5	82,5
<b>Microbiológicos</b>					
Coliformes totales	NMP/100 ml	±0,44%	160000	160000	160000
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	±0,42%	24000	35000	160000

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

**Tabla 16. Resultados de laboratorio \_ Cuenca Litoral Parte I.**

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	P1 Ciénaga De Mallorquín	P2 Ciénaga De Mallorquín	P3 Ciénaga De Mallorquín
			4/10/2022		
			ID 177699	ID 177700	ID 177701
			11:20	11:55	12:55
Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	0,1157	< 2,0	9,8	7,6
Demanda Química De Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	0,09	< 10	20	19
Sólidos Suspendidos	mg/L	0,0429	159,5	74	81,5



Parámetro	Unidades	Incertidumbre	P1 Ciénaga De Mallorcaín	P2 Ciénaga De Mallorcaín	P3 Ciénaga De Mallorcaín
			4/10/2022		
			ID 177699	ID 177700	ID 177701
			11:20	11:55	12:55
Totales (SST)					
<b>Microbiológicos</b>					
Coliformes totales	NMP/100 ml	±0,44%	1700	130	110
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	±0,42%	<1,8	<1,8	<1,8

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

**Tabla 17. Resultados de laboratorio \_ Cuenca Litoral Parte II.**

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	P4 Ciénaga De Mallorcaín	P5 Ciénaga De Mallorcaín	P6 Ciénaga De Mallorcaín
			4/10/2022		
			ID 177702	ID 177703	ID 177704
			10:55	13:15	13:40
Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	0,1157	8,5	7,0	7,2
Demanda Química De Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	0,09	19	14	15
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	63,1	101,5	76
<b>Microbiológicos</b>					
Coliformes totales	NMP/100 ml	±0,44%	78	170	460
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	±0,42%	<1,8	<1,8	<1,8

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

**Tabla 18. Resultados de laboratorio \_ Cuenca Litoral Parte III.**

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	P7 Ciénaga De Mallorcaín	P1 Ciénaga El Rincón	P2 Ciénaga El Rincón
			4/10/2022		
			ID 177705	ID 177706	ID 177707
			12:30	12:10	13:05
Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	0,1157	34,7	4,1	27,4
Demanda Química De Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	0,09	93	10	77
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	168,5	39,5	32,0
<b>Microbiológicos</b>					
Coliformes totales	NMP/100 ml	±0,44%	<1,8	790	16000
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	±0,42%	<1,8	45	3500

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



**Tabla 19. Resultados de laboratorio \_ Cuenca Litoral Parte IV.**

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	Ciénaga Los Manatíes	P1 Ciénaga De Balboa	P2 Ciénaga De Balboa	P1 Ciénaga Del Totumo	P2 Ciénaga Del Totumo
			12/10/2022				
			ID 177708	ID 177709	ID 177710	ID 177712	ID 177713
			8:00	9:30	10:45	11:30	12:45
Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	0,1157	39,6	34,6	2,1	2,3	5,5
Demanda Química De Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	0,09	< 10	< 10	< 10	< 10	14
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	24,2	42,0	41,5	< 5,0	6,1
Microbiológicos							
Coliformes totales	NMP/100 ml	±0,44%	160000	450	11000	92000	160000
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	±0,42%	160000	200	200	200	200

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

**Tabla 20. Resultados de laboratorio \_ Cuenca Canal del Dique Parte I.**

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	Embalse El Guajaro P1	Embalse El Guajaro P2	Embalse El Guajaro P3	Embalse El Guajaro P4
			13/10/2022			
			ID 177714	ID 177715	ID 177716	ID 177717
			11:00	11:30	12:00	12:45
Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	0,1157	3,3	8,1	3,3	2,9
Demanda Química De Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	0,09	< 10	19	16	< 10
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	11,2	7,9	6,1	16
Microbiológicos						
Coliformes totales	NMP/100 ml	±0,44%	92000	160000	160000	160000
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	±0,42%	35000	160000	17000	3900

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



**Tabla 21. Resultados de laboratorio \_ Cuenca Canal del Dique Parte II.**

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	Embalse El Guajaro P5	Embalse El Guajaro P6	Embalse El Guajaro P7	Embalse El Guajaro P 8	Embalse El Guajaro P9		
			13/10/2022						
			ID 177718	ID 177719	ID 177720	ID 177721	ID 177722		
			13:30	10:30	11:30	12:30	13:00		
Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	0,1157	2,6	3,1	17,1	15,6	15,0		
Demanda Química De Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	0,09	< 10	< 10	38	29	25		
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	29,5	24	16	5,8	19,9		
<b>Microbiológicos</b>									
Coliformes totales	NMP/100 ml	±0,44%	160000	7900	2300	4900	4600		
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	±0,42%	7000	200	200	2300	1700		

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

**Tabla 22. Resultados de laboratorio \_ Cuenca Canal del Dique Parte III.**

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	P1 Ciénaga De Tocagua	P2 Ciénaga De Tocagua
			3/10/2022	
			ID 177697	ID 177698
			11:45	12:45
Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	0,1157	26,7	< 2,0
Demanda Química De Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	0,09	66	< 10
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	25,1	25
<b>Microbiológicos</b>				
Coliformes totales	NMP/100 ml	±0,44%	20	330
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	±0,42%	<1,8	78

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



**Tabla 23. Resultados de laboratorio \_ Cuenca Canal del Dique Parte III.**

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	P1 Ciénaga De Tocagua		P2 Ciénaga De Tocagua	
			3/10/2022			
			ID 177697		ID 177698	
			11:45		12:45	
Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	0,1157	26,7	< 2,0		
Demanda Química De Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	0,09	66	< 10		
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	25,1	25		
Microbiológicos						
Coliformes totales	NMP/100 ml	±0,44%	20	330		
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	±0,42%	<1,8	78		

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

**Tabla 24. Resultados de laboratorio \_ Ciénaga De Malambo.**

Parámetro	Unidades	Incertidumbre	Ciénaga De Malambo P1	Ciénaga De Malambo P2	Ciénaga De Malambo P3	Ciénaga De Malambo P4	Ciénaga De Malambo P5
			23/09/2022				
			ID 177431	ID 177432	ID 177433	ID 177434	ID 177435
			16:15	15:10	14:40	15:55	16:40
Alcalinidad	mg CaCO <sub>3</sub> /L	0,0214	70	68	71	72	72
Clorofila a	mg/m <sup>3</sup> Clorofila a	NE	0,400	0,426	0,421	0,480	0,514
Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	0,1157	8,20	13,20	19,30	19,70	4,80
Demanda Química De Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	0,09	20,00	23,00	49,00	43,00	10,00
Nitratos Cl	mg N-NO <sub>3</sub> -/L	0,0079	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Nitritos	mg N-NO <sub>2</sub> -/L	0,0378	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050
Nitrógeno amoniacal	mg N-NH <sub>3</sub> /L	0,018	1,0	0,7	0,5	0,8	0,6
Nitrógeno total	mg/L	±2,94%	2,00	< 0,500	2,00	1,00	5,00
Ortofosfatos	mg P-PO <sub>4</sub> -/L	0,0135	< 0,0652	< 0,0652	< 0,0652	< 0,0652	< 0,0652
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	0,0429	86,5	20,1	24,0	67,5	24,8
Microbiológicos							
Coliformes totales	NMP/100 ml	±0,40%	3500	700	490	16000	2400
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	±0,42%	230	20	20	40	20

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

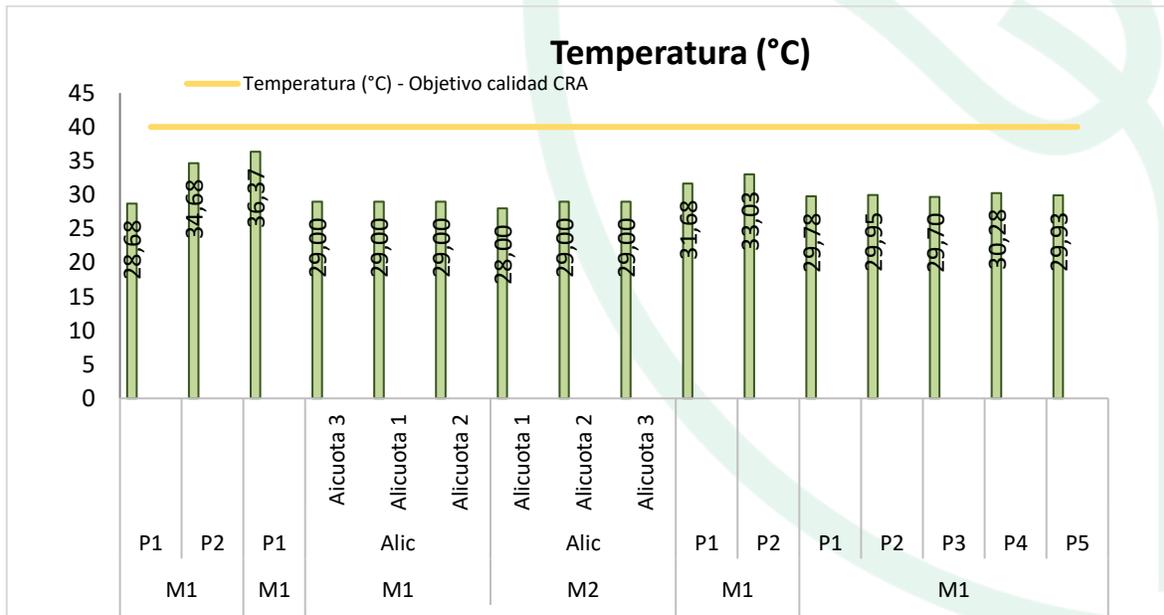


## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1. Cuenca del Río Magdalena

#### 5.1.1. Ciénaga de Malambo

En la Ciénaga de Malambo la temperatura presentó un rango de 29,70°C a 33,03°C correspondiendo el valor máximo a P2; mientras que P3 obtuvo el valor más bajo (**Gráfica 1**); mediciones que cumplen con el objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 establecido por la CRA mediante la Resolución 258 de 2011, para las cuencas y tramos ordenados en clase I, cuyo potencial uso es la preservación de flora y fauna (<40°C). 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 y 23,36°C para 2021. 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.

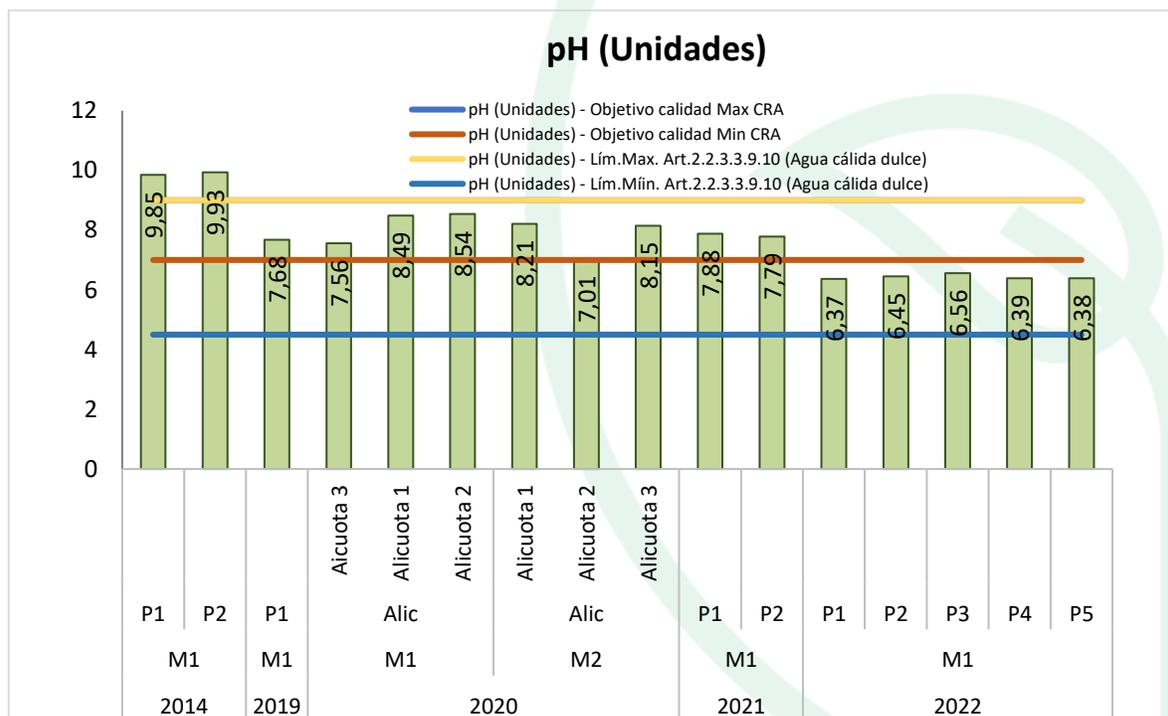


**Gráfica 1. Registros de la temperatura en la Ciénaga de Malambo en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



Para el pH en la Ciénaga de Malambo se reportó un rango de valores de 6,37 a 6,56 UpH correspondiendo el valor máximo al punto de monitoreo P3 y el mínimo a P1 (**Gráfica 2**); estos valores presentan una ligera desviación con respecto al objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 258 de 2011 para la preservación de flora y fauna (límite de control de 7,0 a 9,0 UpH) ya que se obtuvieron valores inferiores a 7 unidades. 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 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 septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

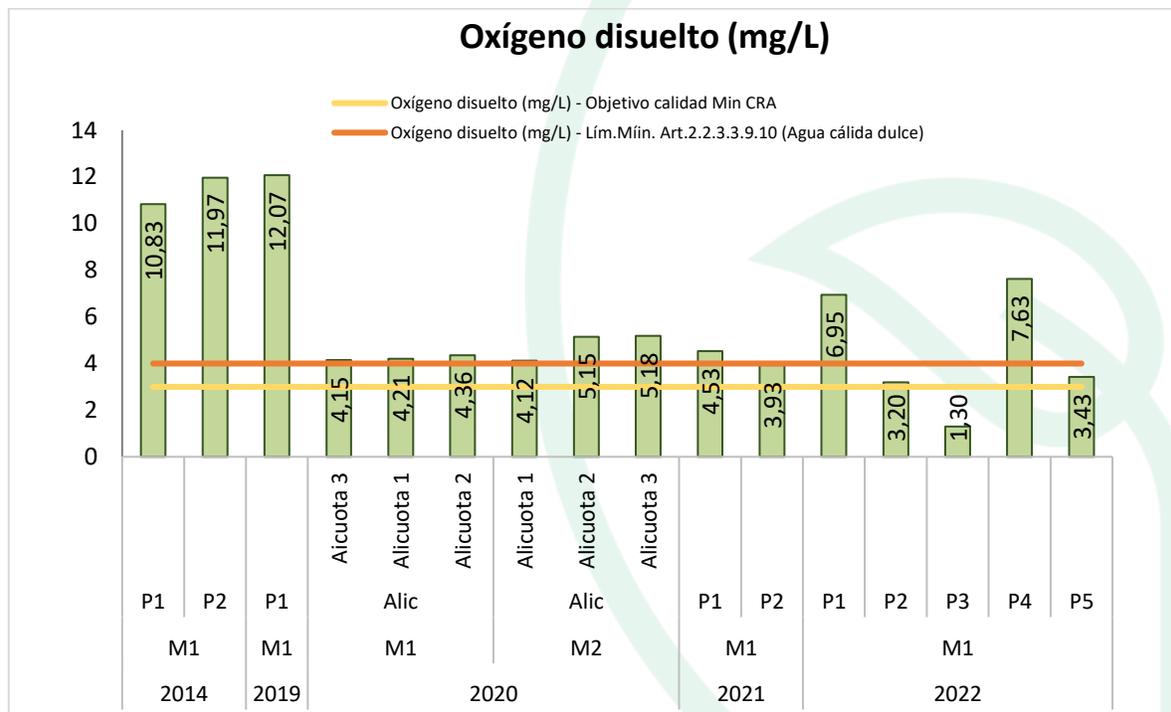
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.*

Con respecto a los valores de oxígeno disuelto se registraron valores de 1,30mg/L a 7,63 mg/L y el valor más alto estuvo relacionado con P4 (**Gráfica 3**). La mayoría de valores obtenidos cumplen con



los objetivos de calidad establecido por la CRA en la Resolución 258 de 2011 (>3 mg/L), a excepción de P3 que registró 1,30 mg/L

pero solo el Punto P1 y P4 cumplen 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). El registro histórico de los años 2014, 2019, 2020 y 2021 permitió evidenciar que el parámetro ha cumplido con los objetivos de calidad de la CRA y la Presidencia de la República.



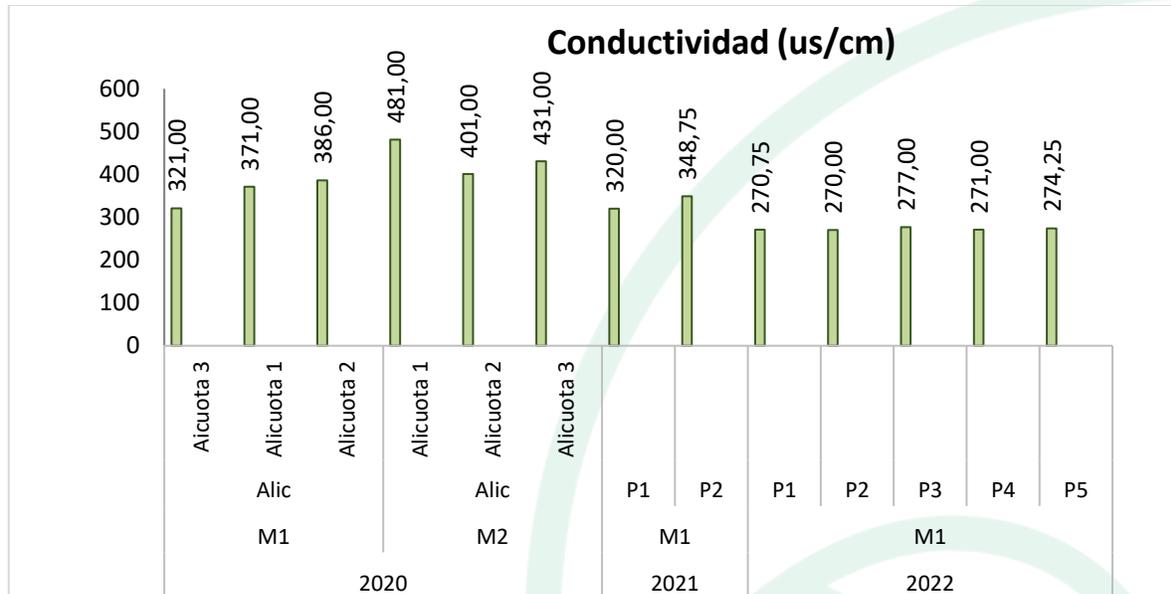
**Gráfica 3. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga de Malambo en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Por otro lado, la conductividad en la ciénaga de Malambo presentó valores de 270,0 a 277,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , siendo P3 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 este promedio disminuyó a 334,38  $\mu\text{S}/\text{cm}$  valores a considerados como típicos de aguas dulces naturales a un poco mineralizadas al observar lo indicado por ANZEEC (2000).

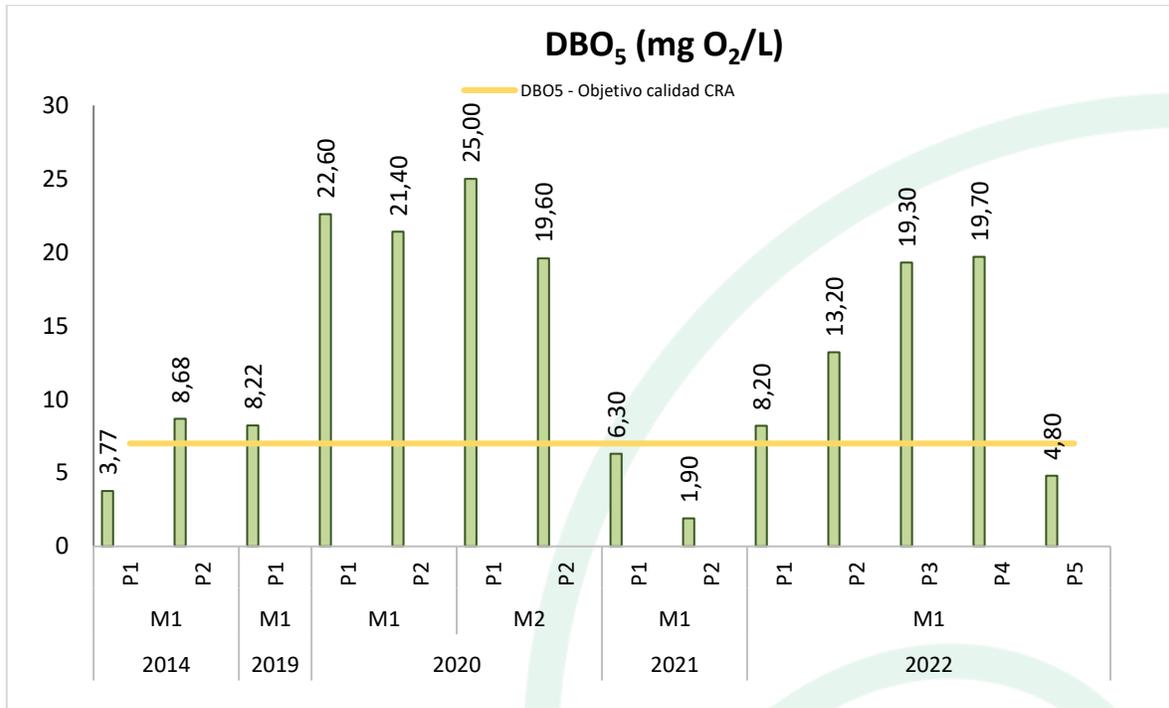


**Gráfica 4. Registros de la conductividad en la Ciénaga de Malambo en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

La DBO<sub>5</sub> presentó un rango de variación de 4,8 O<sub>2</sub>/L a 19,7 O<sub>2</sub>/L, y el valor más alto estuvo relacionado con el punto P4, teniendo en cuenta lo anterior todos los puntos presentaron desviación del límite de control para la DBO<sub>5</sub> (<7 mg O<sub>2</sub>/L) indicado como objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 de la Resolución 258 de 2011 de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en Clase I, 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 mg O<sub>2</sub>/L para el año 2014, 3,77 mg O<sub>2</sub>/L para el año 2019, 22,15 mg O<sub>2</sub>/L para el año 2020. En el caso del monitoreo de 2021 se observó una importante disminución de la DBO<sub>5</sub>, ya que P1 obtuvo 6,3 mg O<sub>2</sub>/L y P2 reportó concentraciones inferiores a 2,0 mg O<sub>2</sub>/L (**Gráfica 5**).



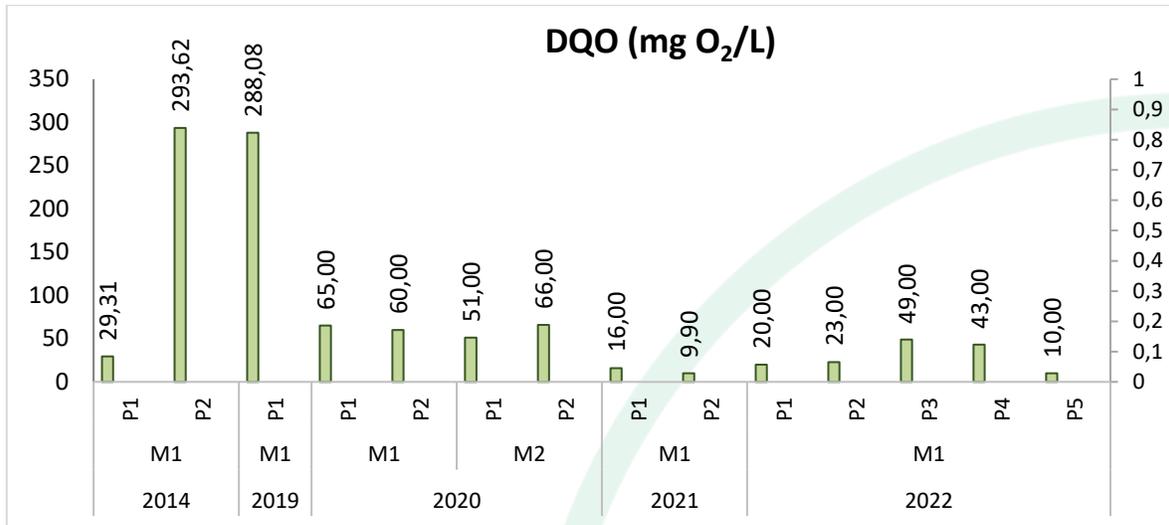


**Gráfica 5. Registros de la DBO<sub>5</sub> en la Ciénaga de Malambo en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Por su parte la DQO presentó un rango de variación de de 10,00 a 49,00 mg O<sub>2</sub>/L y el punto P3 reportó el valor más alto (**Gráfica 6**); se observaron valores históricos promedio de 290,9 mg O<sub>2</sub>/L para el año 2014, 29,3 mg O<sub>2</sub>/L para el año 2019 y 60,5 mg O<sub>2</sub>/L para el año 2020. En el caso del año 2021 se obtuvieron valores de 16 y <10 mg O<sub>2</sub>/L en los Puntos 1 y 2. No existe un criterio definido para evaluar la calidad de esta variable en Colombia.

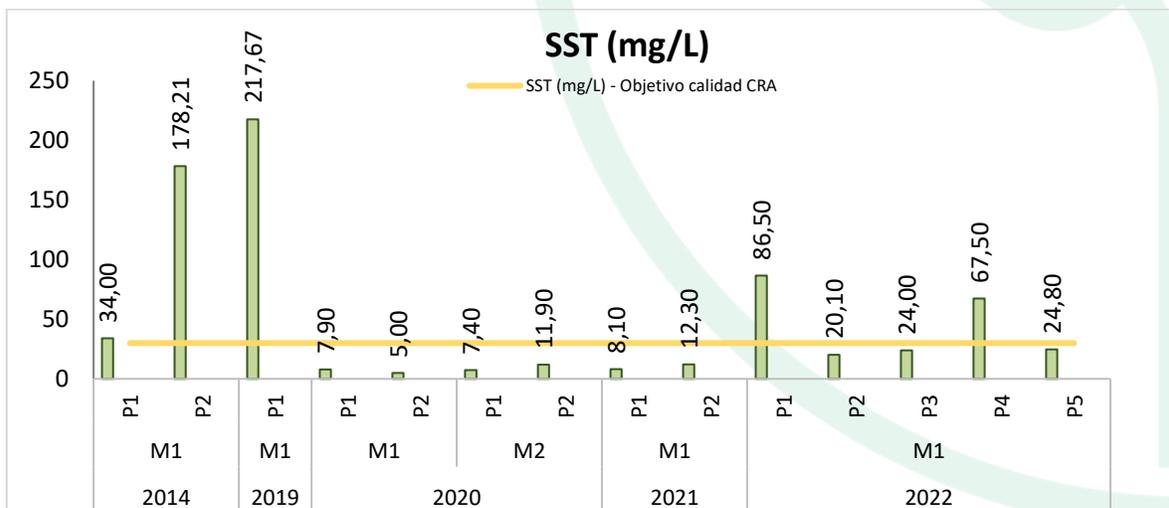




**Gráfica 6. Registros de la DQO en la Ciénaga de Malambo en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Asimismo, los SST presentaron valores que relacionan una desviación con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<30 mg/L) (20,1 mg/L a 86,5mg/L) (Gráfica 7). Para el registro histórico se observó que durante el 2014 (190,9 mg/L), el 2019 (34,0 mg/L) los valores promedio obtenidos sobrepasaron dicho criterio.

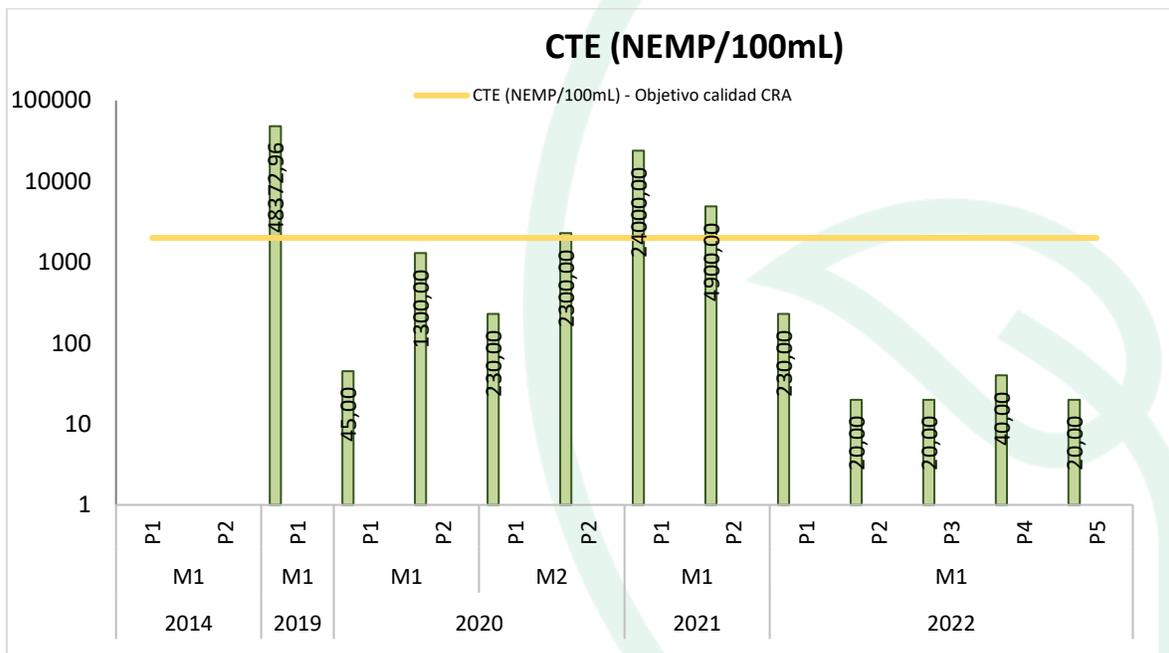


**Gráfica 7. Registros de SST en la Ciénaga de Malambo en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



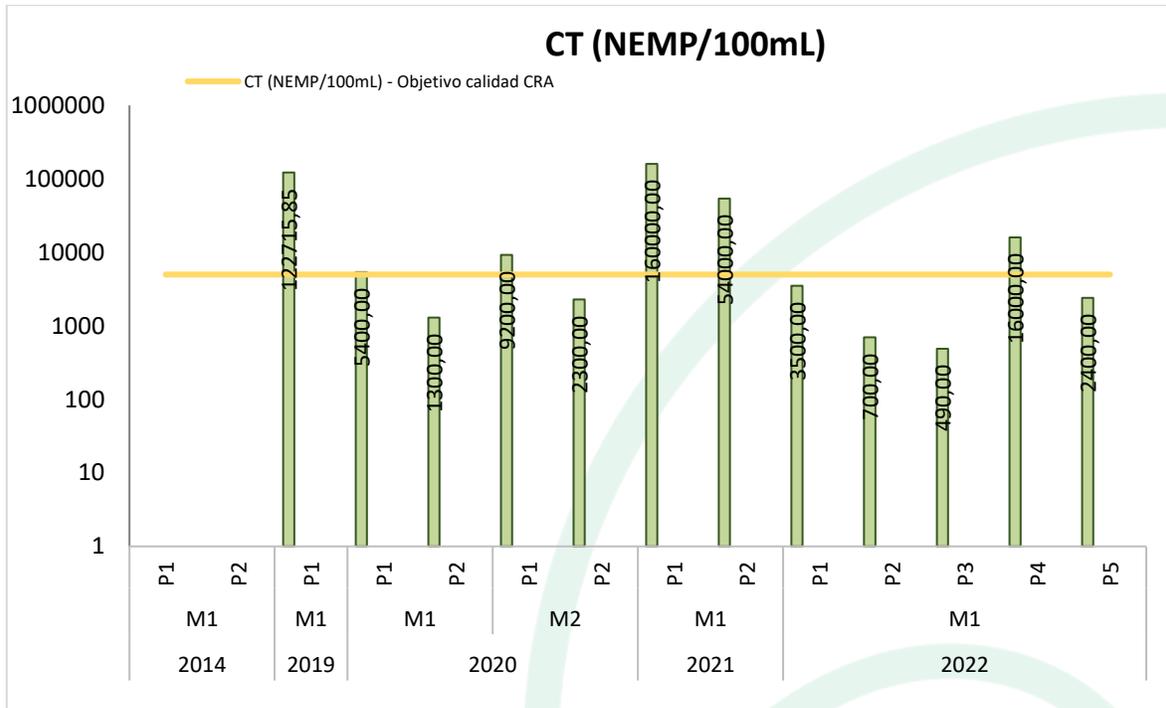
Por otra parte, los valores obtenidos para coliformes termotolerantes cumplieron con el objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 (**Gráfica 8**). Igualmente lo hicieron los valores de coliformes totales, exceptuando al Punto P4 (16000,0 NMP/100 MI (**Gráfica 9**), el cual sobrepasó el límite máximo establecido por la CRA (<5000 NMP/100 mL). Históricamente el valor promedio de los coliformes termotolerantes (48372,96 NMP/100 mL) y los coliformes totales (122715,84 NMP/100 mL) del año 2019 superaron los objetivos de calidad; mientras que, en el año 2020, tanto el valor promedio de los coliformes termotolerantes (968,75 NMP/100 mL) como el de los coliformes totales (4550 NMP/100 mL) cumplieron con dichos objetivos.



**Gráfica 8. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga de Malambo en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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





**Gráfica 9. Registros de coliformes Totales (CT) en la Ciénaga de Malambo en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

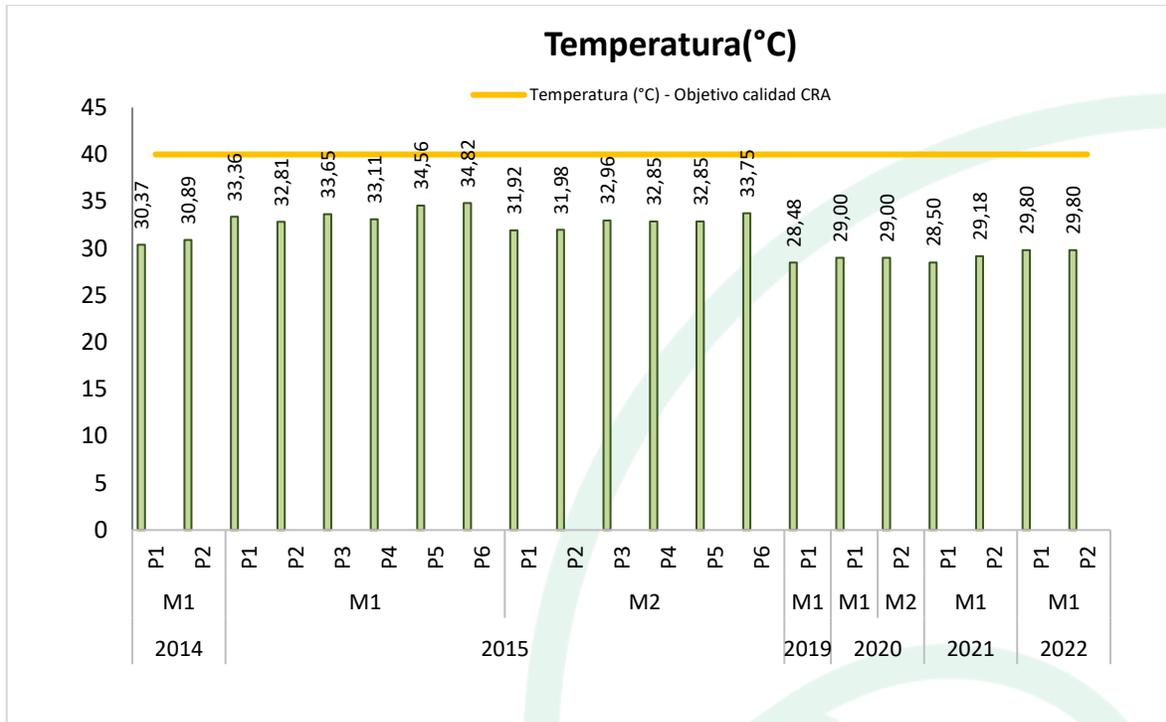
### 5.1.2. Ciénaga Mesolandia

La variable temperatura, en la Ciénaga de Mesolandia, presentó valores de 29,80 °C en ambos puntos de monitoreo (**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. Igualmente, el registro histórico permitió evidenciar el cumplimiento del objetivo de calidad para el periodo 2011- 2020 establecido por la CRA mediante la Resolución 258 de 2011, para las cuencas y tramos ordenados en Clase I, cuyo potencial uso es la preservación de flora y fauna (<40°C), con 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 y 28,84 °C para el 2021.



Por su parte el comportamiento del pH en el Ciénaga de Mesolandia demostró que durante el último muestreo sus valores fueron de 6,73 y 6,74 UpH en los Puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 11**) presentan una desviación con respecto a los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 258 de 2011 para la preservación de flora y fauna (límite de control de 7,0 a 9,0 UpH) sin embargo estos valores 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 los máximos indicados por las normas evaluadas, con valores promedio de 9,11 y 9,59 UpH, respectivamente; más en los años 2019 y 2020 los registros indican un pH que cumple con las dos normas previstas, con promedios de 8,10 y 7,71 UpH, respectivamente, para el 2022 estos valores presentan una desviación en cuanto a los objetivos de calidad establecidos por la CRA. Por su parte el oxígeno disuelto para la ciénaga demostró la condición de hipoxia, con valores de 3,15 y 3,30 en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 12**). Dichos valores cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 258 de 2011 (>3 mg/L) pero no 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). Los resultados observados son opuestos a los observados en los registros históricos, donde se obtuvieron valores promedio máximos de 14,1 mg/L (año 2015) y mínimos de 4,82 mg/L (año 2020). Por otro lado, la conductividad presentó valores de 883,00 y 891,75  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 13**), con un histórico de 500,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , para el año 2020, observándose que la cantidad de minerales disueltos ha aumentado puesto que para el 2022 se obtuvo un máximo de 891,75  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

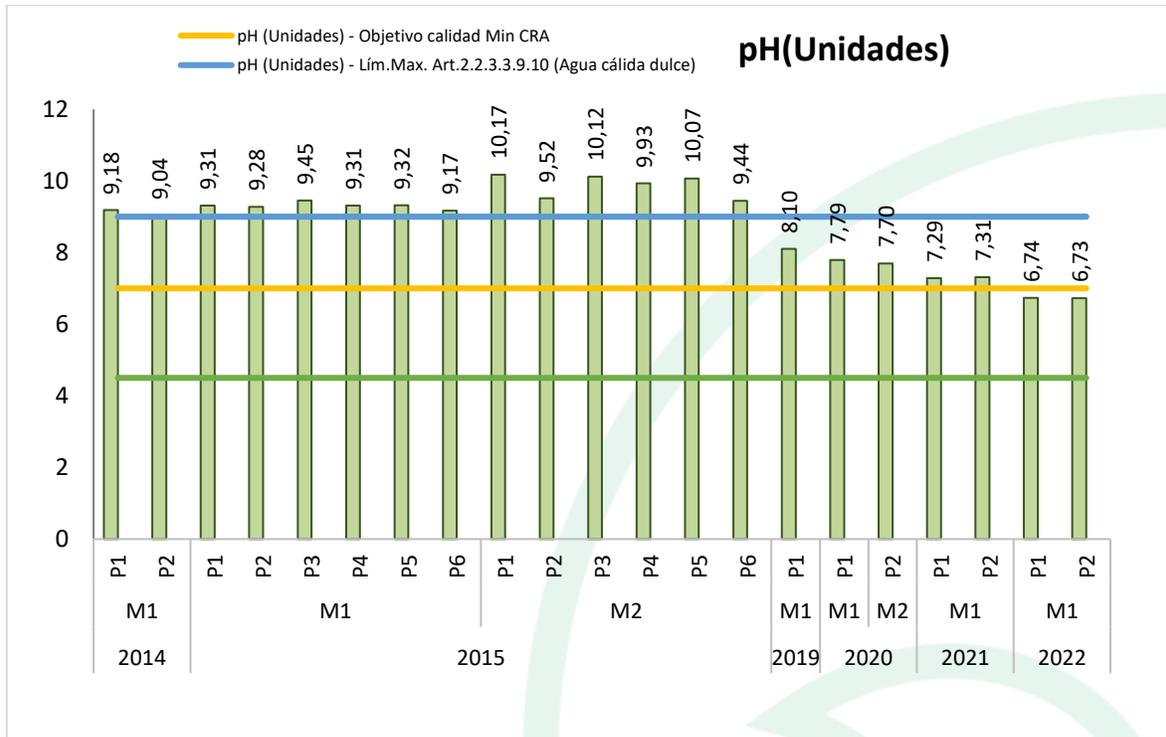




**Gráfica 10. Registros de la temperatura en la Ciénaga de Mesolandia en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

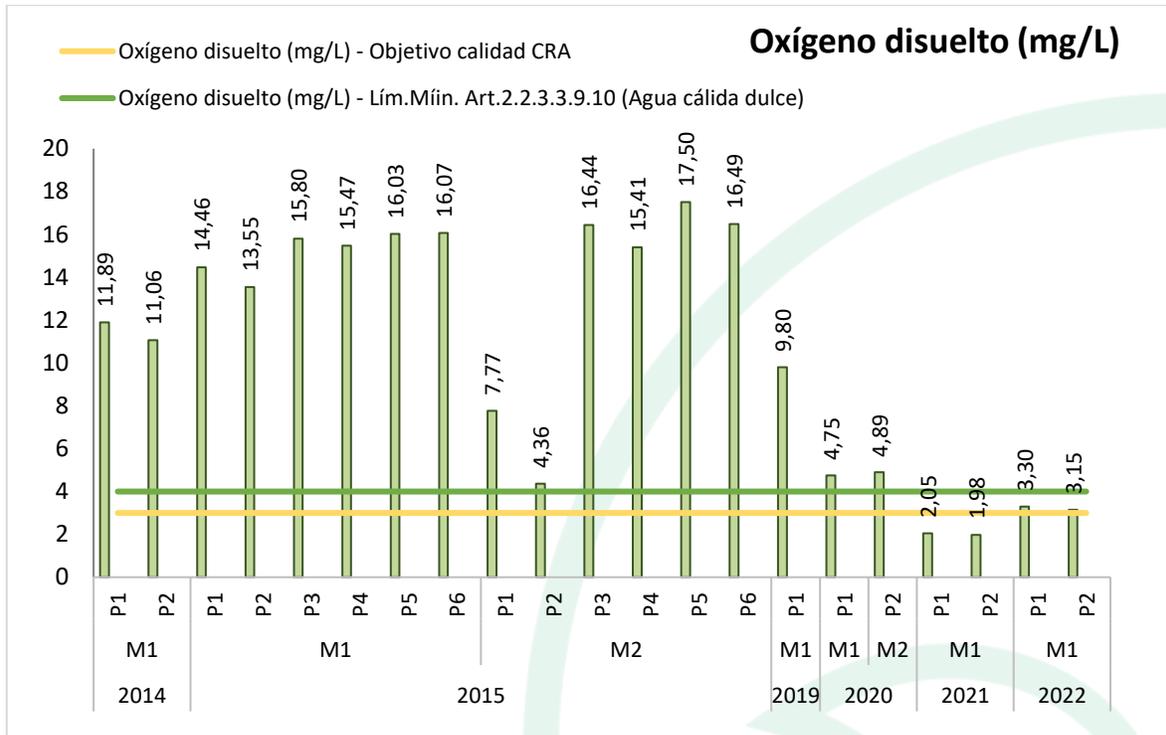




**Gráfica 11. Registros del pH en la Ciénaga de Mesolandia en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

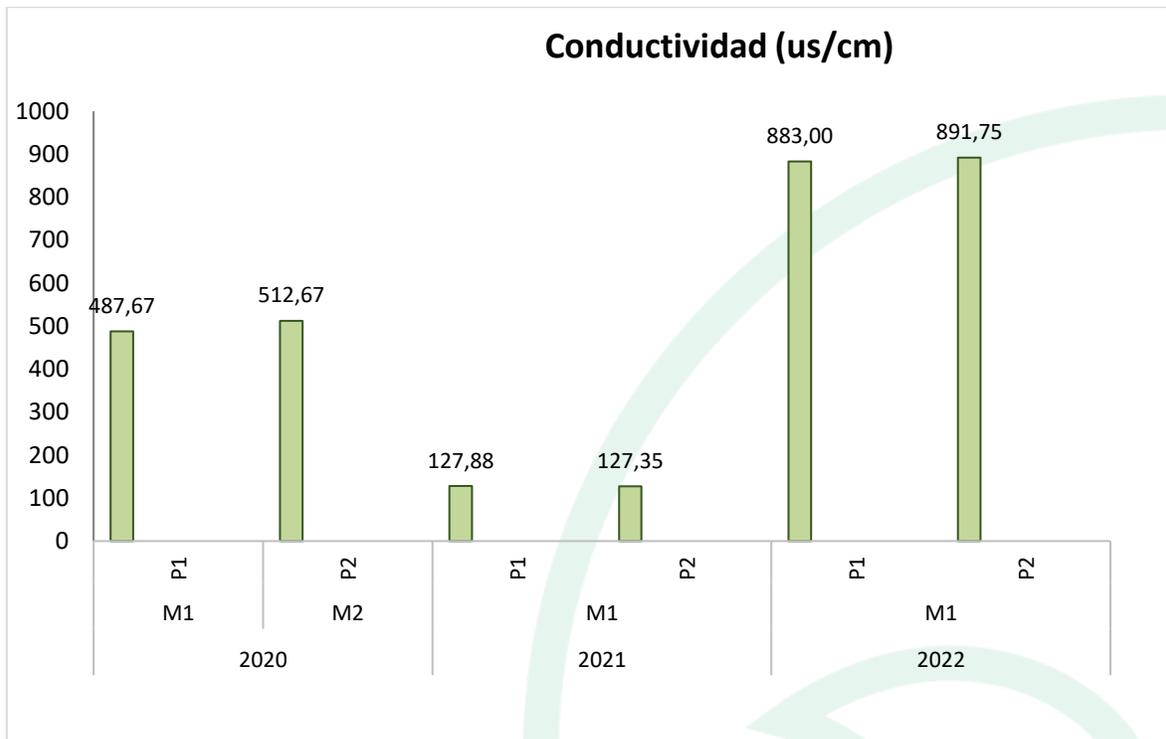




**Gráfica 12. Registros del oxígeno en la Ciénaga de Mesolandia en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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





**Gráfica 13. Registros de la conductividad en la Ciénaga de Mesolandia en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

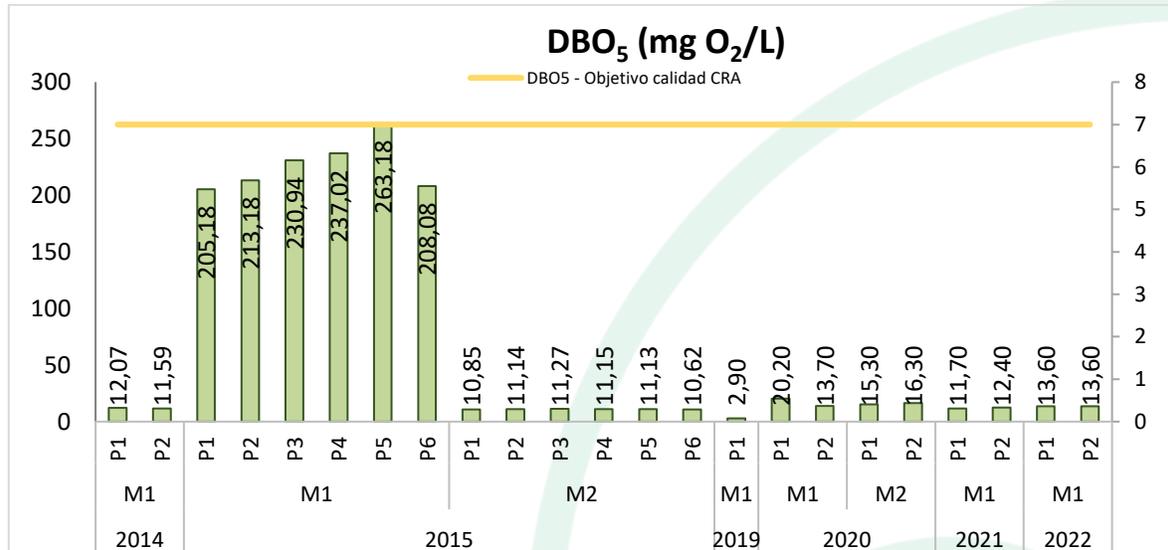
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.*

El valor obtenido para la DBO<sub>5</sub> fue de 13,60 mg O<sub>2</sub>/L en los Puntos 1 y 2 (**Gráfica 14**), observándose que sobrepasan con el límite de control para la DBO<sub>5</sub> (<7 mg O<sub>2</sub>/L) indicado como objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 de la Resolución 258 de 2011 de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en Clase I, con potencial uso de preservación de flora y fauna. Este parámetro ha presentado una fluctuación en los registros históricos evaluados, con valores promedio máximo de 118,64 mg/L para el año 2015 y mínimo de 2,9 mg/L para el año 2019. Por su parte la DQO presentó valor de 33 y 53 mg O<sub>2</sub>/L en los Puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 15**), con valores históricos promedio máximo de 252,5 mg/L para el año 2015 y mínimo de 21,7 mg/L para el año 2019. No existe un criterio definido para evaluar la calidad de esta variable en Colombia.

Al observar los SST se evidenció el cumplimiento del objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<30 mg/L), al presentar valores de 12,90 mg/L en el Punto 1 y 14,10 mg/L en el Punto 2

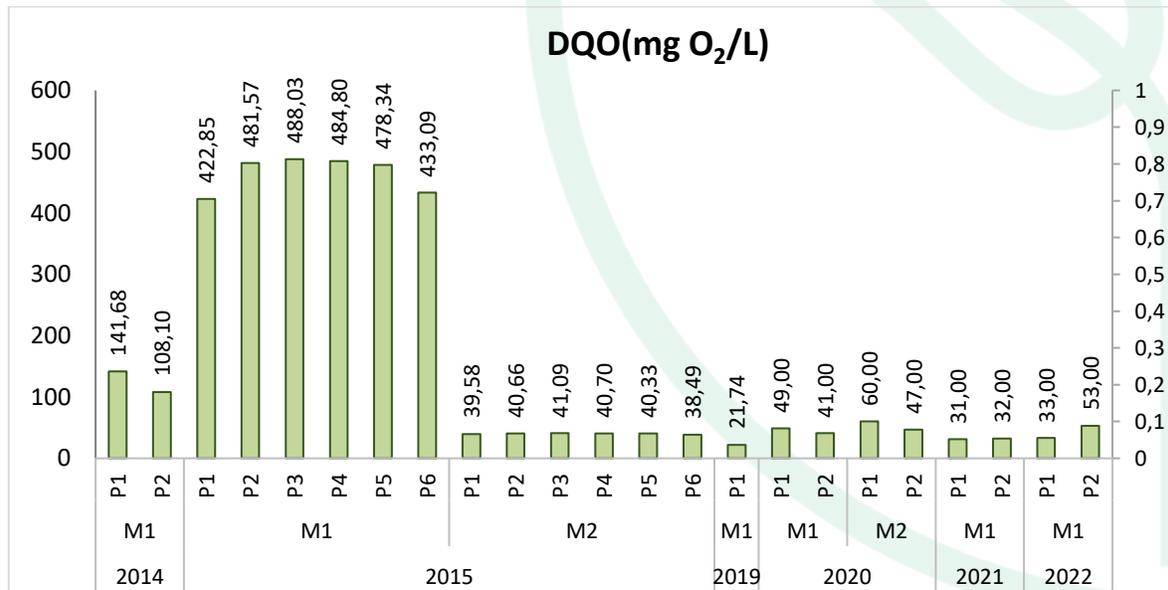


(Gráfica 16). Por su parte el registro histórico se evidenció que tan solo en al año 2019 cumplió con los objetivos de calidad (29,7 mg/L).



Gráfica 14. Registros de la DBO<sub>5</sub> en la ciénaga de Mesolandia en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

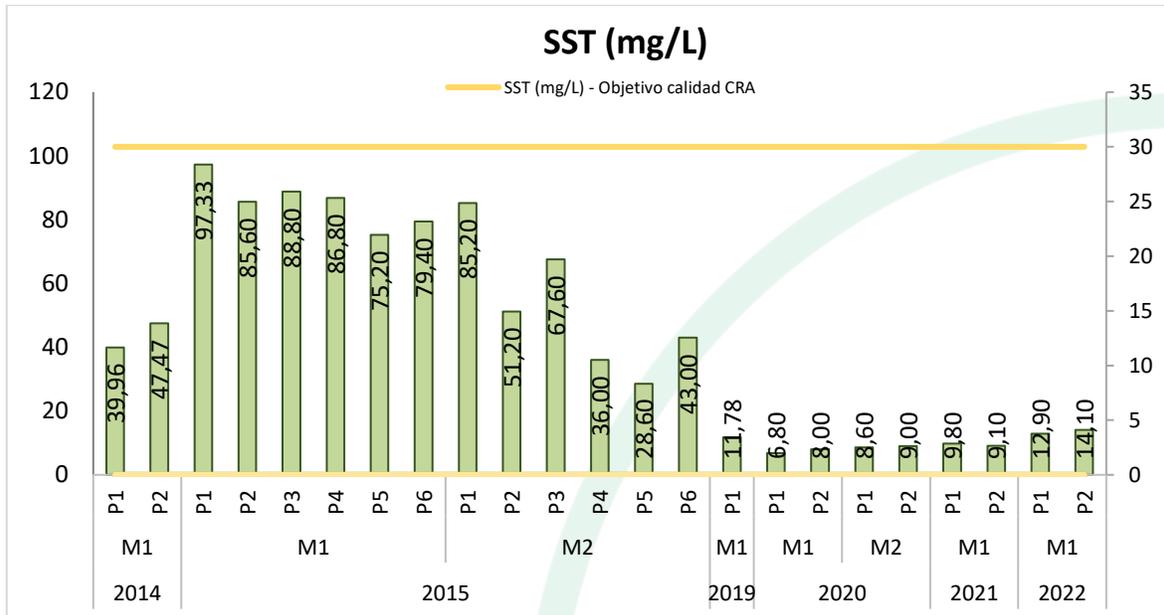
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



Gráfica 15. Registros de la DQO en la ciénaga de Mesolandia en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.

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



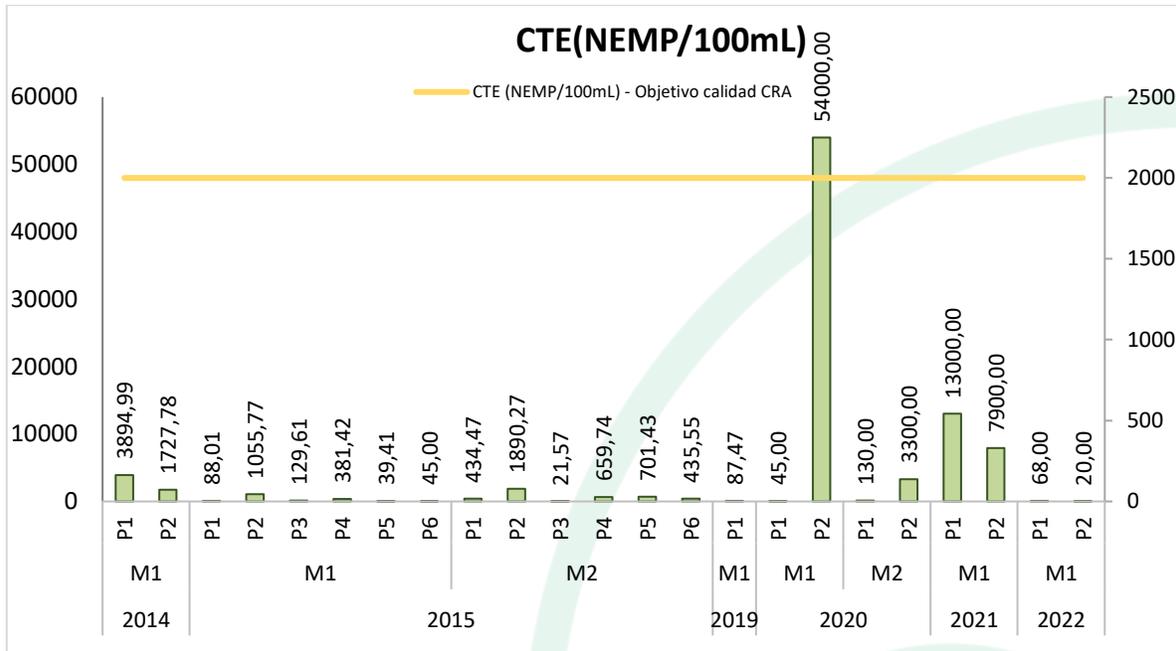


**Gráfica 16. Registros de SST en la ciénaga de Mesolandia en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

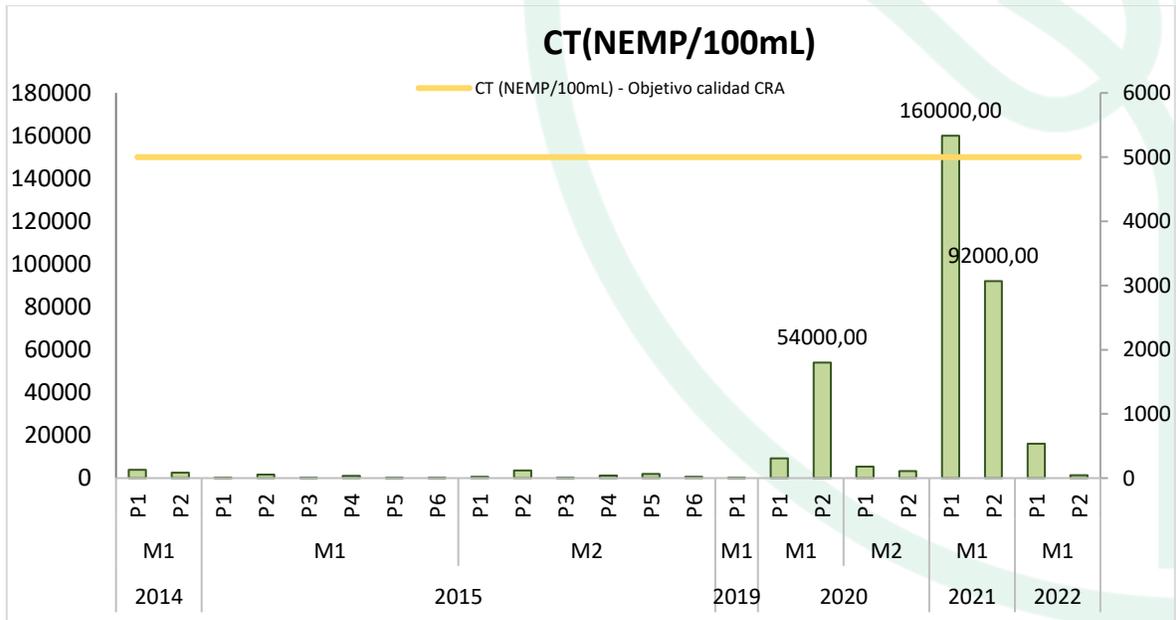
Los Coliformes termotolerantes presentaron concentraciones de 68,00 y 20,00 NMP/100 mL para los Puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 17**); mientras que, los coliformes totales registraron 16000,00 y 1300,00 NMP/100 mL respectivamente (**Gráfica 18**). Los valores de coliformes termotolerantes no cumplen con el objetivo de calidad para el periodo 2021-2020 establecido por la CRA (<2000 NMP/100 mL), lo mismo ocurre con los coliformes totales, sobrepasando el máximo establecido por la CRA (<5000 NMP/100 mL). En comparación con los resultados históricos se evidencia que en los años 2015 y 2019 las concentraciones de coliformes termotolerantes se encontraron bajo el valor máximo de los objetivos de calidad establecidos por la CR; mientras que, para los coliformes totales los promedios de los años 2014, 2015 y 2019 cumplieron con los objetivos de calidad.





**Gráfica 17. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la ciénaga de Mesolandia en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



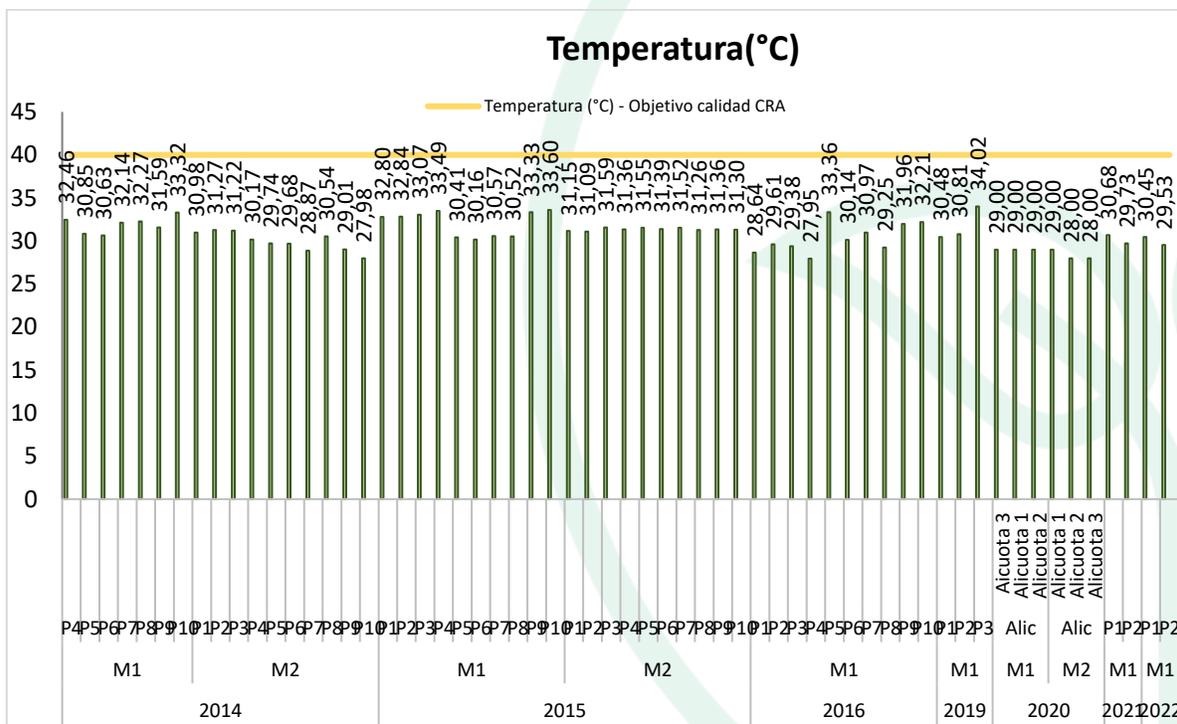
**Gráfica 18. Registros de coliformes Totales (CT) en la en la ciénaga de Mesolandia en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



### 5.1.3 Ciénaga El Convento

La temperatura en la Ciénaga El Convento presentó valores entre 29,5 a 30,4 °C, los cuales valores que cumplen con el objetivo de calidad para el periodo 2011- 2020 establecido por la CRA mediante la Resolución 258 de 2011, para las cuencas y tramos ordenados en clase I, cuyo potencial uso es la preservación de flora y fauna (<40°C) (**Gráfica 19**). Al observar los registros históricos se evidencia que todos los años se cumple con el objetivo de calidad establecido, con máximos de 31,8°C en el año 2019 y mínimo de 28,7°C en el año 2020. Con respecto a 2021 30,7 y 29,7 en los puntos 1 y 2, respectivamente.



**Gráfica 19. Registros de temperatura (°C) en la Ciénaga El Convento en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

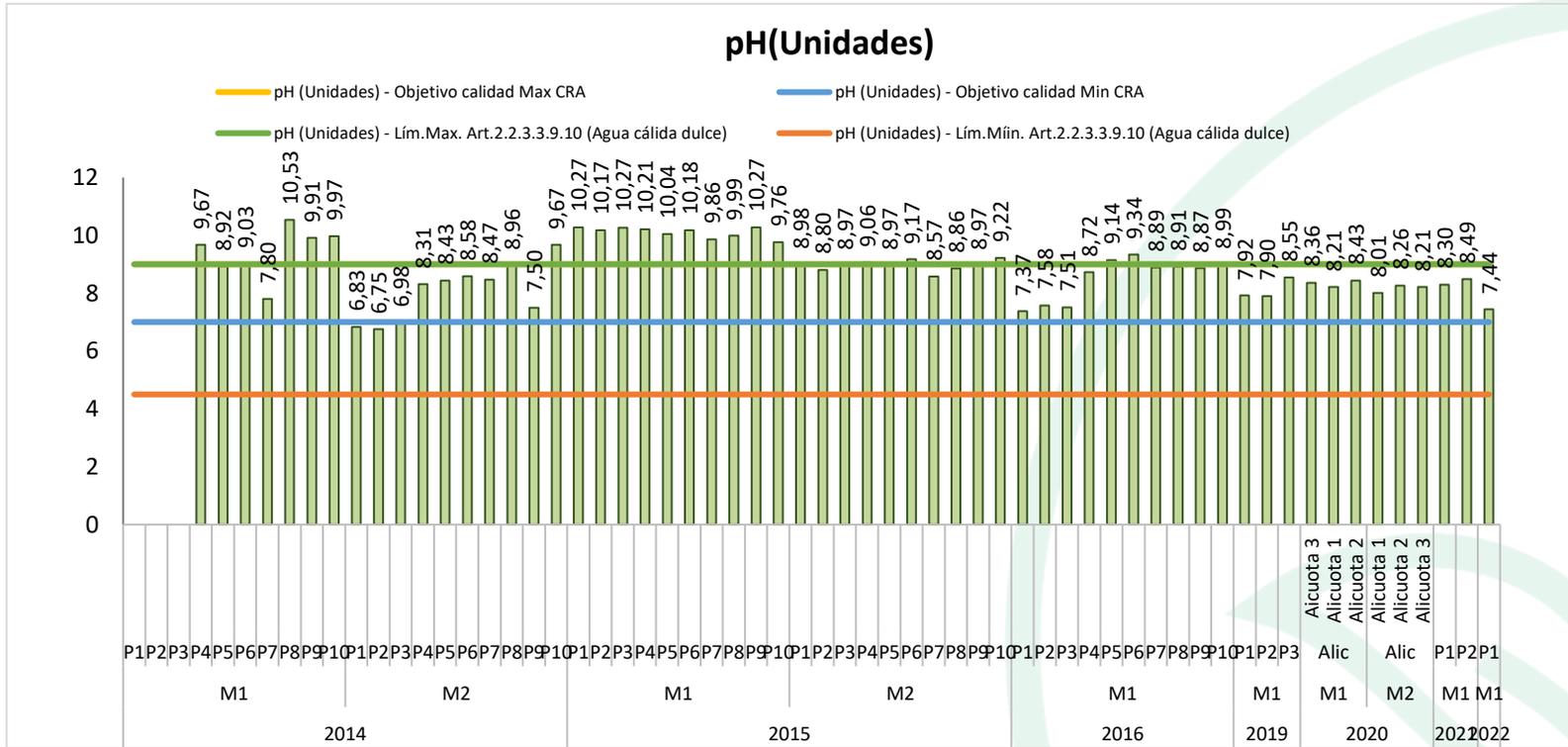
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.

Al evaluar los valores del pH en la Ciénaga El Convento (7,44 A 8,49 UpH), se observa la tendencia a la alcalinidad, presentando una pequeña variación el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 258 de 2011 para la preservación de flora y fauna (límite de control de 7,0 a 9,0 UpH) y 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, considerándose aptos para la supervivencia de la mayoría de los animales acuáticos. Una revisión histórica indicó que los valores máximos indicados en las dos normativas fueron excedidos durante el año 2015, con un promedio de 9,53 UpH, como se evidencia en la **Gráfica 19**. Sarmiento (2017), indica que las fluctuaciones del pH pueden ocurrir por diversos motivos como son la presencia de sales carbonatadas y la actividad fotosintética de fitoplancton y de las macrófitas sumergidas. Asimismo, Boyd (2018) indica que las aguas de baja alcalinidad y baja concentración de calcio, así como las aguas de alcalinidad alta (duras) con baja concentración de calcio pueden alcanzar valores de pH de 10, debido a los procesos fotosintéticos.





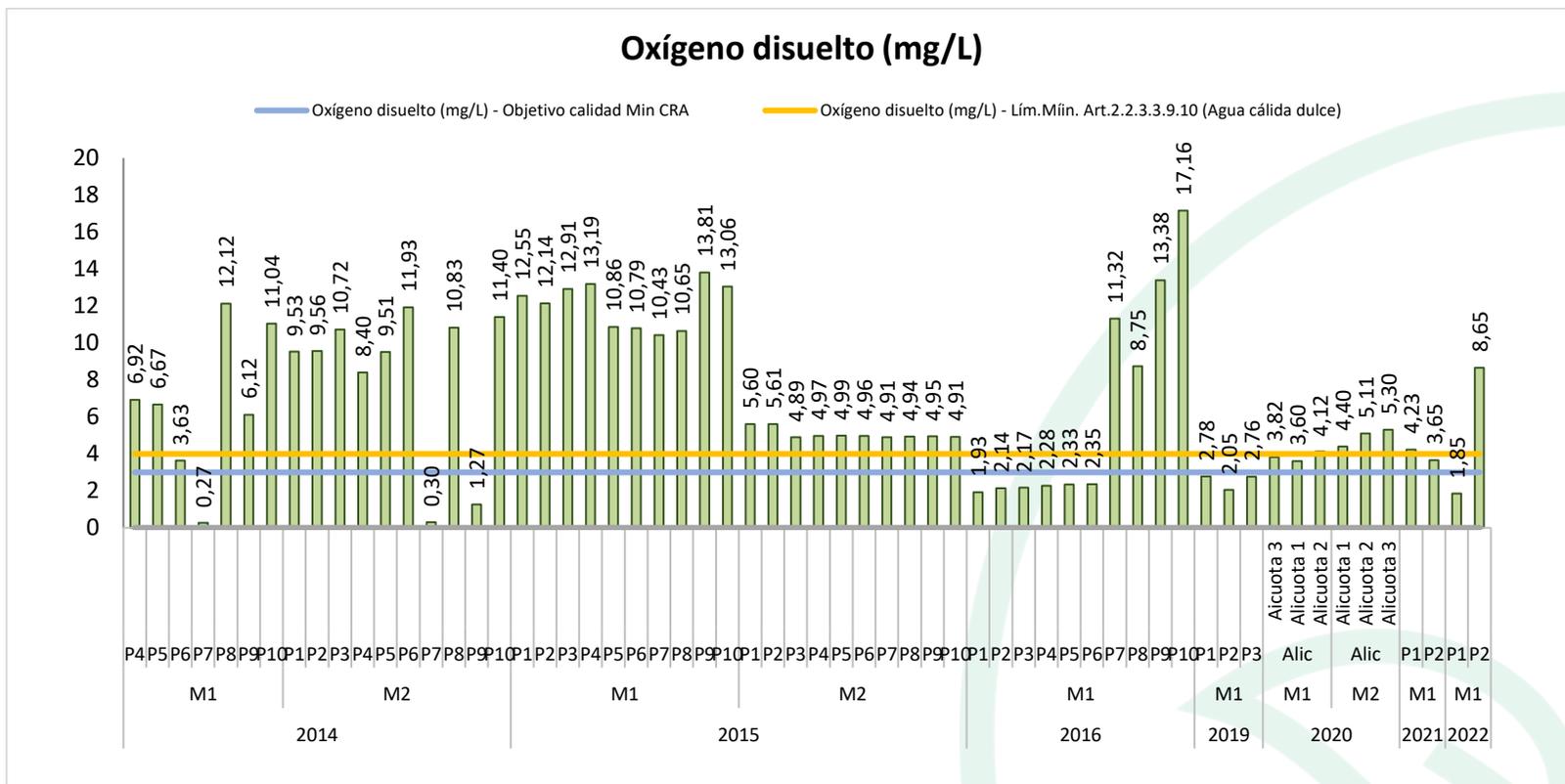
**Gráfica 20. Registros del pH en la Ciénaga El Convento en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



El oxígeno disuelto obtuvo un valor de 8,65 mg/L para P1 y 1,85 mg/L para P2 (**Gráfica 21**), cumpliendo P1 con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 258 de 2011 (>3 mg/L) y el criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del 2015. Para esta variable se acepta el valor aproximado a 4 mg/L para la sobrevivencia de la mayoría de los organismos acuáticos (Sawyer y McCarty, 1978). Asimismo, el registro histórico demostró que en la mayor parte del tiempo las aguas de la ciénaga han cumplido con los objetivos de calidad de la CRA, a excepción del año 2019 cuyo promedio fue de 2,5 mg/L.



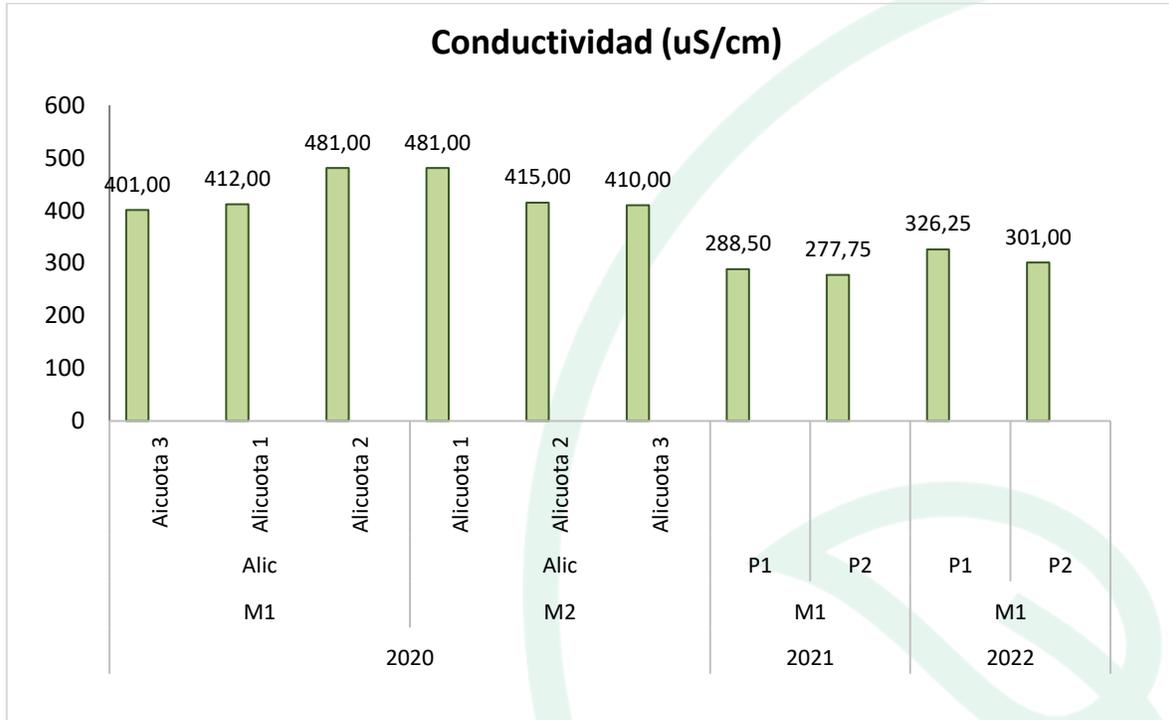


**Gráfica 21. Registros de Oxígeno disuelto (mg/L) en la Ciénaga El Convento en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



Por su parte la conductividad presentó valores de 289 y 278  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 22**); por lo que se considera que sus aguas presentan valores correspondientes a aguas naturales, según lo indicado por ANZEEC (2000).

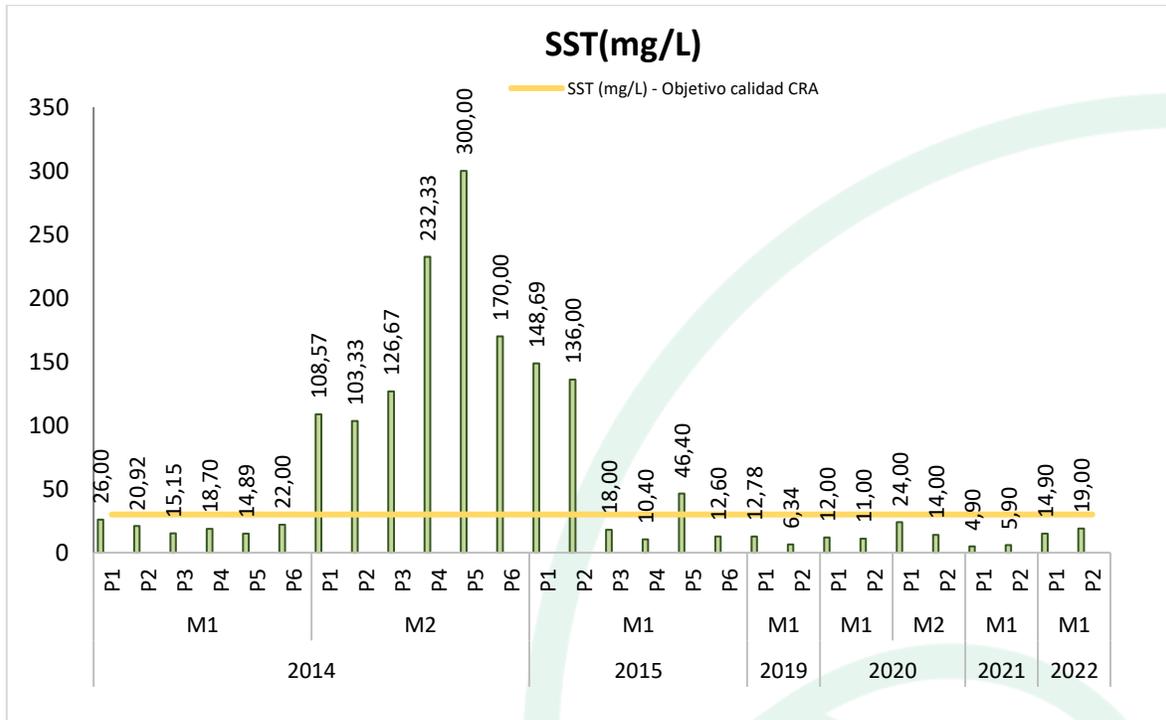


**Gráfica 22. Registros de conductividad en la Ciénaga El Convento en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Los valores de SST fueron de 14,90 y 19,00 mg/L para los Puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 23**), observando el cumplimiento con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<30 mg/L). Se observó, además, que en el registro histórico los valores promedios de los años 2019 y 2020 cumplieron con el objetivo de calidad (21,8 y 14,8 mg/L, respectivamente); mientras que, los años anteriores habían sobrepasado el límite propuesto.



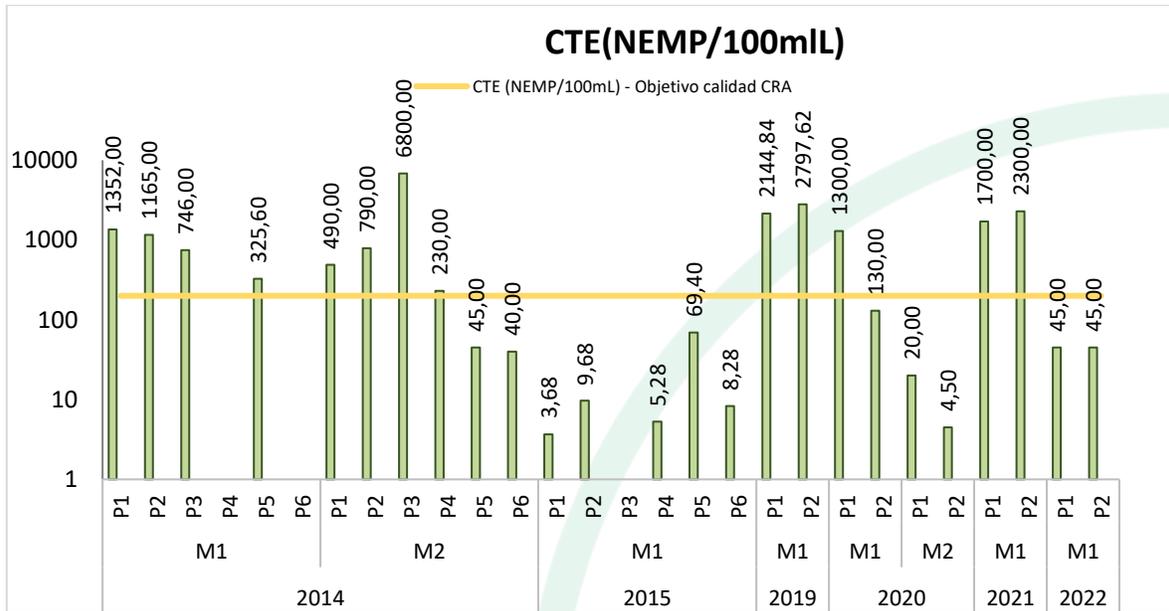


**Gráfica 23. Registros de SST en la Ciénaga El Convento en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

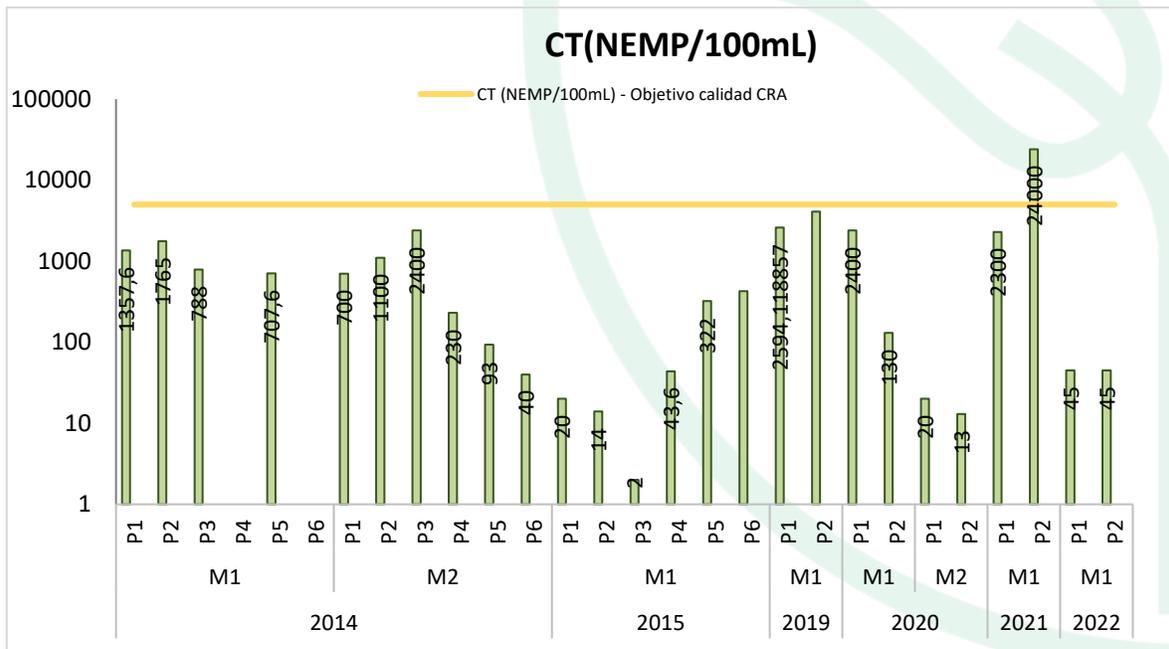
Los valores obtenidos de Coliformes Termotolerantes (CTE) presentaron valores acordes al objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 establecido por la CRA (<2000 NMP/100 mL), registrando valores de 45,00 NMP/100 mL en los dos puntos de monitoreo (**Gráfica 24**); de igual manera los Coliformes Totales (CT) presentaron concentraciones dentro del límite máximo establecido por la CRA (<5000 NMP/100 mL), tanto en el punto 1 (22000 NMP/100 mL), como en el punto 2 (14000 NMP/100 mL) (**Gráfica 25**). En los registros históricos se evidencia que no existía contaminación microbiológica, lo que podría estar indicando la presencia de una nueva descarga de aguas residuales domesticas en la ciénaga.





**Gráfica 24. Registros de Coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga El Convento en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



**Gráfica 25. Registros de Coliformes totales (CT) en la Ciénaga El Convento en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



### 5.1.4 Ciénaga de Santo Tomás

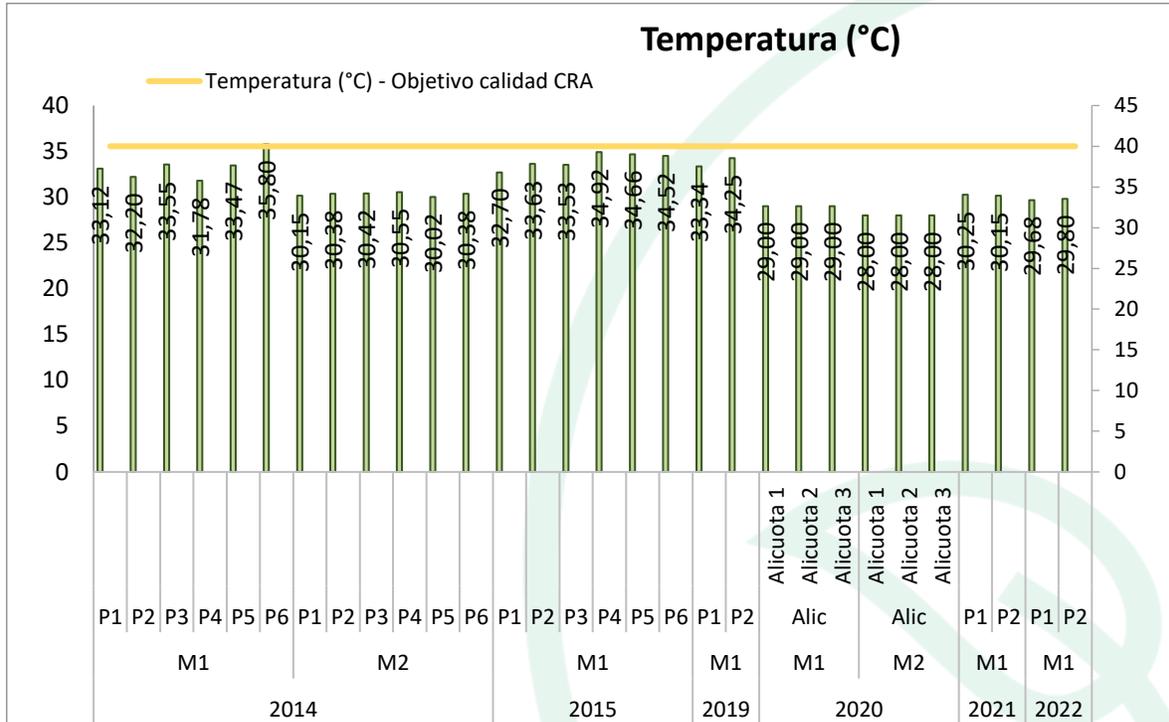
El registro de la temperatura en la Ciénaga de Santo Tomás reveló valores de 29,68 y 29,80 °C en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 26**); los cuales cumplen con el objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 establecido por la CRA mediante la Resolución 258 de 2011, para las cuencas y tramos ordenados en Clase I, cuyo potencial uso es la preservación de flora y fauna (<40°C). 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) y 2021 (30,20 °C), temperaturas que son propias de los cuerpos de aguas de zonas costeras tropicales y que además cumplieron con el objetivo de calidad esperado.

Los valores del pH obtenido en la ciénaga de Santo Tomás fueron de 7,44 y 7,46 UpH en los Puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 27**); valores que cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA (de 7,0 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 7,10 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 CO<sub>2</sub> del cuerpo de agua, lo que reduce la formación de ácido carbónico en el agua (Sarmiento, 2017).

Por su parte, el oxígeno disuelto presentó valores de 4,45 y 4,90 mg/L en los puntos 1 y 2, respectivamente, como se observa en la (**Gráfica 28**), donde se evidencia que cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 258 de 2011 (>3 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 adecuada para la vía de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos. Valores históricos registran promedio de 8,4 mg/L para el 2014, 9,9 mg/L para el 2015, 1,8 mg/L para el 2019 y 3,99 para el 2020. 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). Asimismo, los valores de conductividad fueron homogéneos entre los puntos de muestreo



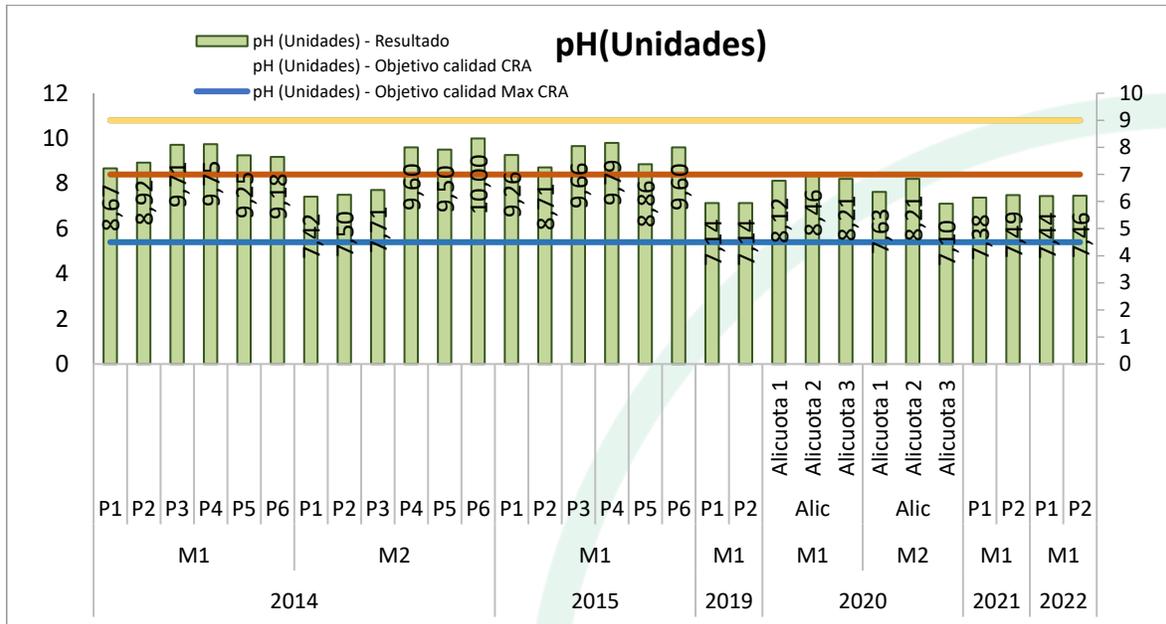
(800,75 y 818,50  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , en puntos 1 y 2, respectivamente) (Figura 26D), indicando la presencia de aguas mineralizadas. Los valores históricos para el año 2021 presentaron un promedio de 295,13  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo que para Roldán y Ramírez (2008), indican que las aguas medianamente mineralizadas.



**Gráfica 26. Registros de la temperatura en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

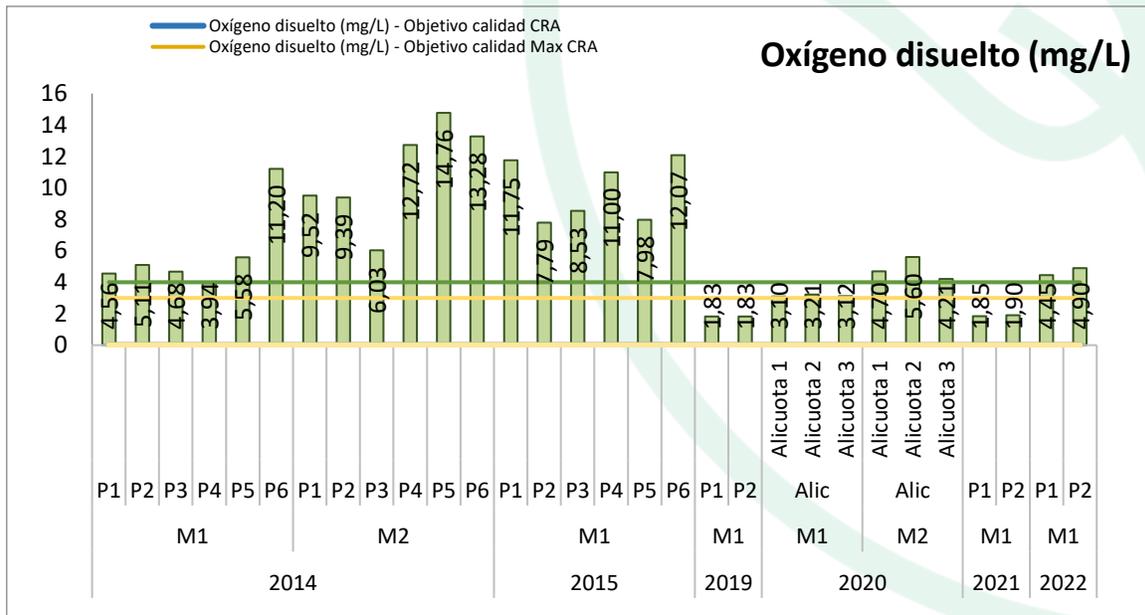
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.*





**Gráfica 27. Registros del en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

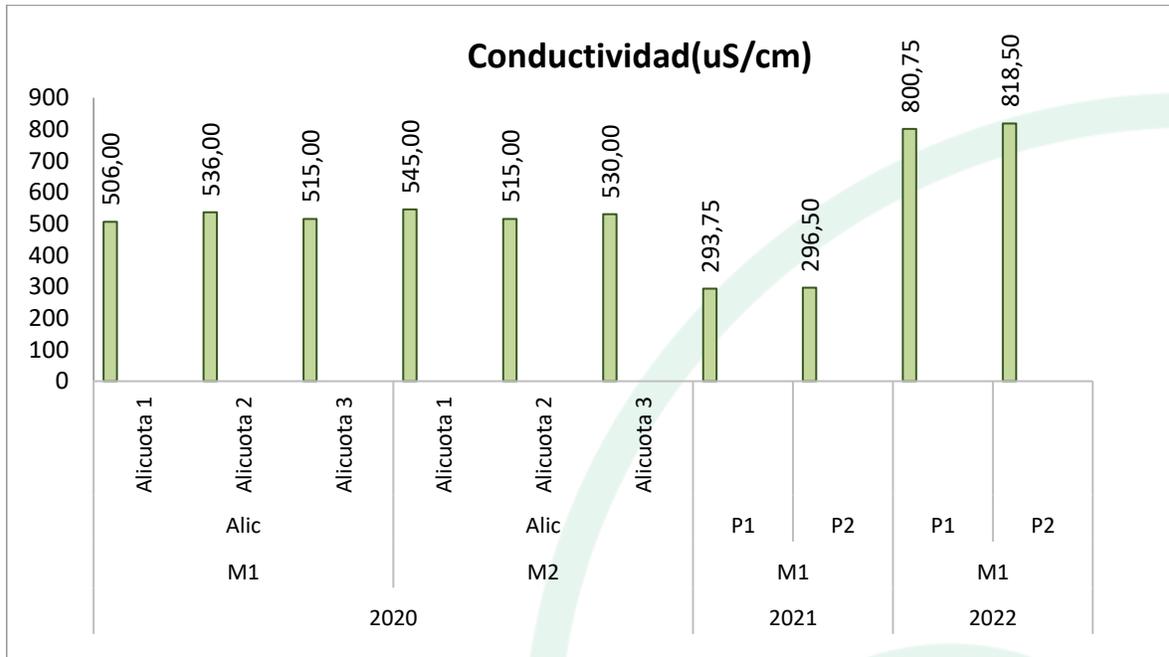
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



**Gráfica 28. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



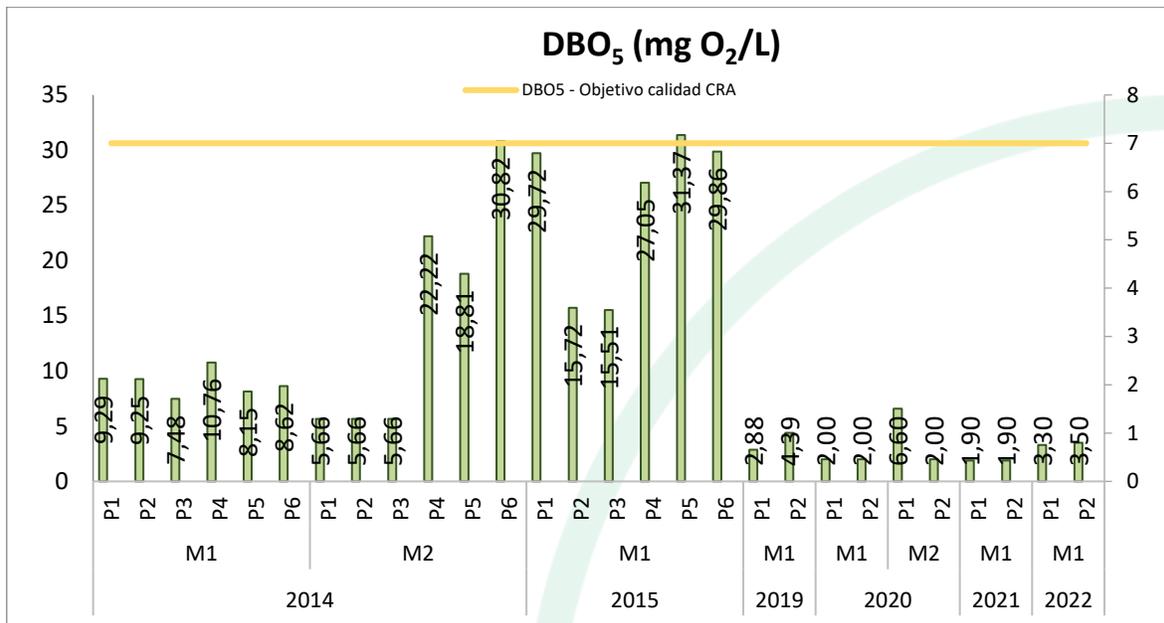


**Gráfica 29. Registros de la conductividad en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

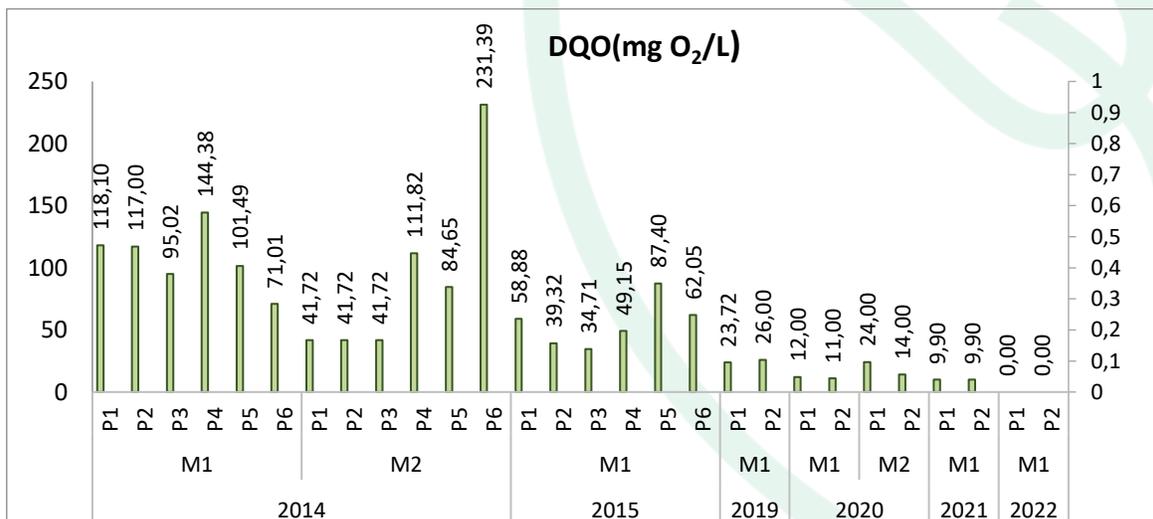
La DBO<sub>5</sub> presentó valores de 3,30 y 3,50 mg O<sub>2</sub>/L en los Puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 30**); por ende, se establece que las aguas de la ciénaga Santo Tomás, cumplen con el límite de control para la DBO<sub>5</sub> (<7 mg O<sub>2</sub>/L) indicado como objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 de la Resolución 258 de 2011 de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en Clase I, con potencial uso de preservación de flora y fauna. Este parámetro ha fluctuado históricamente en las aguas de la ciénaga, presentando un promedio máximo de 24,8 mg O<sub>2</sub>/L para el año 2015 y un promedio mínimo de 1,90 mg O<sub>2</sub>/L para el año 2021. Por su parte, la DQO presentó un valor de <10 mg O<sub>2</sub>/L en los Puntos 1 y 2 (**Gráfica 31**), con un valor histórico promedio máximo de 100,0 mg O<sub>2</sub>/L para el año 2014 y un mínimo de 15,25 mg O<sub>2</sub>/L para el año 2019. No existe un criterio definido para evaluar la calidad de esta variable en Colombia. Por su parte, los valores de SST fueron de 13,1 mg/L en el Punto 1 y 26,5 mg/L en el Punto 2 (**Gráfica 32**), los cuales cumplen con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<30 mg/L). En el registro histórico se observó que los valores promedio sobrepasaron los objetivos de calidad durante el año 2014 (96,5 mg/L) y 2015 (62,1 mg/L); mientras que, en los años 2019 (9,5 mg/L) y 2021 (5,40 mg/L), los valores cumplieron con el objetivo de calidad.





**Gráfica 30. Registros de la DBO<sub>5</sub> en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

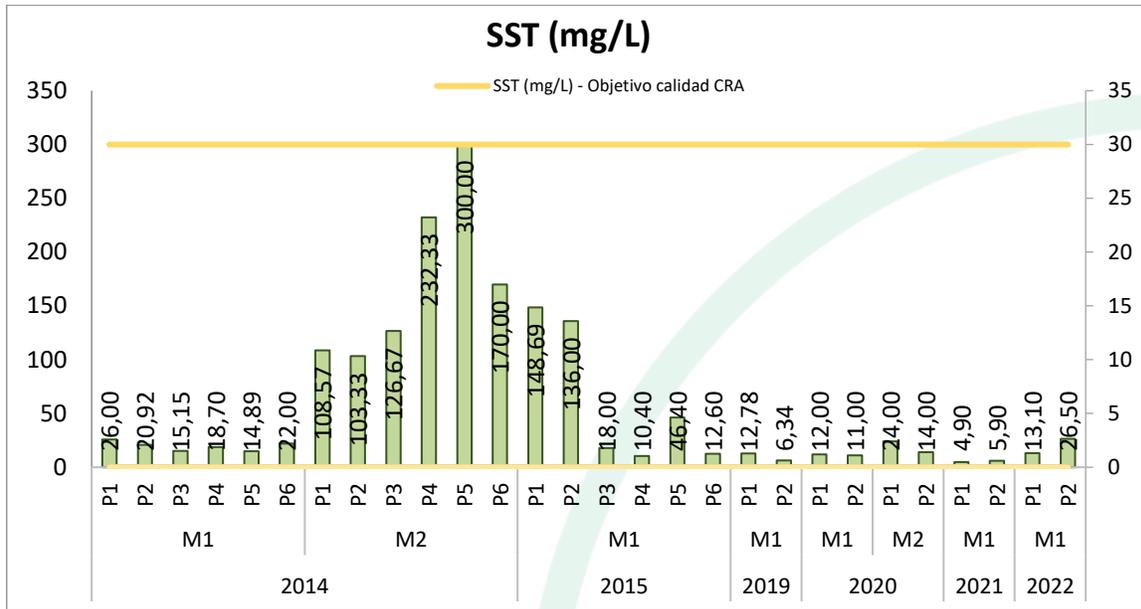
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



**Gráfica 31. Registros de la DQO en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



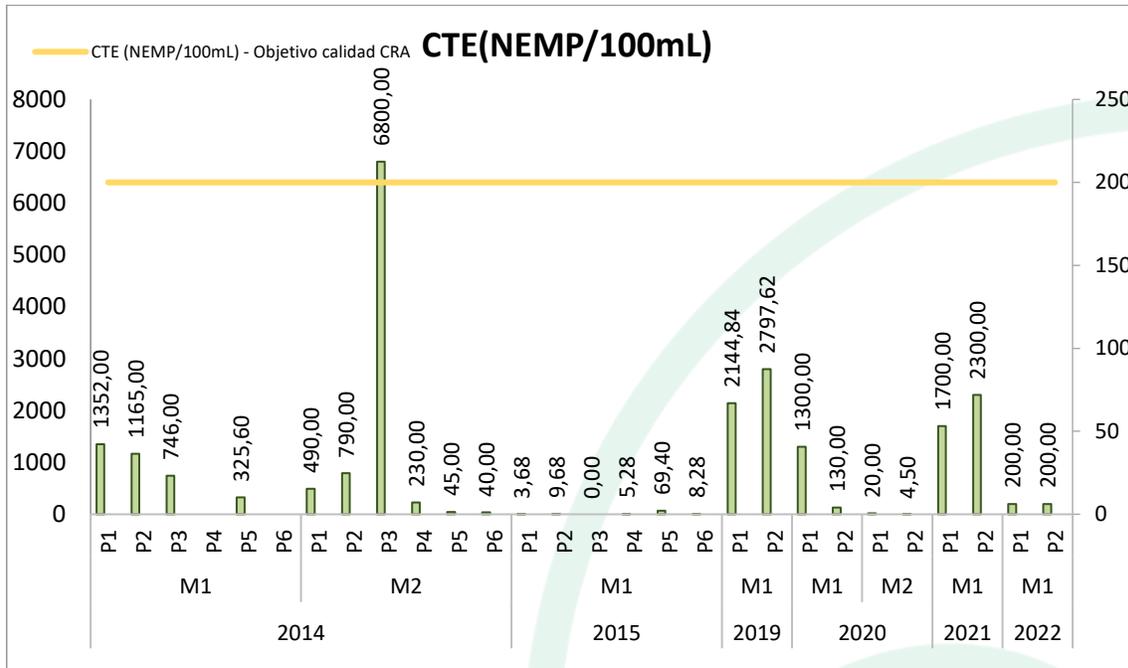


**Gráfica 32. Registros de SST en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

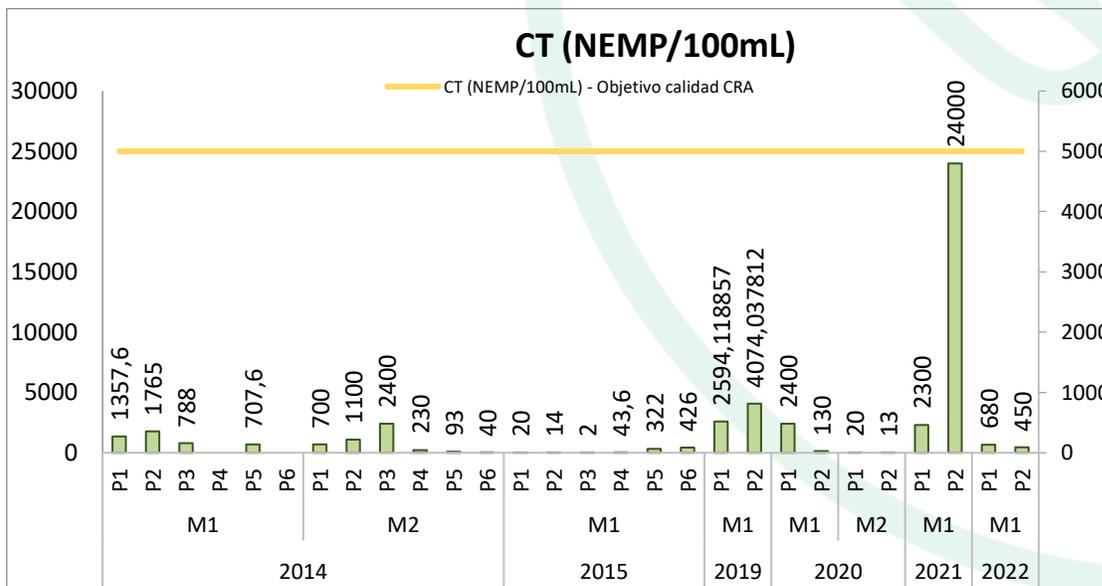
Los registros microbiológicos reportaron un conteo de 200,00 NMP/100 mL para los coliformes termotolerantes y 680 NMP/100 mL para los coliformes totales en el punto 1; mientras que, en el punto 2 se obtuvieron concentraciones de 200,00 NMP/100 mL y 450,00 NMP/100 mL para los coliformes termotolerantes y coliformes totales, respectivamente (**Gráfica 33** y **Gráfica 34**). De esta manera, se observa el cumplimiento del objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 establecido por la CRA para coliformes termotolerantes y coliformes totales en el punto 1 (<2000 NMP CTE/100 mL y <5000 NMP CT/100 mL); mientras que, el punto 2 sobrepasa los límites establecidos. Asimismo, los registros históricos de la ciénaga indican que el cuerpo de agua cumplió con los criterios de calidad tanto para CTE como para CT; con excepción del año 2020 cuando la concentración promedio de CTE fue de 2471,2 NMP/100 mL; mientras que, la concentración promedio de CT no superó el criterio de la norma (3334 NMP/100mL). Estos resultados pueden estar indicando la presencia de una descarga puntual o reciente en la ciénaga.





**Gráfica 33. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



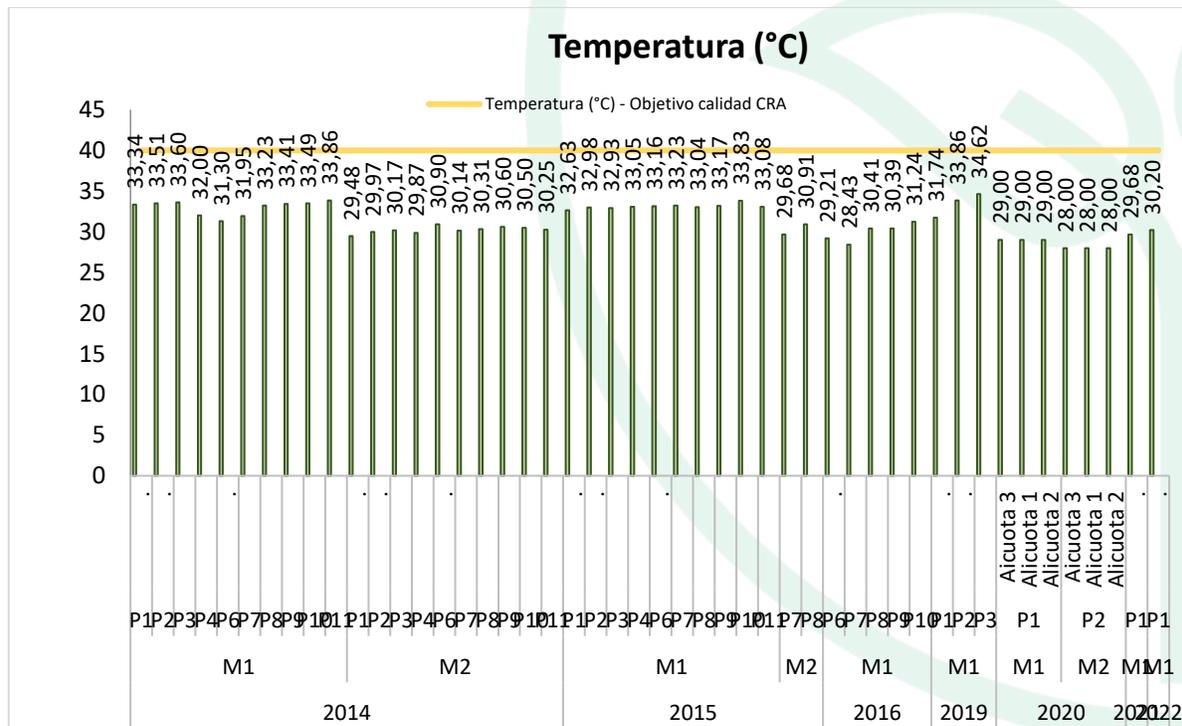
**Gráfica 34. Registros de coliformes Totales (CT) en la Ciénaga de Santo Tomás en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



### 5.1.5 Ciénaga La Luisa

La temperatura del agua en la Ciénaga La Luisa presentó un valor de 30,20 °C en P1(Gráfica 44); el cual cumple con el objetivo de calidad estipulado por la CRA en la Resolución 258 de 2011, para las ciénagas de la cuenca del río Magdalena (<40°C). 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 cumple con los valores objetivos establecidos por la CRA, con registros 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 y 29,68 °C en 2021; estas temperaturas son propias de los cuerpos de aguas de zonas costeras tropicales.

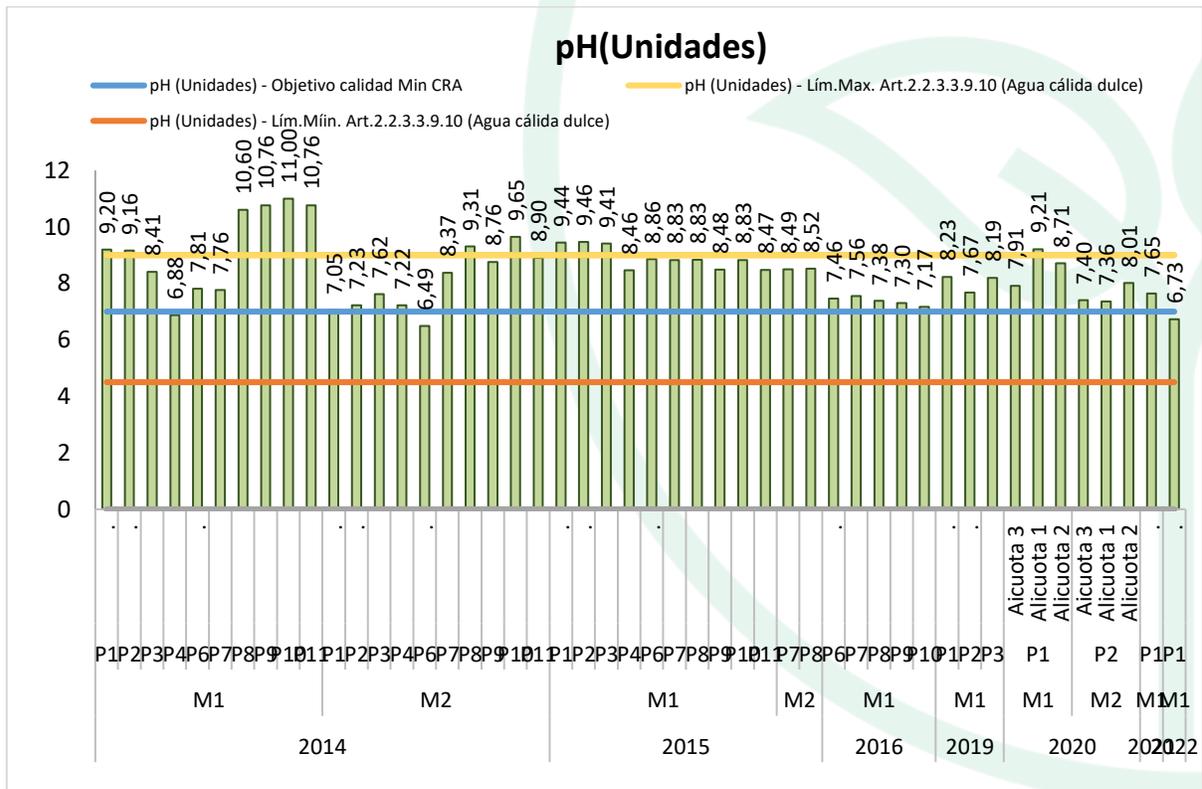


**Gráfica 35. Registros de temperatura (°C) en la Ciénaga La Luisa en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



El pH reportado en la Ciénaga La Luisa durante la última campaña de muestreo presentó un valor de 6,73 para P1; mientras que, durante los años de estudio los valores oscilaron entre 7,65 UpH (2021) y 9,20 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 los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 258 de 2011, para la preservación de flora y fauna (límite de control de 7,0 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 y 2022, donde los puntos evaluados (P4,P6 y P1) estuvieron por debajo del valor mínimo para la primera norma mencionada anteriormente, así mismo en los años 2014 en los puntos P1, P2, P8 (M1), P9, P10, P11, P8 (M2) y P10 (M2); 2015 en los puntos P1, P2 y P9 y para el 2020 en el punto P1 (Alicuota 1) estuvieron por encima del máximo de la segunda norma (**Gráfica 45**).

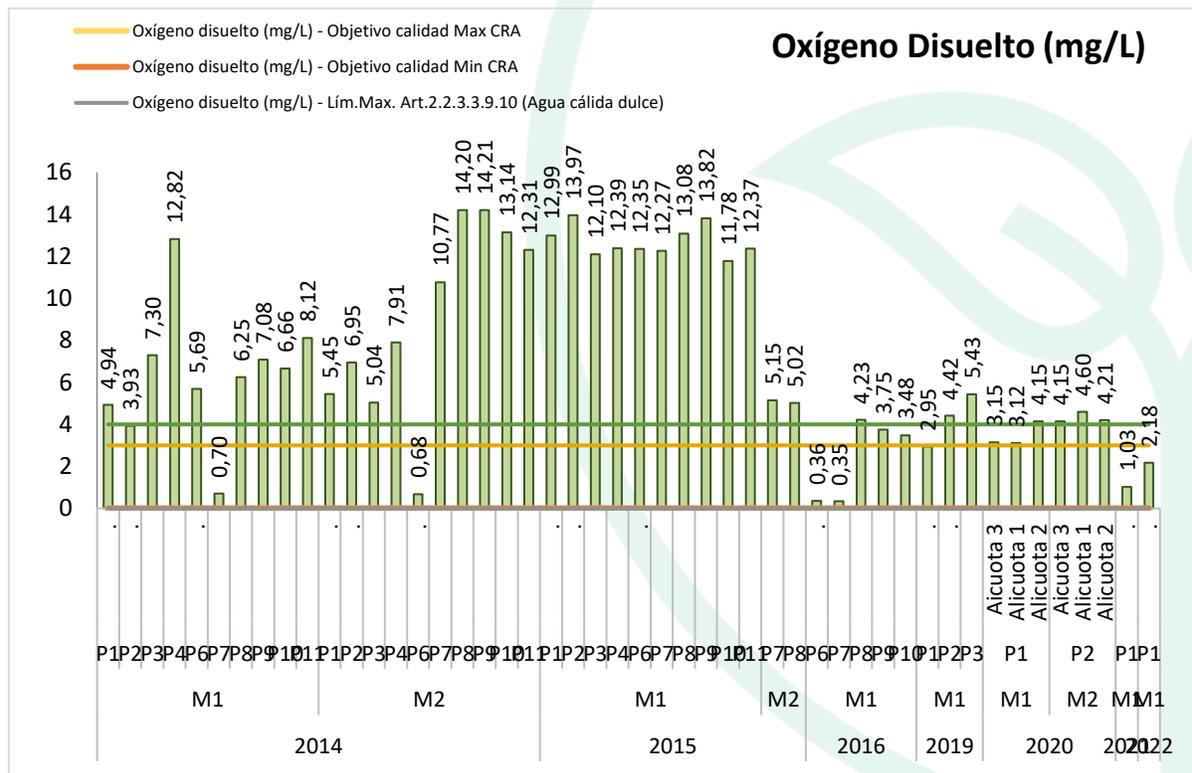


**Gráfica 36. Registros de pH(°C) en la Ciénaga La Luisa en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



Para los resultados del oxígeno disuelto la ciénaga registro un valor de 2,18 mg/L (**Gráfica 46**). Estos resultados no cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 258 de 2011 (>3 mg/L) ni con el criterio de calidad CRA 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 tan solo en los años 2014, 2015, 2016 y 2020 los resultados se encontraron sobre los criterios de calidad establecidos en las dos normas, lo que indica que este parámetro es limitante para la vida acuática en esta ciénaga.



**Gráfica 37. Registros de Oxígeno disuelto en la Ciénaga La Luisa en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Por otro lado, la conductividad presentó un valor de 257,50µS/cm en P1 (**Gráfica 47**). Los registros históricos para el año 2020 oscilaron entre 521,00 y 536,00 µS/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  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

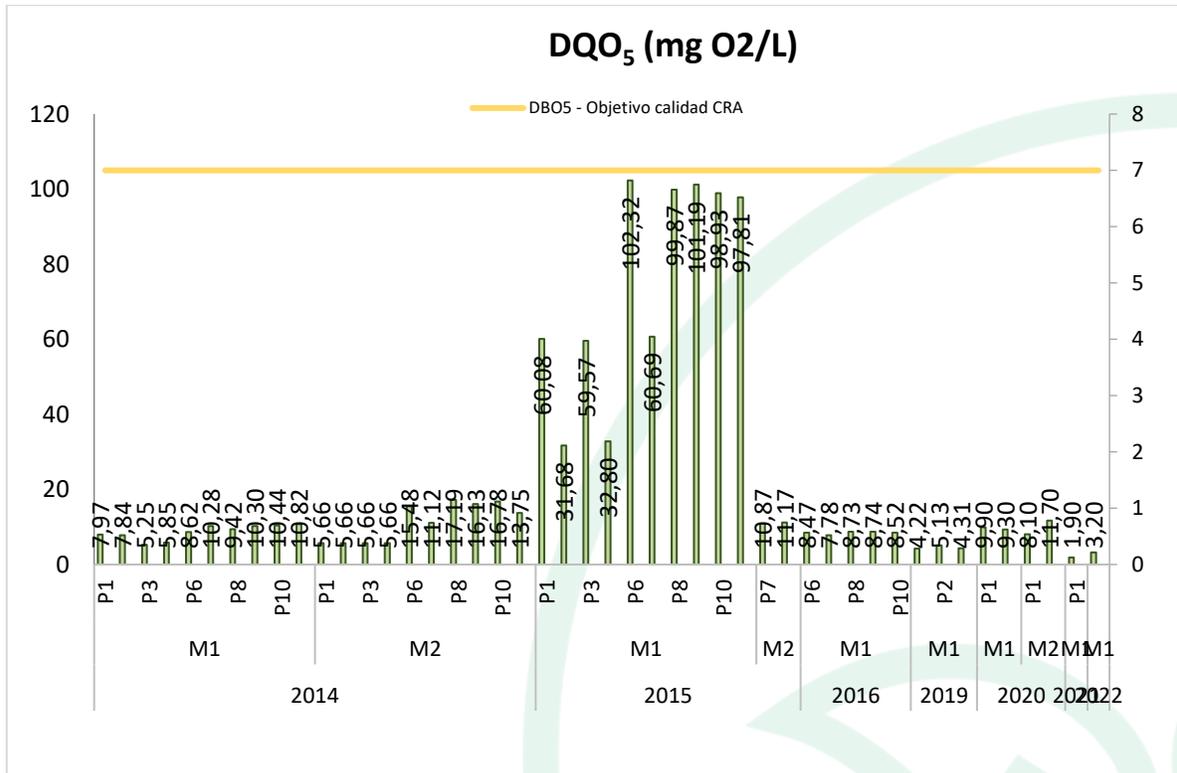


**Gráfica 38. Registros de Conductividad en la Ciénaga La Luisa en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

La  $\text{DBO}_5$  presentó un valor de 3,20  $\text{mg O}_2/\text{L}$ , para la DQO, en el presente año este parámetro no fue medido (**Gráfica 50**); observándose que los puntos de la ciénaga cumplen con el límite de control para la  $\text{DBO}_5$  ( $<7 \text{ mg/L}$ ) indicado como objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 de la Resolución 258 de 2011 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  $\text{DBO}_5$  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.

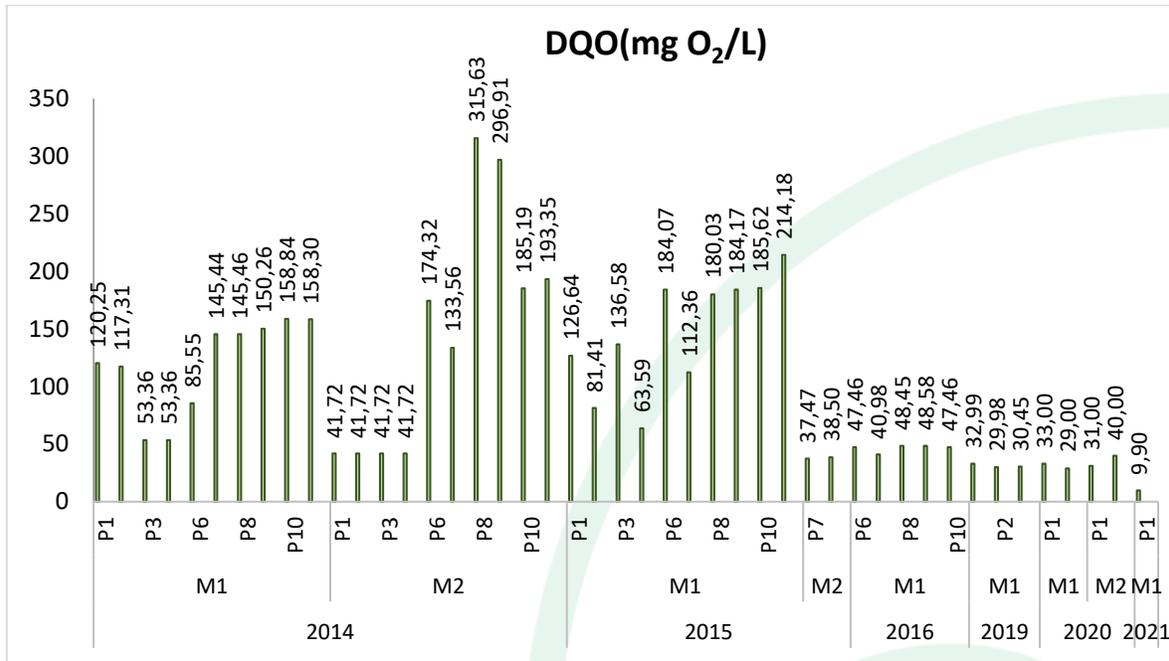




**Gráfica 39. Registros de DBO<sub>5</sub> en la Ciénaga La Luisa en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



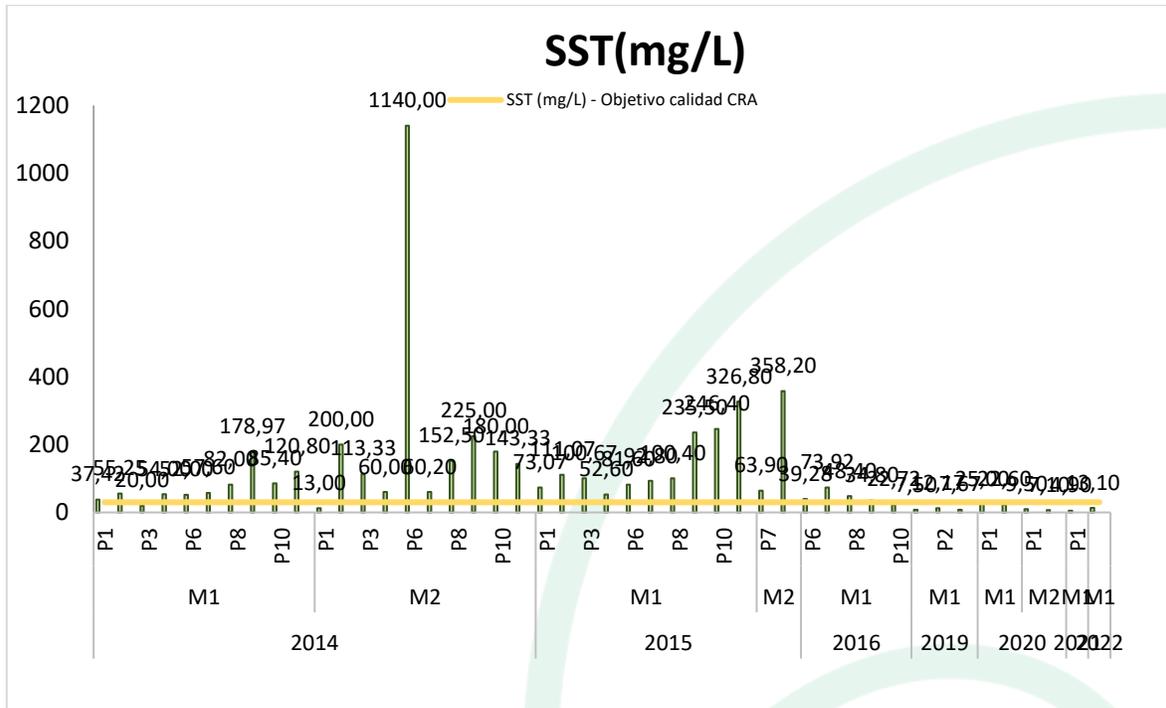


**Gráfica 40. Registros de DQO en la Ciénaga La Luisa en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Por su parte, los SST presentaron un valor de 13,10 mg/L en el punto 1 (**Gráfica 50**); observando que este valor cumple con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<30 mg/L). Por ende, se establece que la muestra tomada en el punto 1 no presenta un gran contenido de sólidos, iones y sustancias disueltas.



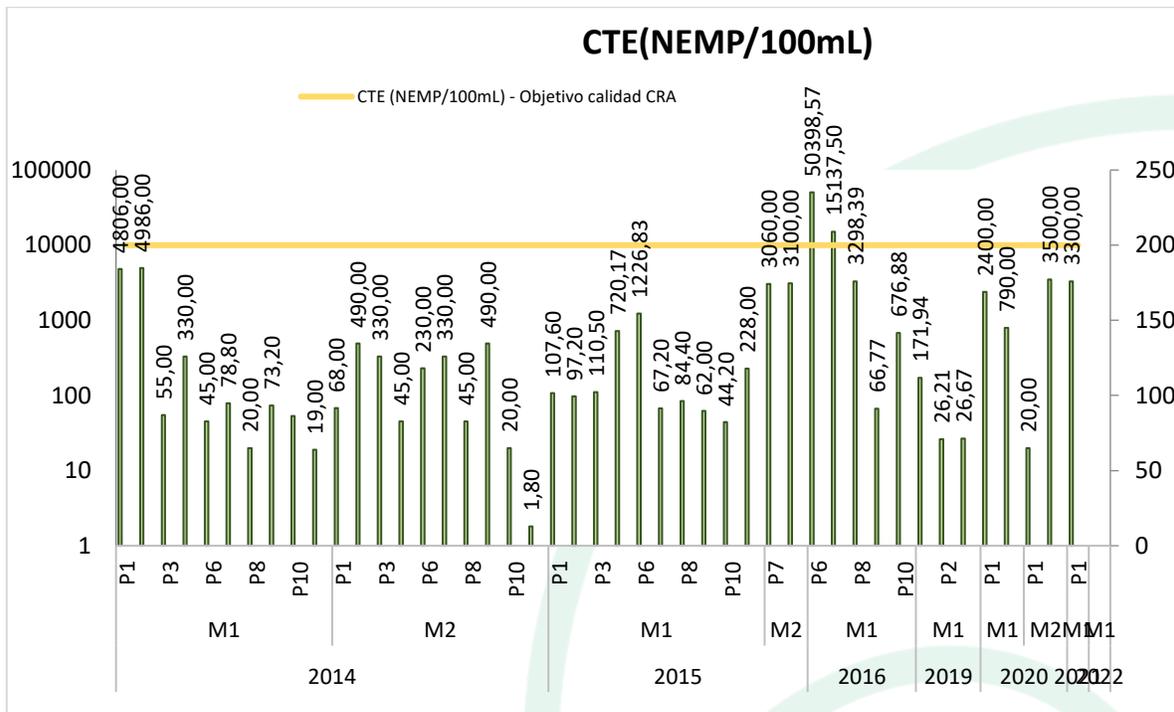


**Gráfica 41. Registros de SST en la en la Ciénaga La Luisa en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

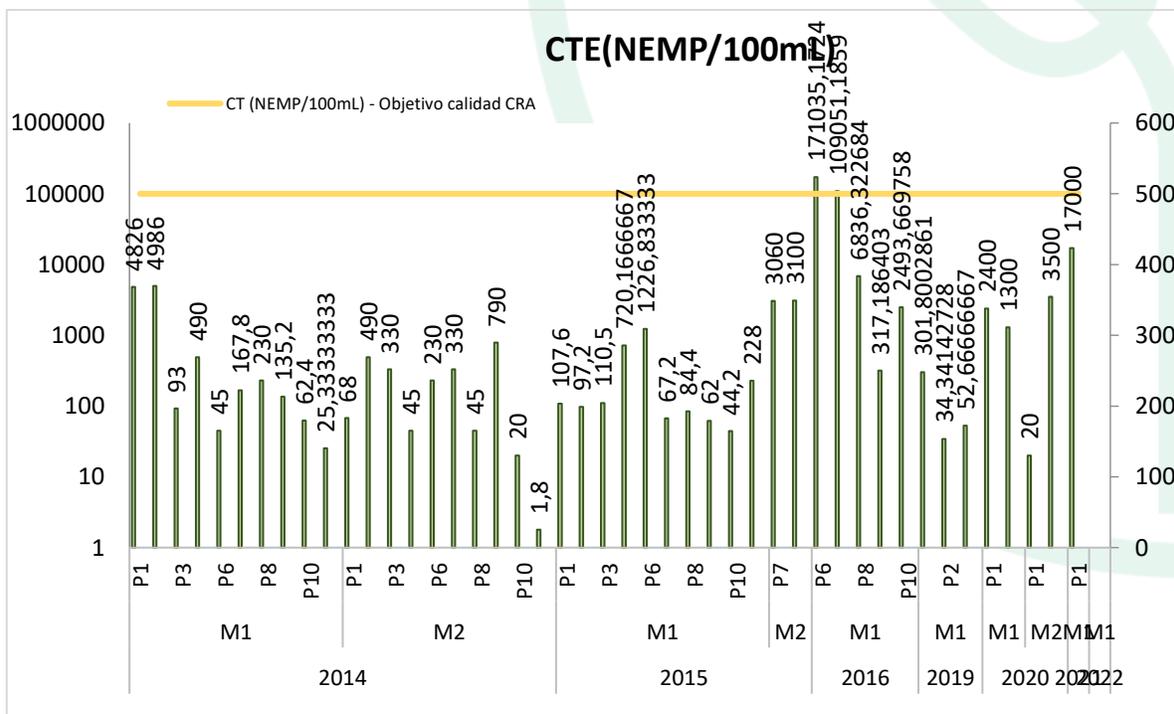
Los Coliformes Termotolerantes (CTE) presentaron concentraciones por debajo del límite de cuantificación de la técnica (<10,0 mg) en el punto P1 al igual que los Coliformes Totales (CT). En comparación con los resultados históricos se evidencia que para los CTE en los años anteriores (2014, 2015, 2016, 2019, 2020 y 2021) se cumplió con los objetivos de calidad establecidos por la CRA; mientras que, para CT se cumplió con los objetivos de calidad en los años 2014 y 2019; a diferencia del año 2020 donde se excedió dicho límite (promedio de 7650 NMP/100mL). Esto podría estar indicando una descarga puntual de aguas residuales domésticas en la ciénaga.





**Gráfica 42. Registros de Coliformes termotolerantes (CTE en la Ciénaga La Luisa en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

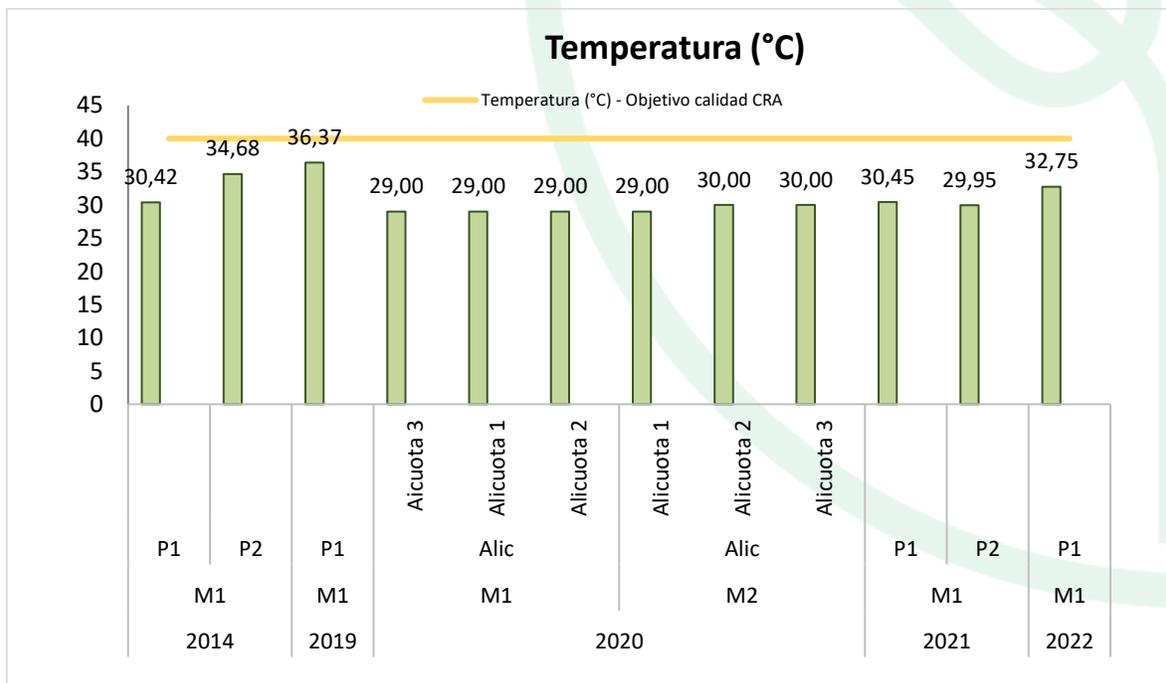


**Gráfica 43. Registros de Coliformes Totales (CT) en la Ciénaga La Luisa en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

### 5.1.6 Ciénaga El Uvero

La temperatura del agua en la Ciénaga El Uvero presentó un valor de 30,75 °C en P1(Gráfica 44); lo que cumple con el objetivo de calidad estipulado por la CRA en la Resolución 258 de 2011, para las ciénagas de la cuenca del río Magdalena (<40°C). 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 cumple con los valores objetivos establecidos por la CRA, con registros promedios de 35,52°C, en el 2014, de 30,42°C en 2019, de 29°,00 C en 2020 y 30,45 en 2021; estas temperaturas son propias de los cuerpos de aguas de zonas costeras tropicales.

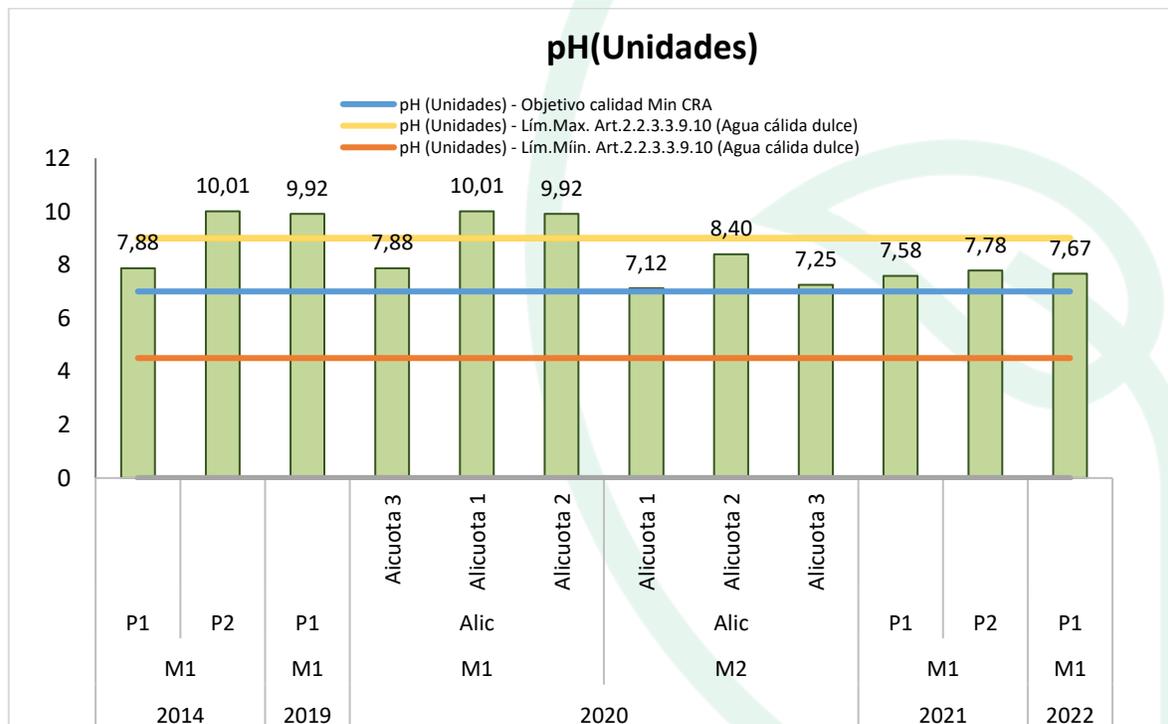


**Gráfica 44. Registros de temperatura (°C) en la Ciénaga El Uvero en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**



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

El pH reportado en la Ciénaga El Uvero durante la última campaña de muestreo presentó un valor de 7,67 para P1; mientras que, durante los años de estudio los valores oscilaron entre 7,12 UpH (2020, alícuota 1) 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 los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 258 de 2011, para la preservación de flora y fauna (límite de control de 7,0 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 del año 2014, donde los puntos evaluados (P1 y P2) superaron los valores máximos para las dos normas (**Gráfica 45**).



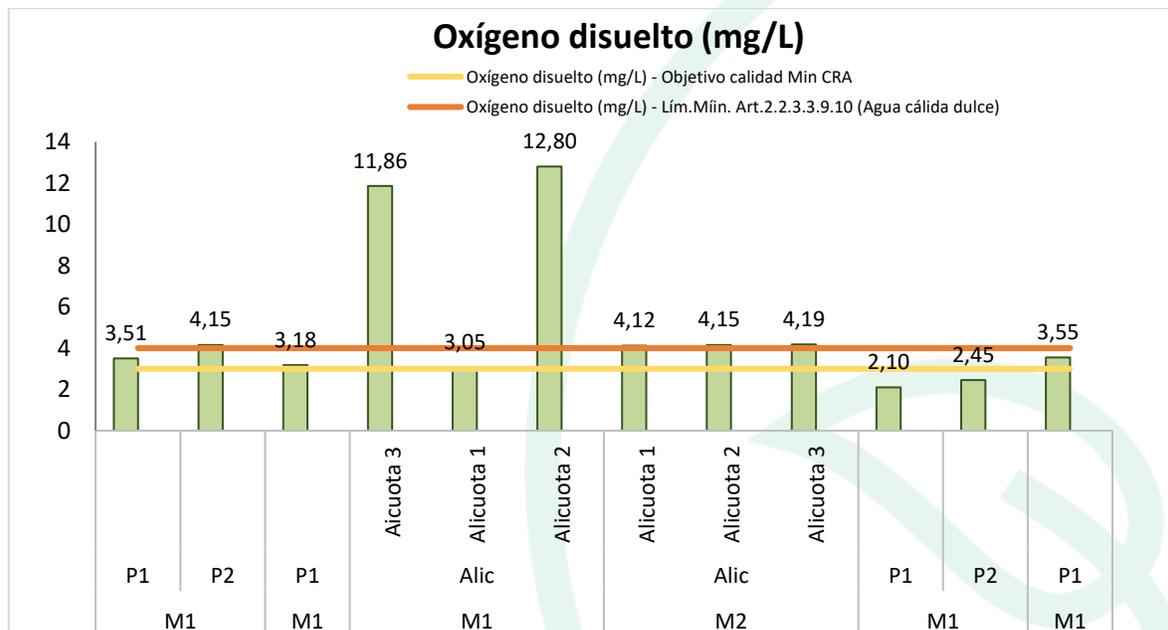
**Gráfica 45. Registros de pH(°C) en la Ciénaga El Uvero en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Para los resultados del oxígeno disuelto la ciénaga registro un valor de 3,55 mg/L (**Gráfica 46**). Estos resultados no cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 258 de 2011 (>3 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 tan solo en el año 2014 los resultados se encontraron sobre los criterios de calidad establecidos en las dos normas, lo que indica que este parámetro es limitante para la vida acuática en esta ciénaga.

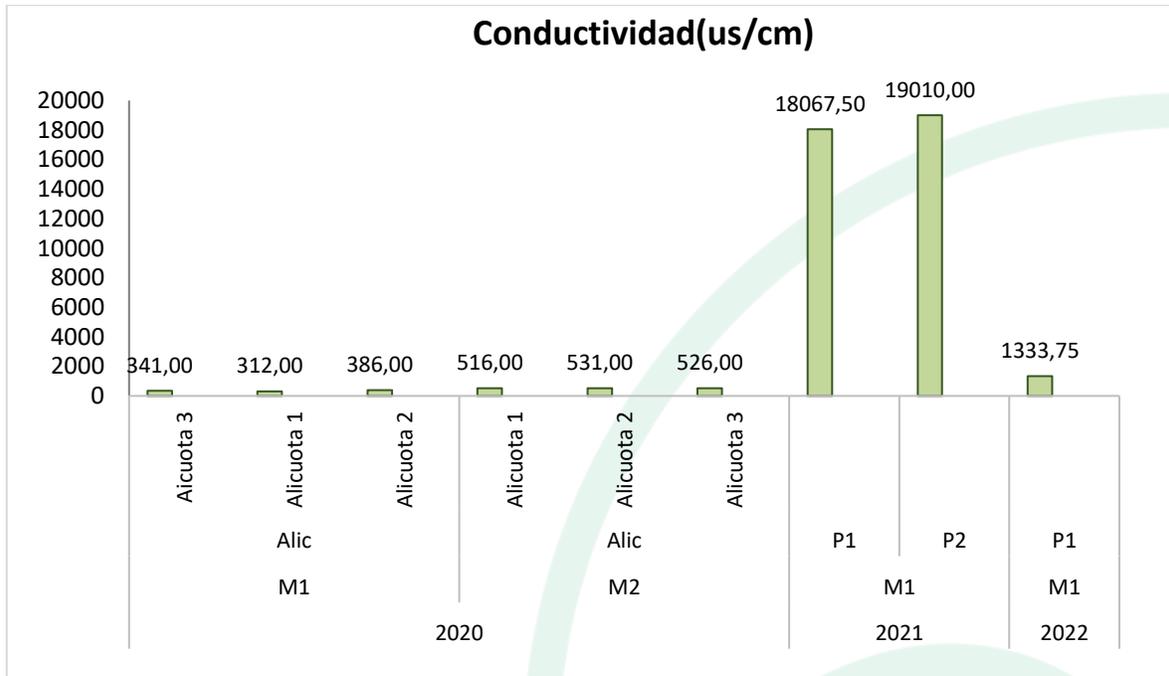


**Gráfica 46. Registros de Oxígeno disuelto en la Ciénaga El Uvero en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Por otro lado, la conductividad presentó un valor de 1333,75  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en P1 (Gráfica 47). Los registros históricos para el año 2020 oscilaron entre 312 y 531  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . 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  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



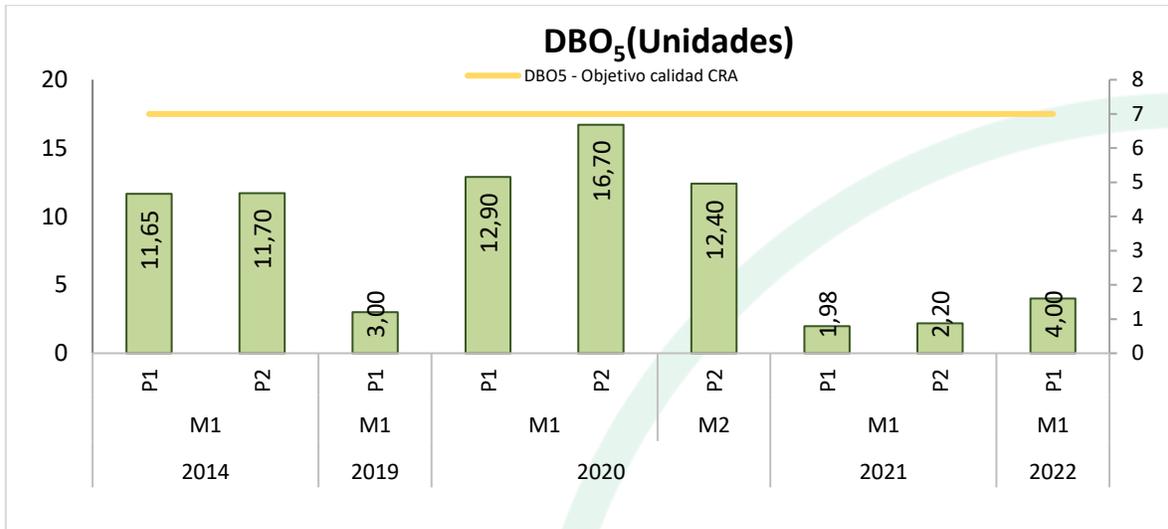


**Gráfica 47. Registros de Conductividad en la Ciénaga El Uvero en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

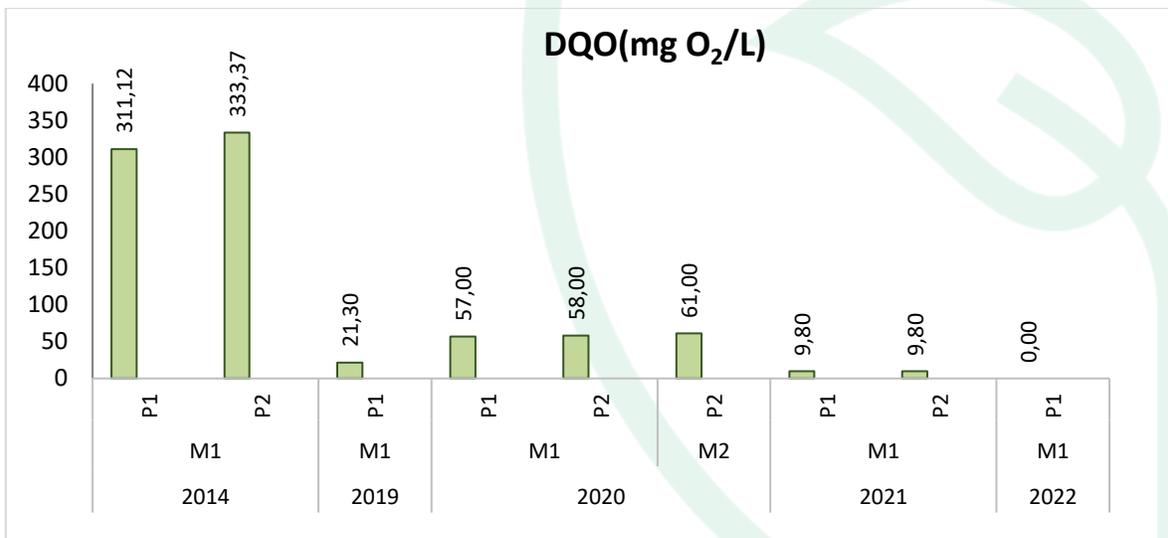
La DBO<sub>5</sub> y la DQO presentaron un comportamiento similar en los puntos de muestreo con un valor de 4,4 mg O<sub>2</sub>/L para la DBO<sub>5</sub> y de < 10 mg O<sub>2</sub>/L para la DQO, en el punto P1(**Gráfica 50**); observándose que los puntos de la ciénaga cumplen con el límite de control para la DBO<sub>5</sub> (<7 mg/L) indicado como objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 de la Resolución 258 de 2011 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<sub>5</sub> es mayor a 5 mg O<sub>2</sub>/L, se establece que las muestras analizadas no presentan un grado de contaminación de acuerdo con su contenido orgánico.





**Gráfica 48. Registros de DBO<sub>5</sub> en la Ciénaga El Uvero en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

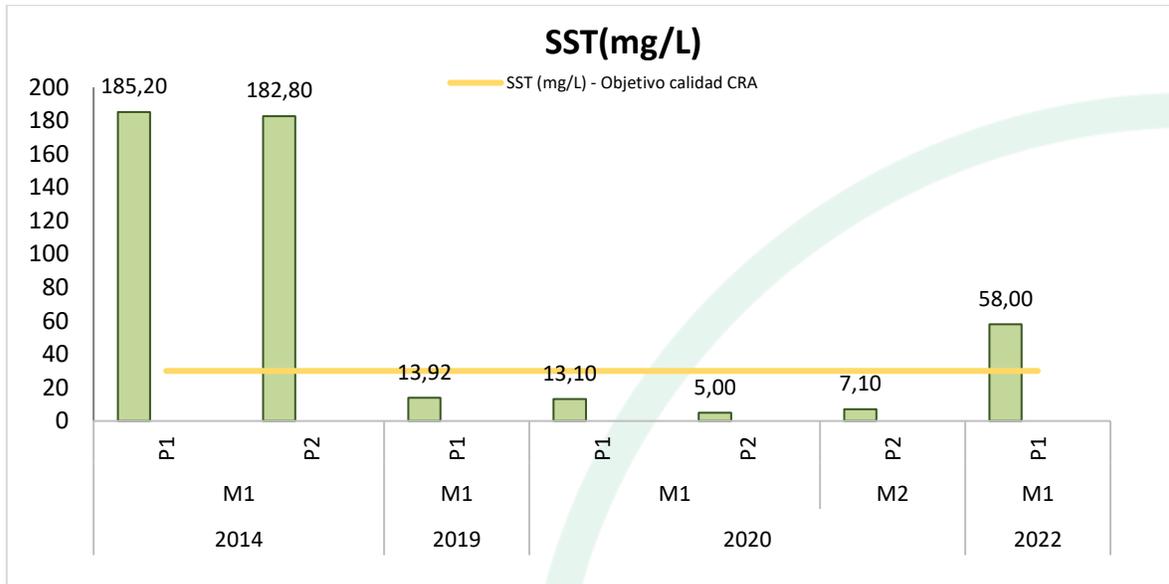


**Gráfica 49. Registros de DQO en la Ciénaga El Uvero en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Por su parte, los SST presentaron un valor de 58,0 mg/L en el punto 1 (**Gráfica 50**); observando que se presenta a una desviación con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<30 mg/L). Por ende, se establece que la muestra tomada en el punto 1 presenta un mayor contenido de sólidos, iones y sustancias disueltas.



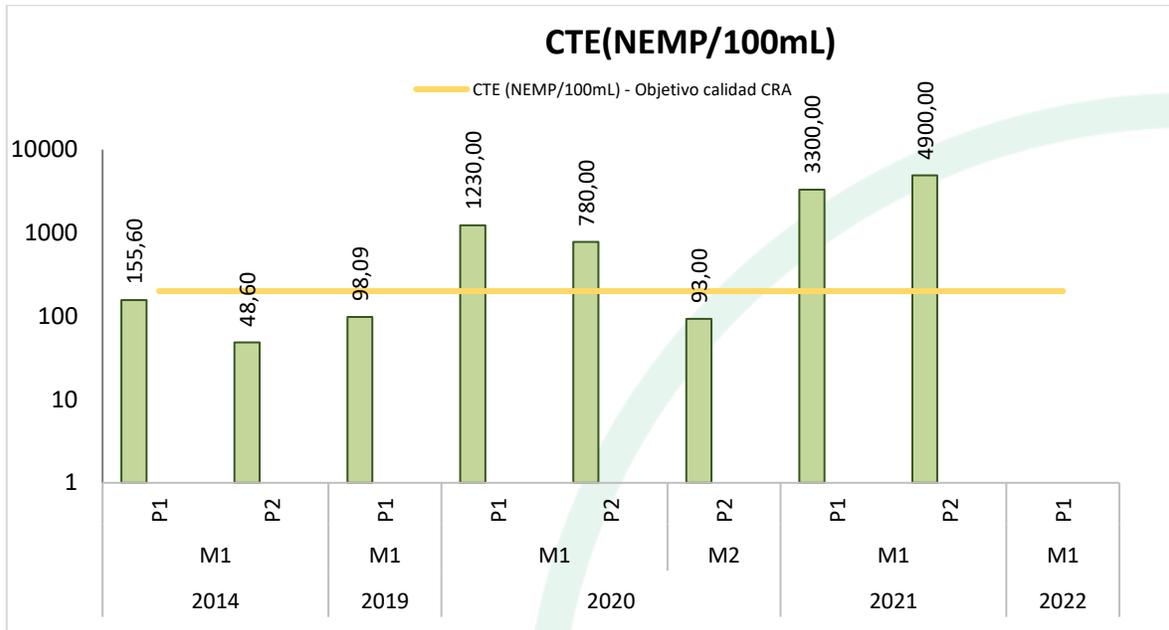


**Gráfica 50. Registros de SST en la Ciénaga El Uvero en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

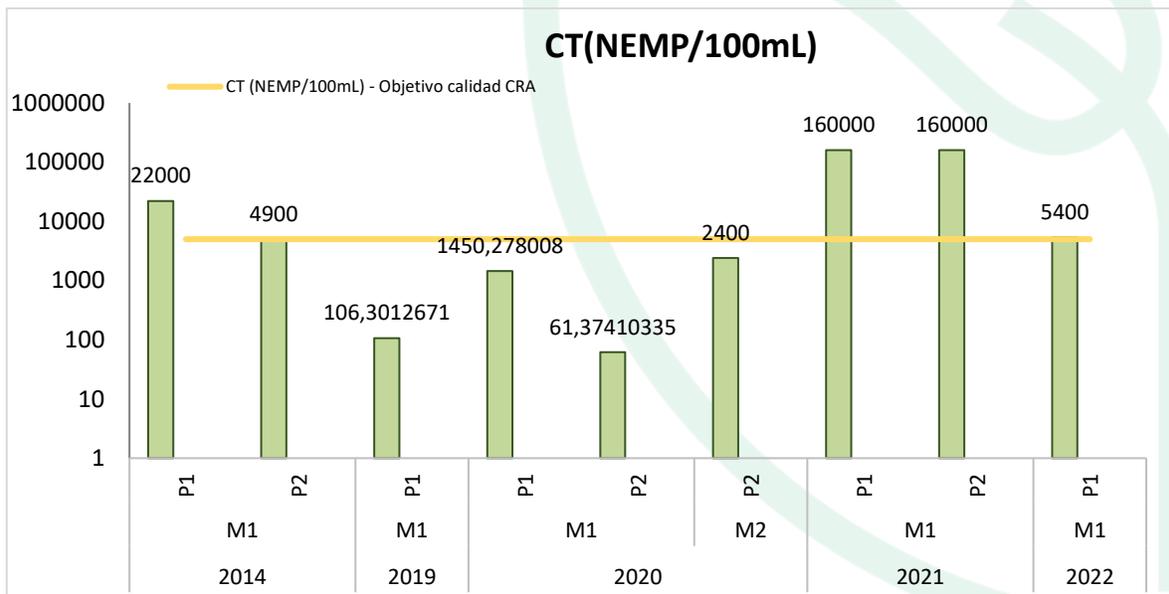
Los Coliformes Termotolerantes (CTE) presentaron concentraciones por debajo del límite de cuantificación de la técnica (<10,0 mg) en el punto P1. En cuanto a los Coliformes Totales (CT) registraron un valor de 5700,00 NMP/100,00 mL evidenciado una desviación con respecto al objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 establecido por la CRA, sobrepasando el máximo establecido por la CRA (<5000 NMP/100 mL). En comparación con los resultados históricos se evidencia que para los CTE en los años anteriores (2014, 2019 y 2020) se cumplió con los objetivos de calidad establecidos por la CRA; mientras que, para CT se cumplió con los objetivos de calidad en los años 2014 y 2019; a diferencia del año 2020 donde se excedió dicho límite (promedio de 7650 NMP/100mL). Esto podría estar indicando una descarga puntual de aguas residuales domésticas en la ciénaga.





**Gráfica 51. Registros de Coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga El Uvero en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



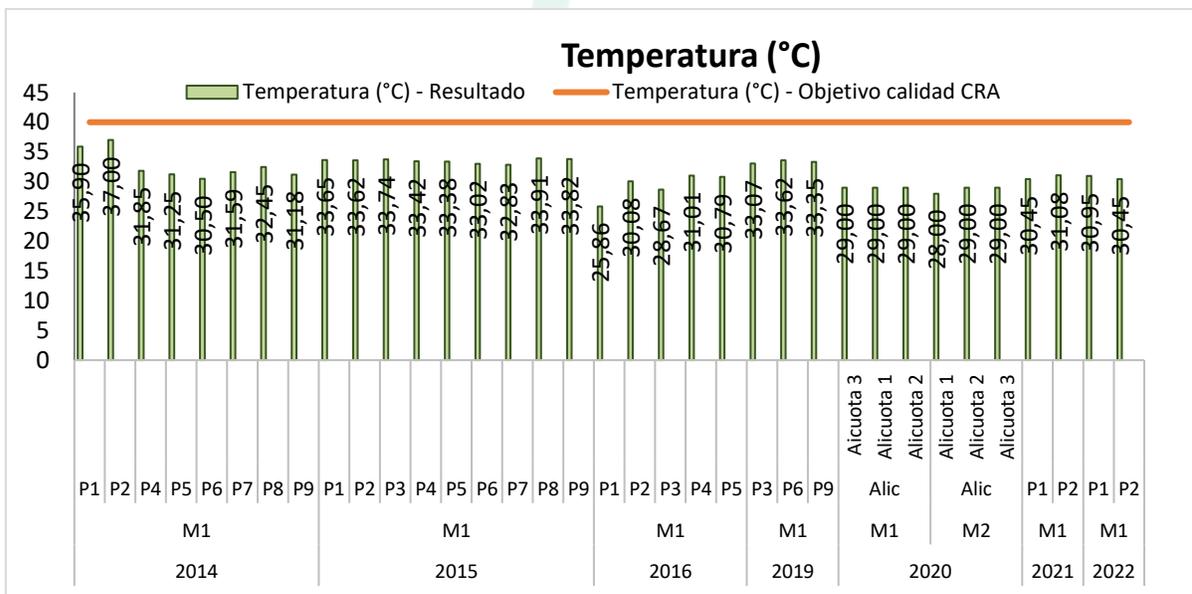
**Gráfica 52. Registros de Coliformes Totales (CT) en la Ciénaga El Uvero en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



### 5.1.7 Ciénaga Sabanagrande

La temperatura en la Ciénaga de Sabanagrande osciló entre 30,4 y 30,9°C (**Gráfica 53**), en los Puntos 2 y 1, 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. Es así como estos valores cumplen con el objetivo de calidad para el período 2011-2020 establecido por la CRA mediante la Resolución 258 de 2011, para las cuencas y tramos ordenados en clase I, cuyo potencial uso es la preservación de flora y fauna (<40°C). Igualmente, en los registros históricos evaluados se evidencia que también se cumple con los objetivos de calidad, con 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 y 30,7°C en 2021.



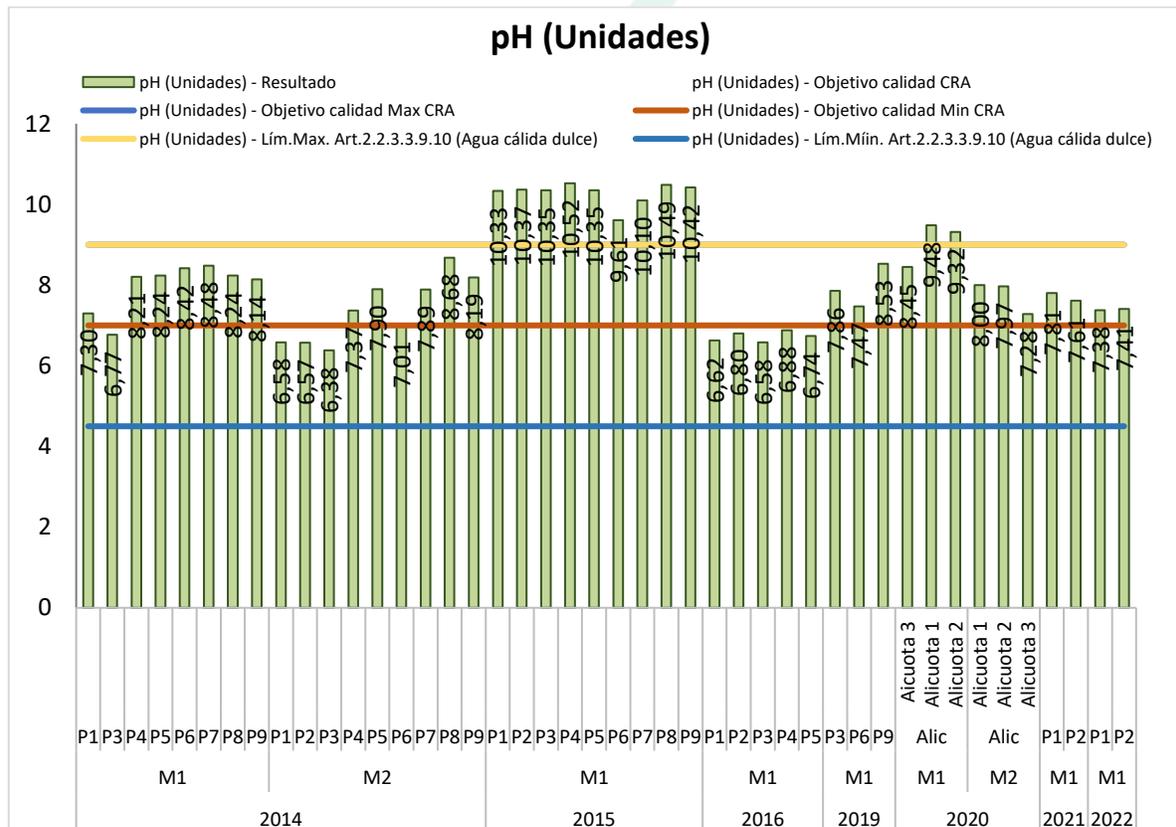
**Gráfica 53. Registros de la temperatura en la Ciénaga de Sabanagrande en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Los valores obtenidos para el pH durante el último estudio fueron de 7,48 y 7,31 UpH en los Puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 54**); los cuales cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA (de 7,0 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 fluctuaciones



del pH entre 6,38 y 10,52 UpH; para el año 2014 valores que cumplieron con los criterios de calidad al encontrarse entre 6,38 y 8,68 UpH; para el año 2015, todos los puntos evaluados excedieron los criterios de calidad, con valores entre 9,61 y 10,52 UpH; mientras que, la mayoría de los valores tomados en el año 2016, 2019, 2020 y 2021 cumplen con los criterios de calidad de las dos normas, con excepción de las Alícuotas 1 y 2 del primer muestreo del 2020 (9,48 y 9,32 UpH, respectivamente). 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.



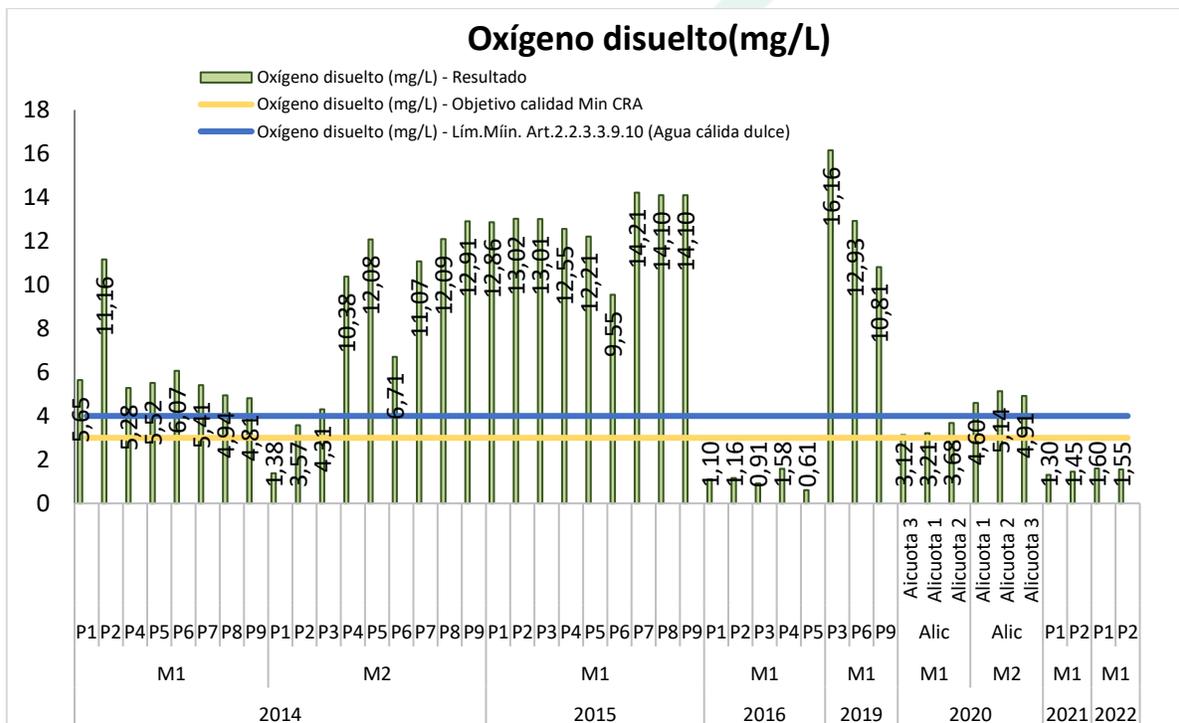
**Gráfica 54. Registros del pH en la Ciénaga de Sabanagrande en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

El oxígeno disuelto presentó valores de 1,6 y 1,5 mg/L durante el último estudio (**Gráfica 55**) en los puntos 1 y 2, respectivamente; los cuales no cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 258 de 2011 (>3 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 y 1,37 mg/L para 2021. 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 55. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga de Sabanagrande en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Por su parte, la conductividad presentó valores de 304,2 y 358,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en los Puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 56**). 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 y 422,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para el año 2021.



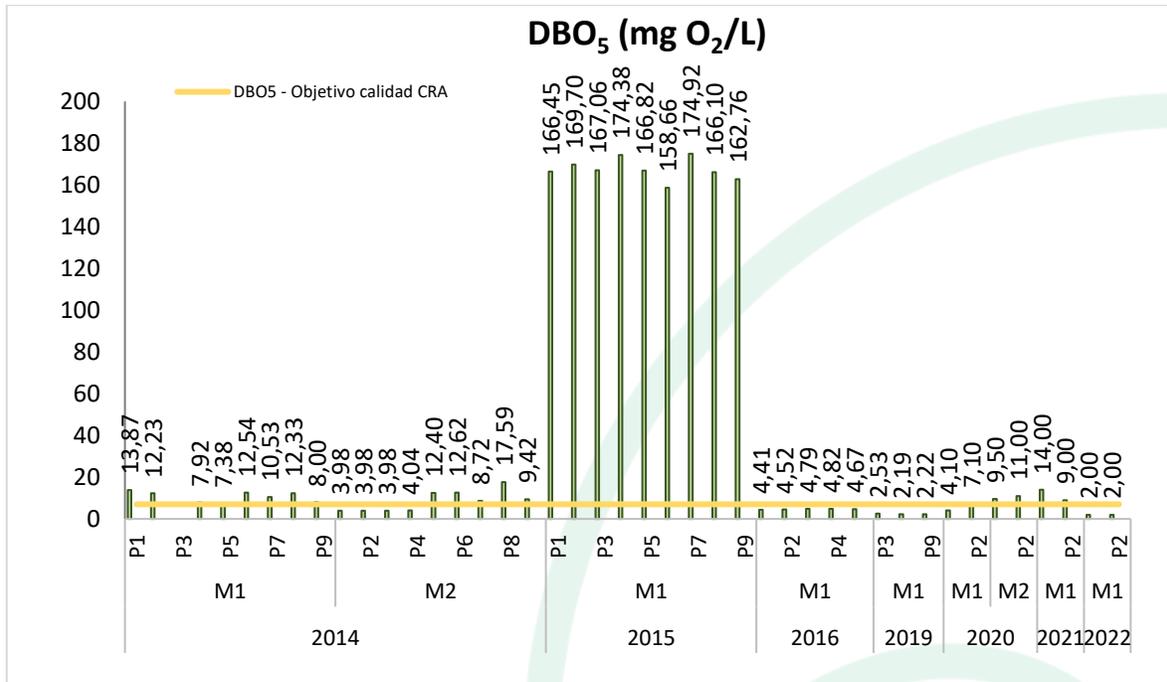


**Gráfica 56. Registros de la conductividad en la Ciénaga de Sabanagrade en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

La Ciénaga de Sabanagrade presentó valores para el  $DBO_5$  de 2,0 y  $<2,0$  mg  $O_2/L$  en los Puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 57**); observándose que los puntos de la ciénaga de Sabanagrade cumplen con el límite de control para la  $DBO_5$  ( $<7$  mg  $O_2/L$ ) indicado como objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 de la Resolución 258 de 2011 de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en clase I, 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 mg  $O_2/L$  para el año 2015 y un mínimo de 2,3 mg  $O_2/L$  para el año 2019.



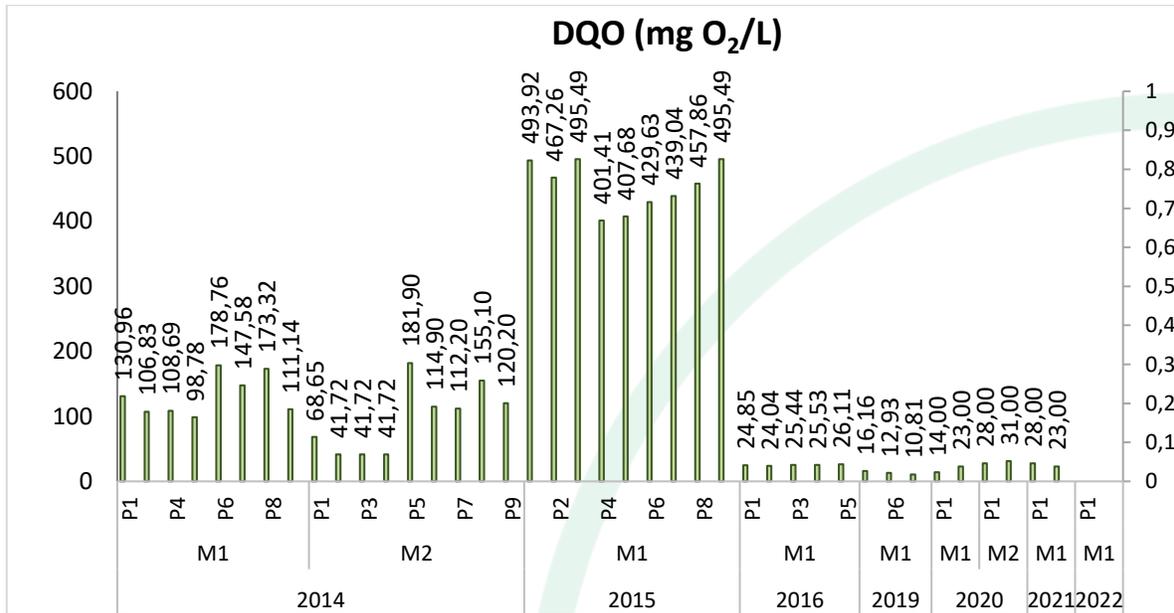


**Gráfica 57. Registros de la DBO<sub>5</sub> en la Ciénaga de Sabanagrande en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Por su parte la DQO presentó valores inferiores al límite de cuantificación (<10,0 mg O<sub>2</sub>/L) para los Puntos 1 y 2 (**Gráfica 58**), con valores históricos fluctuantes, con un promedio máximo de 454,2 mg O<sub>2</sub>/L para el año 2015 y mínimo de 13,3 mg O<sub>2</sub>/L para el año 2019. No existe un criterio definido para evaluar la calidad de esta variable en Colombia.



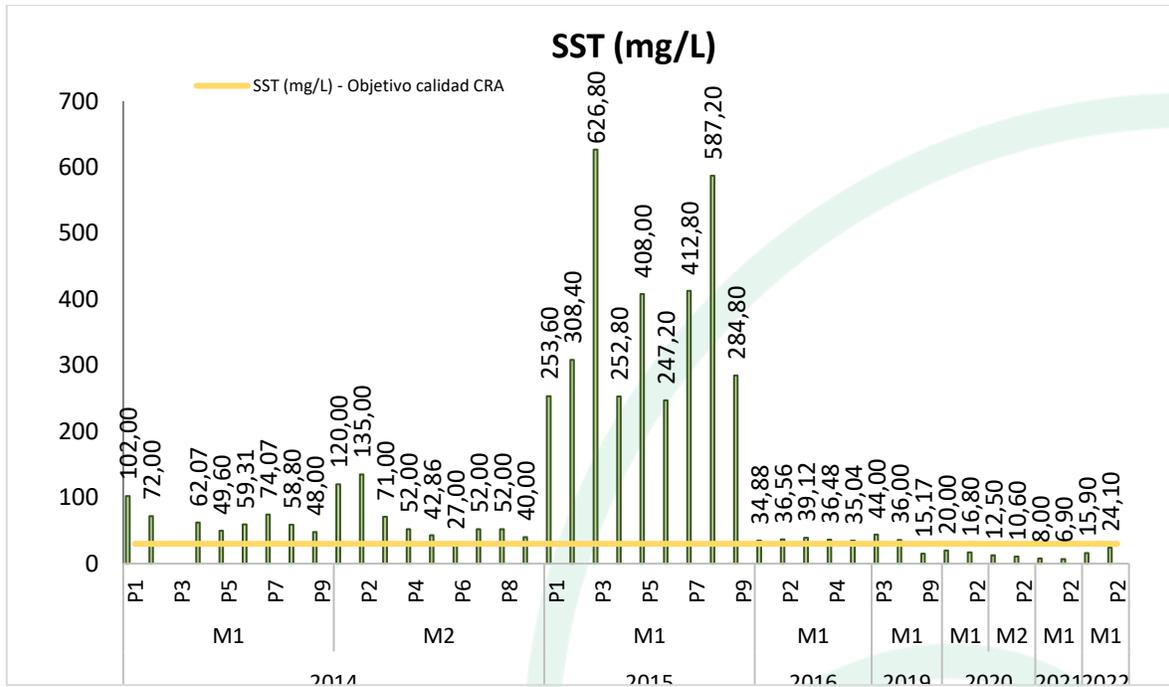


**Gráfica 58. Registros de la DQO en la Ciénaga de Sabanagrande en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

El análisis de los SST permitió evidenciar que los resultados obtenidos durante el último monitoreo (P1, 15,9 mg/L y P2, 24,1 mg/L) (**Gráfica 59**) cumplen con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<30 mg/L). Por su parte el registro histórico demostró que tan solo durante el año 2020 el promedio cumple con los objetivos de calidad establecidos por la CRA; mientras que, los años anteriores lo sobrepasan, observándose el mayor promedio durante el año 2015 con 375,7 mg/L.



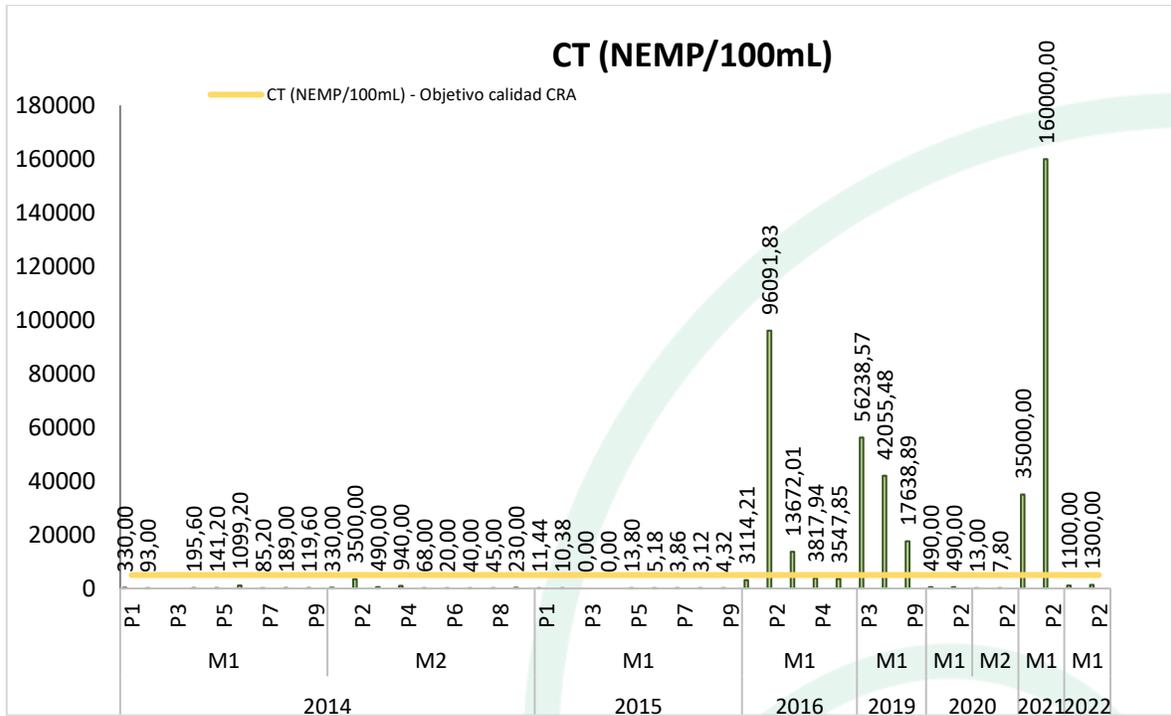


**Gráfica 59. Registros de SST en la Ciénaga de Sabanagrande en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

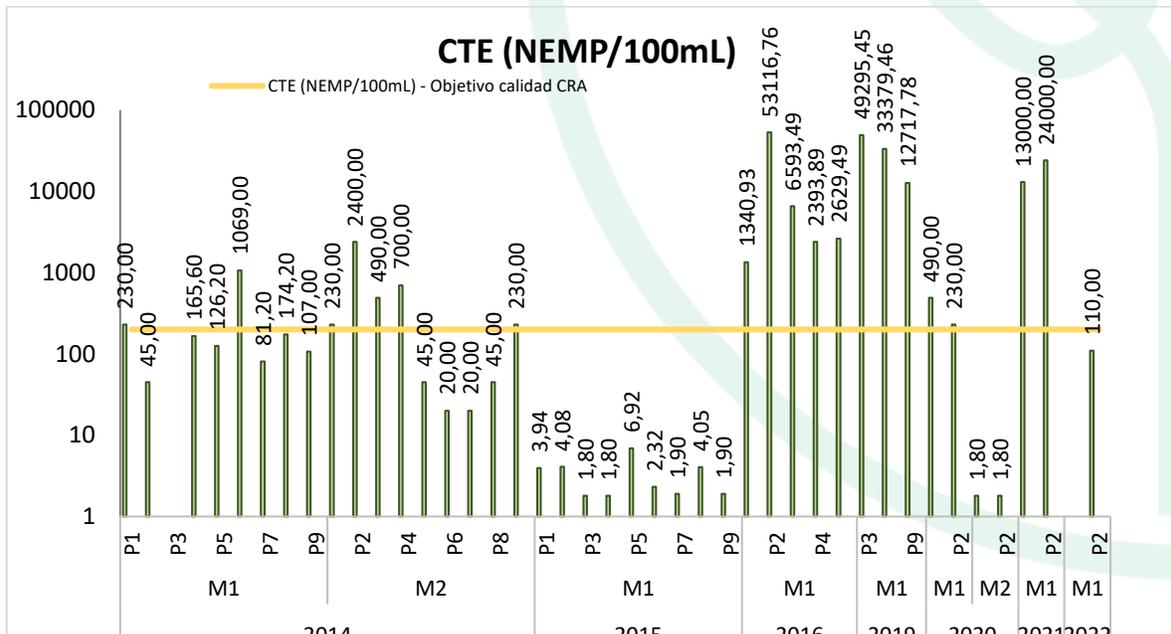
Por su parte, los parámetros microbiológicos presentaron concentraciones de coliformes totales de 1100,0 y 1300,0 NMP/100 mL, y coliformes termotolerantes de 110 NMP CT/100 mL en el Punto 2; mientras que el punto 1 reportó valores por debajo del límite de cuantificación (**Gráfica 61**). Se observaron valores que sobrepasaron los límites máximos de los objetivos de calidad para el periodo 2011-2020 establecidos por la CRA (<2000 NMP/100 mL para coliformes termotolerantes y <5000 NMP/100 mL para coliformes totales).





**Gráfica 60. Registros de Coliformes totales (CT) en la Ciénaga de Sabanagrande en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



**Gráfica 61. Registros de Coliformes termotolerantes (CT) en la Ciénaga de Sabanagrande en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



### 5.1.8. Río Magdalena

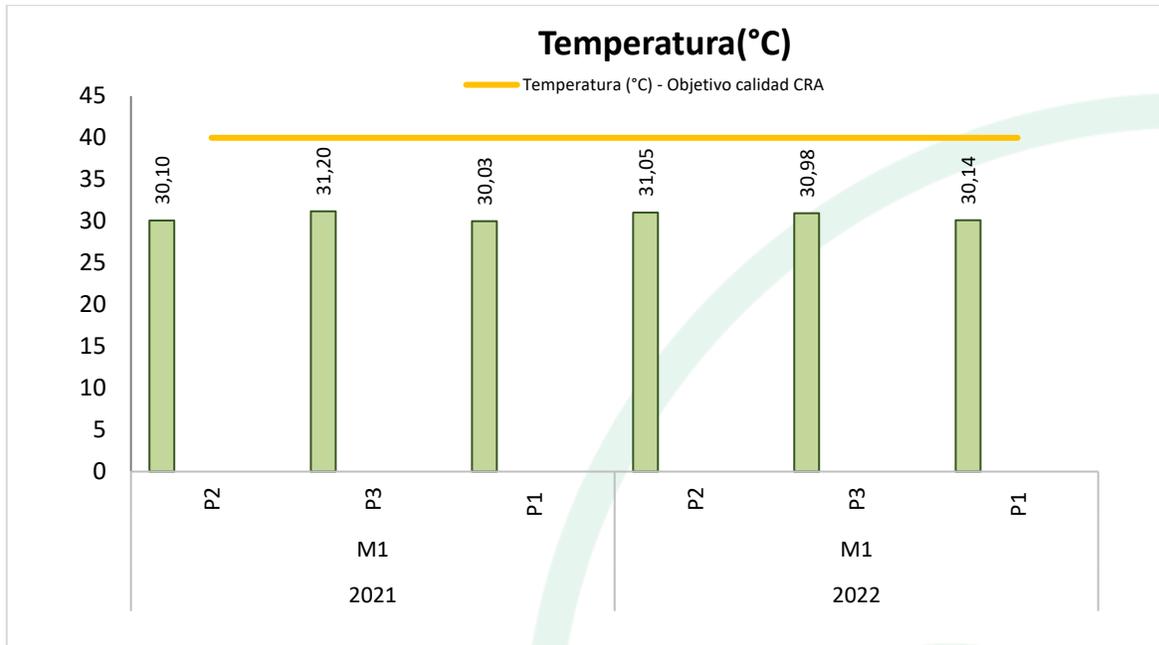
El registro de la temperatura en los puntos monitoreados en el río Magdalena presentaron valores de 30,14, 31,05 y 30,98°C en los puntos denominados Río Magdalena P1, Río Magdalena P2 y Río Magdalena P3, respectivamente (**Gráfica 62**); los cuales cumplen con el objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 establecido por la CRA mediante la Resolución 258 de 2011, para las cuencas y tramos ordenados en Clase I, cuyo potencial uso es la preservación de flora y fauna (<40°C). Además, es importante resaltar que los valores de este parámetro obedecen principalmente al comportamiento de la temperatura ambiente y no presentan afectación por factores externos.

Los valores del pH obtenidos fueron de 7,99, 7,87 y 7,87 UpH en los puntos denominados Río Magdalena P1, Río Magdalena P2 y Río Magdalena P3, respectivamente (**Gráfica 63**); los cuales corresponden a pH's de características neutras que cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA (de 7,0 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.

Por su parte, el oxígeno disuelto presentó valores de 3,50, 3,51 y 4,94 mg/L en los puntos denominados Río Magdalena P1, Río Magdalena P2 y Río Magdalena P3, respectivamente; como se observa en la (**Gráfica 64**), donde se evidencia que los puntos presentan cumplimiento con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 258 de 2011 (>3 mg/L); por el contrario, los resultados obtenidos en los puntos monitoreados Río Magdalena P1 y Río Magdalena P2 presentan desviación de acuerdo 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).

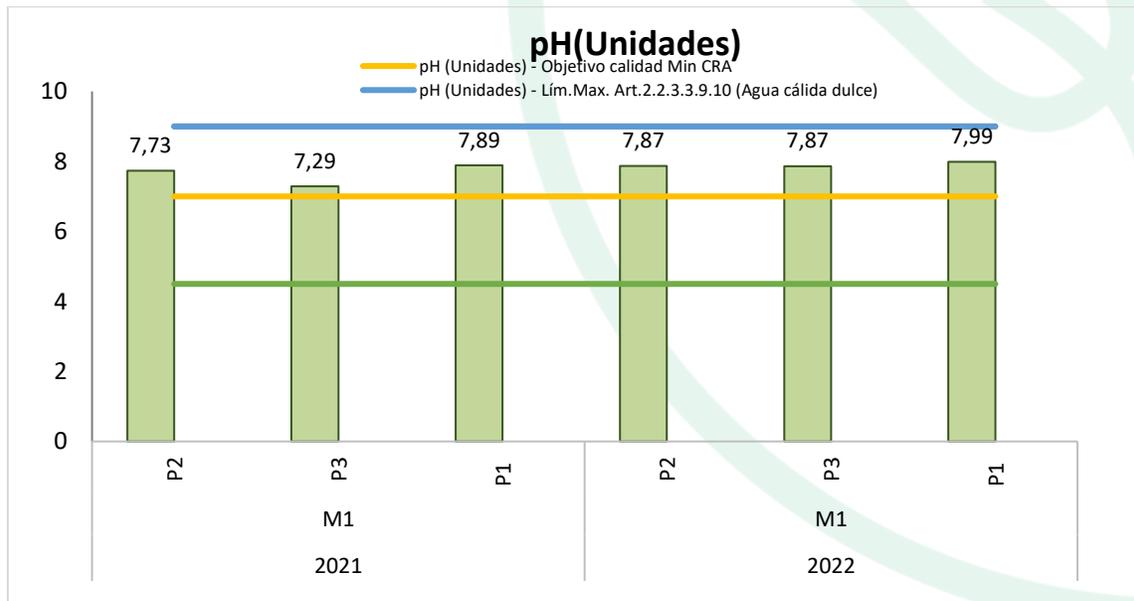
Para la conductividad se obtuvieron valores de 1355,63, 1378,88 y 1421,25µS/cm, en los puntos denominados Río Magdalena P1, Río Magdalena P2 y Río Magdalena P3, respectivamente (**Gráfica 65**), indicando la presencia de aguas mineralizadas, lo cual puede estar relacionado con la presencia de sólidos y iones en suspensión a causa de la corriente o movimiento natural del río.





**Gráfica 62. 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.**

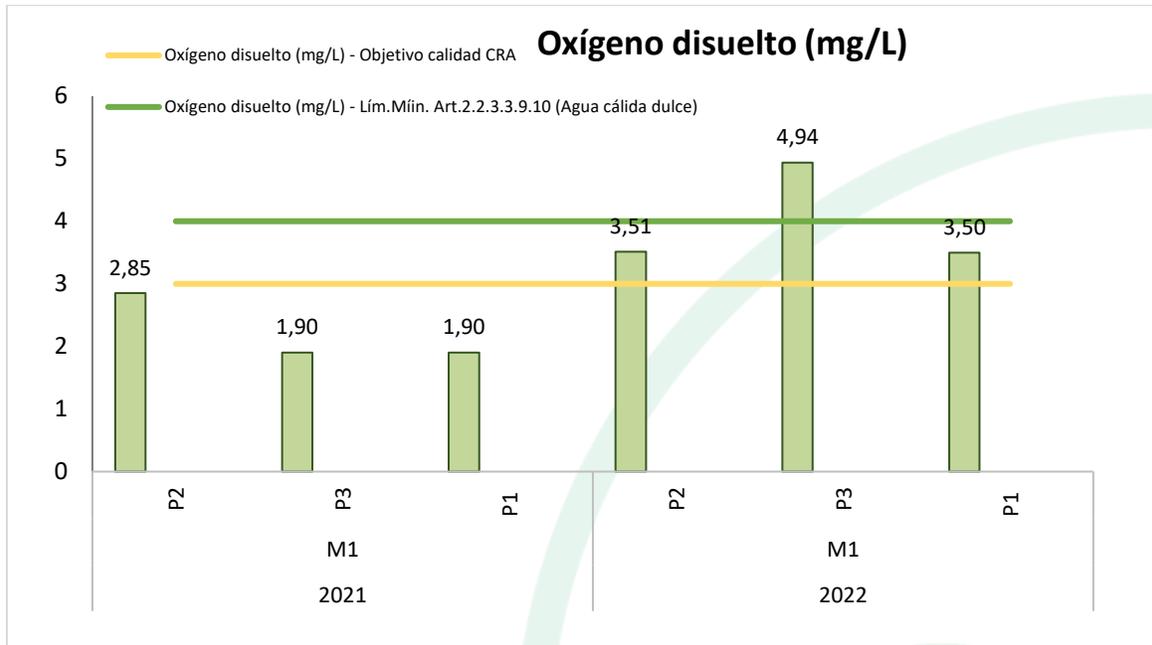
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.*



**Gráfica 63. Registros del pH en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

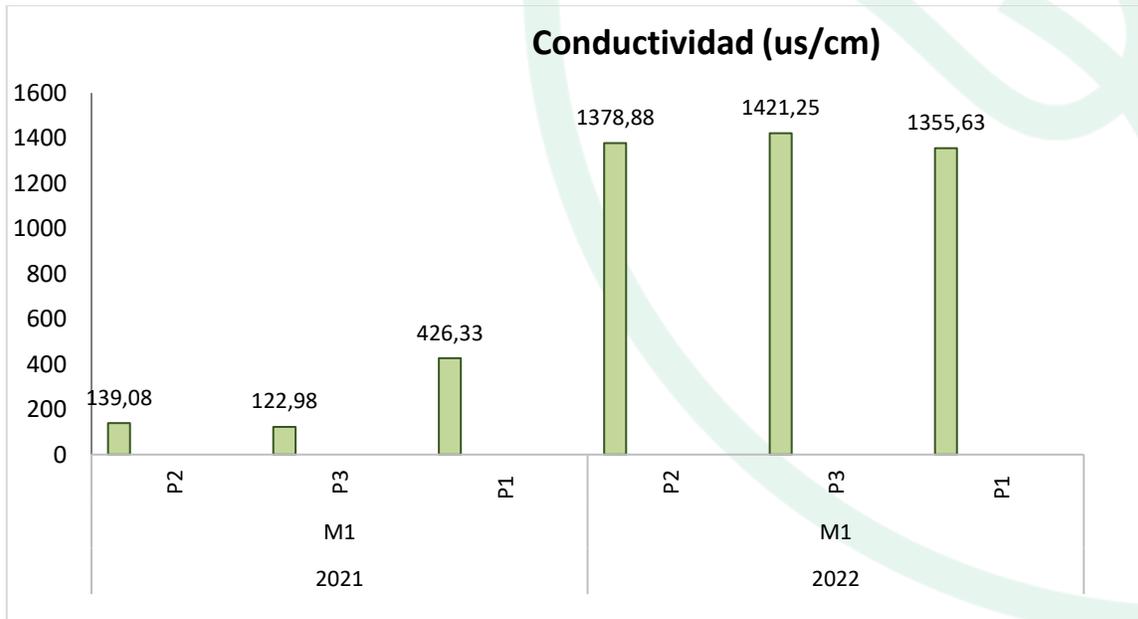
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.*





**Gráfica 64. Registros del oxígeno disuelto 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., 2022.*



**Gráfica 65. Registros de la conductividad en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

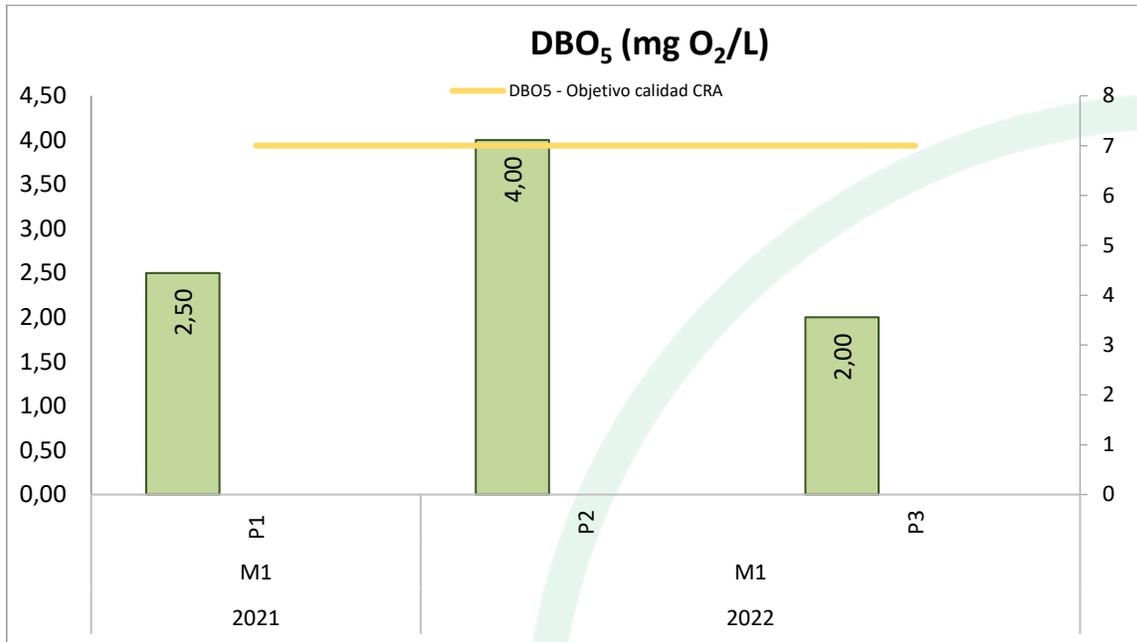
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.*



El valor obtenido para la  $DBO_5$  fue de 2,0, 4,0 y 2,0  $mg O_2/L$  en los puntos denominados Río Magdalena P1, Río Magdalena P2 y Río Magdalena P3, respectivamente (**Gráfica 66.**), observándose que presentan una desviación con respecto al límite de control para la  $DBO_5$  ( $<7 mg O_2/L$ ) indicado como objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 de la Resolución 258 de 2011 de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en Clase I, con potencial uso de preservación de flora y fauna. Este parámetro ha presentado una fluctuación en los registros históricos evaluados, con valores promedio máximo de 118,64  $mg/L$  para el año 2015 y mínimo de 2,0  $mg/L$  para el año 2022, es importante mencionar que para el 2021 los puntos P2 y P3 presentaron valores por debajo del límite de cuantificación empleada por el laboratorio. Por su parte la DQO presentó un valor de 10  $mg O_2/L$  en los todos los puntos, los cuales poseen concentraciones por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio, con valores históricos promedio máximo de 252,5  $mg/L$  para el año 2015 y mínimo de 10  $mg/L$  para el año 2022. No existe un criterio definido para evaluar la calidad de esta variable en Colombia.

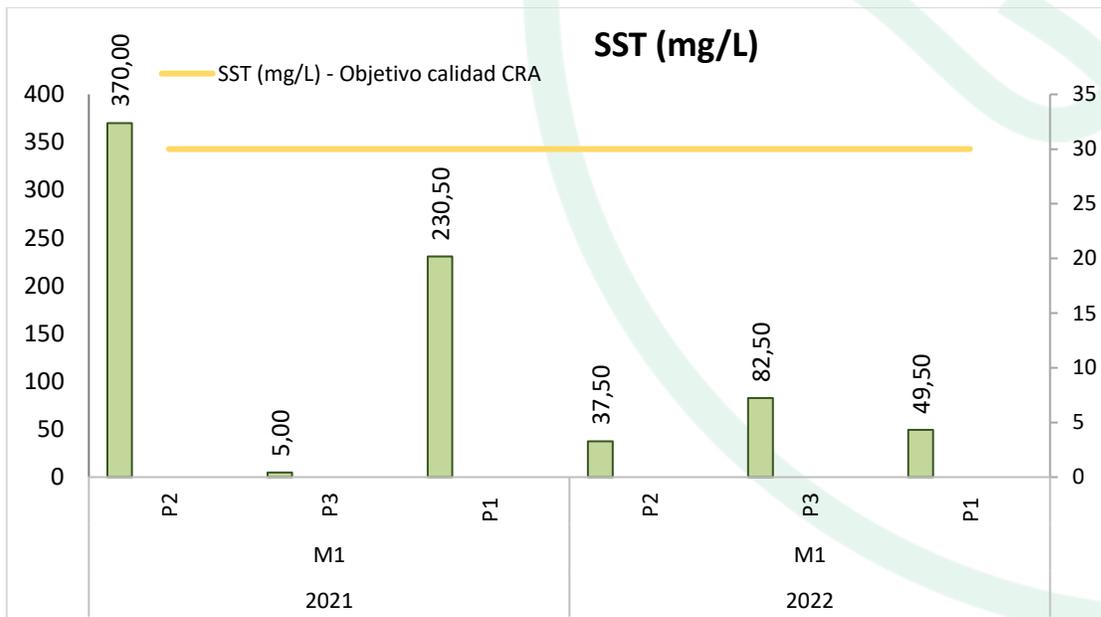
Al observar los SST se evidenció el cumplimiento del objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA ( $<30 mg/L$ ), al presentar valores de 49,50, 37,50 y 82,50  $mg/L$  en los puntos denominados Río Magdalena P1, Río Magdalena P2 y Río Magdalena P3, respectivamente (**Gráfica 67**). Por su parte el registro histórico se evidenció que tan solo el año 2019 no cumplió con los objetivos de calidad (29,7  $mg/L$ ).





**Gráfica 66. Registros de la DBO<sub>5</sub> en la ciénaga de Mesolandia en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

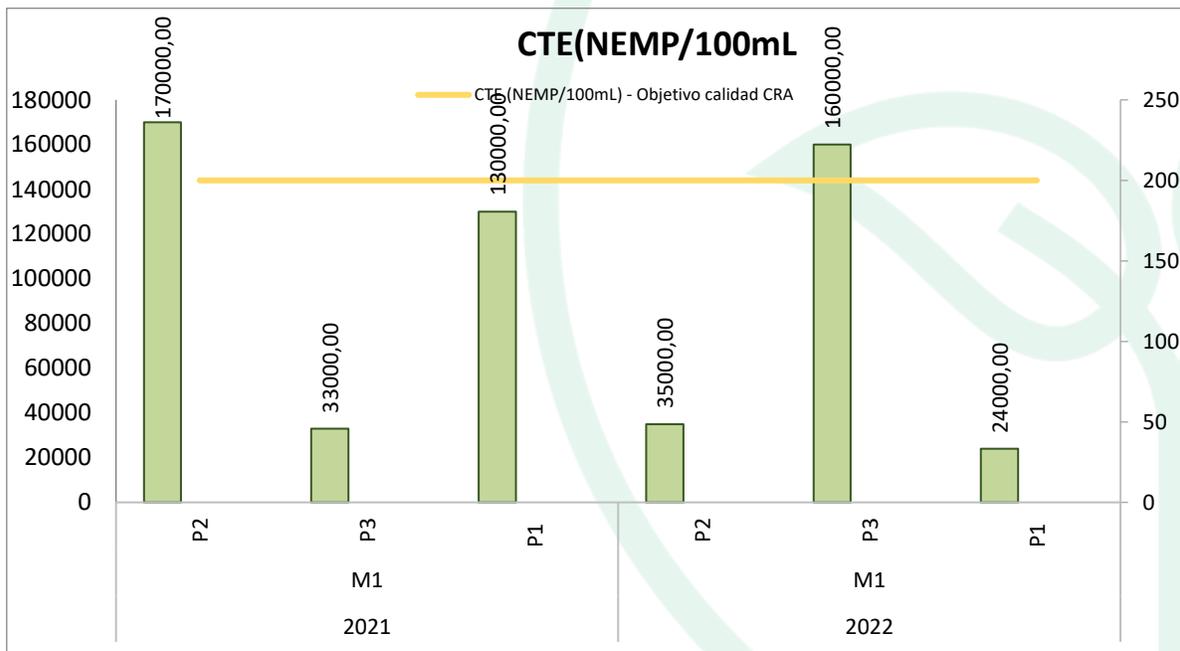


**Gráfica 67. Registros de SST en el Río Magdalena en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



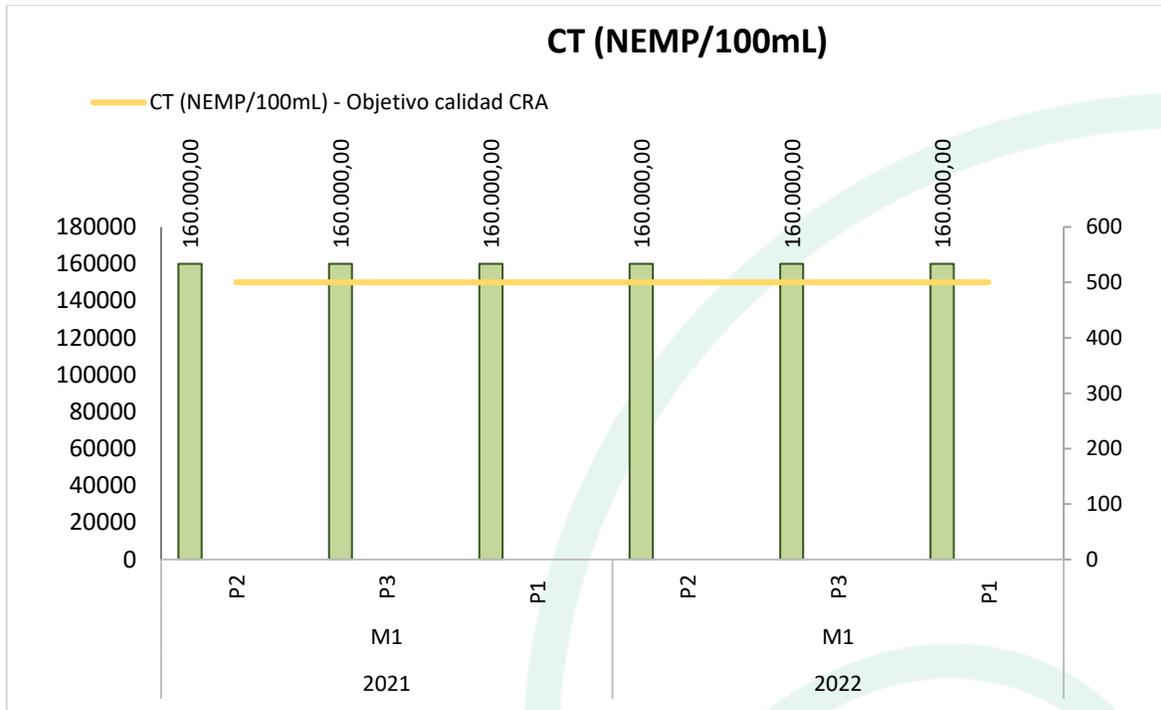
Los registros microbiológicos reportaron una concentración de Coliformes Termotolerantes (CTE) de 24000,00, 35000,00 y 160000,00 NMP/100 mL en los puntos denominados Río Magdalena P1, Río Magdalena P2 y Río Magdalena P3, respectivamente. Mientras que, para los Coliformes Totales (CT) se presentó en todos los puntos monitoreados una concentración de 160000 NMP/100 mL (**Gráfica 68** y **Gráfica 69**). De esta manera, se observa que los resultados reportados presentan desviación de acuerdo con el objetivo de calidad para el periodo 2022-2011-2020 establecido por la CRA para coliformes termotolerantes (<2000 NMP CTE/100 mL) y coliformes totales (<5000 NMP CT/100 mL). Estos resultados pueden 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 68. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) 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., 2022.*





**Gráfica 69. Registros de coliformes Totales (CT) 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., 2022.*



## 5.2 Cuenca Litoral

### 5.2.1 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 couverts* (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



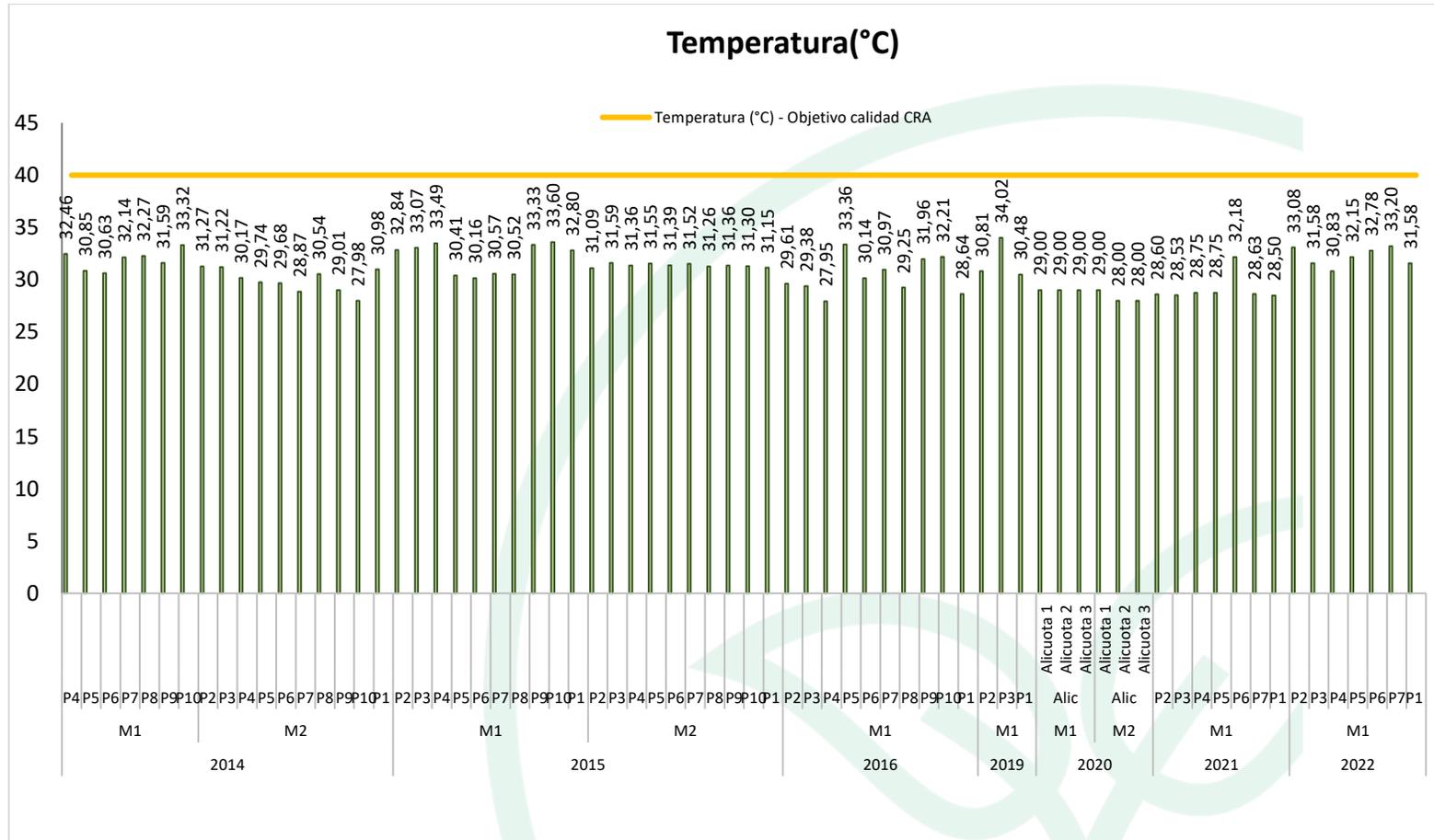
particular el barrio La Playa, que aportan grandes cantidades de material orgánico y bacterias fecales; la carga de sedimentos y contaminantes que llegan desde el río Magdalena a través de los *box couverts*; y por último pero no menos importante, el aprovechamiento inadecuado de los recursos naturales (Lima *et al*, 2008).

La temperatura del agua en la Ciénaga de Mallorquín presentó valores entre 28,5 y 33,2°C en los diferentes puntos monitoreados (**Gráfica 70**); valores que cumplen con el objetivo de calidad estipulado por la CRA para el periodo 2011-2020 en la Resolución 258 de 2011, para las cuencas y tramos ordenados en Clase I, cuyo potencial uso es la preservación de flora y fauna (<40°C).

El pH reportado en la Ciénaga de Mallorquín durante la última campaña de muestreo ejecutada en el septiembre y octubre de 2021 presentó valores entre un rango de 7,3 a 9,0 UpH; mientras que, en el año anterior (2021) se presentaron variaciones entre 7,10 a 8,00 UpH. Cabe resaltar que, los resultados reportados en los monitoreos de los otros años (2018 y 2017) presentaron valores más altos, con pH's alcalinos, los cuales en su mayoría cumplieron con los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 258 de 2011, para la preservación de flora y fauna (límite de control de 7,0 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 (**Gráfica 71**).

Los resultados del oxígeno disuelto se presentaron entre un rango de 3,2 y 4,8 mg/L (**Gráfica 72**). Estos resultados no cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 258 de 2011 (>3 mg/L) y ni con el criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 de 2015, a excepción de los puntos P1, P4, P5, P7, que obtuvieron valores superiores a 4,0 mg/L. 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 tan solo el año 2021 y los puntos P2 y P6 de 2022 no cumplieron con los criterios de calidad establecidos en las dos normas, en comparación con los resultados reportados en años anteriores (2020, 2018 y 2017) lo que indica que este parámetro es limitante para la vida acuática en esta ciénaga.

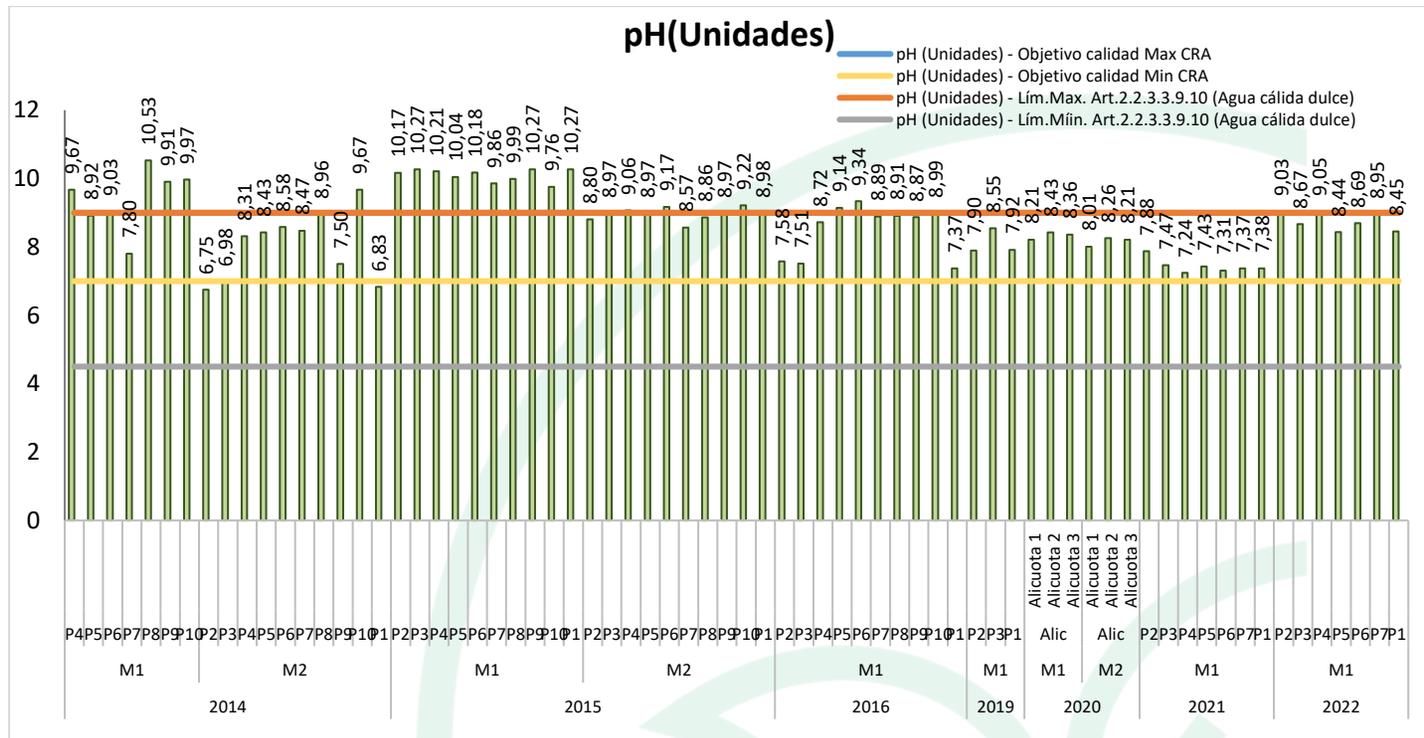




**Gráfica 70. Registros de la Temperatura (°C) en la Ciénaga de Mallorquín en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

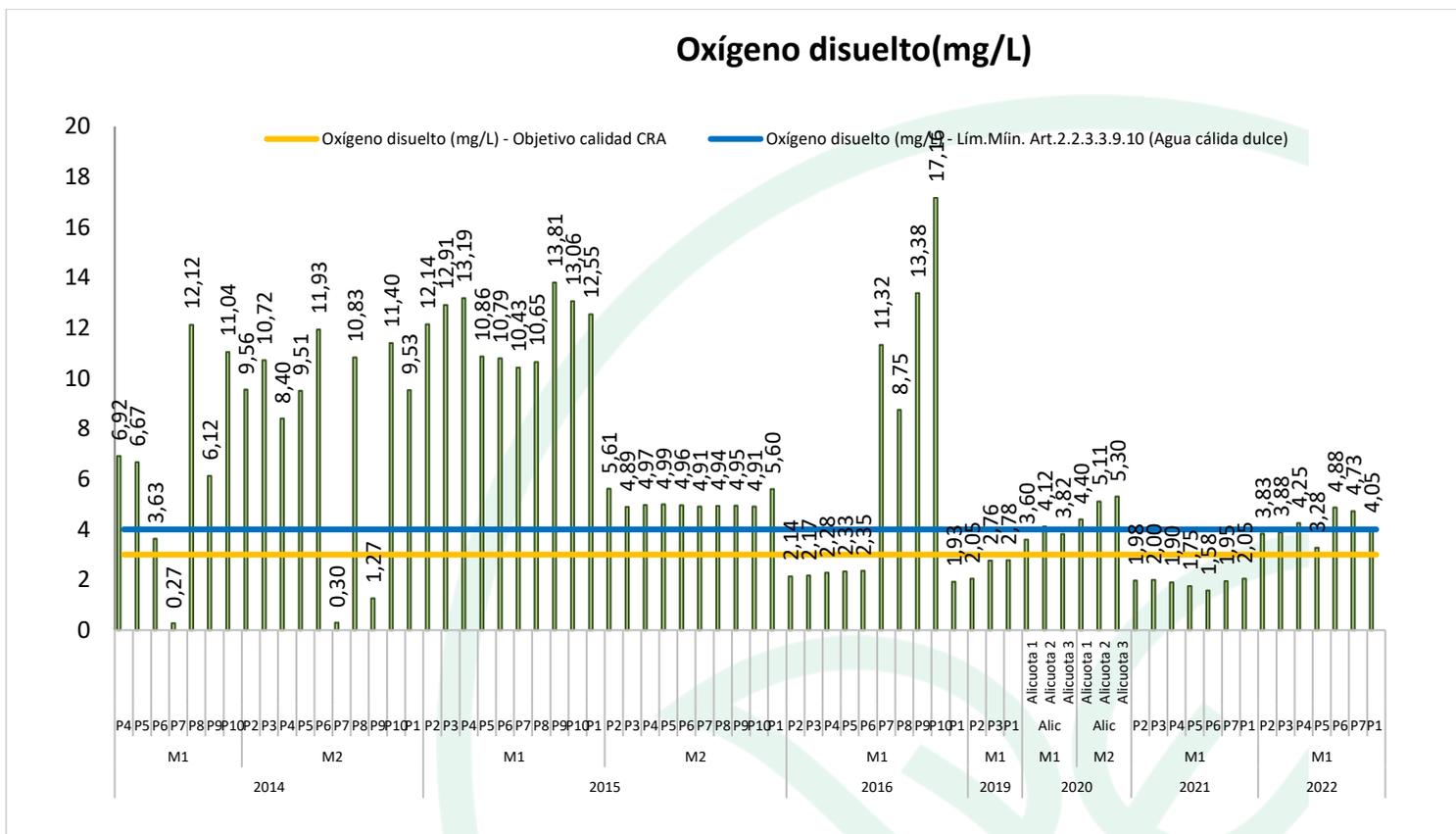




**Gráfica 71. Registros del pH (Unidades) en la Ciénaga de Mallorquín en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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





**Gráfica 72. Registros del oxígeno disuelto (mg/L) en la Ciénaga de Mallorquín en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022



Por otro lado, la conductividad presentó entre un rango de 25,68 a 36,38  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (**Gráfica 73**), estos resultados demuestran que el agua analizada presenta un grado diverso de mineralización, que varía de débil a medio, de acuerdo con la **Tabla 16**. 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 73. Registros de la conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en la Ciénaga de Mallorquín en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

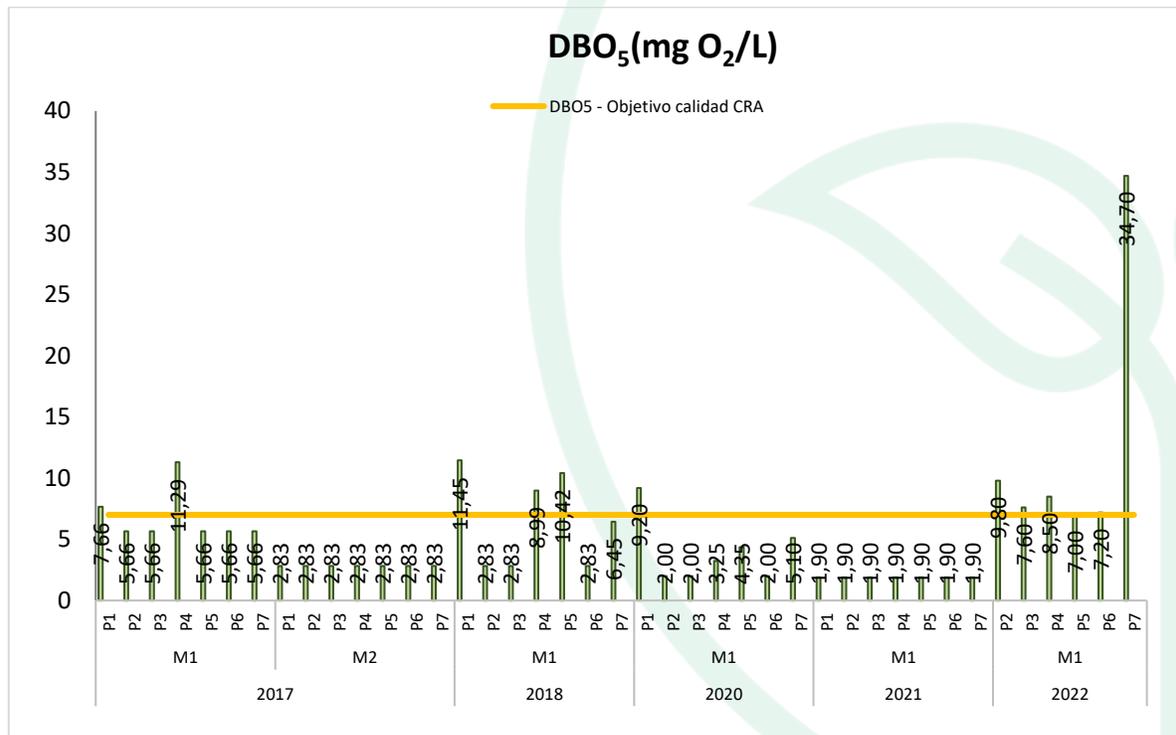
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.*

La  $\text{DBO}_5$  presentó un comportamiento heterogéneo en los puntos de muestreo con valores en un rango de 7,0  $\text{mg O}_2/\text{L}$  a 34,70  $\text{mg O}_2/\text{L}$ ; mientras que la DQO registró un rango de 19,0  $\text{mg O}_2/\text{L}$  a 93,0  $\text{mg O}_2/\text{L}$  (**Gráfica 74, Gráfica 75**); observándose que las muestras analizadas presentan una desviación para el límite de control para la  $\text{DBO}_5$  ( $<7 \text{ mg/L}$ ) indicado como objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 de la Resolución 258 de 2011 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<sub>5</sub> es mayor a 5 mg O<sub>2</sub>/L, se establece que las muestras analizadas no presentan un grado de contaminación de acuerdo con su contenido orgánico.

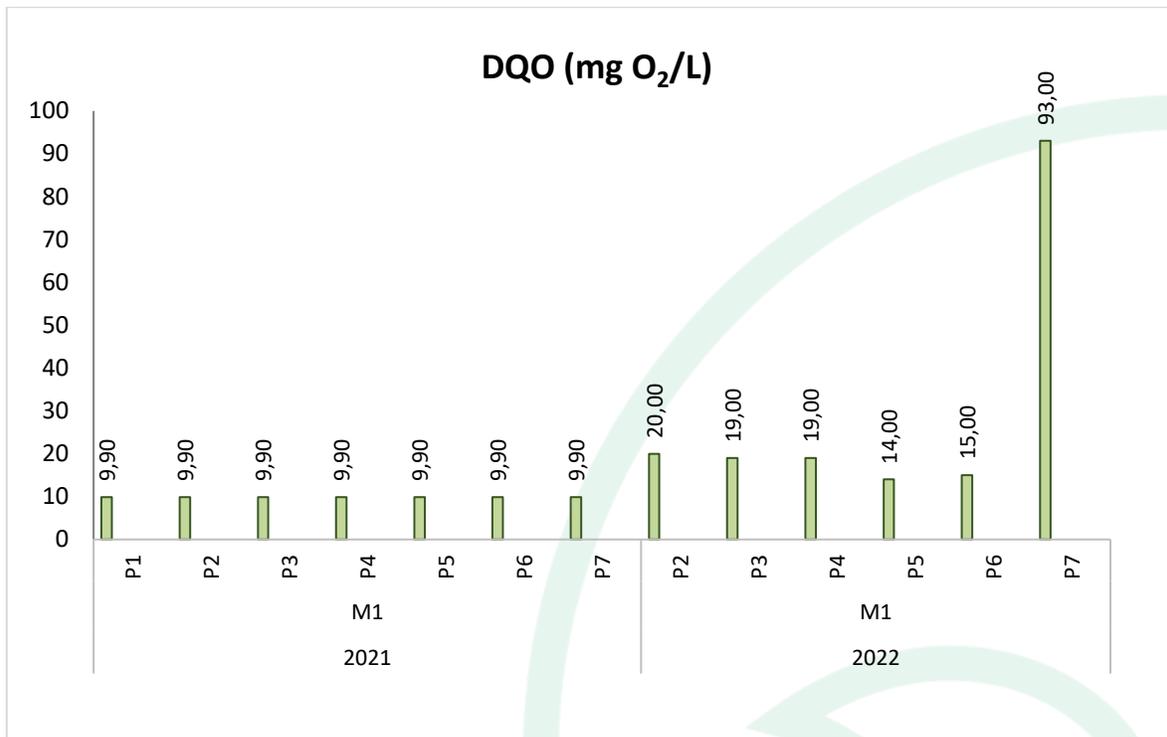
En general, esta ciénaga en años anteriores mostró concentraciones variables; por ejemplo, en el año 2020 los menores valores se presentaron en P2, P3 y P6 con valores por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio, siendo esta de < 2,0 mg O<sub>2</sub>/L en cada uno y el mayor en P1 con valor de 11,8 mg O<sub>2</sub>/L y 6,6 mg O<sub>2</sub>/L en P7. Únicamente el registrado en P1 incumple el límite de control (<7 mg O<sub>2</sub>/L) estipulado como objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 de la Resolución 258 de 2011 de la CRA. Al igual que la DBO<sub>5</sub>, la DQO presentó sus menores valores en P2, P3 y P6 y el mayor en P1 con un promedio de 37 mg O<sub>2</sub>/L.



**Gráfica 74. Registros de la DBO<sub>5</sub> (mg O<sub>2</sub>/L) en la Ciénaga de Mallorquín en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



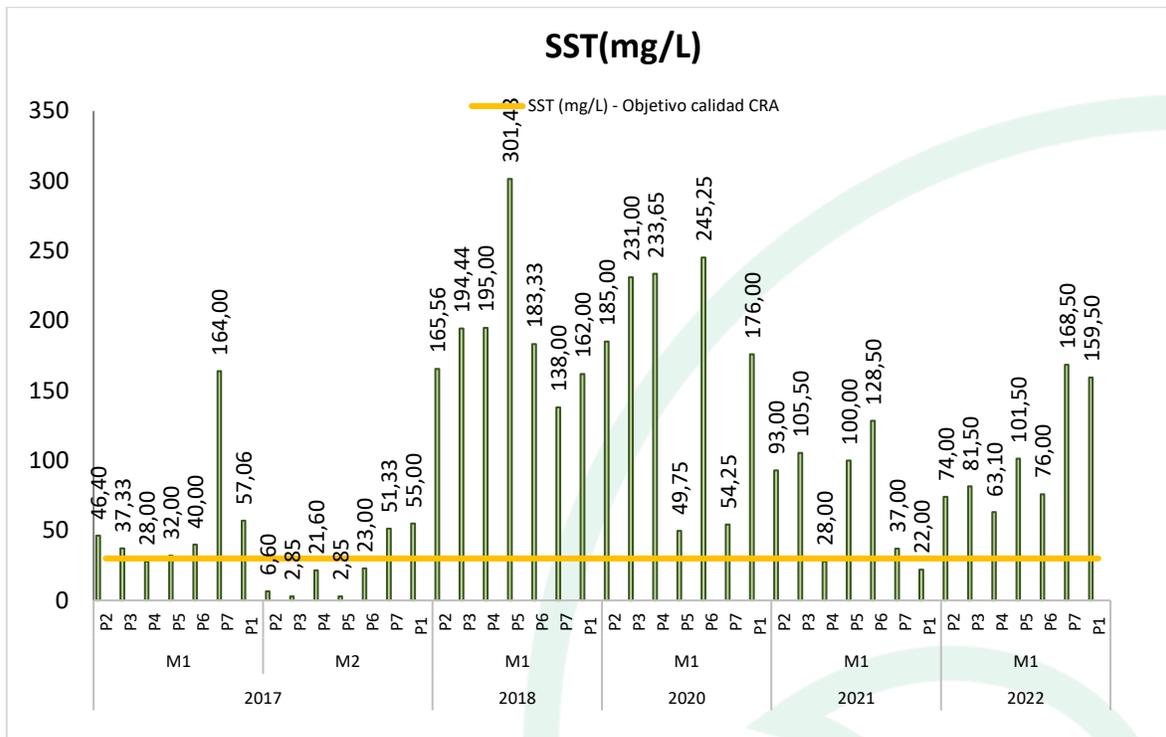


**Gráfica 75. Registros de la DQO (mg O<sub>2</sub>/L) en la Ciénaga de Mallorquín en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Por su parte, los SST presentaron valores entre un rango de 63,1 a 159,5 mg/L (**Gráfica 76**); observando que los siete (7) puntos monitoreados presentan desviación de acuerdo con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<30 mg/L). Por ende, se establece que las muestras analizadas 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 (2021, 2020, 2018 y 2017), que generalmente superan el límite establecido por la norma; por ende, se determina que el cuerpo de agua en estudio presenta gran cantidad de sólidos en suspensión, lo cual se relaciona directamente con el comportamiento obtenido por la conductividad eléctrica.





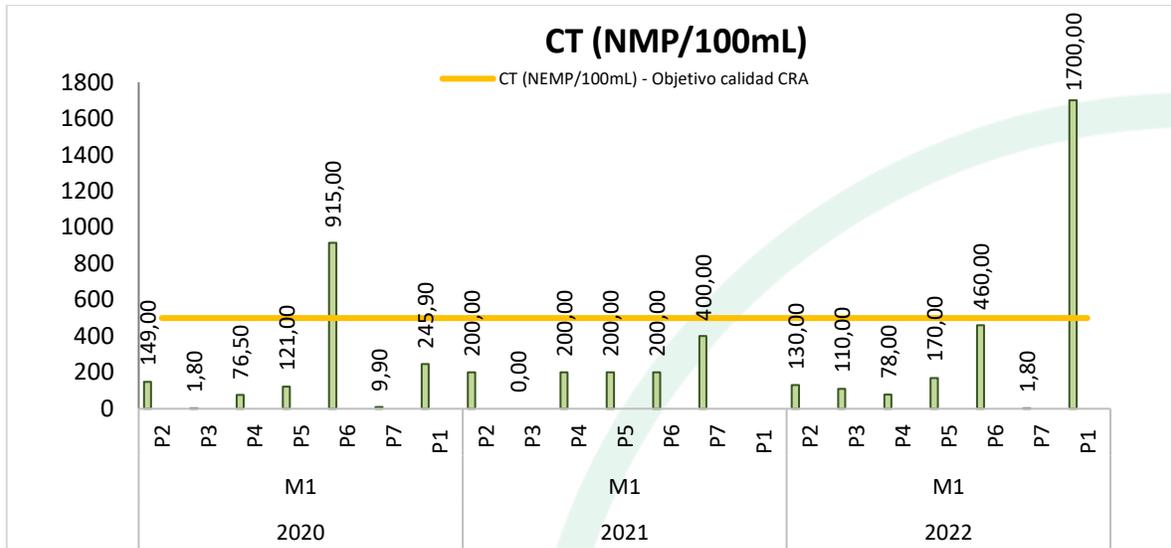
**Gráfica 76. Registros de SST (mg/L) en la Ciénaga de Mallorquín en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Los coliformes totales (CT) presentaron concentraciones que variaron entre un rango de 1,8 a 1700,0 NMP/100 mL; mientras que, los Coliformes termotolerantes (CTE) registraron resultados entre un rango de 200,0 a 400,0 NMP/100 mL; el punto P3 registró concentraciones por debajo del límite de cuantificación (**Gráfica 77, Gráfica 78**). De esta manera, se establece que la mayoría de las concentraciones de CT cumplen con los objetivos de calidad para el periodo 2011-2020 estipulados por la CRA (<5000 NMP/100 mL para CT); a excepción del resultado en P1, donde se obtuvieron concentraciones de 1700,0 NMP/100 mL. En cuanto a los coliformes termotolerantes solo P1 presentó desviación con respecto al objetivo de calidad (<2000 NMP/100 mL).

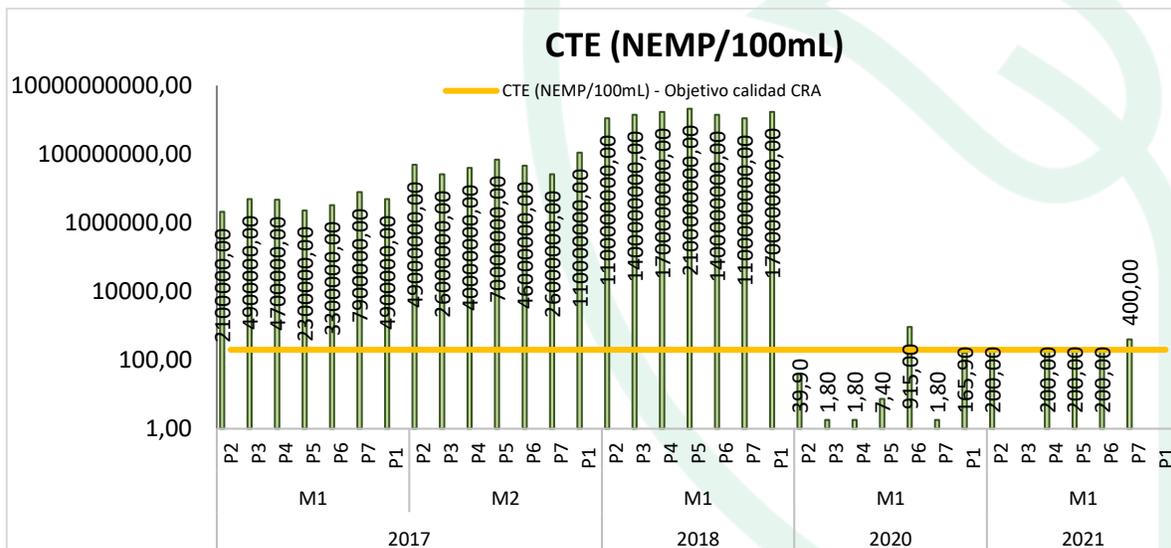
En el histórico de datos se puede observar que los CTE y CT obtenidos durante el monitoreo ejecutados en el año 2021 y 2020, refleja una disminución considerable de las concentraciones en comparación con los resultados de los años 2018 y 2017, donde todos los puntos sobrepasaron los límites establecidos en la normativa.





**Gráfica 77. Registros de Coliformes Totales (CT) en la Ciénaga de Mallorquín en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022



**Gráfica 78. Registros de Coliformes Termotolerantes (CTE) en la Ciénaga de Mallorquín en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022

### 5.2.2 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



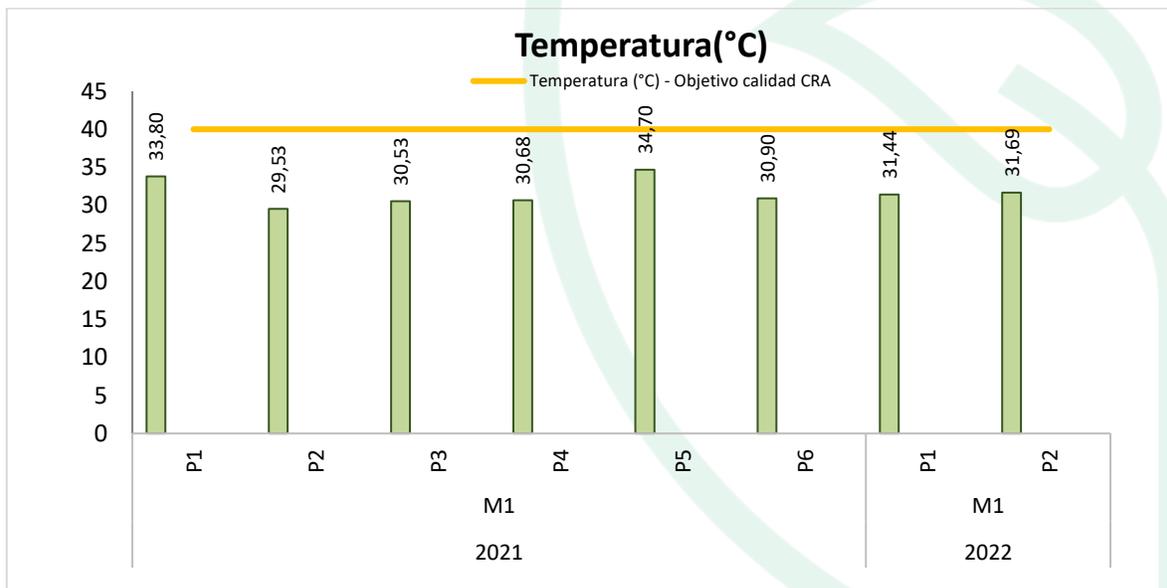
la ciénaga de Mallorquín, en la parte baja del Arroyo León. Cuenta con una subcuenca que aporta caudales de escorrentía superficial, y se encuentra conectada con el cauce del Arroyo León, que aporta considerablemente en temporadas de alto nivel y caudal. Aledaña a esta ciénaga se encuentra una unidad 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 Manatías. 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 físico-química, 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 31,44 y 31,69 °C en los diferentes puntos monitoreados (**Gráfica 79**); valores que cumplen con el objetivo de calidad estipulado por la CRA para el periodo 2011-2020 en la Resolución 258 de 2011, para las cuencas y tramos ordenados en Clase I, cuyo potencial uso es la preservación de flora y fauna (<40°C). 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.

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 7,94 a 8,36 UpH, es decir, que hubo los resultados obtenidos presentan características neutras y alcalinas. El anterior comportamiento se relaciona con los resultados reportados en el año anterior (2020), donde el pH en la ciénaga varió entre 8,81 y 8,83 UpH. El menor valor de pH estaría relacionado con la entrada de aguas tratadas del arroyo León, su principal afluente. Cabe resaltar que, los resultados reportados en todos los monitoreos realizados hasta el momento (2022, 2021, 2020, 2018 y 2017) presentan cumplimiento con los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 258 de 2011, para la preservación de flora y fauna (límite de control de 7,0 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 (**Gráfica 80**).



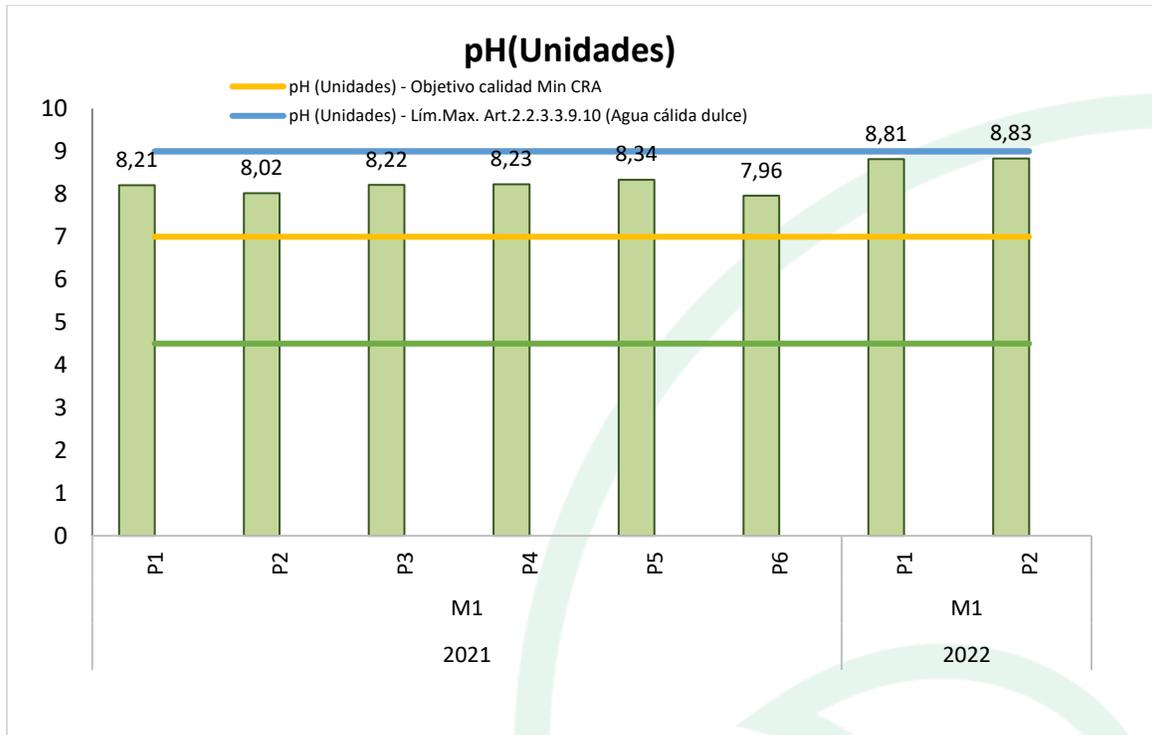
Los resultados del oxígeno disuelto se presentaron entre un rango de 5,20 a 5,35 mg/L (**Gráfica 81**), resaltando el cumplimiento de la mayoría de los puntos monitoreados con relación al objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 258 de 2011 (>3 mg/L) y con el criterio de calidad para 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 realizados anteriormente, en el 2020 se presentaron variaciones entre puntos de monitoreo inferiores a 1 mg/L, registrando su valor más alto en P3 con 5,61 mg/L y el menor en P5 con 3,96 mg/L, cumpliendo de este modo con lo establecido en la normativa. Por su parte, para el 2018 y 2017, se observa que la mayoría de los puntos presentaron una concentración óptima de oxígeno disuelto. Por otro lado, la conductividad presentó entre un rango de 458,63 a 489,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (**Gráfica 82**), estos resultados demuestran que el agua analizada presenta una mineralización excesiva. Lo anterior indica que el agua en esta ciénaga presenta una alta concentración de sólidos, iones y sales disueltas.



**Gráfica 79. Registros de la temperatura en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

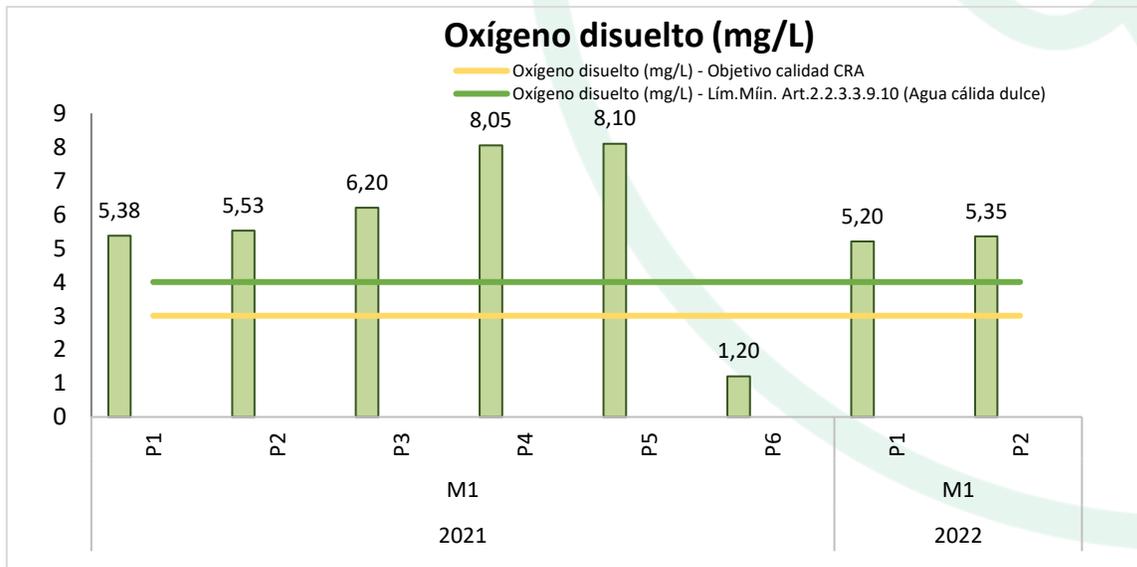
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.





**Gráfica 80. Registros del pH en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



**Gráfica 81. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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





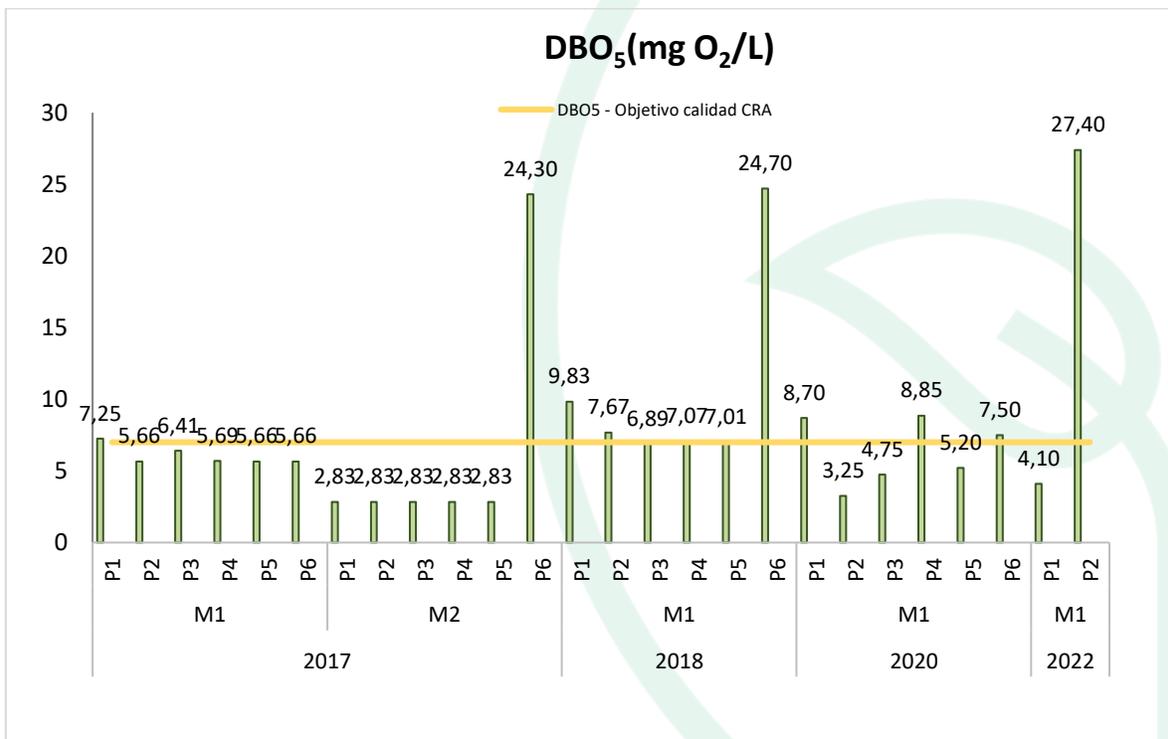
**Gráfica 82. Registros de la conductividad en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

La DBO<sub>5</sub> y la DQO presentaron un comportamiento variable en los puntos de muestreo con valores de 4,10 - 27,40 mg O<sub>2</sub>/L para la DBO<sub>5</sub> y de <10- 77,00 mg O<sub>2</sub>/L para la DQO (**Gráfica 83 y Gráfica 84**); observándose que todas las muestras analizadas cumplen con el límite de control para la DBO<sub>5</sub> exceptuando los indicados para el P2 (<7 mg O<sub>2</sub>/L), como objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 de la Resolución 258 de 2011 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 las ciénagas se consideran contaminados cuando el DBO<sub>5</sub> es mayor a 5 mg O<sub>2</sub>/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 un comportamiento relativamente estable, ya que la mayoría de las concentraciones reportadas se presentaron inferiores al límite normativo de <7 mg O<sub>2</sub>/L, ya que en el año 2022 se registraron valores entre 2,0 y 11,7 mg/L, los puntos P1 y P4 registraron valores superiores a 8 mg/L y en el punto ubicado en el arroyo León (P6) se obtuvo un resultado de 7,5 mg/L; mientras que en el año 2018 las concentraciones más altas se reportaron en el punto 1, 2 y 6; y en el año 2017 en el punto 6. Por su parte, los SST presentaron valores de 32,00 y 39,50mg/L en P1 y P2 (**Gráfica 85**);



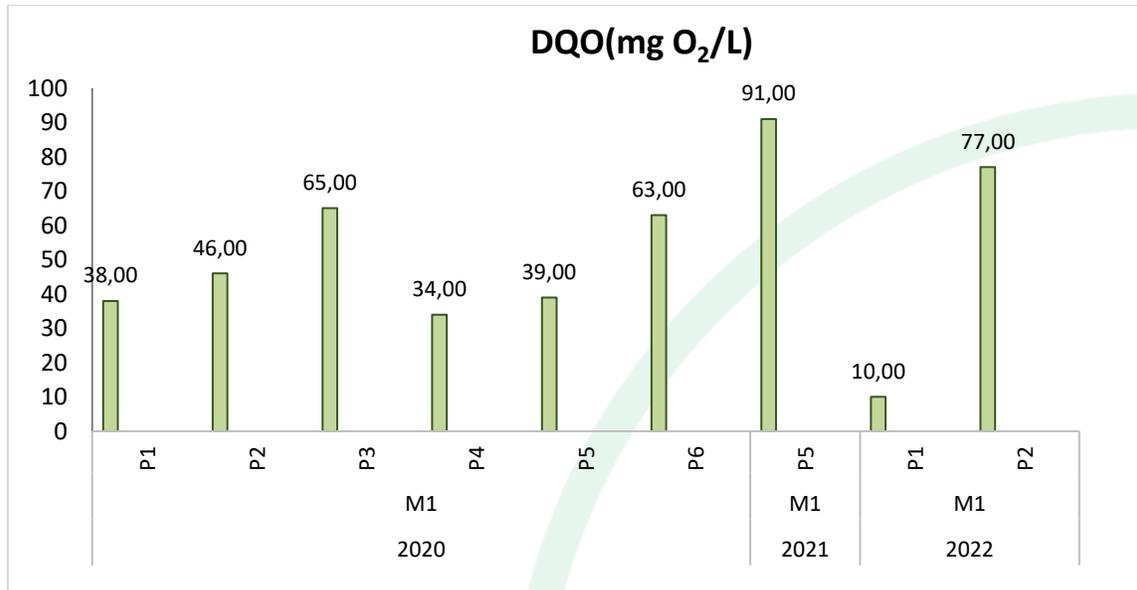
observando que los puntos moniteados no cumplieron con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<30 mg/L), a diferencia del punto 6 donde se obtuvo el resultado más alto. Por ende, se establece que las muestras analizadas presentan un contenido normal de sólidos, iones y sustancias disueltas. Cabe resaltar que, este año (2021) se presentó una disminución en las concentraciones con respecto al año anterior (2020), ya que todos los valores registrados superaron el objetivo de calidad estipulado en la normativa; mientras que, en el año 2018 y 2017 la mayoría de los puntos moniteados cumplieron con el objetivo de calidad; por ende, se determina que el cuerpo de agua en estudio presenta una cantidad moderada de sólidos en suspensión.



**Gráfica 83. Registros de la DBO<sub>5</sub> en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

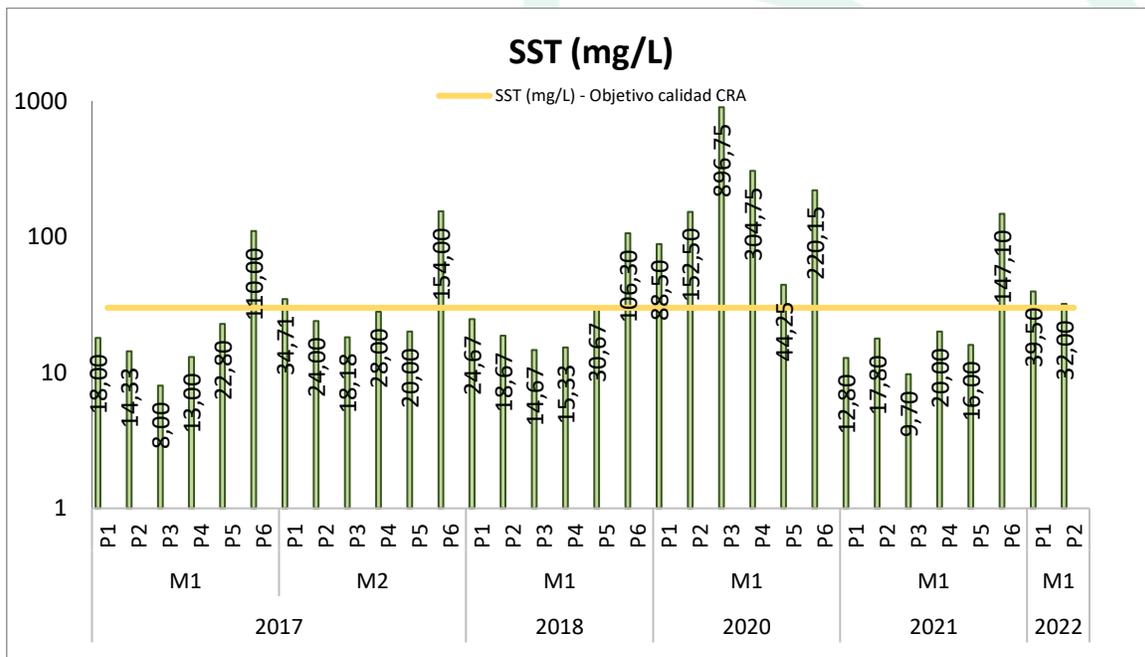
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.*





**Gráfica 84. Registros de la DQO en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

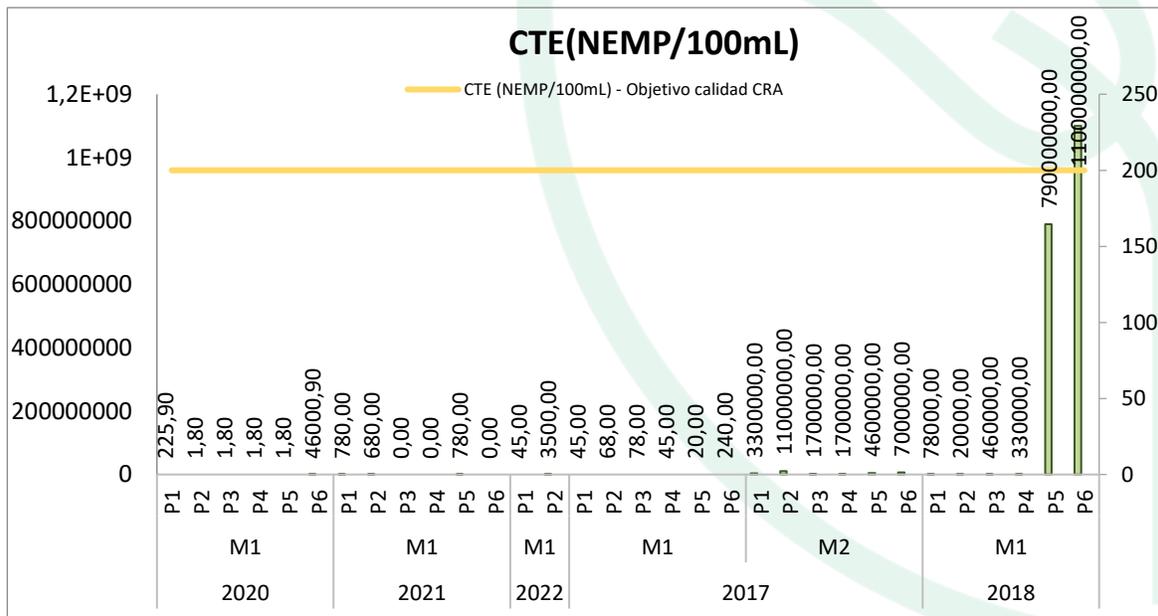


**Gráfica 85. Registros de SST en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



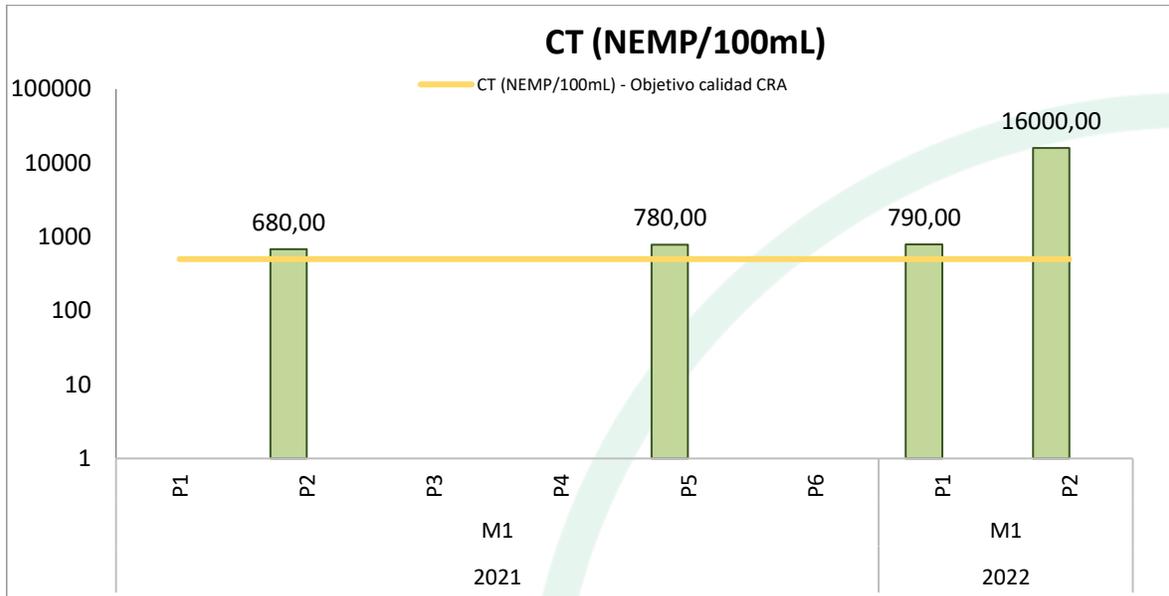
Los Coliformes Termotolerantes (CTE) presentaron concentraciones que variaron entre 45,00 a 3500,00 NMP/100 mL en P1 y P2; mientras que, los Coliformes Totales (CT) registraron resultados entre un rango de 790,00 a 160000 NMP/100 mL (**Gráfica 86** y **Gráfica 87**). De esta manera se establece que la mayoría de las concentraciones de CTE y CT cumplen con los objetivos de calidad para el periodo 2011-2020 estipulados por la CRA (<2000 NMP/100 mL para CTE y <5000 NMP/100 mL para CT); a excepción del resultado en el P3 y P6 donde su obtuvieron concentraciones de 2300 NMP/100 mL y 13000 NMP/100 mL para CTE, y un resultado de 160000 NMP/100 MI en el P6 para CT. En el histórico de datos se puede observar que los CTE y CT obtenidos durante el monitoreo ejecutado en el año 2020 registraron concentraciones que cumplen con los objetivos de calidad, presentándose los valores más altos en P1 con 225,9 NMP/100 mL de CTE y 875 NMP/100 mL de CT, cercanos a la entrada del arroyo León, que arrastra consigo descargas domésticas; asimismo, el P2 registró una concentración cercana a la de P1, igual a 800 NMP/100 mL. Por su parte, los resultados de los años 2018 y 2017 (muestreo 2), sobrepasaron los límites establecidos en la normativa en todos los puntos monitoreados.



**Gráfica 86. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga El Rincón en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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





**Gráfica 87. 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., 2022*



### 5.2.3 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, Urbaterminal, 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, habitat 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 32,20 y 31,95°C en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 88**); valores que cumplen con el objetivo de calidad estipulado por la CRA para el periodo 2011-2020 en la Resolución 258 de 2011, para las cuencas y tramos ordenados en Clase I, cuyo potencial uso es la preservación de flora y fauna (<40°C).

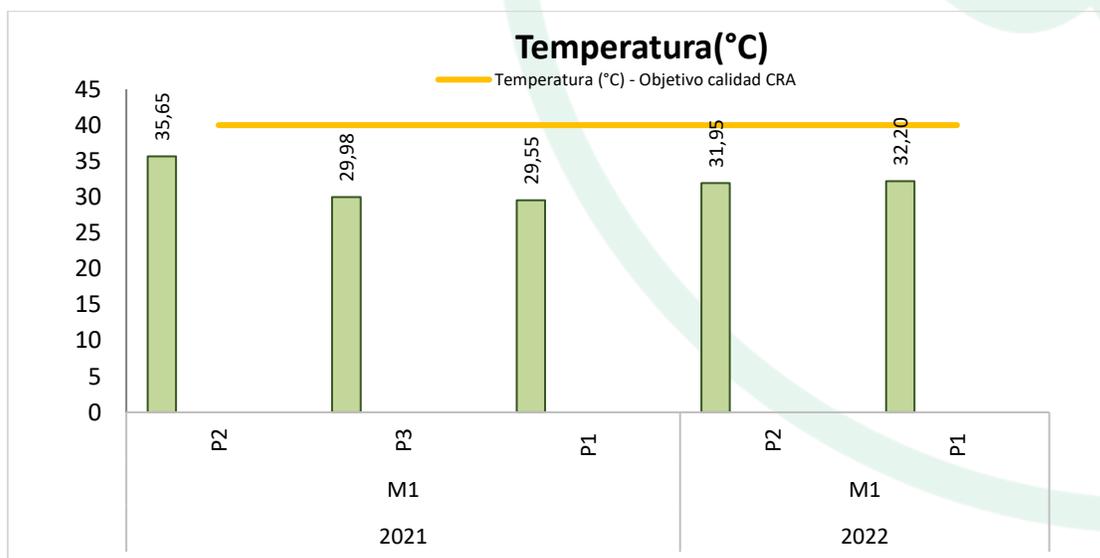
El pH reportado en la Ciénaga de Balboa durante la última campaña de muestreo ejecutada en el mes de octubre de 2022, presentó valores de 6,35 y 7,90 UpH, en los puntos 1 y 2, respectivamente; mientras que, en el año anterior (2021) se presentaron valores entre 8,26, 8,46 y 8,52 UpH. Al existir un mayor 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) cumplieron con los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 258 de 2011, para la preservación de



flora y fauna (límite de control de 7,0 a 9,0 UpH) e igualmente se cumple 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(Gráfica 89).

Para los resultados del oxígeno disuelto se registraron valores de 0,26 y 0,35 mg/L, en los puntos 1 y 2, respectivamente (Gráfica 90). Estos resultados no cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 258 de 2011 (>3 mg/L) ni 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 condición de hipoxia causando la desaparición de organismos y especies sensibles. En comparación con monitoreos realizados anteriormente, en 2021, 2020, 2018 y 2017, se presentaron concentraciones medias similares, con valores que cumplen con los límites mencionados anteriormente; a excepción del resultado obtenido en el año 2017 para el punto 3.

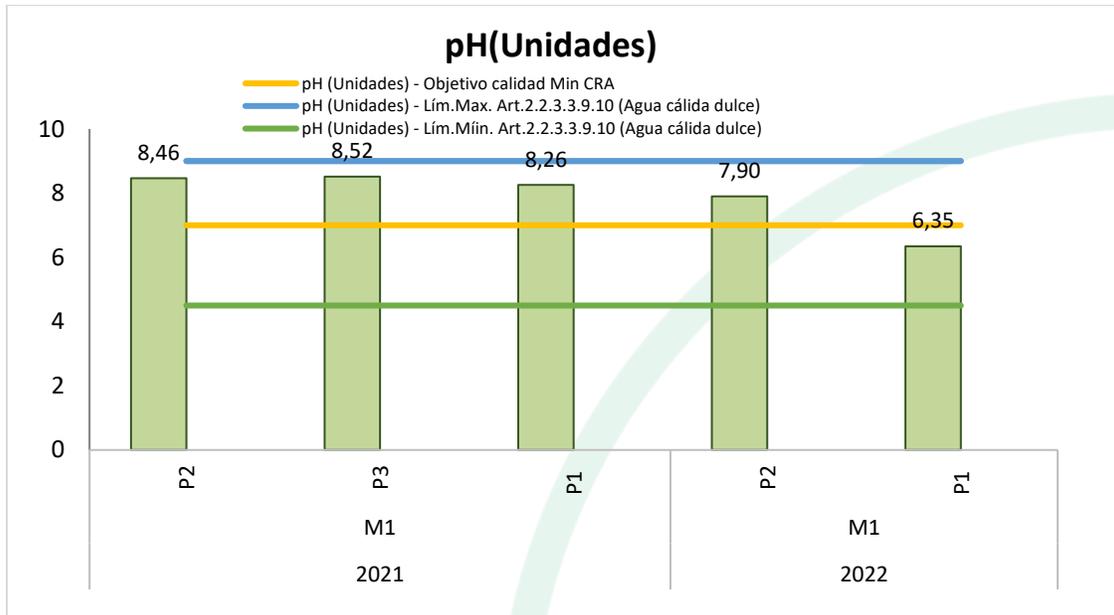
Por otro lado, la conductividad presentó valores de 29,04 y 14,60  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en los puntos 1 y 2, respectivamente (Gráfica 91). Determinando de este modo que las muestras analizadas presentan una mineralización muy debil, ya que se obtuvieron valores menores a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Lo anterior indica que el agua en esta ciénaga presenta una baja concentración de sólidos, iones y sales disueltas.



**Gráfica 88. Registros de la temperatura en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

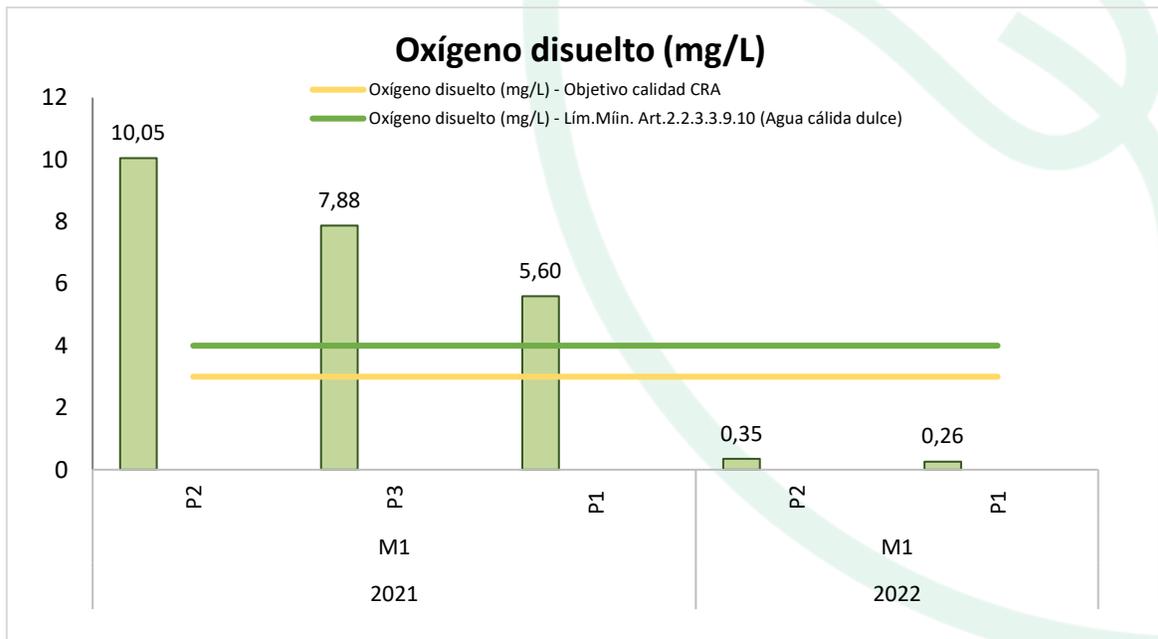
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.





**Gráfica 89. Registros del pH 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., 2022.*



**Gráfica 90. Registros del oxígeno disuelto 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., 2022.*





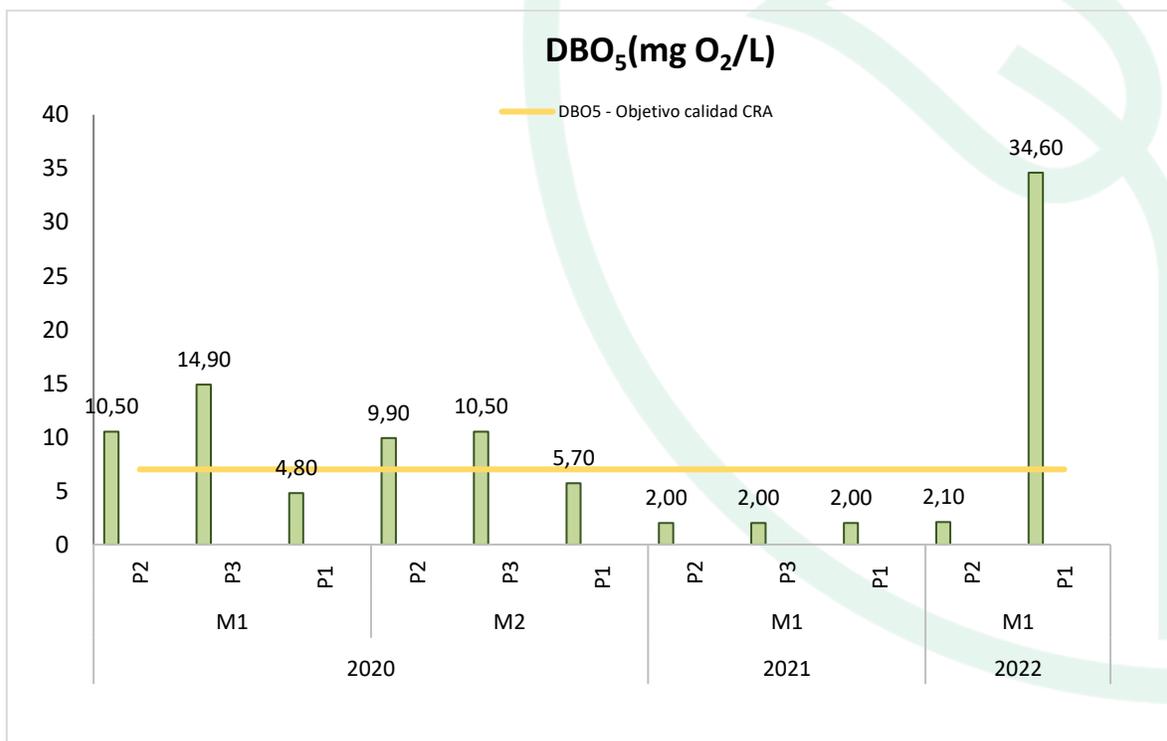
**Gráfica 91. Registros de la conductividad en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

La DBO<sub>5</sub> y la DQO presentaron un comportamiento bastante diferentes en los puntos de muestreo con valores de 34,60 mg O<sub>2</sub>/L para la DBO<sub>5</sub> y de < 10 mg O<sub>2</sub>/L para la DQO en el punto 1 y de 2,10 mg O<sub>2</sub>/L para la DBO<sub>5</sub> y de < 10 mg O<sub>2</sub>/L para la DQO en el punto 2 (**Gráfica 92**); observándose que los puntos de la ciénaga cumplen con el límite de control para la DBO<sub>5</sub> (<7 mg/L) indicado como objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 de la Resolución 258 de 2011 de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en Clase I, con potencial uso de preservación de flora y fauna. Por ende, se establece que las muestras analizadas presentan un bajo contenido de materia orgánica. En general, esta ciénaga en años anteriores mostró concentraciones constantes en los diferentes puntos de monitoreo, registrando para la DBO<sub>5</sub> durante el año 2020 concentraciones promedio de 5,25 mg O<sub>2</sub>/L en P1, 10,20 mg O<sub>2</sub>/L en P2 y 12,70 mg O<sub>2</sub>/L en P3, cumpliendo solo en P1 el límite de control (<7 mg O<sub>2</sub>/L). Con respecto a los monitoreos realizados en los otros años (2018 y 2017) los valores reportados en la mayoría de los puntos cumplieron con el límite establecido en la normativa, a diferencia de las concentraciones obtenidas en el punto 1 y 2, durante el segundo muestreo del año 2017. Por su parte, la DQO presentó su menor valor (promedio durante los días de monitoreo) en P1 con 36 mg O<sub>2</sub>/L y valores más altos en P2 con 42,5 mg O<sub>2</sub>/L y P3 con 64 mg O<sub>2</sub>/L, durante el monitoreo realizado en el año 2020, Para el monitoreo actual los valores estuvieron por debajo



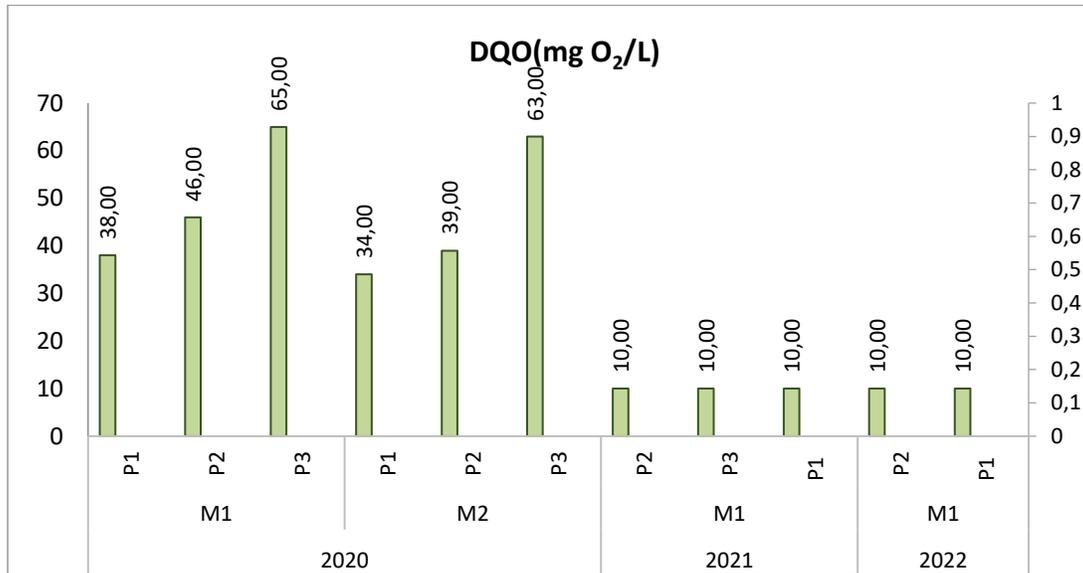
por debajo del límite de cuantificación de la técnica analítica empleada por el laboratorio al igual que para el año 2021 el cual presento valores de <2,0 mg O<sub>2</sub>/L para DBO<sub>5</sub> y de <10 mg O<sub>2</sub>/L para DQO. Por su parte, los SST presentaron valores de 42,00 y 41,50 mg/L en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 94**); observando que los dos puntos presentan desviación de acuerdo con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<30 mg/L). Por ende, se establece que las muestras tomadas presentan una alta concentración sólidos, iones y sustancias disueltas, lo cual se puede relacionar con los valores reportados para la conductividad eléctrica. De acuerdo con el comportamiento anterior, durante el monitoreo ejecutado en el año 2020 los valores promedio durante los días de monitoreo registrados fueron 340,25 mg/L en P1, 441,25 mg/L en P2 y 340,40 mg/L en P3, superando también el valor propuesto como objetivo de calidad para la cuenca por la CRA. El mismo patrón también se obtuvo en los monitoreos realizados durante el año 2018 y 2017. 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 92. Registros de la DBO<sub>5</sub> en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

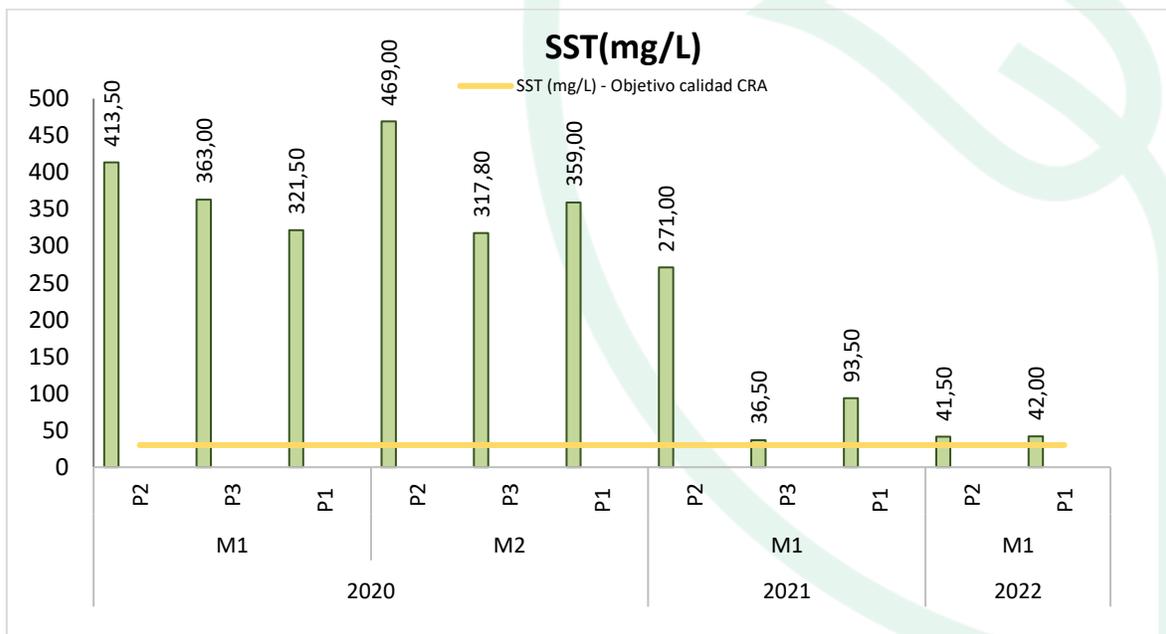
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.*





**Gráfica 93. Registros de la DQO 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., 2022.

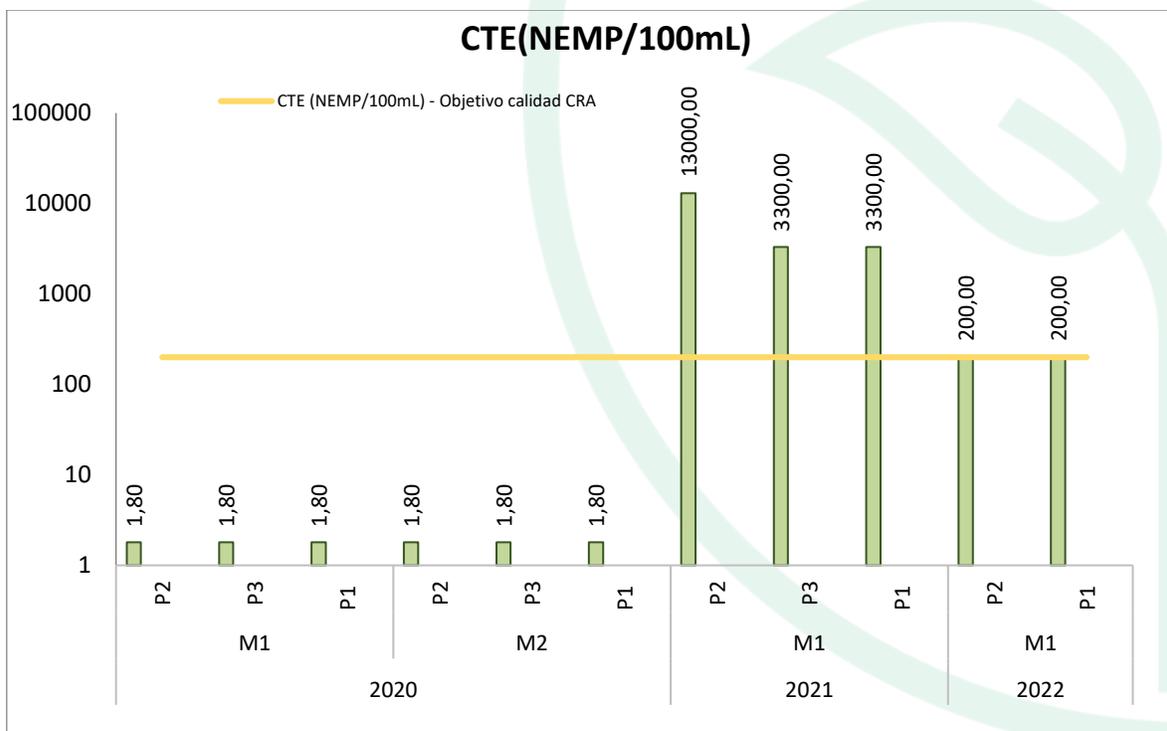


**Gráfica 94. Registros de SST en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



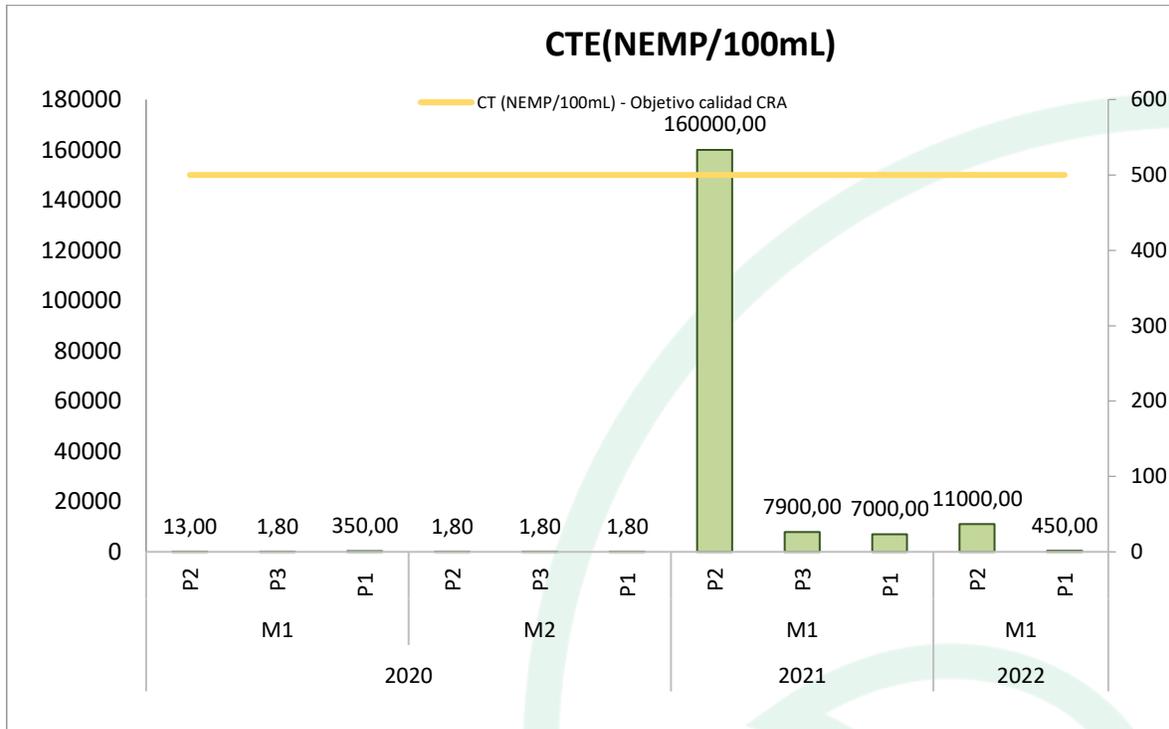
Los Coliformes Termotolerantes (CTE) presentaron concentraciones de 200,00 y 200,00 NMP/100 mL; mientras que, los Coliformes Totales (CT) registraron valores de 450,00 y 11000,00 NMP/100 mL en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 95** y **Gráfica 96**). Estas concentraciones de CTE no cumplen con el objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 establecido por la CRA (<2000 NMP/100 mL), ni con los CT sobrepasando el máximo establecido por la CRA (<5000 NMP/100 mL). Es importante mencionar que para este histórico de datos los CTE y CT durante el año 2020, registraron concentraciones muy bajas en todos los puntos de monitoreo (<1,8 NMP/100 mL), cumpliendo con los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 258 de 2011, al igual que los resultados obtenidos en el primer monitoreo llevado a cabo en el año 2017. Sin embargo, con relación a los CTE en el año 2018, se presentaron las concentraciones más altas registradas hasta el momento, presentando desviación de acuerdo con el límite estipulado en la normativa; al igual que los valores reportados en el segundo monitoreo realizado en el año 2017.



**Gráfica 95. 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., 2022.*





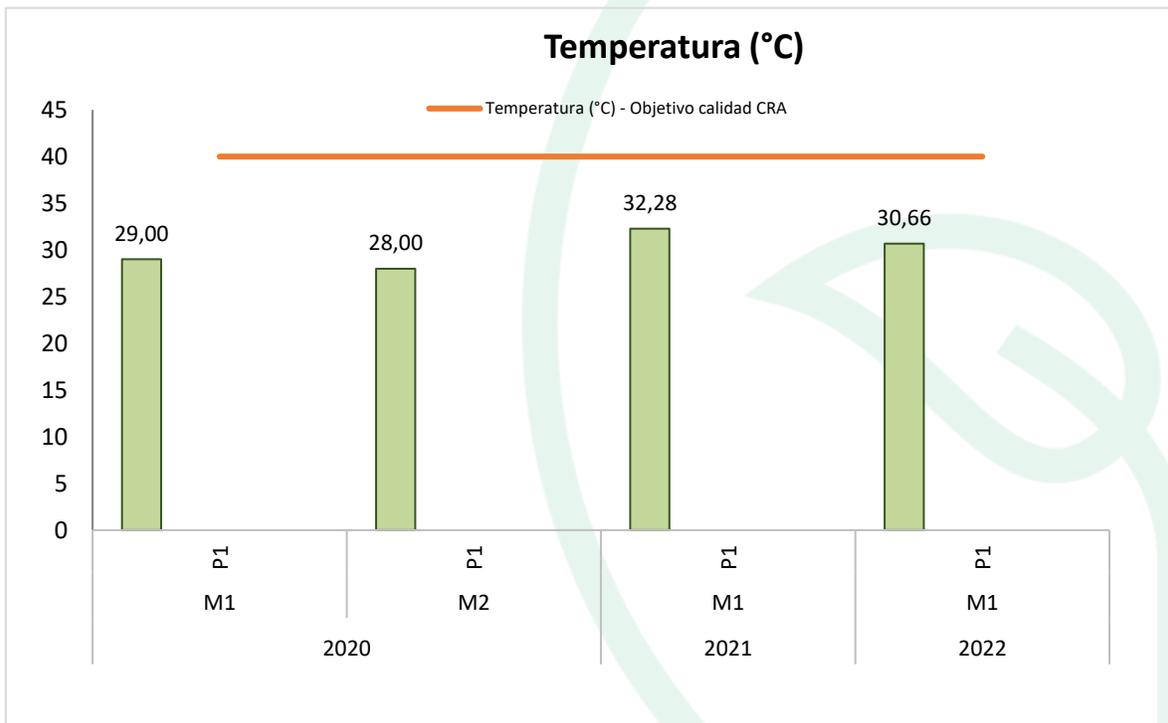
**Gráfica 96. Registros de coliformes Totales (CT) en la Ciénaga de Balboa en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad**

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



### 5.2.3 Ciénaga de Manatí

La temperatura del agua en la Ciénaga Los Manatíes presentó un valor promedio de 30,6°C en el punto monitoreado (**Gráfica 97**); el cual cumple con el objetivo de calidad estipulado por la CRA para el periodo 2011-2020 en la Resolución 258 de 2011, para las cuencas y tramos ordenados en Clase I, cuyo potencial uso es la preservación de flora y fauna (<40°C). Además, los datos históricos de temperatura obtenidos en el año 2020 también reportaron resultados inferiores al límite normativo en cada una de las alícuotas en los dos muestreos realizados.



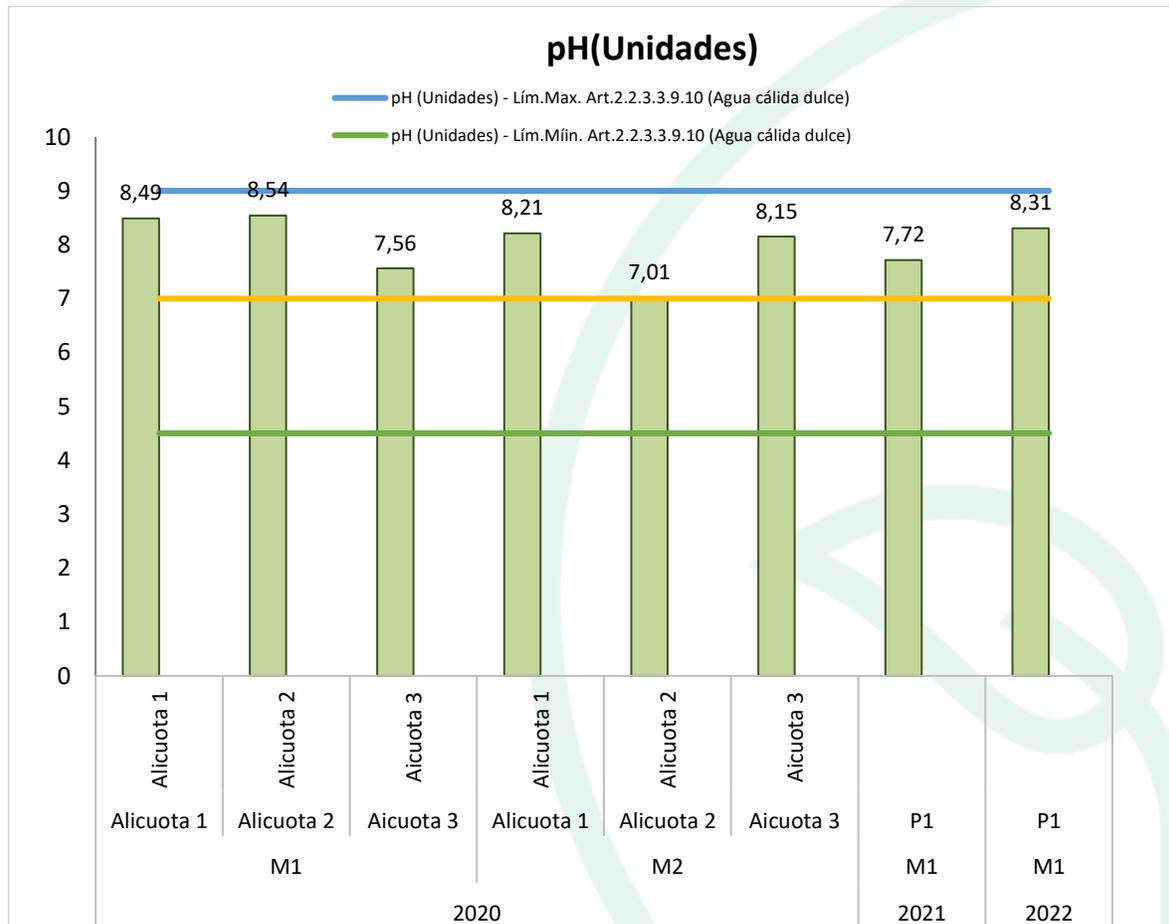
**Gráfica 97. Registros de la Temperatura (°C) en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

El pH reportado en la Ciénaga Los Manatíes durante la última campaña de muestreo ejecutada en el mes de septiembre-octubre de 2022 presentó un valor promedio de 8,31 UpH, correspondiente a un pH alcalino. El anterior comportamiento se relaciona con los resultados reportados en el año anterior (2021), donde se obtuvieron valores en su mayoría alcalinos. De esta manera, se establece el cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 258 de 2011, para



la preservación de flora y fauna (límite de control de 7,0 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 (Gráfica 98).



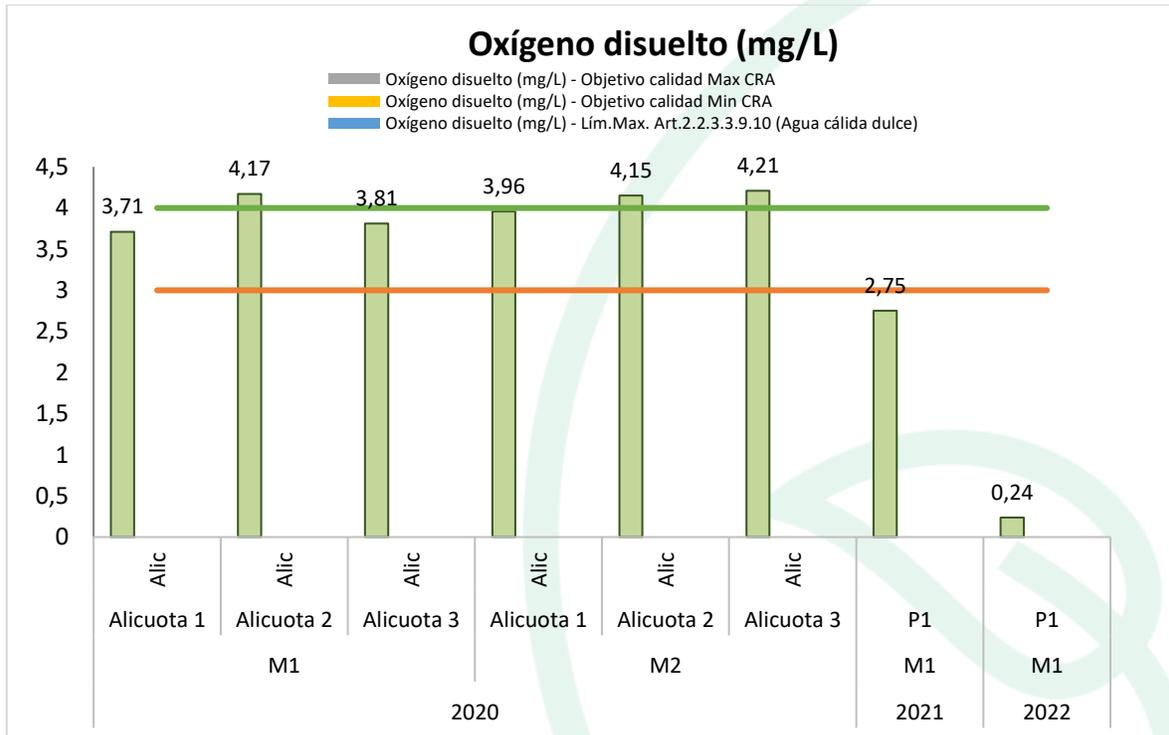
**Gráfica 98. Registros del pH en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Para el oxígeno disuelto se obtuvo un resultado de 0,24 mg/L, por ende, no se da cumplimiento al objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 258 de 2011 (>3 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 una disminución considerable de las concentraciones de



oxígeno, ya que en 2021 se obtuvo un valor de 2,7 mg/L, en donde tampoco se dio cumplimiento a la normativa; por el contrario, en el año 2020 se observaron valores en un rango de 3,71 mg/L a 4,21mg/L en cumplimiento con la normativa (**Gráfica 99**)

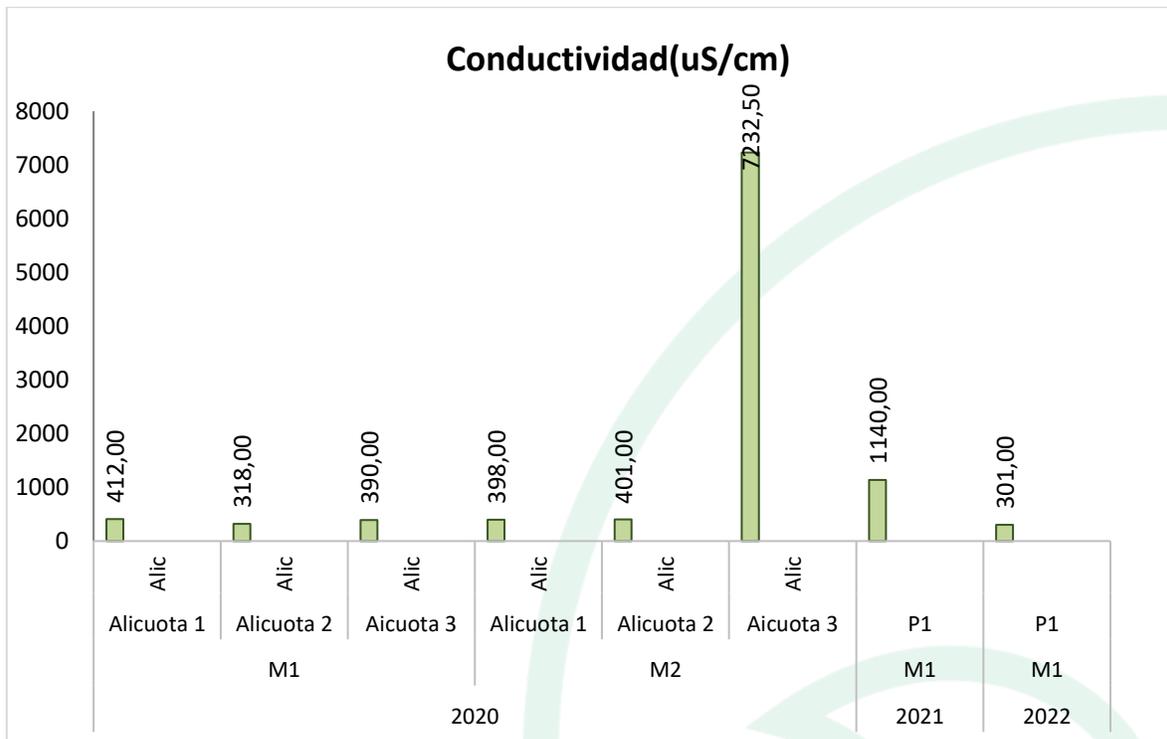


**Gráfica 99. Registros del oxígeno en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Por otro lado, la conductividad presentó un resultado de 301,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (**Gráfica 100**), 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.





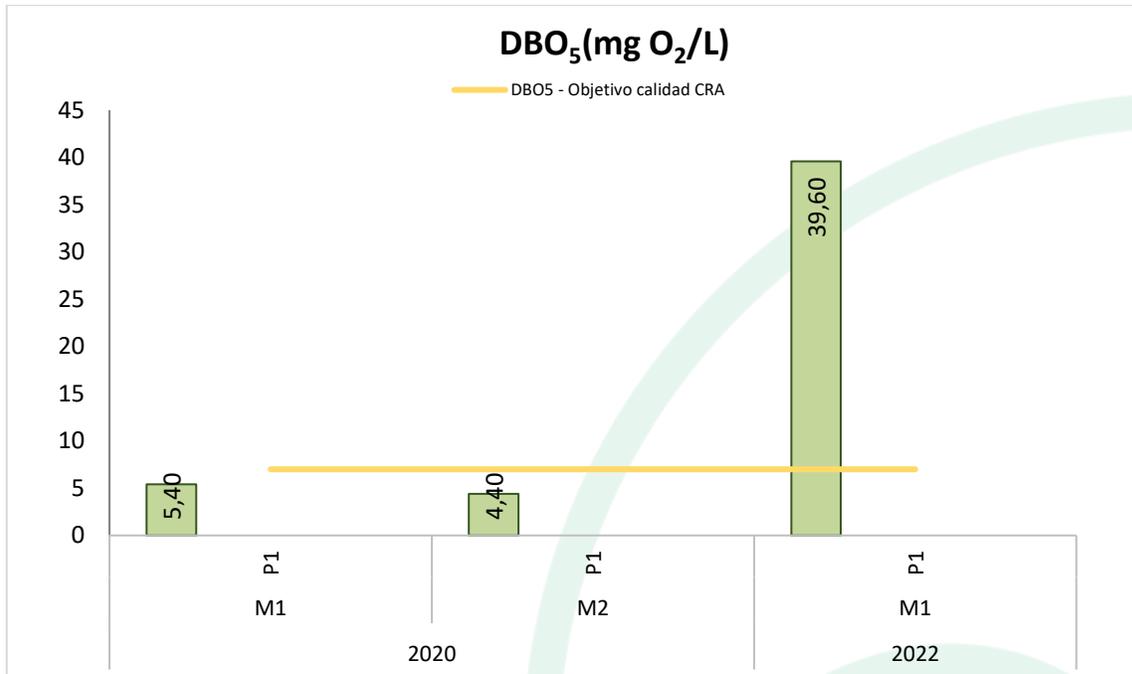
**Gráfica 100. Registros de la conductividad en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Para DBO<sub>5</sub> se obtuvo un valor de 39,60 O<sub>2</sub>/L, indicando que la muestra analizada presenta una desviación con respecto al objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 de la Resolución 258 de 2011 de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en Clase I, 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 los monitoreos anteriores que si cumplieron el objetivo. En cuanto a la DQO, se observaron valores por debajo del límite de cuantificación de la técnica (<2,0 mg O<sub>2</sub>/L) indicando cumplimiento del objetivo de calidad (**Gráfica 101, Gráfica 102**).

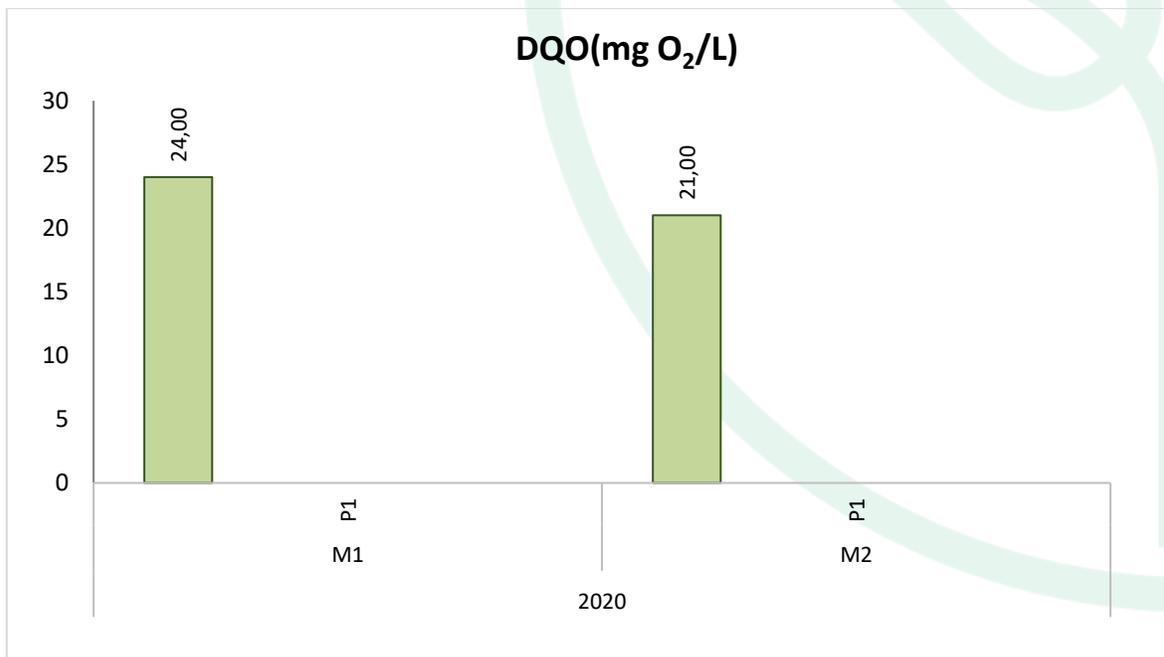
Con relación a los resultados reportados en el año anterior (2021), se obtuvieron valores de DBO<sub>5</sub> iguales a 5,40 y 4,4 mg O<sub>2</sub>/L en el punto monitoreado, cumpliendo con el objetivo de calidad. Asimismo, para la DQO se presentaron concentraciones de 24 y 21 mg O<sub>2</sub>/L. Con lo cual se establece que en este año (2022) hubo una disminución considerable de los resultados.





**Gráfica 101. Registros de la DBO<sub>5</sub> 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., 2022.*

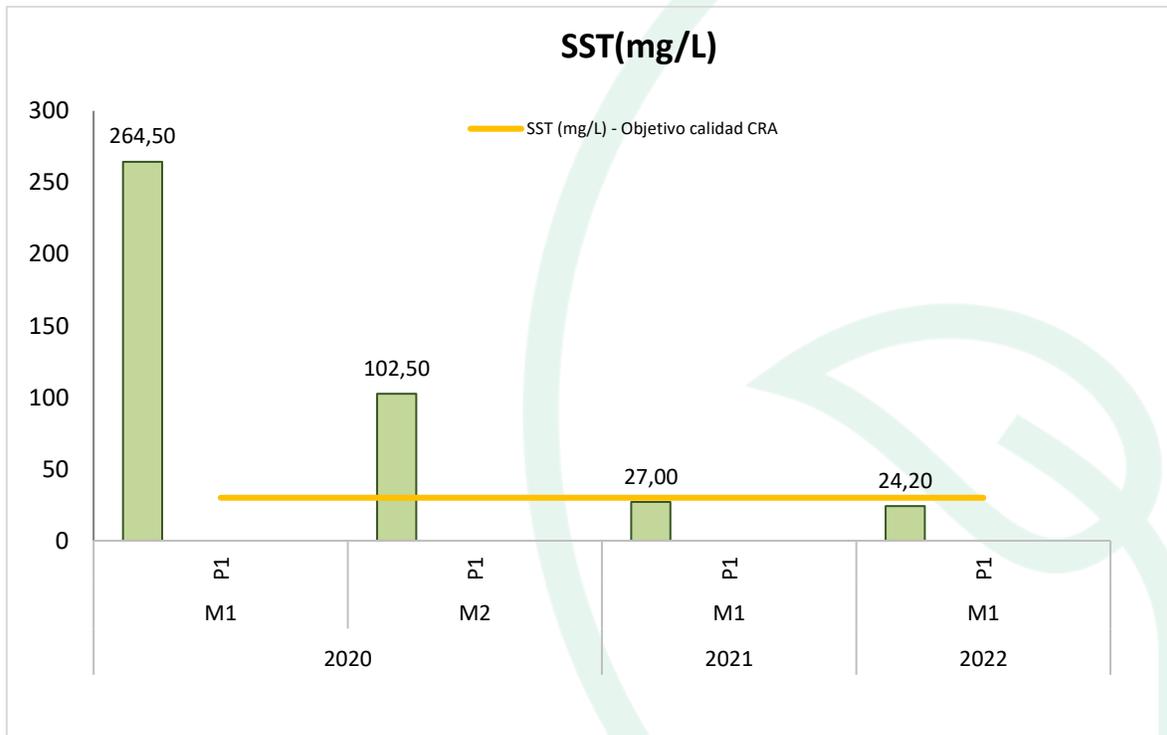


**Gráfica 102. Registros de la DQO la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



Por su parte, para los SST se presentó un valor de 24,2 mg/L (**Gráfica 103**), cumpliendo con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<30 mg/L). Por ende, se establece que la muestra analizada presenta un contenido normal de sólidos, iones y sustancias disueltas. Cabe resaltar que, este año (2022) se presentó una disminución en la concentración con respecto al año (2020), ya que los dos valores registrados superaron el objetivo de calidad estipulado en la normativa, con resultados de 264,5 y 102,5 mg/L.

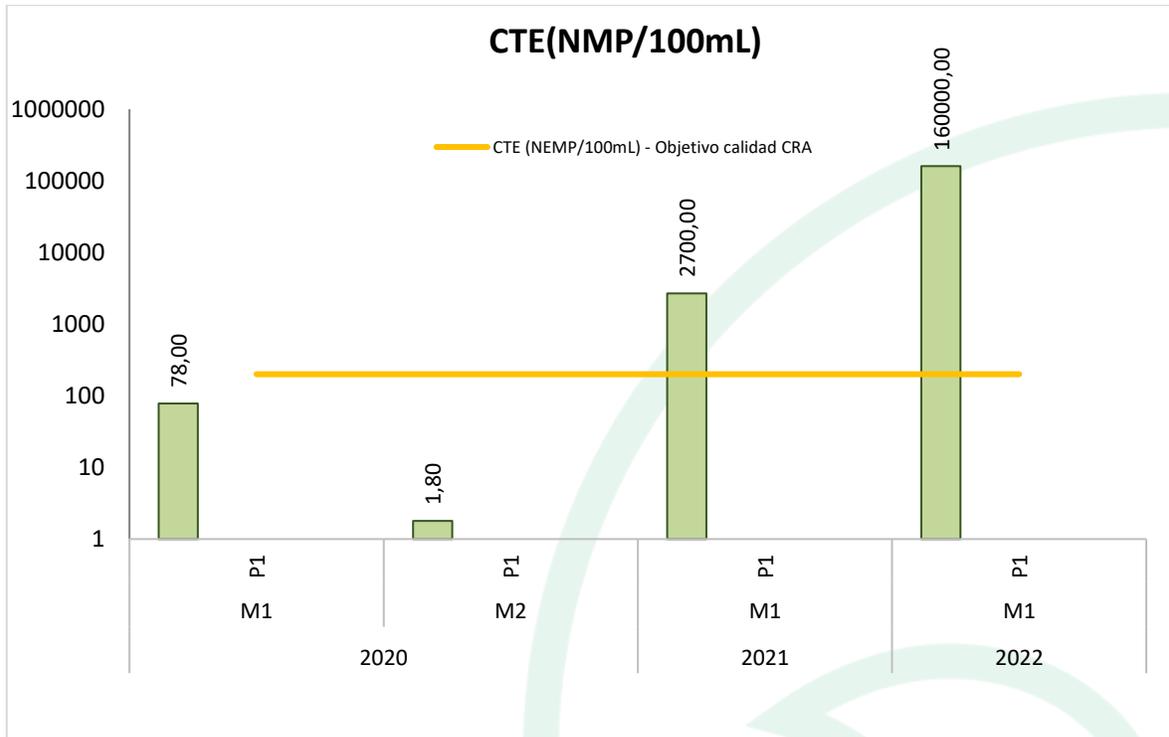


**Gráfica 103. Registros de los sólidos suspendidos totales (SST) en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Los Coliformes Termotolerantes (CTE) y Totales (CT) presentaron una concentración de 160000,0 NMP/100 mL (**Gráfica 104, Gráfica 105**). De esta manera se establece que las concentraciones de CTE y CT no cumplen con los objetivos de calidad para el periodo 2011-2020 estipulados 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.

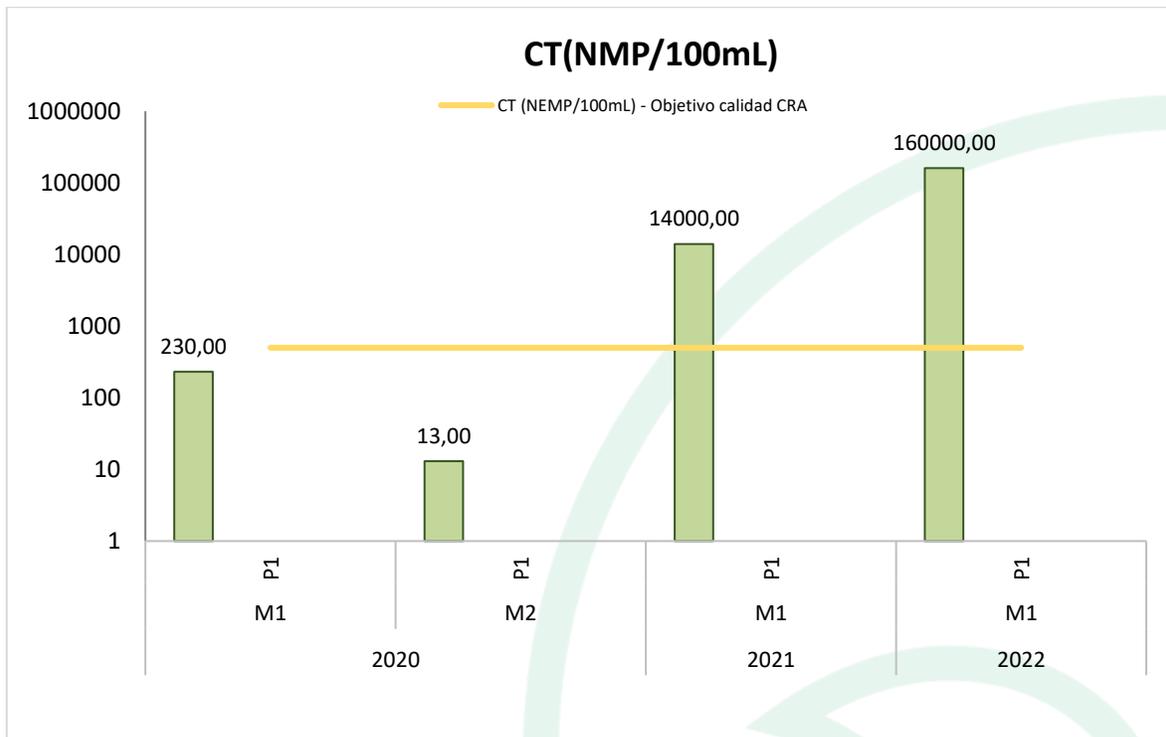




**Gráfica 104. Registros de los coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga Los Manatíes en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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





**Gráfica 105. 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., 2022.*

### 5.2.5 Ciénega del Totumo

La temperatura del agua en la Ciénega del Totumo presentó valores de 30,90 y 31,38°C en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 106**); valores que cumplen con el objetivo de calidad estipulado por la CRA para el periodo 2011-2020 en la Resolución 258 de 2011, para las cuencas y tramos ordenados en Clase I, cuyo potencial uso es la preservación de flora y fauna (<40°C). 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 desde el año 2014 el agua de la ciénaga cumple con los valores objetivos establecidos por la CRA, con registros promedios de 31,72°C (2014), 30,97°C (2015), 28,85°C (2016), 31°C (2019) y 28,5°C (2020).



El pH reportado en la Ciénaga del Totumo durante la última campaña de muestreo ejecutada en el mes de octubre presentó valores de 6,38 y 6,20 UpH, en los puntos 1 y 2, respectivamente; mientras que, en el año anterior (2021) se presentaron valores entre 7,24 y 7,15 UpH en P1 y P2. Cabe resaltar que, el único año donde los valores fueron superiores es 2019, donde se registró un promedio de 9,32 UpH, pudiendo estar influido 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 CO<sub>2</sub>. De esto se concluye que los valores presentan una desviación en cuanto a los objetivos de calidad establecidos por la CRA en la Resolución 258 de 2011, para la preservación de flora y fauna (límite de control de 7,0 a 9,0 UpH) sin embargo estos 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 (**Gráfica 107**).

Para los resultados del oxígeno disuelto se registraron valores de 1,84 y 1,90 mg/L, en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 108**). Estos resultados no cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 258 de 2011 (>3 mg/L) y tampoco 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 condición de hipoxia. En comparación con monitoreos realizados anteriormente, en 2015, 2016 y 2019, se presentaron concentraciones medias similares, con valores de 6,84, 5,07 y 5,43 y mg/L respectivamente. Además, en la campaña ejecutada en el año anterior (2021) los registros estuvieron entre 5,20 mg/L en P1 y 6,10 mg/L en P2. Por otro lado, la conductividad presentó valores de 357,36 y 656,75  $\mu$ S/cm en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 109**). Los registros históricos para el año 2020 oscilaron entre 491 y 698  $\mu$ S/cm en P1 y 419 y 611  $\mu$ S/cm en P2, demostrando una mineralización media de acuerdo con la Tabla 16. 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  $\mu$ S/cm, más Roldán y Ramírez (2008).

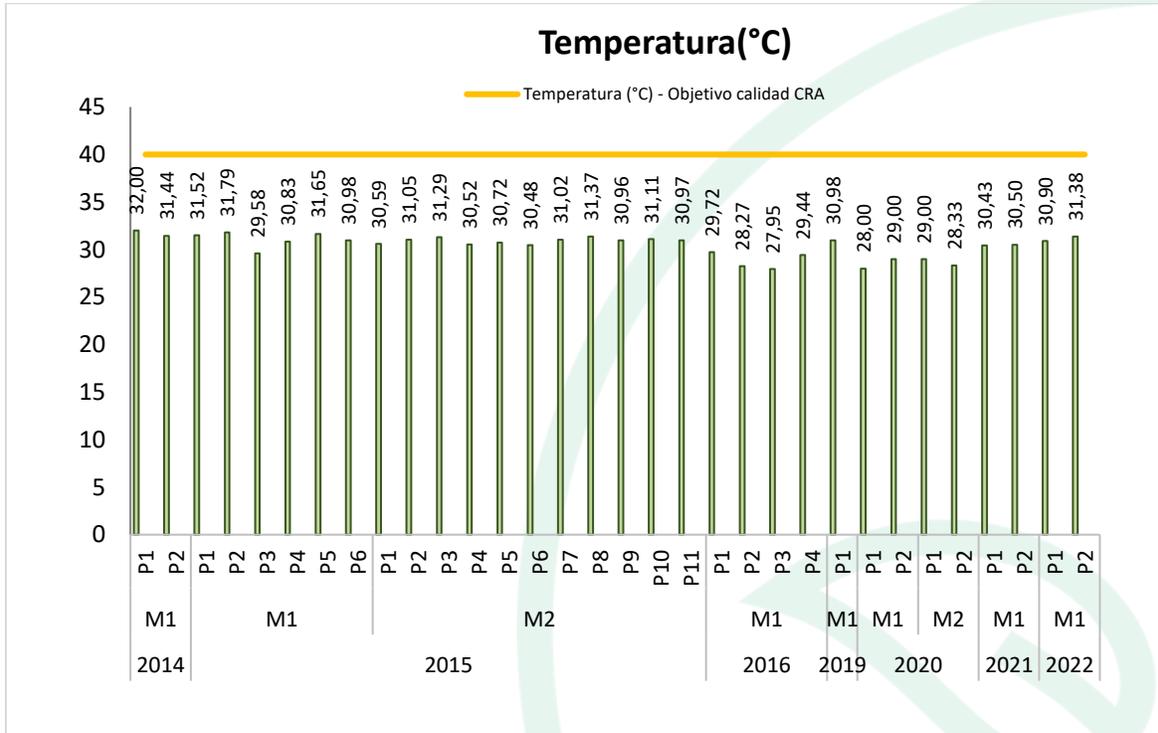
**Tabla 25. Mineralización del agua a partir de la conductividad.**

Conductividad eléctrica ( $\mu$ S)	Mineralización
Menor de 100	Muy débil
100 – 200	Débil
200 – 700	Media
700 a 1000	Importante



Conductividad eléctrica (µS)	Mineralización
Más de 1000	Excesiva

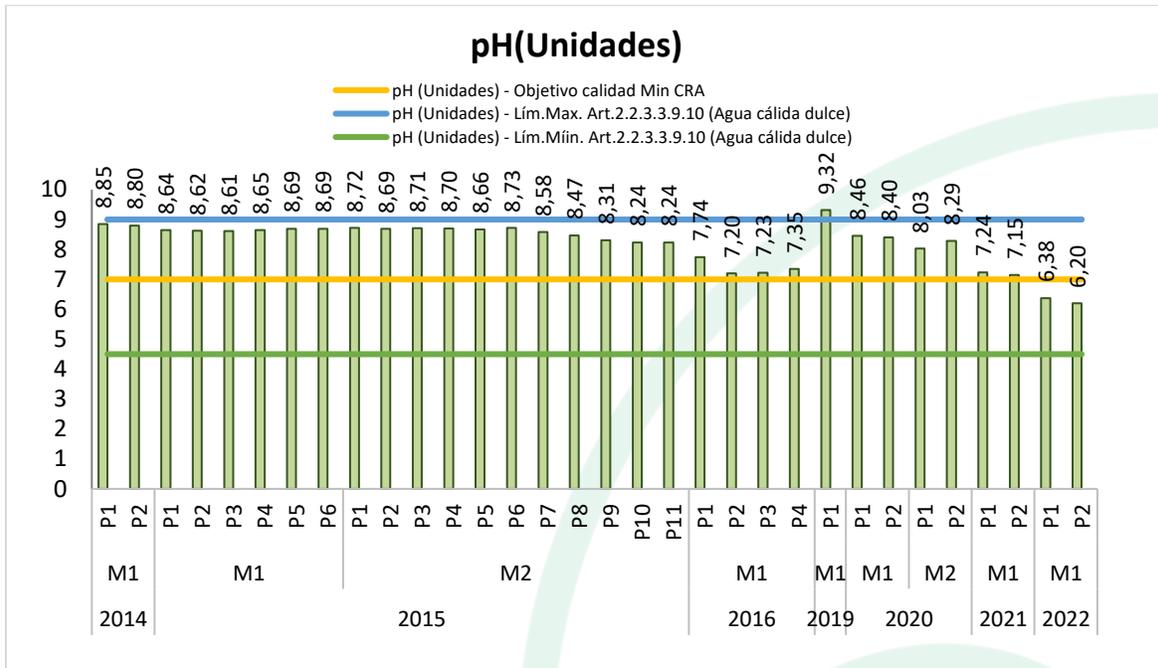
Fuente: M. Espigares García, M. Fernández – Creuhet Navajas. Estudio Sanitario del Agua, 1995.



**Gráfica 106. Registros de la temperatura en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

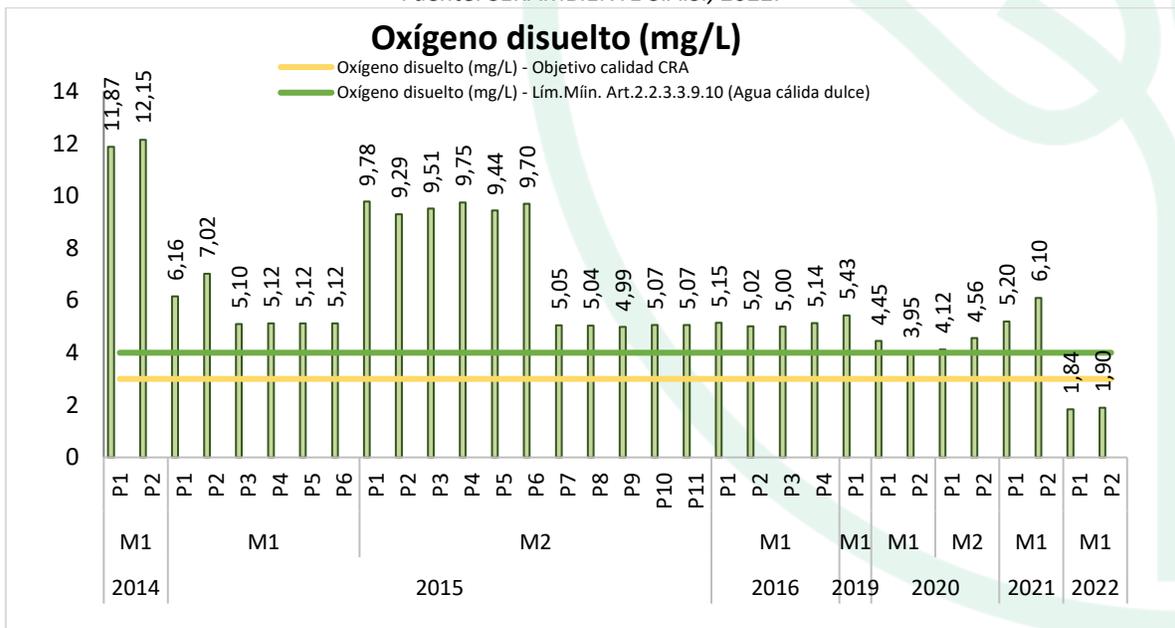
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.





**Gráfica 107. Registros del pH en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

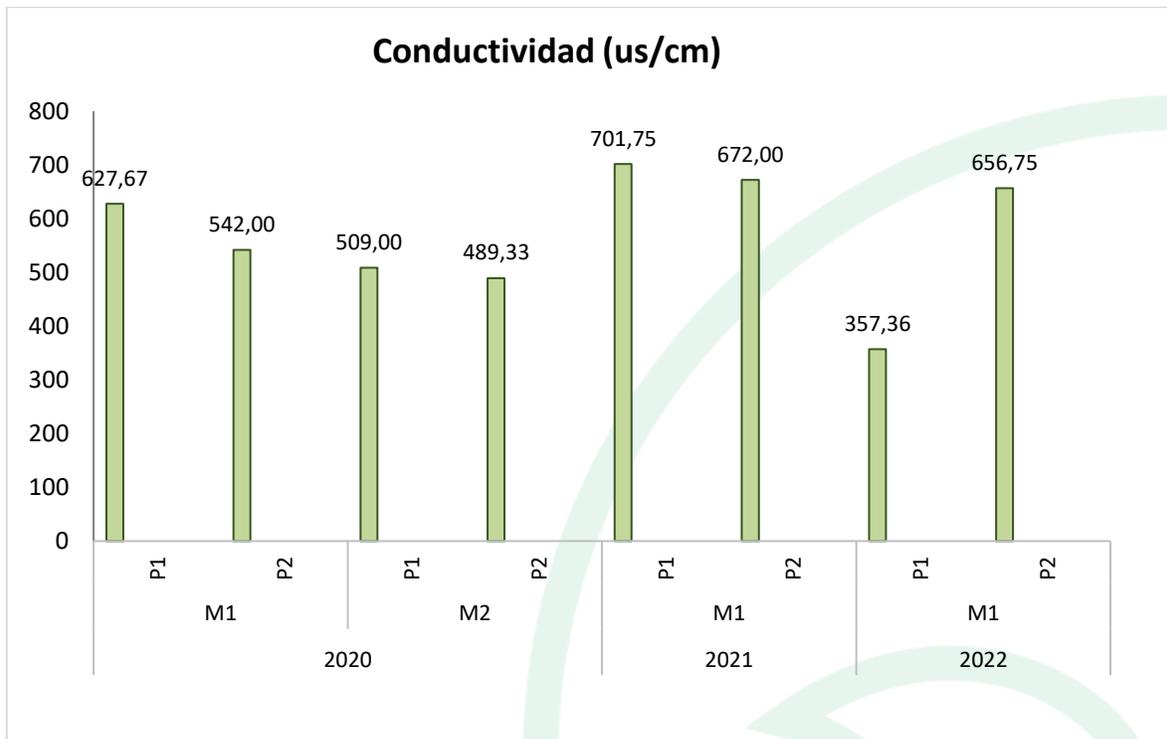
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.



**Gráfica 108. Registros del oxígeno disuelto en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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





**Gráfica 109. Registros de la conductividad en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

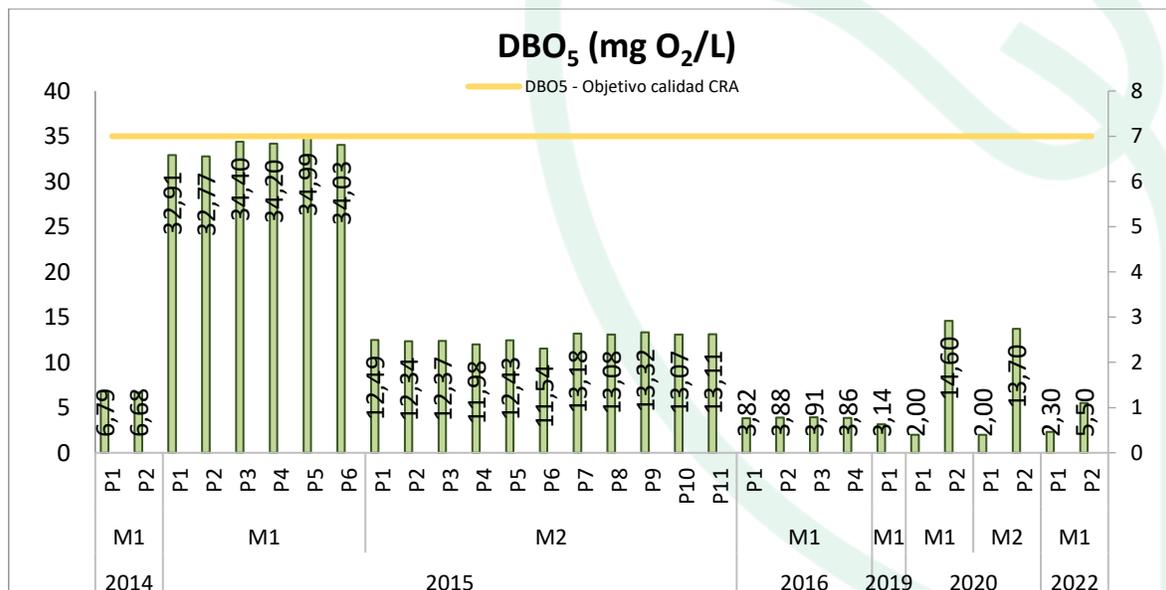
La DBO<sub>5</sub> y la DQO presentaron un comportamiento variable en los puntos de muestreo con valores de 2,3 y 5,5 mg O<sub>2</sub>/L para la DBO<sub>5</sub> y de < 10 y 14 mg O<sub>2</sub>/L para la DQO, en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 110** y **Gráfica 111**); observándose que los puntos de la ciénaga cumplen con el límite de control para la DBO<sub>5</sub> (<7 mg/L) indicado como objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 de la Resolución 258 de 2011 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<sub>5</sub> es mayor a 5 mg O<sub>2</sub>/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 constantes en los diferentes puntos de monitoreo, registrando para la DBO<sub>5</sub> durante el año 2020 concentraciones promedio bajas en P1 con 2 mg O<sub>2</sub>/L y en un poco más altas en P2 con 14,15 mg O<sub>2</sub>/L. Este último valor sobrepasó el límite de control (<7 mg/L). Por su parte, la DQO registró concentraciones medias de



14,5 mg O<sub>2</sub>/L en P1 y 48,5 mg O<sub>2</sub>/L en P2, en el año 2020. Para los años 2014 y 2015, los valores de DBO<sub>5</sub> no cumplían con el objetivo de calidad, registrándose promedios totales de 6,74 y 20,13 mg/L; mientras que, para 2016 y 2019 los valores promedio disminuyeron a 3,87 y 3,14 mg/L. Del mismo modo, la DQO registró valores medios de aguas contaminadas en 2014 y 2015 con 53,81 y 57,34 mg/L y en 2016 y 2019, valores medios de aguas buena calidad con 20,19 y 23,46 mg/L.

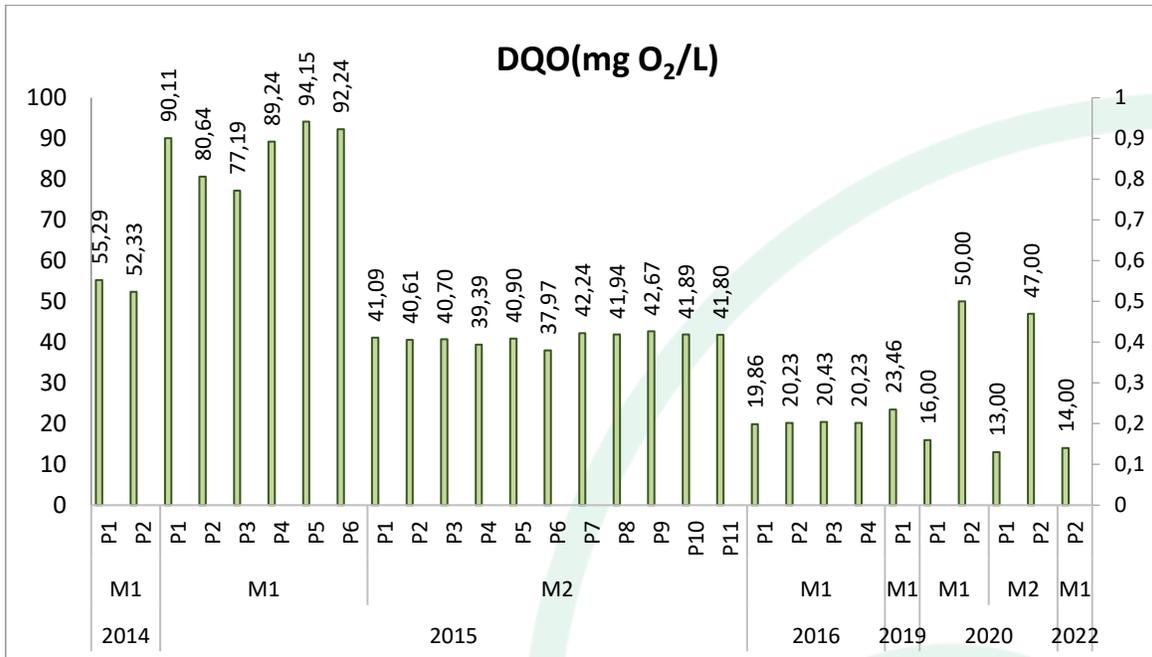
Por su parte, los SST presentaron valores de < 5,0 y 6,1 mg/L en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 112**); observando que ambos puntos cumplen con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<30 mg/L). Por ende, se establece que las muestras tomadas presentan un contenido 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, no obstante, solo en 2014, 2016 y 2020 se cumplió con el objetivo de calidad. En 2014 se registró un promedio de 30 mg/L, en 2015 de 84,36mg/L, en 2016 de 12,18 mg/L, en 2019 de 61, 92 mg/L y en 2020 de 15,83 mg/L.



**Gráfica 110. Registros de la DBO<sub>5</sub> en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

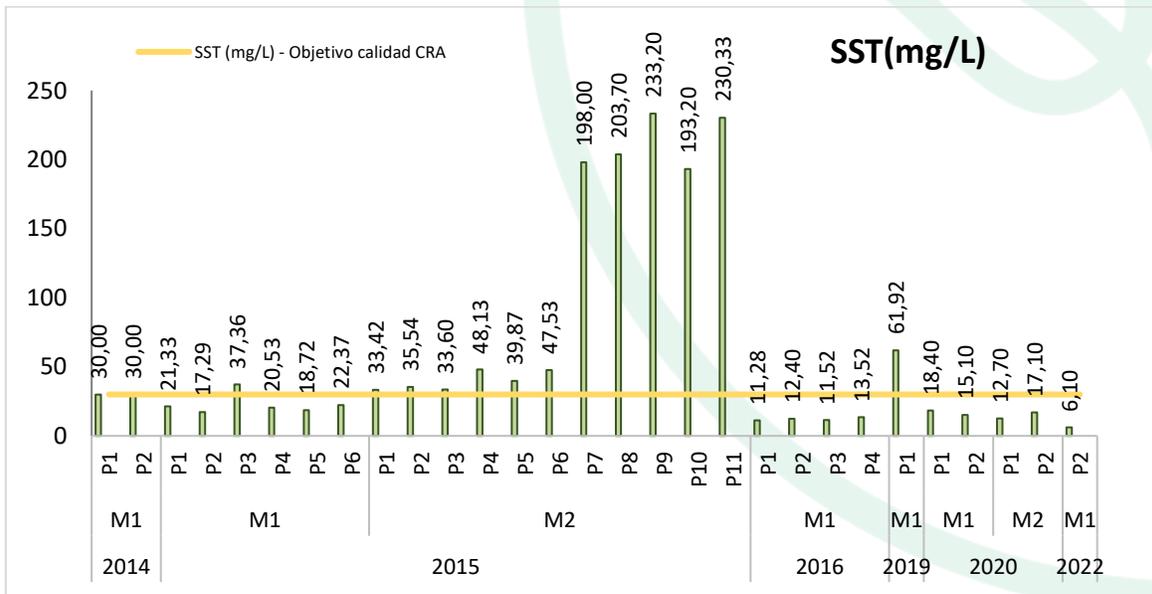
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.





**Gráfica 111. Registros de la DQO en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

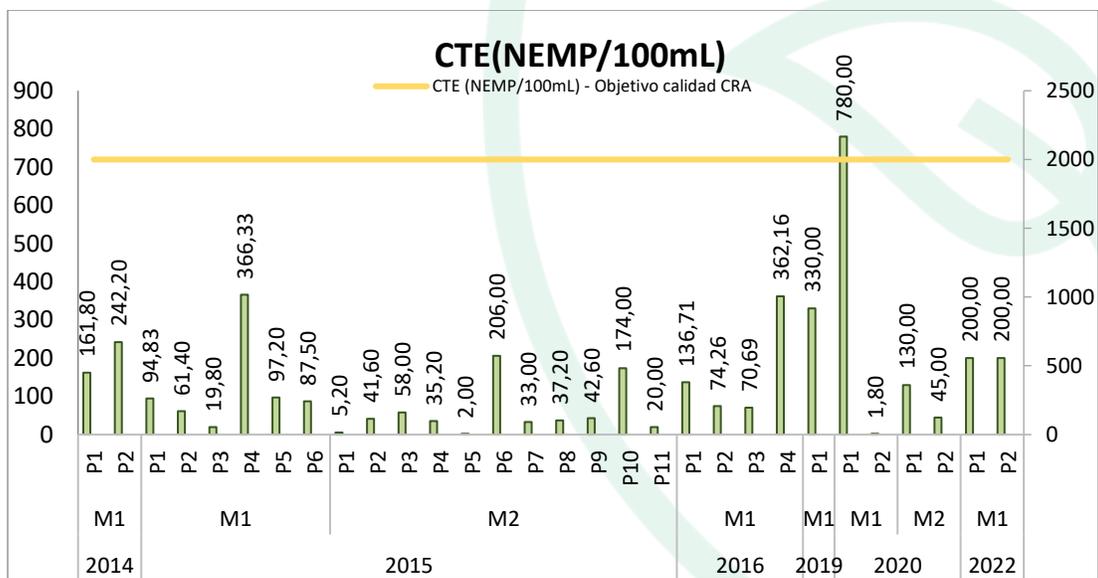


**Gráfica 112. Registros de SST en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



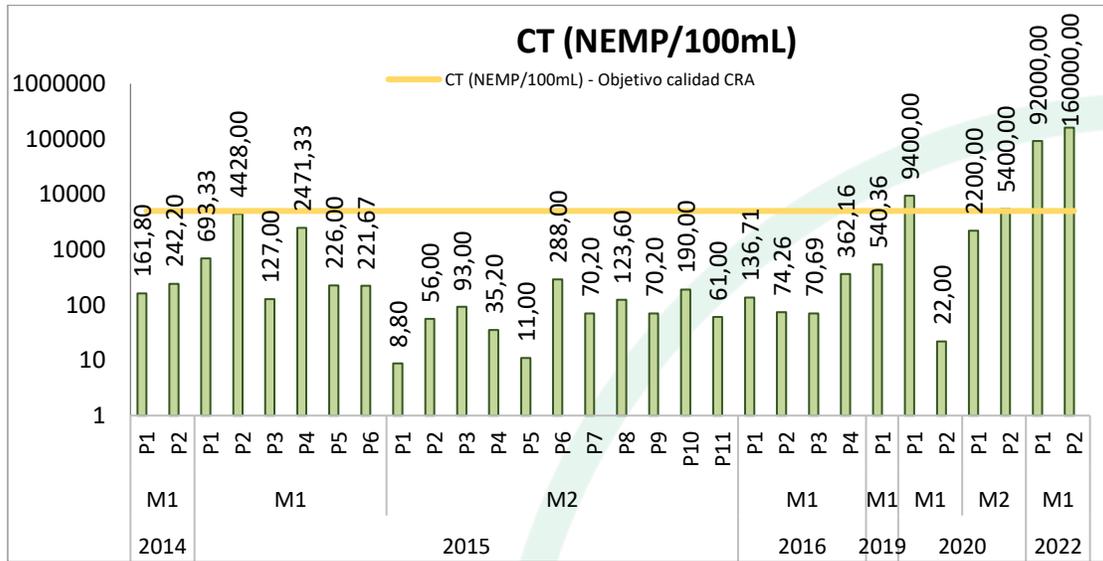
Los Coliformes Termotolerantes (CTE) presentaron concentraciones de 200,00 y 200,00 NMP/100 mL para los puntos 1 y 2, respectivamente; mientras que, los Coliformes Totales (CT) registraron un valor de 160000,00 y 92000,00 NMP/100 mL para los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 113** y **Gráfica 114**). Estas concentraciones de CTE cumplen con el objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 establecido por la CRA (<2000 NMP/100 mL), pero no con los CT sobrepasando el máximo establecido por la CRA (<5000 NMP/100 mL). En el histórico de datos se puede observar que los CTE y CT, en los últimos años, han cumplido con los objetivos de calidad, registrándose para los CTE concentraciones promedio de 202 NPM/100 mL en 2014, 81,29 NPM/100 mL en 2015, 190,66 NPM/100 mL en 2016, 330 NPM/100 mL en 2019 y 239,20 NPM/100 mL en 2020; mientras que, para los CT concentraciones promedio de 202 NPM/100 mL en 2014, 539,67 NPM/100 mL en 2015, 296,87 NPM/100 mL en 2016, 540,36 NPM/100 mL en 2019 y 4255,50 NPM/100 mL en 2010, resaltando que en el año anterior el punto 1 excedió dicho límite (promedio de 5800 NMP/100 mL).



**Gráfica 113. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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





**Gráfica 114. Registros de coliformes Totales (CT) en la Ciénaga del Totumo en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

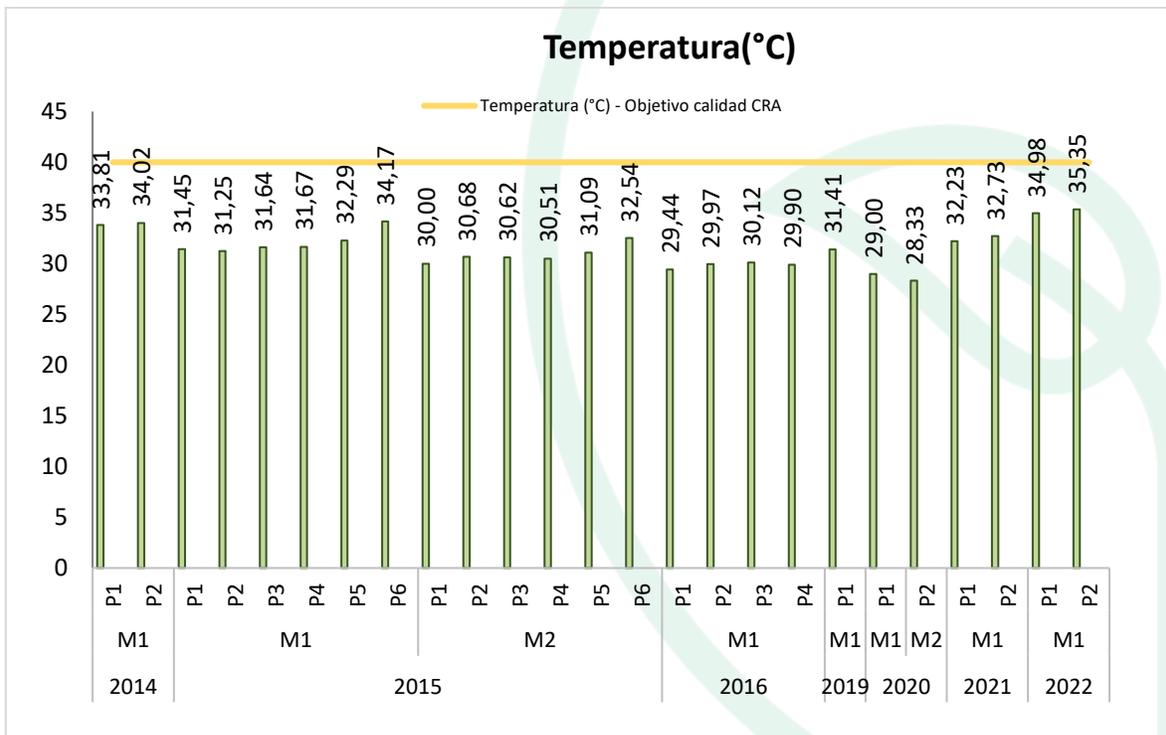
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.*



## 5.3 Cuenca Canal del Dique

### 5.3.1 Ciénaga de San Juan de Tocagua

La temperatura del agua en la Ciénaga San Juan de Tocagua presentó valores de 34,9 y 35,3°C en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 115**); valores que cumplen con el objetivo de calidad estipulado por la CRA para el periodo 2011-2020 en la Resolución 258 de 2011, para las cuencas y tramos ordenados en Clase I, cuyo potencial uso es la preservación de flora y fauna (<40°C). El registro histórico permitió evidenciar que desde el año 2014 el agua de la ciénaga cumple con los valores objetivos establecidos por la CRA, presentando en 2014 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 y en 2021 de 34,29°C.



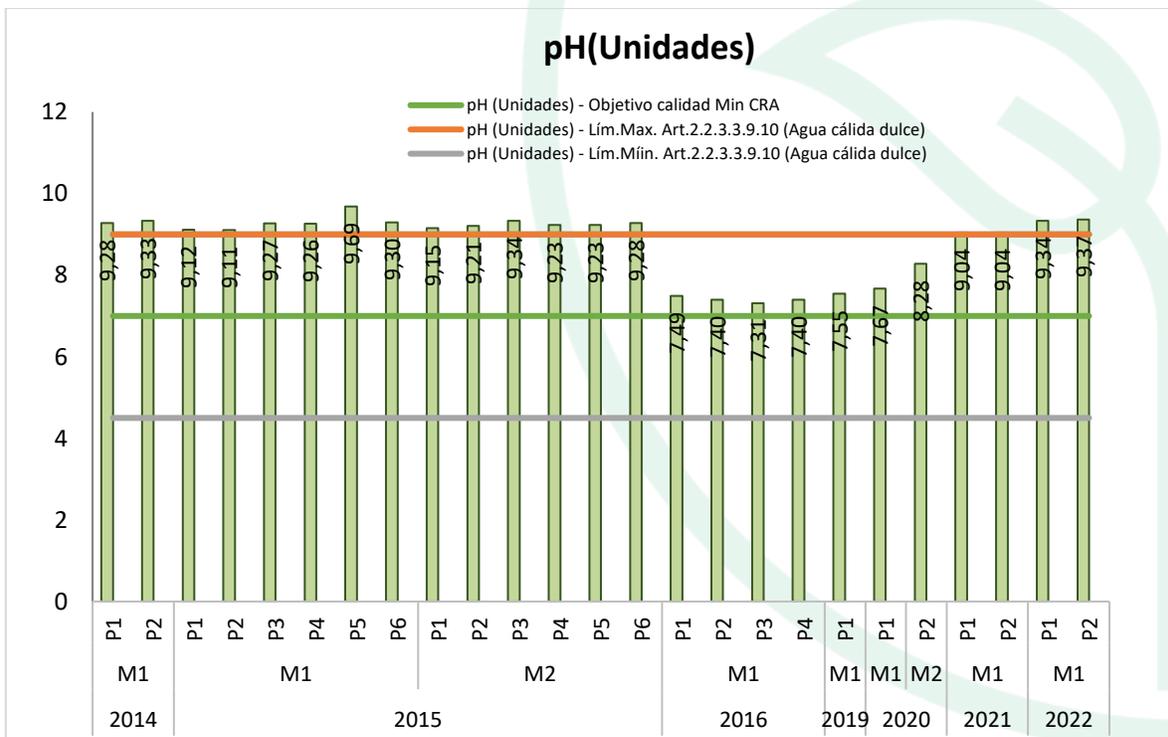
**Gráfica 115. Registros de temperatura (°C) en la Ciénaga San Juan de Tocagua en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

El pH reportado en la Ciénaga San Juan de Tocagua durante la última campaña de muestreo ejecutada en el mes de septiembre y octubre de 2022, presentó un valor de 8,28 a 9,37 UpH, en los puntos monitoreados; de la misma forma, el año anterior (2021) también obtuvo resultados de pH's



alcalinos de 9,04 UpH. En 2020 se observaron mayores fluctuaciones (7,36 a 8,40 UpH), y en 2016 y 2019 se obtuvieron valores neutros (7,40 UpH y 7,55 UpH). En el presente monitoreo se observan valores que presentan una desviación con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 258 de 2011 para el consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, preservación de flora y fauna, y uso agrícola y pecuario (7,0 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 116**). Sin embargo, esto no siempre ha sido así, reportes de los años 2014 y 2015 indican que se han presentado promedios superiores a 9 UpH, saliéndose de los criterios establecidos, que podrían estar asociados 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 CO<sub>2</sub>, aumentando la temperatura y por ende el pH.

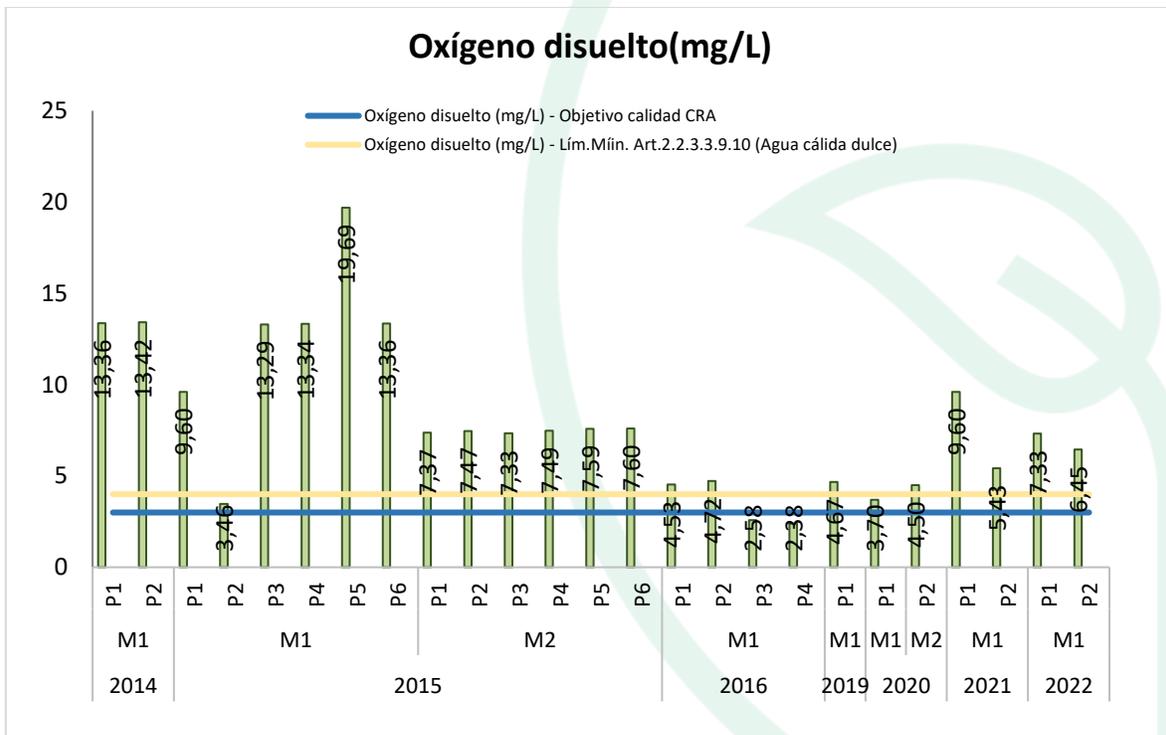


**Gráfica 116. Registros de pH en la Ciénaga San Juan de Tocagua en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



Para los resultados del oxígeno disuelto se registraron valores de 6,4 y 7,3 mg/L, en los puntos 2 y 3, respectivamente (**Gráfica 117**). Estos resultados cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 258 de 2011 (>3 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 realizados anteriormente, en 2014, 2015, 2016, 2019, 2020, 2021 se presentaron concentraciones medias similares, con valores de algunos puntos que se encontraron por debajo del límite establecido. Además, en la campaña ejecutada en el año anterior (2020) los registros arrojaron concentraciones de 5,4 a 9,60 mg/L.



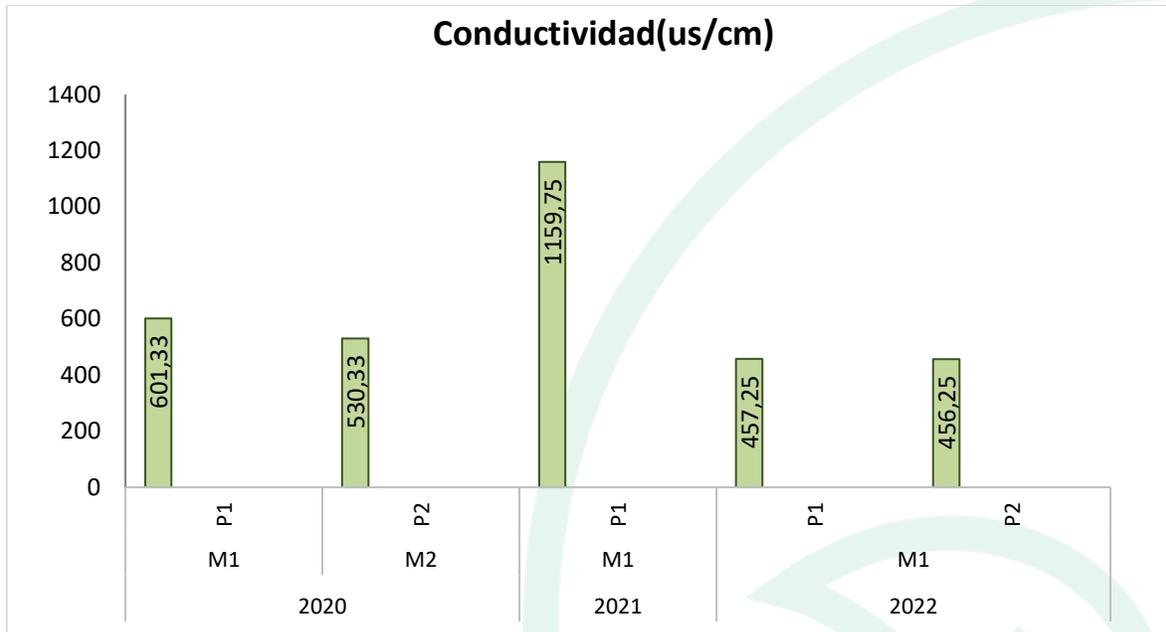
**Gráfica 117. Registros de oxígeno disuelto en la Ciénaga San Juan de Tocagua en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Por otro lado, la conductividad presentó valores de 457,25  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 456,25  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 45**). Los registros históricos para el año 2020 oscilaron entre 521 y 636  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , demostrando una mineralización media de acuerdo con la **Tabla 16**. 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).



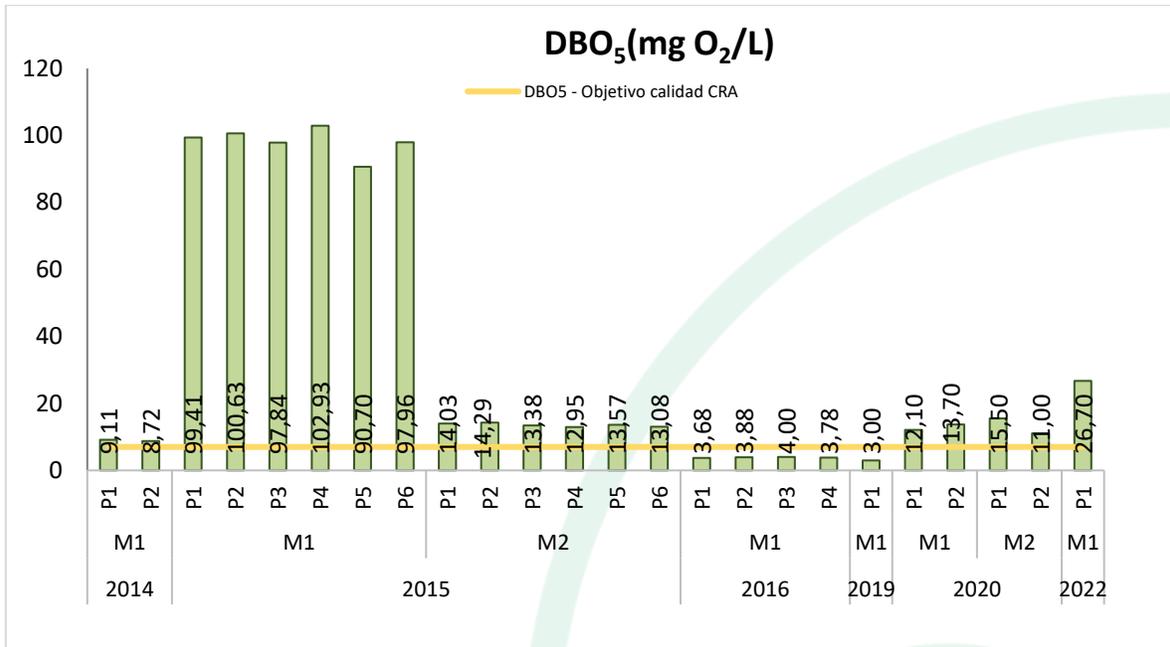
**Gráfica 118. Registros de conductividad en la Ciénaga San Juan de Tocagua en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Para la  $\text{DBO}_5$  se obtuvieron resultados de 11,00 a 26,70  $\text{mg O}_2/\text{L}$  en los puntos 1 y 2, respectivamente (**Gráfica 119**); observándose que ambos resultados no cumplen con el límite de control para la  $\text{DBO}_5$  ( $<7 \text{ mg/L}$ ) indicado como objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 de la Resolución 258 de 2011 de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en Clase I, con potencial uso de preservación de flora y fauna. Asimismo, para la DQO reportó concentraciones de 66,00  $\text{mg O}_2/\text{L}$ , de esta manera, se establece que las muestras analizadas presentan una carga orgánica considerable.

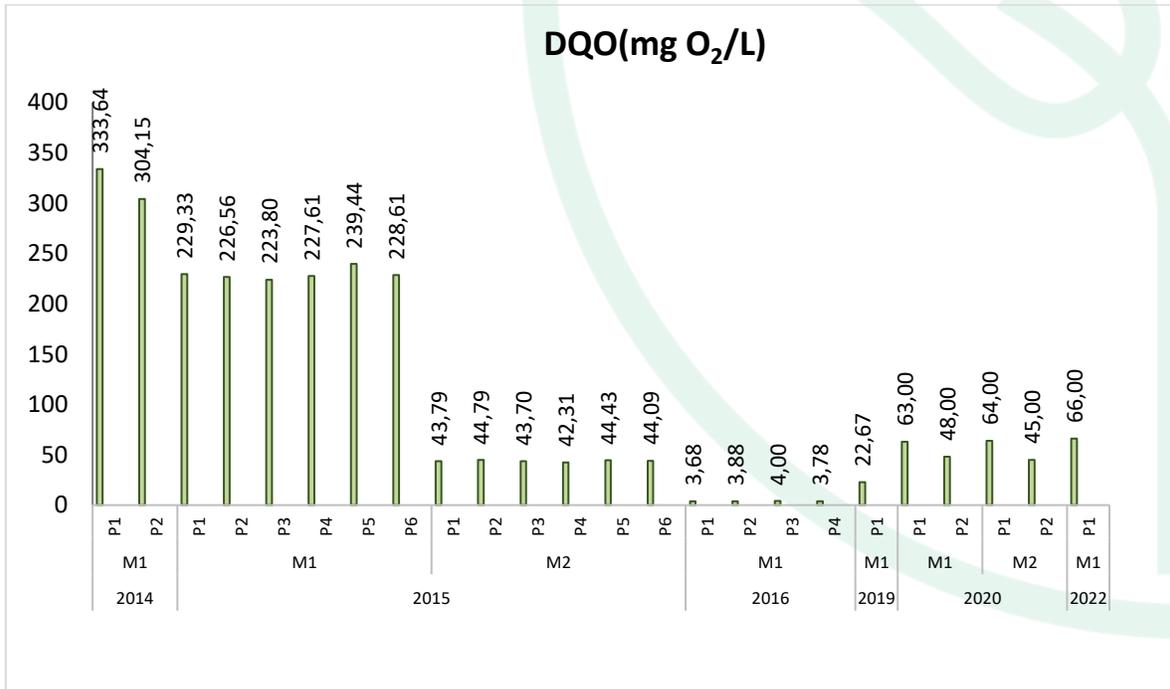
En general, esta ciénaga en años anteriores mostró concentraciones variables en los diferentes puntos de monitoreo, registrando para la  $\text{DBO}_5$  durante el año 2020 un cierto grado de contaminación por materia orgánica biodegradable, con 15,50  $\text{mg O}_2/\text{L}$  en P2 y 10,35  $\text{mg O}_2/\text{L}$  en P1. Del mismo modo, la DQO presentó valores altos (45,0  $\text{mg O}_2/\text{L}$  en P2 y 660,00  $\text{mg O}_2/\text{L}$  en P1). De los otros monitoreos en años anteriores, se observó que en los años más recientes se habían registrado valores de calidad aceptable, en 2016 de 3,84  $\text{mg O}_2/\text{L}$  de  $\text{DBO}_5$  y en 2019 de 3,0  $\text{mg O}_2/\text{L}$





**Gráfica 119. Registros de DBO<sub>5</sub> en la Ciénaga San Juan de Tocagua en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

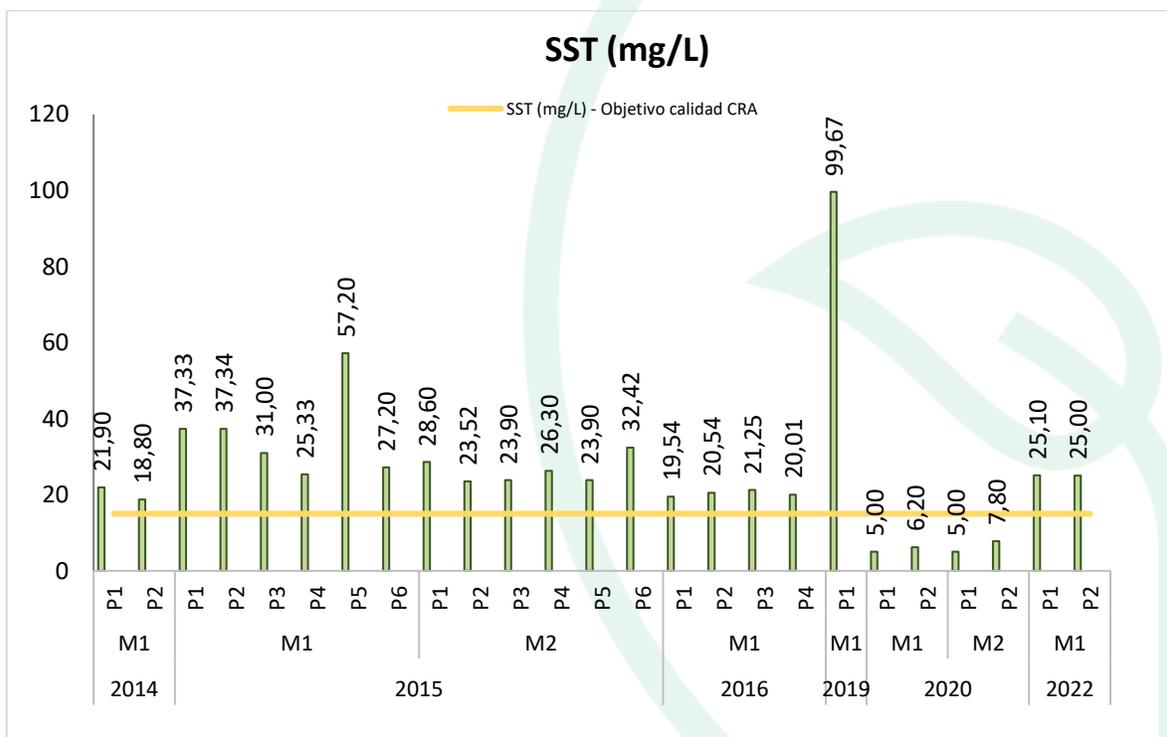


**Gráfica 120. Registros de DQO en la Ciénaga San Juan de Tocagua en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



Por su parte, los SST presentaron valores de 25,0 y 25,10 mg/L en los puntos 2 y 1, respectivamente (**Gráfica 121**); observando que ambos puntos cumplen con el objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<30 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, resaltando 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), los cuales no cumplieron con el objetivo de calidad.



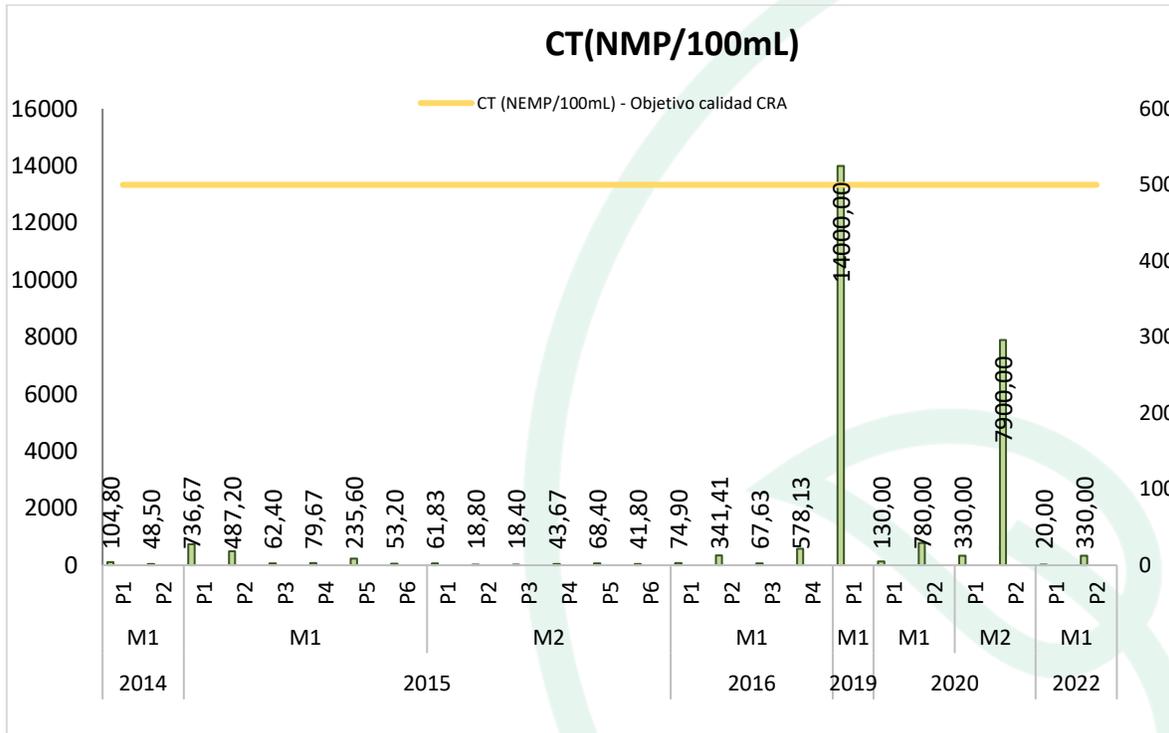
**Gráfica 121. Registros de SST en la Ciénaga San Juan de Tocagua en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Para los Coliformes Totales (CT) se presentó una concentración de 20,000 NMP/100 mL; mientras que, los Coliformes Termotolerantes (CTE) registraron valores de 78,00 IndividuosNMP/100 mL en (**Gráfica 122**). Estas concentraciones de CTE no cumplen con el objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 establecido por la CRA (<2000 NMP/100 mL), ni con los CT sobrepasando el máximo establecido por la CRA (<5000 NMP/100 mL).



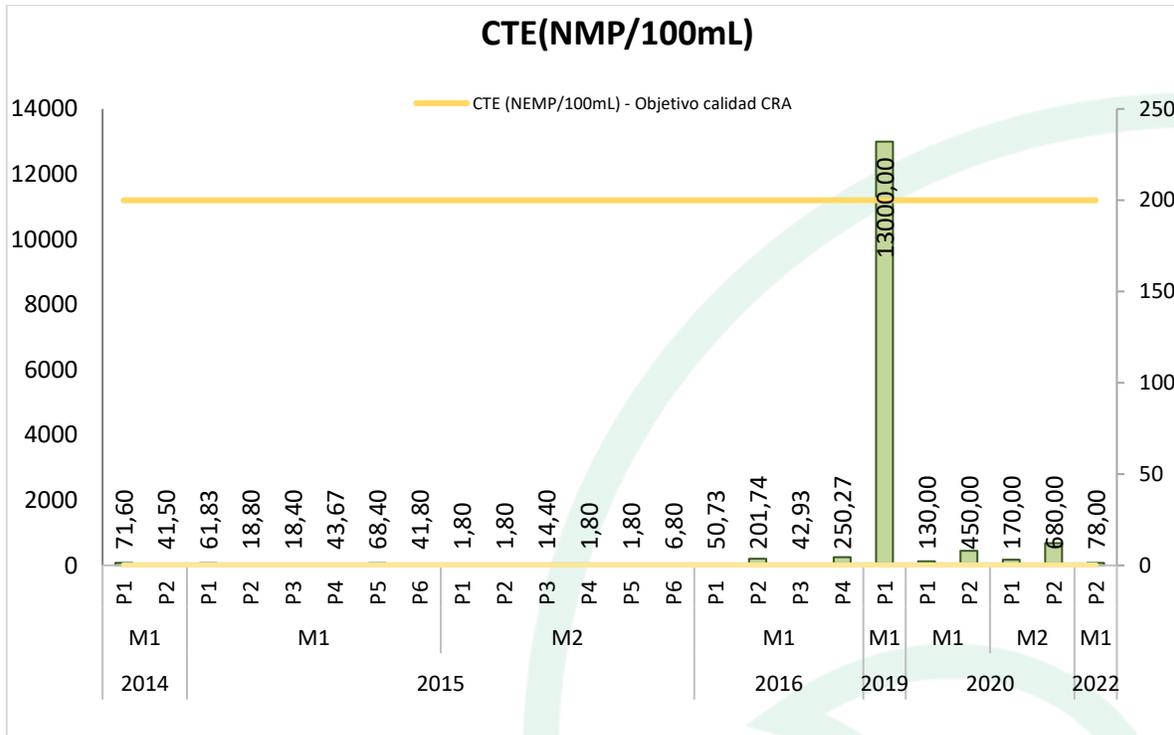
En el histórico de datos se puede observar que los CTE y CT, a lo largo de los años monitoreados, han reportado en el año 2020, 2019 y 2016, valores en algunos puntos que no cumplen con los objetivos de calidad; a excepción de los resultados obtenidos en todos los puntos monitoreados en el año 2015 y 2014.



**Gráfica 122. Registros de Coliformes totales (CT) en la Ciénaga San Juan de Tocagua en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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





**Gráfica 123. Registros de Coliformes termotolerantes (CTE) en la Ciénaga San Juan de Tocagua en septiembre y octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

### 5.3.2 Embalse El Guajaro

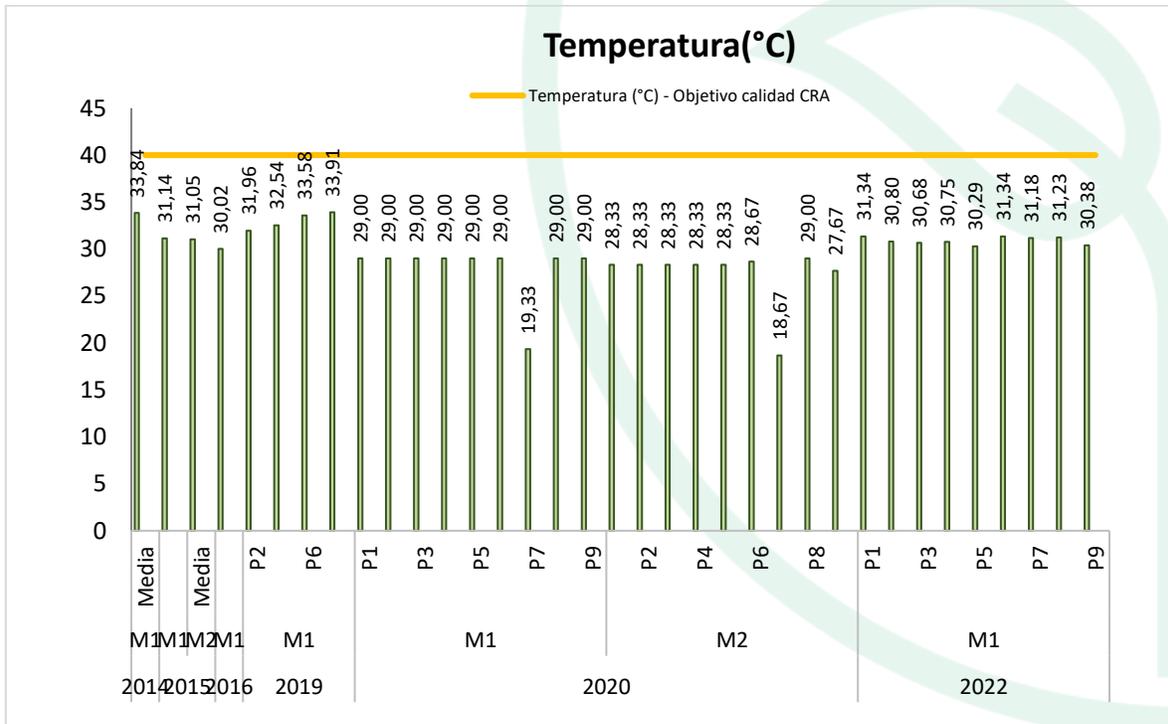
El registro de la temperatura en los puntos monitoreados en el Embalse El Guajaro presentaron un rango de valores de 30,38 en P9 a 31,34 °C en P1 y P6 (**Gráfica 79**); los cuales cumplen con el objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 establecido por la CRA mediante la Resolución 258 de 2011, para las cuencas y tramos ordenados en Clase I, cuyo potencial uso es la preservación de flora y fauna (<40°C). Además, es importante resaltar que los valores de este parámetro obedecen principalmente al comportamiento de la temperatura ambiente y no presentan afectación por factores externos.

El rango de valores del pH obtenidos fue de 7,34 en P9 a 8,29 UpH en P5 (**Gráfica 80**); los cuales corresponden a pH's de características neutras y alcalinas que cumplen con el objetivo de calidad establecido por la CRA (de 7,0 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.



Por su parte, el oxígeno disuelto presentó valores de 2,43 en P3 siendo el valor mínimo y 6,93 mg/L en P7 (**Gráfica 81**), donde se evidencia que los puntos presentan cumplimiento con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 258 de 2011 (>3 mg/L) excepto en los puntos P2, P3, P4 y P5; solo los resultados obtenidos en los puntos monitoreados P6 y P7 cumplen con el criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del 2015. La mayoría de 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).

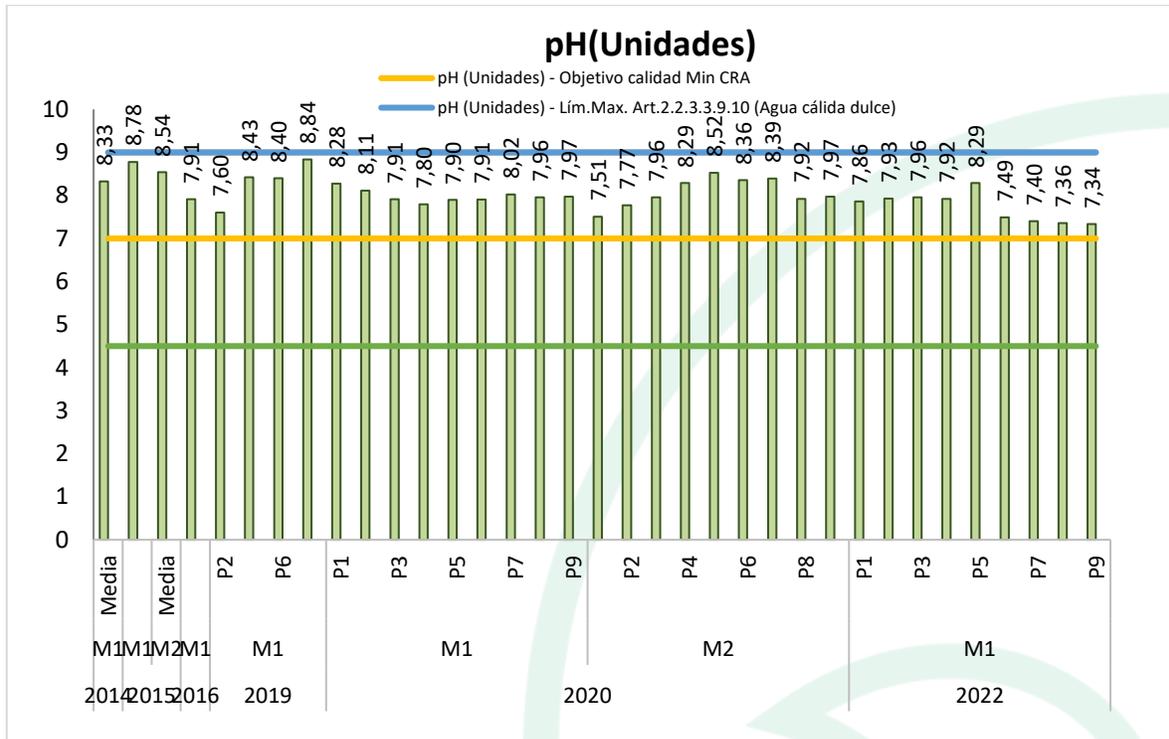
Para la conductividad se obtuvieron valores de 354,25 en P1 a 1267,50 en P9  $\mu\text{S/cm}$ , (**Gráfica 82**), indicando la presencia de aguas mineralizadas, lo cual puede estar relacionado con la presencia de sólidos y iones.



**Gráfica 124. Registros de la temperatura en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

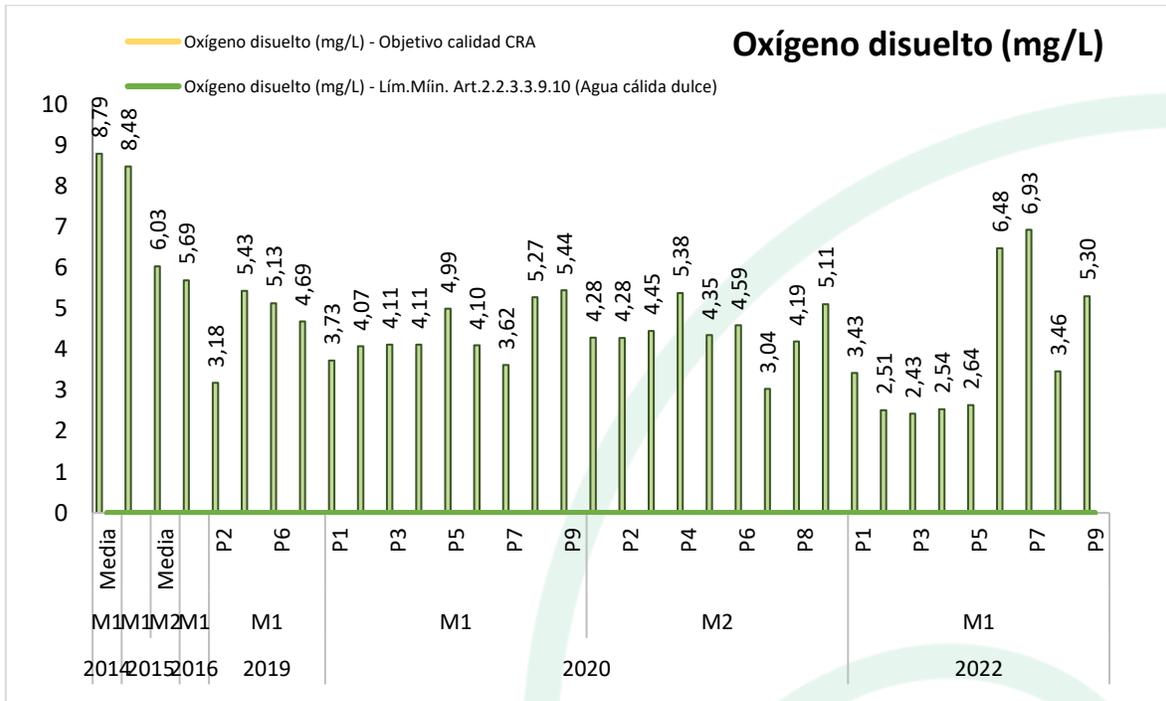




**Gráfica 125. Registros del pH en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

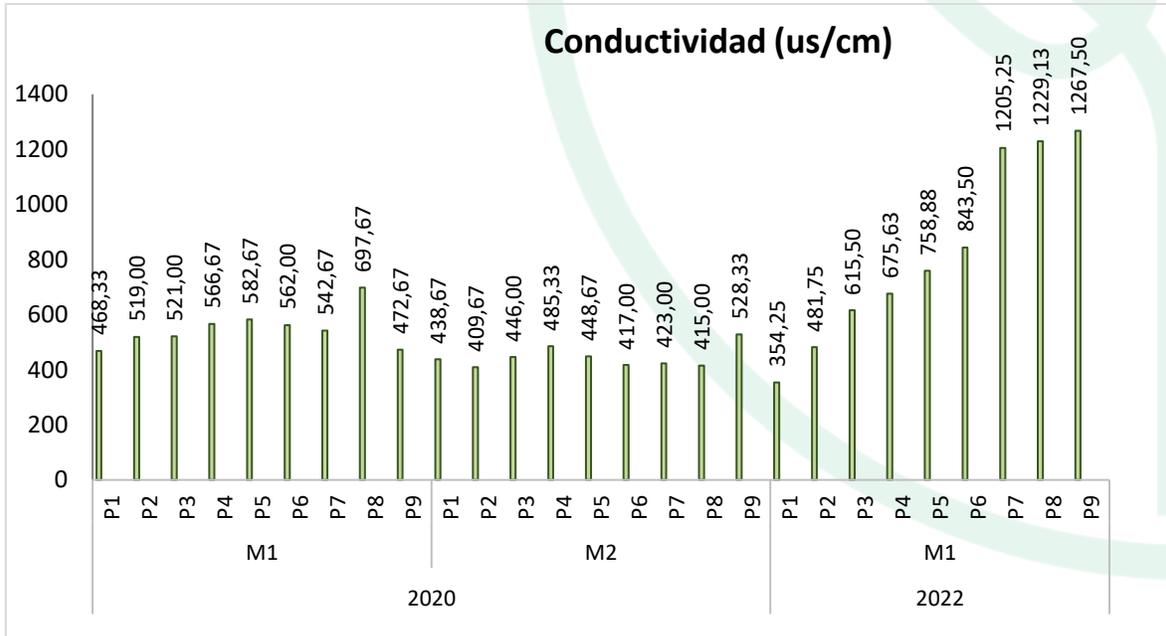
*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.*





**Gráfica 126. Registros del oxígeno disuelto en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



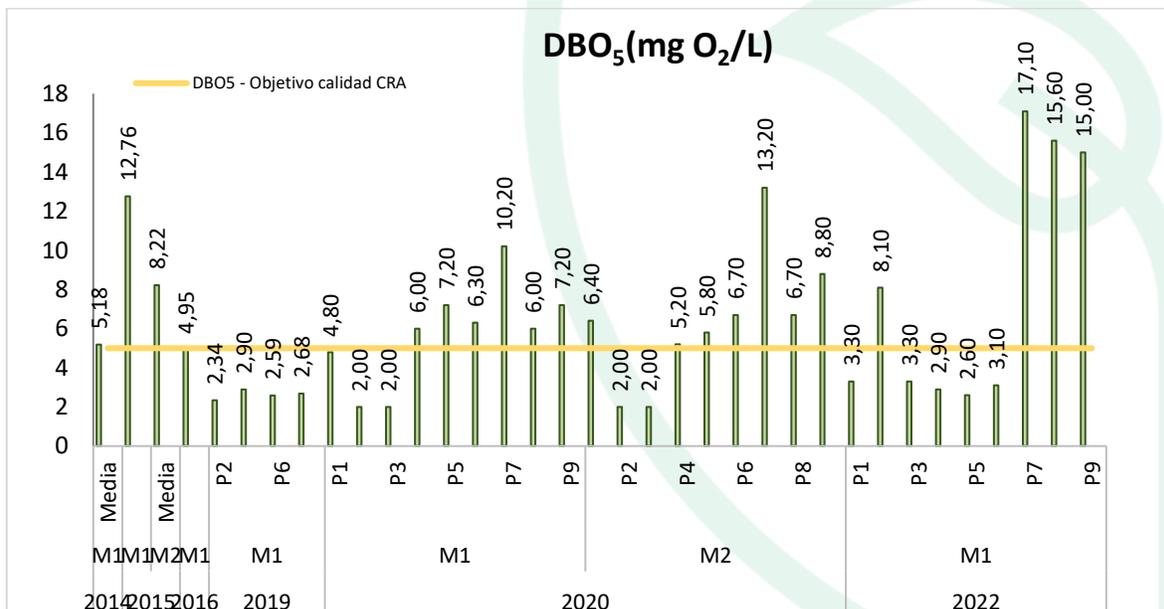
**Gráfica 127. Registros de la conductividad en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



El rango de valor obtenido para la DBO<sub>5</sub> fue de 3,30 mg O<sub>2</sub>/L en el punto P1 a 17,10 mg O<sub>2</sub>/L en el punto P7 (**Gráfica 128**), observándose que presentan una desviación en los puntos P2, P7, P8 y P9 con respecto al límite de control para la DBO<sub>5</sub> (<7 mg O<sub>2</sub>/L) indicado como objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 de la Resolución 258 de 2011 de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en Clase I, con potencial uso de preservación de flora y fauna. Por su parte la DQO presentó un rango entre 10 a 38,00 mg O<sub>2</sub>/L, con valores históricos promedio máximo de 45,74 mg/L para el año 2014 y mínimo de 10 mg/L para el año 2022. No existe un criterio definido para evaluar la calidad de esta variable en Colombia.

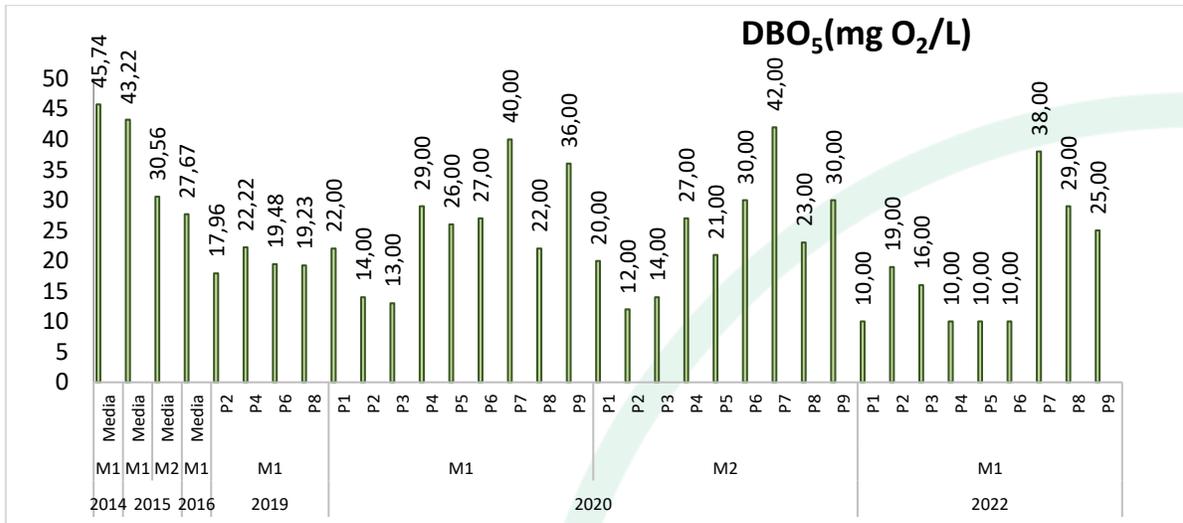
Al observar los SST se evidenció el cumplimiento del objetivo de calidad para la cuenca establecido por la CRA (<30 mg/L), al presentar valores 5,80 a 29,50 mg/L (**Gráfica 67**). Por su parte el registro histórico se evidenció que tan solo el año 2014, 2015, 2016, 2019, 2020 y 2022 no cumplieron con los objetivos de calidad.



**Gráfica 128. Registros de la DBO<sub>5</sub> en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en septiembre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

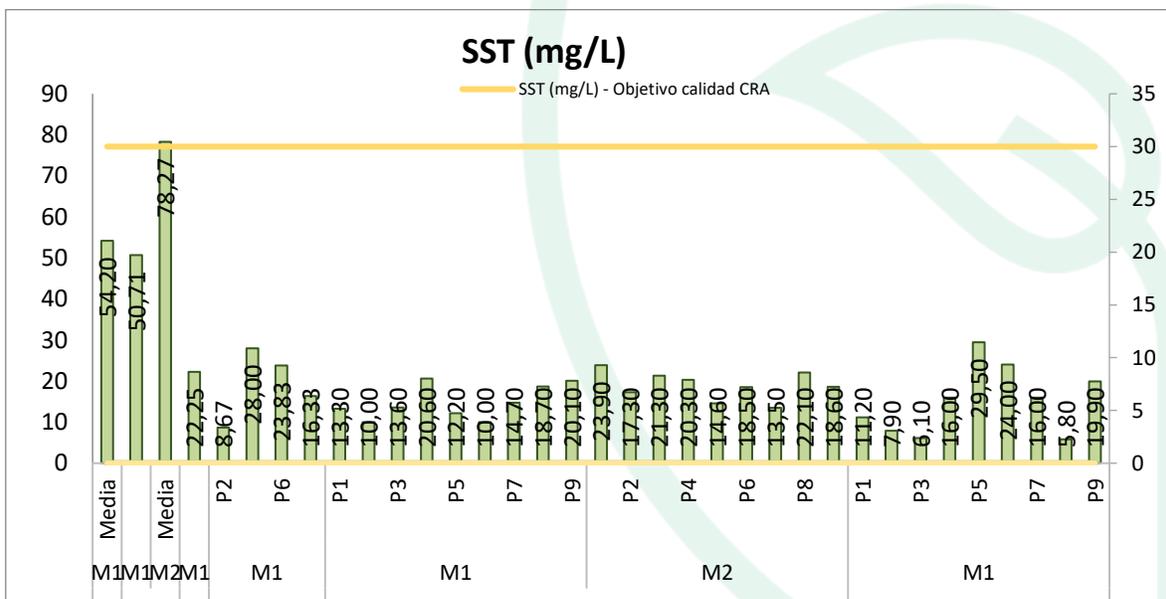
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022.





**Gráfica 129. Registros de DBO en el Embalse el Guájaró en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2022



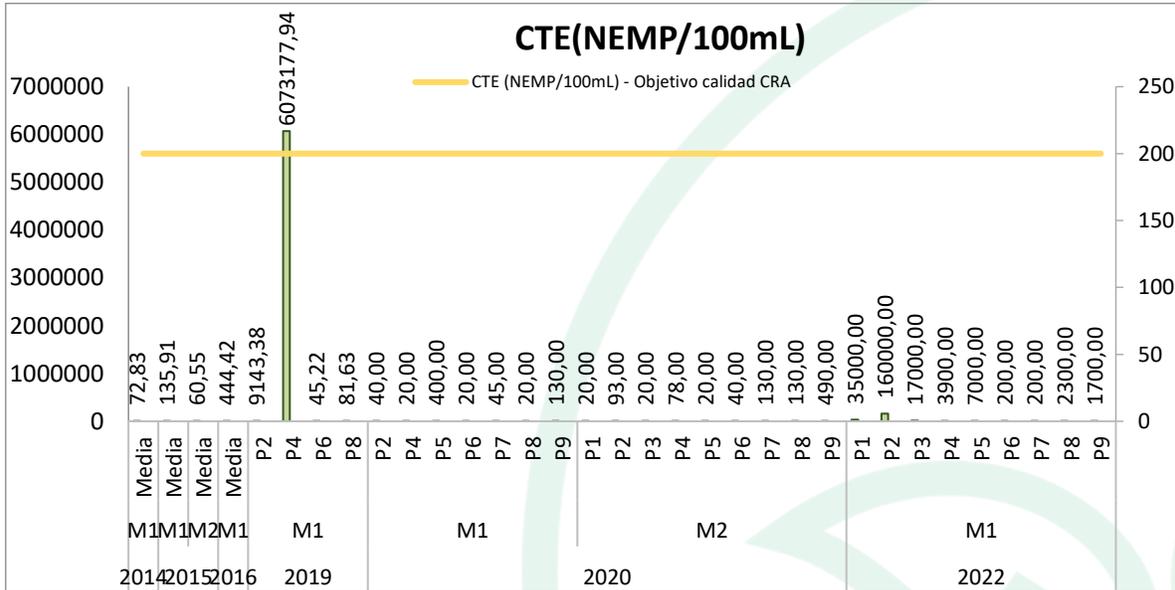
**Gráfica 130. Registros de SST en el Embalse el Guájaró en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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

Los registros microbiológicos reportaron un rango de concentración de Coliformes Termotolerantes (CTE) de 200,00 a 160000,00 NMP/100 mL en los puntos de monitoreo. Mientras que, para los Coliformes Totales (CT) se presentó en todos los puntos monitoreados una concentración de 160000 NMP/100 mL (**Gráfica 68** y **Gráfica 69**). De esta manera, se observa que los resultados reportados

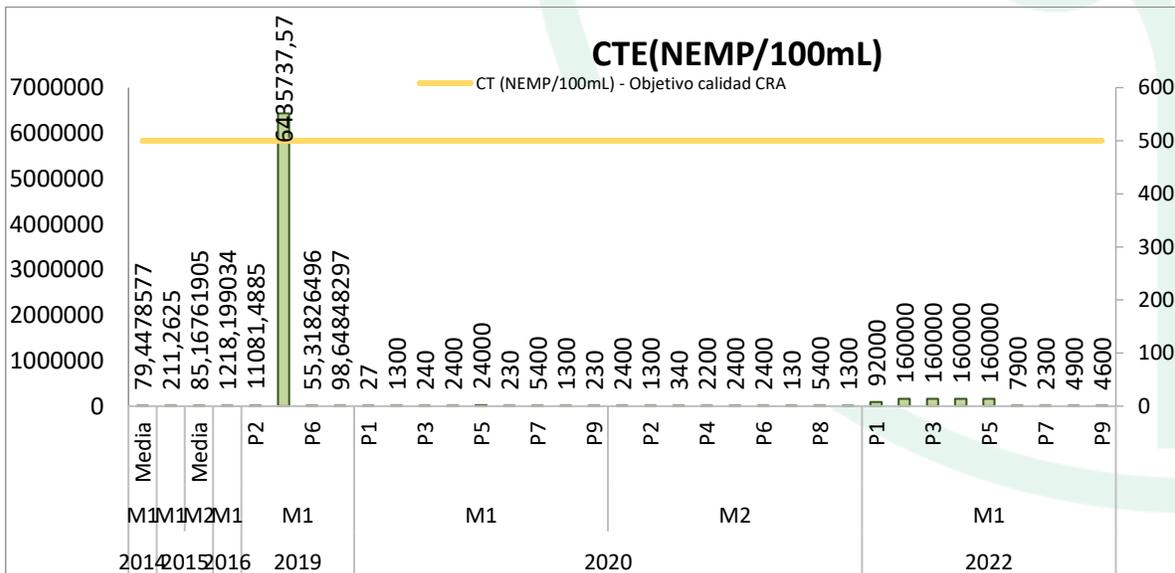


presentan se encuentran de acuerdo con el objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 establecido por la CRA para coliformes termotolerantes (<2000 NMP CTE/100 mL) y coliformes totales (<5000 NMP CT/100 mL).



**Gráfica 131. Registros de coliformes termotolerantes (CTE) en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



**Gráfica 132. Registros de coliformes Totales (CT) en el Embalse el Guájaro en el monitoreo realizado en octubre de 2022, contrastado con monitoreos anteriores y los objetivos de calidad.**

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



## 5.4 Índices de calidad de agua

### 5.4.1 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.

#### 5.4.1.1 Oxígeno disuelto (OD):

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%:

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

#### 5.4.1.2 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:

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

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

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

#### 5.4.1.3 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:

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

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

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

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

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

#### 5.4.1.4 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  $I_{C.E} = 0$

#### 5.4.1.5 pH:

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

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

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



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 26. 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	μS/cm	0.17
pH	Unidades de pH	0.15

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

**Tabla 27. 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.

**Tabla 28. Valor obtenido para cada variable (índice).**

Puntos de muestreo	$ICA_{njt} = \left( \sum_{i=1}^n W_i * I_{ikt} \right)$	Puntos de muestreo	$ICA_{njt} = \left( \sum_{i=1}^n W_i * I_{ikt} \right)$
P1 Ciénaga De Malambo	0,66	P6 Ciénaga de Mallorquín	0,90
P2 Ciénaga De Malambo	0,57	P7 Ciénaga de Mallorquín	0,75
P3 Ciénaga De Malambo	0,43	P1 Ciénaga El Rincón	0,77
P4 Ciénaga De Malambo	0,56	P2 Ciénaga El Rincón	0,65
P5 Ciénaga De Malambo	0,60	Ciénaga Los Manatías	0,54
P.1 Ciénaga mesolandia	0,56	P1 Ciénaga De Balboa	0,70
P.2 ciénaga mesolandia	0,50	P2 Ciénaga De Balboa	0,76
P1 Ciénaga El Convento	0,49	P1 Ciénaga Del Totumo	0,57
P2 Ciénaga El Convento	0,52	P2 Ciénaga Del Totumo	0,56
P1 Ciénaga Luisa	0,62	Embalse El Guajaro P1	0,67
P.1 Ciénagasanto tomas	0,69	Embalse El Guajaro P2	0,65
P.2 Ciénaga santo tomas	0,70	Embalse El Guajaro P3	0,64
P.1 Cienega Uvero	0,65	Embalse El Guajaro P4	0,64
P1 Ciénaga de Sabanagrande	0,62	Embalse El Guajaro P5	0,60
P2 Ciénaga de Sabanagrande	0,61	Embalse El Guajaro P6	0,74
P1 Ciénaga De Tocagua	0,89	Embalse El Guajaro P7	0,68



Puntos de muestreo	$ICA_{njt} = \left( \sum_{i=1}^n W_i * I_{ikjt} \right)$	Puntos de muestreo	$ICA_{njt} = \left( \sum_{i=1}^n W_i * I_{ikjt} \right)$
P2 Ciénaga De Tocagua	1,02	Embalse El Guajaro P8	0,59
P1 Ciénaga de Mallorcaín	0,78	Embalse El Guajaro P9	0,67
P2 Ciénaga de Mallorcaín	0,97	Río Magdalena P1	0,65
P3 Ciénaga de Mallorcaín	0,86	Río Magdalena P2	0,66
P4 Ciénaga de Mallorcaín	0,98	Río Magdalena P3	0,67
P5 Ciénaga de Mallorcaín	0,78		

*Nota: Todos los resultados se realizan de manera indicativa dado que 1 o más variables se presentaron por debajo del límite de cuantificación*

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

Se procedió a realizar de manera indicativa el cálculo del índice de calidad de agua (ICA), con el promedio de las muestras analizadas en campo para cada punto de monitoreo; se evidencia que el 67,44% de los puntos de monitoreo presentan una calidad **regular**, el 23,26% de los puntos presentaron una calidad **aceptable**, el 4,65% **buena** y el 4,65% restante una calidad mala.

#### 5.4.2 Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO)

Conformado por Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Coliformes Totales y porcentaje de saturación de Oxígeno.

Se define entre un rango de 0 a 1 donde el aumento desde el valor más bajo se relaciona con el aumento de contaminación en el cuerpo del agua.

$$ICOMO = 1/3 (I_{DBO} + I_{coliformes\ totales} + I_{Oxígeno\%})$$

Donde,

$$I_{DBO} = -0.05 + 0.70 \log_{10} DBO(mg/L)$$

$$DBO > 30(mg/L) = 1$$

$$DBO < 2 (mg/L) = 0$$

$$I_{Coliformes\ totales} = -1.44 + 0.56 \log_{10} Col.Tot. (NMP/100mL)$$

$$Coliformes\ Totales > 20.000(NMP/100mL) = 1$$

$$Coliformes\ Totales < 500(NMP/100mL) = 0$$

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



*Oxígenos (%) mayores a 100% tienen un índice de oxígeno de 0*

*Para sistemas lénticos con eutrofización y porcentajes de saturación mayores al 100%, se sugiere reemplazar la ecuación por:*

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

#### 5.4.3 Índice de Contaminación por Sólidos Suspendedos (ICOSUS)

$$ICOSUS = -0.02 + 0.003 \text{ Sólidos suspendidos (mg/L)}$$

*Sólidos Suspendedos > a 340 mg/L tienen un ICOSUS = 1*

*Sólidos Suspendedos < a 10 mg/L tienen un ICOSUS = 0*

#### 5.4.4 Índice de Contaminación por pH (ICOpH)

$$ICOpH = \frac{e^{-31,08+3,45pH}}{1 + e^{-31,08+3,45pH}}$$

**Tabla 29. Significancia de los índices de contaminación (ICOs).**

Valor del ICO	Grado de Contaminación
0 – 0.2	Ninguna
>0.2 – 0.4	Bajo
>0.4– 0.6	Medio
>0.6 – 0.8	Alto
>0.8 – 1	Muy alto

*Fuente: Ramírez et al., (1997).*



**Tabla 30. Resultado final de la determinación de ICOSUS/ICOMI/ICOMO/ICOpH**

Fecha	Puntos de muestreo	Índice de contaminación			Puntos de muestreo	Índice de contaminación		
		ICOSUS	ICOMO	ICOpH		ICOSUS	ICOMO	ICOpH
27,29 y 30/09/2022 - 3, 4, 12, 13 y 14/10/2022	P1 Ciénaga De Malambo	0,240	0,413	0,000	P6 Ciénaga de Mallorquín	0,208	0,298	0,251
	P2 Ciénaga De Malambo	0,040	0,493	0,000	P7 Ciénaga de Mallorquín	0,486	0,787	0,450
	P3 Ciénaga De Malambo	0,052	0,563	0,000	P1 Ciénaga El Rincón	0,099	0,292	0,338
	P4 Ciénaga De Malambo	0,183	0,594	0,000	P2 Ciénaga El Rincón	0,076	0,721	0,351
	P5 Ciénaga De Malambo	0,054	0,480	0,000	Ciénaga Los Manatíes	0,053	0,993	0,081
	P.1 Ciénaga mesolandia	0,019	0,745	0,000	P1 Ciénaga De Balboa	0,106	0,658	0,000
	P.2 Ciénaga mesolandia	0,022	0,548	0,000	P2 Ciénaga De Balboa	0,105	0,654	0,022
	P1 Ciénaga El Convento	0,025	0,852	0,004	P1 Ciénaga Del Totumo	0,000	0,656	0,000
	P2 Ciénaga El Convento	0,037	0,666	0,004	P2 Ciénaga Del Totumo	0,000	0,741	0,000
	P1 Ciénaga Luisa	0,019	0,342	0,000	Embalse El Guajaro P1	0,014	0,622	0,019
	P.1 Ciénagasanto tomas	0,019	0,296	0,004	Embalse El Guajaro P2	0,000	0,754	0,024
	P.2 Ciénaga santo tomas	0,060	0,234	0,005	Embalse El Guajaro P3	0,000	0,667	0,026
	P.1 Cienega Uvero	0,154	0,515	0,010	Embalse El Guajaro P4	0,028	0,649	0,023
	P1 Ciénaga de Sabanagrande	0,028	0,407	0,004	Embalse El Guajaro P5	0,069	0,634	0,078
	P2 Ciénaga de Sabanagrande	0,052	0,423	0,004	Embalse El Guajaro P6	0,052	0,394	0,005
	P1 Ciénaga De Tocagua	0,055	0,316	0,755	Embalse El Guajaro P7	0,028	0,448	0,004
	P2 Ciénaga De Tocagua	0,055	0,365	0,774	Embalse El Guajaro P8	0,000	0,653	0,003
	P1 Ciénaga de Mallorquín	0,459	0,612	0,127	Embalse El Guajaro P9	0,040	0,566	0,003
	P2 Ciénaga de Mallorquín	0,202	0,376	0,521	Río Magdalena P1	0,129	0,850	0,029
	P3 Ciénaga de Mallorquín	0,225	0,352	0,234	Río Magdalena P2	0,093	0,638	0,019
P4 Ciénaga de Mallorquín	0,169	0,349	0,533	Río Magdalena P3	0,228	0,785	0,019	
P5 Ciénaga de Mallorquín	0,285	0,369	0,121					
Indicación	Baja contaminación (cercano a 0)							
	Alta contaminación (cercano 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., 2022.*



Los resultados del índice de contaminación de contaminación por Sólidos Suspendidos (ICOSUS) en los puntos monitoreados el 81,40% no presentaron ningún grado de contaminación, el 13,95% presentó un bajo grado de contaminación y el 4,65% restante un nivel medio, por otro lado para el índice de contaminación por Materia Orgánica (ICOMO) en los puntos de monitoreo el 39,53% de los puntos presento un grado alto de contaminación, el 25,58% un grado medio, seguido de un 27,91% con un grado bajo y por ultimo un 6,98% de los puntos con grado muy alto de contaminación. Para el índice de contaminación por pH (ICOpH) el 79,09% de los puntos no presentóo ningún grado de contaminación, el 9,30% presentó un nivel bajo, seguido de un 6,98% con un nivel medio y por ultimo el 4,65% de los puntos presentó un nivel alto.



## 6. CONCLUSIONES

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO C.R.A.** realizó una caracterización físicoquímica 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 del 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 cumplen con el objetivo de calidad para el periodo 2011-2021 establecido por la CRA mediante la Resolución 258 de 2011, para las cuencas y tramos ordenados en Clase I, cuyo potencial uso es la preservación de flora y fauna (<40°C).

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 258 de 2011, para la preservación de flora y fauna (límite de control de 7,0 a 9,0 UpH) exceptuando las ciénagas Ciénaga Malambo, Ciénaga Luisa y Ciénaga mesolandia, las cuales presentan una ligera desviación con respecto a los objetivos de calidad antes mencionado, sin embargo 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 la mayoría de las ciénagas presentan incumpliendo con el objetivo de calidad establecido por la CRA en la Resolución 258 de 2011 (>3 mg/L) y con el criterio de calidad para aguas cálidas dulces (4 mg/L) del Decreto 1076 del 2015; a excepción de los valores obtenidos en todos o en algunos de los puntos monitoreados en la ciénaga de Malambo, El Convento, Ciénaga de Santo Tomás y en el río Magdalena.

De acuerdo con los resultados de la DBO<sub>5</sub>, se establece el cumplimiento en la mayoría de las ciénagas monitoreados con relación al límite de control para la DBO<sub>5</sub> (<7 mg/L) indicado como objetivo de



calidad para el periodo 2011-2020 de la Resolución 258 de 2011 de la CRA, para las cuencas y tramos ordenados en Clase I, con potencial uso de preservación de flora y fauna; a excepción de los valores reportados en la mayoría de los puntos de la Ciénaga Malambo, en todos los puntos de la Ciénaga El convento y de Ciénaga mesolandia.

Con respecto a la actividad microbiológica, se establece que en la cienaga Ciénaga Uvero se presenta desviación de acuerdo con el objetivo de calidad para el periodo 2011-2020 establecido por la CRA y los puntos del Río Magdalena sobrepasan el valor determinado en el objetivo, correspondiente a <2000 NMP/100 mL para Coliformes Termotolerantes (CTE), de igual forma algunos puntos de las ciengas correspondientes a Ciénaga Malambo, Ciénaga de Santo Tomás y Ciénaga El convento cumplen con el máximo establecido por la CRA de <5000 NMP/100 mL para Coliformes Totales (CT).

## 6.2. Cuenca Litoral

De acuerdo con los resultados reportados se establece que las ciénagas de la cuenca litoral presentan cumplimiento con el objetivo de calidad establecidos en la normativa de referencia para el parámetro temperatura; mientras que, para el oxígeno disuelto, pH, DBO<sub>5</sub>, SST y CTE las ciénagas Mallorquín, Balboa reportan desviación con respecto al objetivo en algunos de sus puntos. En cuanto a la ciénaga Manatí, presentó desviaciones en los parámetros mencionados y en CT. Por su parte, la ciénaga del Totumo registró incumplimiento en el pH, oxígeno disuelto y CT.

## 6.3. Cuenca Canal del Dique

Los resultados reportados para la temperatura en la ciénaga de en la ciénaga San Juan de Tocagua y en Embalse el Guájaro, permitieron establecer el cumplimiento de los objetivos de calidad. Por su parte el Oxígeno disuelto (mg/L) presentó desviación en algunos puntos de Embalse el Guájaro, para el pH, SST, DBO<sub>5</sub>, CTE y CT, se obtuvieron valores por encima de los límites estipulados en la normativa, en todos los puntos monitoreados en cada ciénaga o en uno de ellos.





**SERAMBIENTE S.A.S.**  
**Barranquilla, Colombia**  
**30 de marzo del 2023**

Este documento es emitido por SERAMBIENTE S.A.S, bajo sus condiciones generales de servicio. La responsabilidad de la compañía queda limitada a las cláusulas señaladas en las citadas condiciones generales que resultan de aplicación a la prestación de sus servicios.

Se advierte al poseedor del presente documento que este no podrá ser alterado ni modificado, ni en su contenido ni en su apariencia y es válido exclusivamente para la(s) muestra(s) analizada(s). La reproducción parcial o total del informe debe hacerse con autorización expresa de SERAMBIENTE S.A.S. Cualquier modificación del mismo la compañía se reserva las acciones legales que estime pertinente para la defensa de sus legítimos intereses. Cualquier tipo de observación requerida por el cliente y relacionada con los resultados emitidos, sólo será aceptada dentro de los 15 días siguientes al envío parcial de este informe. Si no se recibe observación en el tiempo establecido, se dará por aceptado el informe y se procederá a su impresión. El cliente se hace responsable por la confidencialidad de los resultados cuando estos sean enviados

**“Este documento no puede ser reproducido sin previa autorización de SERAMBIENTE S.A.S”**





## 7. BIBLIOGRAFÍA

- APHA-AWWA-WEF (2017) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23th Edition. New York, 2-24 a 2-26, método 2310
- ANALITICA, B. (Abril de 2020). Obtenido de bairesanalitica.com/dbo-demanda-bioquimica-de-oxigeno-dqo-demanda-quimica-de-oxigeno---news--5-11
- Climate-data.org. (s.f.). Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/barranquilla-3539/>
- CONAGUA. (Diciembre de 2015). CONAGUA. Obtenido de Monitoreo de Calidad del Agua: [http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/TF\\_CalidadAgua/CalidaddelAgua.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/TF_CalidadAgua/CalidaddelAgua.pdf)
- 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.
- 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, 2002
- Romero, J. (2009). Calidad del agua (Tercera ed.). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- 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.
- <https://doi.org/10.30878/ces.v26n3a4>
- Arredondo, J. L. (1993).- Fertilización y Fertilizantes: su uso y manejo en la Acuicultura. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México, D.F.
- Sawyer, CN y McCarty, PL (1978). Química para ingeniería ambiental (3ª ed.). Nueva York: McGraw-Hill Book Co.





- 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.
- 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.
- Broecker, W.S. 1974. Chemical oceanography. Hartcutt Brace J. Inc. 214 pp.
- Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA. 2015. Resolución 279 de mayo 19 de 2015. Por medio de la cual se establecen unas directrices generales para la conservación de



## 8. ANEXOS

A continuación, en la **Tabla 31** se relacionan los anexos del presente informe técnico.

**Tabla 31. Anexos del informe técnico.**

Anexo	Laboratorio	Archivos	Páginas
Anexo 1. Reporte de laboratorio	SERAMBIENTE S.A.S	Reporte SERAMBIENTE	11
	LIMA S.A.S	Reporte LIMA	19
Anexo2. Formatos de campo	SERAMBIENTE S.A.S	Planillas de campo	46
		Plan de monitoreo	2
		Cadena de custodia	18
Anexo 3. Resolución de Acreditación del IDEAM	SERAMBIENTE S.A.S.	Resolución 0052 de 2021	15
	LIMA S.A.S	Resolución 0391 de 2021	5
	AGQ PRODYCON COLOMBIA S.A.S	Resolución 1726 de 2022	25
	CHEMILAB S.A.S	Resolución 1618 de 2021	25

*Fuente: SERAMBIENTE S.A.S., 2021.*

*(FIN DEL INFORME)*

