

**IDL - INGENIERÍA DE DESARROLLO LIMPIO - LUIS F. CASTRO**

**CONTRATO 00441 DE 2019**

**OBJETO:**

REALIZAR LOS ESTUDIOS DE BASE PRELIMINARES Y DEMAS ACTUACIONES NECESARIAS PARA LA CONSULTA DE METAS DE CARGAS DE DBO<sub>5</sub> Y SST (PERIODO 2019 – 2024) CONFORMA A LO ESTABLECIDO EN EL ARTICULO 7 DEL DECRETO 1076 DE 2015.

**PRODUCTO No. 3**

**PERFILES Y OBJETIVOS DE CALIDAD DE LOS CUERPOS DE AGUA PERTENECIENTES A LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS EN JURISDICCIÓN DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO**

**FEBRERO DE 2020**

## CONTENIDO

	PÁGINA
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>13</b>
<b>2.1. OBJETIVO GENERAL</b>	<b>13</b>
<b>2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>13</b>
<b>3. OBJETIVOS DE CALIDAD PARA LAS CUENCAS 2011-2020 Y CRITERIO DE CALIDAD SEGÚN EL DECRETO 1076 DE 2015</b>	<b>14</b>
<b>4. ESTADO DE LAS CUENCAS</b>	<b>16</b>
<b>4.1. CUENCA DEL RÍO MAGDALENA</b>	<b>16</b>
4.1.1. Ciénaga de Mesolandia (Ciénaga de la Bahía).	16
4.1.2. Ciénaga El Convento.	23
4.1.3. Ciénaga de Malambo.	30
4.1.4. Ciénaga de Santo Tomás.	34
4.1.5. Ciénaga La Luisa.	42
4.1.6. Ciénaga El Uvero.	47
4.1.7. Ciénaga Sabanagrande.	54
<b>4.2. CUENCA LITORAL CARIBE</b>	<b>59</b>
4.2.1. Arroyo León.	59
4.2.2. Ciénaga de Balboa.	65
4.2.3. Ciénaga de El Rincón.	73
4.2.4. Ciénaga de Mallorquín.	80
4.2.5. Ciénaga del Totumo.	87
<b>4.3. CUENCA DEL CANAL DEL DIQUE</b>	<b>92</b>
4.3.1. Embalse del Guájaro.	92
4.3.2. Ciénaga de Tocagua	98
4.3.3. Ciénaga de Luruaco.	103
<b>5. RESUMEN DE LOS OBJETIVOS EN CADA UNO DE LOS CUERPOS DE AGUA EVALUADOS</b>	<b>109</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>110</b>

## LISTA DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1. Valores mínimos, máximos y medios de la temperatura tomados en varios puntos de la ciénaga de Mesolandia (años 2014 -2019) y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020. _____	17
Figura 2. Valores mínimos, máximos y medios de pH tomados en varios puntos de la ciénaga de Mesolandia (años 2014 -2019) y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020. _____	18
Figura 3. Valores mínimos, máximos y medios de oxígeno disuelto ( $O_2$ ) de la ciénaga de Mesolandia en los años 2014, 2015 y 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena y criterio de calidad para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna. _____	19
Figura 4. Valores de $DBO_5$ de la ciénaga de Mesolandia en los años 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena. _____	19
Figura 5. Valores mínimos, máximos y medios de DQO tomados en varios puntos de la ciénaga de Mesolandia del año 2014 a 2019. _____	20
Figura 6. Valores mínimos, máximos y medios de SST tomados en varios puntos de la ciénaga de Mesolandia del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020. _____	21
Figura 7. Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados ( $NO_3$ , $NO_2$ , $NH_3$ ) y ortofosfatos ( $PO_4$ ), tomados en varios puntos de la ciénaga de Mesolandia del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020. _____	21
Figura 8. Valores mínimos, máximos y medios de Coliformes totales, tomados en varios puntos de la ciénaga de Mesolandia del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020. _____	22
Figura 9. Valores mínimos, máximos y medios de los Coliformes fecales (CF), tomados en varios puntos de la ciénaga de Mesolandia del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020. _____	23
Figura 10. Valores mínimos, máximos y medios de temperatura en la ciénaga El Convento del año 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020. _____	24
Figura 11. Valores mínimos, máximos y medios de pH en de la ciénaga El Convento para los años 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020. _____	25
Figura 12. Valores mínimos, máximos y medios de Oxígeno Disuelto ( $O_2$ ) en la ciénaga El Convento del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020. _____	26
Figura 13. Valores mínimos, máximos y medios de $DBO_5$ en la ciénaga El Convento del año 2014 al 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020. _____	26
Figura 14. Valores mínimos, máximos y medios de DQO tomados en varios puntos de la ciénaga El Convento del año 2015 a 2019. _____	27

Figura 15. Valores mínimos, máximos y medios de SST tomados en varios puntos de la ciénaga El Convento del año 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	27
Figura 16. Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados ( $\text{NO}_3$ , $\text{NO}_2$ , $\text{NH}_3$ ) y ortofosfatos ( $\text{PO}_4$ ) en la ciénaga El Convento para 2014 y 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	28
Figura 17. Valores mínimos, máximos y medios de los coliformes totales en la ciénaga El Convento del 2014 al 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	29
Figura 18. Valores mínimos, máximos y medios de los coliformes fecales en la ciénaga El Convento del 2014 al 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	29
Figura 19. Valores mínimos, máximos y medios de la temperatura tomados en la ciénaga de Malambo en los años 2014 y 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	30
Figura 20. Valores mínimos, máximos y medios de pH tomados en varios puntos de la ciénaga de Malambo en los años 2014 y 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	31
Figura 21. Valores mínimos, máximos y medios de Oxígeno disuelto ( $\text{O}_2$ ) tomados en varios puntos de la ciénaga de Malambo del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	31
Figura 22. Valores mínimos, máximos y medios de $\text{DBO}_5$ tomados en varios puntos de la ciénaga de Malambo del año 2013 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	32
Figura 23. Valores mínimos, máximos y medios de DQO tomados en varios puntos de la ciénaga de Malambo del año 2013 a 2019.	33
Figura 24. Valores mínimos, máximos y medios de SST tomados en varios puntos de la ciénaga de Malambo del año 2013 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	33
Figura 25. Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados ( $\text{NO}_3$ , $\text{NO}_2$ , $\text{NH}_3$ ) y ortofosfatos ( $\text{PO}_4$ ) la ciénaga de Malambo del año 2013 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	34
Figura 26. Valores mínimos, máximos y medios de temperatura en la ciénaga de Santo Tomás del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020	35
Figura 27. Valores mínimos, máximos y medios de pH en la ciénaga de Santo Tomás del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020	36
Figura 28. Valores mínimos, máximos y medios de Oxígeno disuelto en la ciénaga de Santo Tomás del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020	37
Figura 29. Valores mínimos, máximos y medios del $\text{DBO}_5$ tomados en varios puntos de la ciénaga de Santo Tomás del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	38

Figura 30. Valores mínimos, máximos y medios del DQO tomados en varios puntos de la ciénaga de Santo Tomás del año 2014 a 2019.	38
Figura 31. Valores mínimos, máximos y medios de SST en varios puntos de la ciénaga de Santo Tomás del año 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	39
Figura 32. Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados ( $\text{NO}_3$ , $\text{NO}_2$ , $\text{NH}_3$ ) y ortofosfatos ( $\text{PO}_4$ ) en la ciénaga de Santo Tomás para 2014 y 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	40
Figura 33. Valores mínimos, máximos y medios de los coliformes totales en la ciénaga El Convento del 2014 al 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	41
Figura 34. Valores mínimos, máximos y medios de los coliformes fecales en la ciénaga El Convento del 2014 al 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	41
Figura 35. Valores mínimos, máximos y medios de la temperatura en la ciénaga La Luisa del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	42
Figura 36. Valores mínimos, máximos y medios del Potencial de Hidrógeno (pH) en varios puntos de la ciénaga La Luisa del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	43
Figura 37. Valores mínimos, máximos y medios del Oxígeno Disuelto ( $\text{O}_2$ ) en la ciénaga La Luisa del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas establecido para el periodo 2011-2020.	43
Figura 38. Valores mínimos, máximos y medios del $\text{DBO}_5$ en la ciénaga La Luisa del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	44
Figura 39. Valores mínimos, máximos y medios del DQO en varios puntos de la ciénaga La Luisa del año 2014 a 2019.	45
Figura 40. Valores mínimos, máximos y medios del SST en varios puntos de la ciénaga La Luisa del año 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	45
Figura 41. Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados ( $\text{NO}_3$ , $\text{NO}_2$ , $\text{NH}_3$ ) y ortofosfatos ( $\text{PO}_4$ ) en varios puntos de la ciénaga La Luisa del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	46
Figura 42. Valores mínimos, máximos y medios de los Coliformes totales (CT) en varios puntos de la ciénaga La Luisa del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	47
Figura 43. Valores mínimos, máximos y medios de los Coliformes fecales (CF) en varios puntos de la ciénaga La Luisa del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	47
Figura 44. Valores mínimos, máximos y medios de la temperatura en varios puntos de la ciénaga El Uvero del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	48

Figura 45. Valores mínimos, máximos y medios del Potencial de Hidrógeno (pH) en varios puntos de la ciénaga El Uvero del año 2013 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	49
Figura 46. Valores mínimos, máximos y medios del Oxígeno (O <sub>2</sub> ) en varios puntos de la ciénaga El Uvero del año 2013 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	49
Figura 47. Valores mínimos, máximos y medios de DBO <sub>5</sub> en varios puntos de la ciénaga El Uvero del año 2013 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	50
Figura 48. Valores mínimos, máximos y medios del DQO en varios puntos de la ciénaga El Uvero del año 2013 a 2019.	51
Figura 49. Valores mínimos, máximos y medios del SST en varios puntos de la ciénaga El Uvero del año 2013 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	51
Figura 50. Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados (NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> ) y ortofosfatos (PO <sub>4</sub> ) en varios puntos de la ciénaga El Uvero del año 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	52
Figura 51. Valores mínimos, máximos y medios de los Coliformes Totales (CT) en varios puntos de la ciénaga El Uvero del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	53
Figura 52. Valores mínimos, máximos y medios de los Coliformes Fecales (CF) en varios puntos de la ciénaga El Uvero del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	53
Figura 53. Valores mínimos, máximos y medios de la Temperatura (pH) en varios puntos de la ciénaga de Sabanagrande del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	54
Figura 54. Valores mínimos, máximos y medios del Potencial de Hidrógeno (pH) en varios puntos de la ciénaga de Sabanagrande del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	55
Figura 55. Valores mínimos, máximos y medios de Oxígeno disuelto (O <sub>2</sub> ) en varios puntos de la ciénaga de Sabanagrande del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	55
Figura 56. Valores mínimos, máximos y medios de DBO <sub>5</sub> en varios puntos de la ciénaga de Sabanagrande del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	56
Figura 57. Valores mínimos, máximos y medios de DQO en varios puntos de la ciénaga de Sabanagrande del año 2014 a 2019.	57
Figura 58. Valores mínimos, máximos y medios de SST en varios puntos de la ciénaga de Sabanagrande del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	57
Figura 59. . Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados (NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> ) y ortofosfatos (PO <sub>4</sub> ) en la ciénaga de Sabanagrande del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	58

Figura 60. Valores mínimos, máximos y medios de Coliformes totales y Fecales (CF) en varios puntos de la ciénaga de Sabanagrande del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.	59
Figura 61. Valores de la temperatura °C en un punto de muestreo en el arroyo León durante los años 2017 a 2019 y objetivo de calidad para la Cuenca del Litoral Caribe, establecido para el periodo 2011-2020.	60
Figura 62. Valores de Potencial de Hidrógeno (pH) un punto de muestreo en el arroyo León durante los años 2017 a 2019 y objetivo de calidad para la Cuenca del Litoral Caribe, establecido para el periodo 2011-2020.	61
Figura 63. Valores de oxígeno disuelto (O <sub>2</sub> ) en un punto de muestreo en el arroyo León durante los años 2017 a 2019 y objetivo de calidad para la clase 3, establecido para el periodo 2011-2020.	61
Figura 64. Valores de DBO <sub>5</sub> en el arroyo León 2017, 2018 y 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe establecido para el periodo 2011-2020.	62
Figura 65. Valores de la DQO en un punto de muestreo en el arroyo León durante los años 2017 a 2019.	62
Figura 66. Valores mínimos, máximos y medios de los SST tomados en un puntos en el arroyo León de 2017a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe establecido para el periodo 2011-2020.	63
Figura 67. Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados (NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> ) y ortofosfatos (PO <sub>4</sub> ) Tomados en un punto en el arroyo León de 2017a 2018 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe establecido para el periodo 2011-2020.	64
Figura 68. Valores de los Coliformes Totales (CT) tomados en un punto en el arroyo León de 2017a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe establecido para el periodo 2011-2020.	65
Figura 69. Valores de los Coliformes Fecales (CF) tomados en un punto en el arroyo León de 2018 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe establecido para el periodo 2011-2020.	65
Figura 70. Valores de la temperatura (°C) en la ciénaga de Balboa en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe establecido para el periodo 2011-2020.	66
Figura 71. Valores del potencial de hidrogeniones (pH) de la ciénaga de Balboa en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe establecido para el periodo 2011-2020.	67
Figura 72. Valores de oxígeno (O <sub>2</sub> ) de la ciénaga de Balboa en los años 2015 - 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe y criterio de calidad para la preservación de fauna y flora.	68
Figura 73. Valores de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) de la Ciénaga de Balboa en los años 2015 y 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	68
Figura 74. Valores de la demanda química de oxígeno (DQO) en la ciénaga de Balboa en los años 2015 al 2019.	69
Figura 75. Valores de sólidos suspendidos totales (SST) de la ciénaga de Balboa en los años 2015 - 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	70
Figura 76. Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados (NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> ) en de la ciénaga de Balboa en el año 2017, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	70
Figura 77. Valores de Coliformes totales (CT) de la ciénaga de Balboa en los años 2015 - 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	71
Figura 78. Valores de Coliformes fecales (CF) de la ciénaga de Balboa en los años 2015 - 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	72

Figura 79. Valores de grasas y aceite de la ciénaga de Balboa en el año 2017 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	72
Figura 80. Valores del potencial de la temperatura ( $T$ °C) en la ciénaga El Rincón en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	73
Figura 81. Valores del potencial de hidrogeniones (pH) en la ciénaga El Rincón en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	74
Figura 82. Valores de oxígeno ( $O_2$ ) en la ciénaga El Rincón en los años 2015 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe y criterio de calidad para la preservación de fauna y flora.	75
Figura 83. Valores de la demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ) de la ciénaga El Rincón en los años 2015 a 2019 objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	75
Figura 84. Valores de la demanda química de oxígeno (DQO) de la ciénaga El Rincón en los años 2015 a 2019.	76
Figura 85. Valores de SST de la ciénaga El Rincón en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	77
Figura 86. Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados ( $NO_3$ , $NO_2$ , $NH_3$ ) en de la ciénaga El Rincón en los años 2017 a 2018 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	78
Figura 87. Valores de Coliformes Totales (CT) de la ciénaga El Rincón en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	78
Figura 88. Valores de Coliformes fecales (CF) de la ciénaga El Rincón en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	79
Figura 89. Valores de Grasas y Aceite de la ciénaga El Rincón en el año 2017 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	79
Figura 90. Valores de la temperatura en la ciénaga de Mallorquín en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	80
Figura 91. Valores del potencial de hidrogeniones (pH) en la ciénaga de Mallorquín en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	81
Figura 92. Valores de oxígeno ( $O_2$ ) en la ciénaga de Mallorquín en los años 2015 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe y criterio de calidad para la preservación de fauna y flora.	82
Figura 93. Valores de la Demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ) en la Ciénaga de Mallorquín en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	82
Figura 94. Valores de la Demanda química de oxígeno (DQO) en la ciénaga de Mallorquín en los años 2015 a 2019.	83
Figura 95. Valores de sólidos suspendidos totales (SST) en la ciénaga de Mallorquín en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	84
Figura 96. Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados ( $NO_3$ , $NO_2$ , $NH_3$ ) y ortofosfatos ( $PO_4$ ) en la ciénaga de Mallorquín en 2017 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	85
Figura 97. Valores de los Coliformes totales (CT) en la ciénaga de Mallorquín en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	86
Figura 98. Valores de los Coliformes fecales (CF) en la ciénaga de Mallorquín en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.	86



Figura 99. Valores de Grasas y Aceites en la ciénaga de Mallorquín en el año 2017 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe. _____	87
Figura 100. Valores de la temperatura (° C) en la ciénaga del Totumo en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe. _____	88
Figura 101. Valores del potencial de hidrogeniones (pH) en la ciénaga del Totumo en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe. _____	88
Figura 102. Valores del oxígeno (O <sub>2</sub> ) en la ciénaga del Totumo en los años 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe. _____	89
Figura 103. Valores de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) en la ciénaga del Totumo en los años 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe. _____	90
Figura 104. Valores de la demanda química de oxígeno (DQO) en la ciénaga del Totumo en los años 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe. _____	90
Figura 105. Valores de sólidos suspendidos totales (SST) en la ciénaga del Totumo en los años 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe. _____	91
Figura 106. Valores de Coliformes totales y fecales (CF) en la ciénaga del Totumo en los años 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe. _____	92
Figura 107. Valores del Temperatura (°C) en el embalse del Guájaro en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique. _____	93
Figura 108. Valores del potencial de hidrogeniones (pH) en el embalse del Guájaro en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique. _____	94
Figura 109. Valores del oxígeno (O <sub>2</sub> ) en el embalse del Guájaro en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique. _____	95
Figura 110. Valores de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) en el embalse del Guájaro en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique. _____	95
Figura 111. Valores de la demanda química de oxígeno (DQO) en el embalse del Guájaro en los años 2014 a 2019. _	96
Figura 112. Valores de sólidos suspendidos totales (SST) en el embalse del Guájaro en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique. _____	96
Figura 113. Valores de Coliformes Totales y Fecales en el embalse del Guájaro en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique. _____	97
Figura 114. Valores del Temperatura (°C) en la ciénaga de Tocagua en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique. _____	98
Figura 115. Valores del potencial de hidrogeniones (pH) en la ciénaga de Tocagua en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique. _____	99
Figura 116. Valores del oxígeno (O <sub>2</sub> ) en la ciénaga de Tocagua en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique. _____	99
Figura 117. Valores de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) en la ciénaga de Tocagua en los años 2015 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique. _____	100
Figura 118. Valores de la demanda química de oxígeno (DQO) en la ciénaga de Tocagua en los años 2015 a 2019. _____	101
Figura 119. Valores de sólidos suspendidos totales (SST) en la ciénaga de Tocagua en los años 2015 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique. _____	101
Figura 120. Valores de Coliformes totales (CT) en la ciénaga de Tocagua en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique. _____	102

Figura 121. Valores de Coliformes fecales (CF) en la ciénaga de Tocagua en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique. \_\_\_\_\_ 103

Figura 122. Valores de la temperatura °C en la ciénaga de Luruaco en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique. \_\_\_\_\_ 104

Figura 123. Valores del potencial de hidrogeniones (pH) en la ciénaga de Luruaco en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique. \_\_\_\_\_ 104

Figura 124. Valores del oxígeno (O<sub>2</sub>) en la ciénaga de Luruaco en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique. \_\_\_\_\_ 105

Figura 125. Valores de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) en la ciénaga de Luruaco en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique. \_\_\_\_\_ 106

Figura 126. Valores de la demanda química de oxígeno (DQO) en la ciénaga de Luruaco en los años 2014 a 2019. \_ 106

Figura 127. Valores de sólidos suspendidos totales (SST) en la ciénaga de Luruaco en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique \_\_\_\_\_ 107

Figura 128. Valores de Coliformes totales (CT) en la ciénaga de Luruaco en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique \_\_\_\_\_ 107

Figura 129. Valores de Coliformes fecales (CF) en la ciénaga de Luruaco en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique \_\_\_\_\_ 108

## LISTA DE TABLAS

	PÁGINA
<i>Tabla 1. Zonificación ambiental de cuencas y tramos determinados para el establecimiento de los objetivos de calidad 2011-2020.</i>	<u>14</u>
<i>Tabla 2. Objetivos de calidad (límites de control) para diferentes parámetros según el tipo de cuerpo de agua.</i>	<u>14</u>
<i>Tabla 3. Criterio de calidad para la destinación del recurso según el Decreto 1076 de 2015.</i>	<u>15</u>
<i>Tabla 4. Resumen del cumplimiento de los objetivos de calidad de cada uno de los cuerpos de agua evaluados, ubicados en jurisdicción del departamento del Atlántico.</i>	<u>109</u>

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de Calidad según la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (2010), consiste en mejorar la calidad y minimizar la contaminación de los cuerpos de agua a través del ordenamiento y reglamentación de usos del recurso y el monitoreo, seguimiento y evaluación de la calidad del mismo.

La calidad del agua se define como aquellas condiciones que deben darse en el agua para que ésta mantenga un ecosistema equilibrado y cumpla unos determinados objetivos de calidad y está definida por las características físicas, químicas, biológicas y ecológicas (IDEAM, 2014).

Intentar mantener o mejorar el estado en el que se encuentran los recursos acuáticos es de prioridad para el estado, por lo cual se están generando un conjunto de políticas que conllevan a una gestión eficaz de estos ecosistemas.

Este informe tiene como finalidad, describir el estado en el que se encuentran los cuerpos de agua pertenecientes a las cuencas hidrográficas del departamento del Atlántico, mediante el uso de información proveniente de diferentes estudios y comparación con los objetivos de calidad impuestos por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (C.R.A.) para el periodo 2011-2020 mediante la Resolución No. 000258 del 13 de abril de 2011 y cuando aplica, con los criterios de calidad plasmados en Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, como parte del proceso de consulta para la fijación de las metas de cargas contaminantes de DBO<sub>5</sub> y SST por vertimientos directos e indirectos a los cuerpos superficiales en jurisdicción de la C.R.A. para el periodo 2019-2024.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1.OBJETIVO GENERAL**

Describir el estado actual de los cuerpos de agua pertenecientes a las cuencas hidrográficas del Departamento del Atlántico, como parte del proceso de consulta para la fijación de las metas de cargas contaminantes por vertimientos puntuales a los cuerpos superficiales en jurisdicción de la C.R.A. para el periodo 2019 -2024.

### **2.2.OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Establecer, mediante el uso de información disponible proveniente de diferentes estudios, si los cuerpos de agua en jurisdicción de la C.R.A. cumplen con los objetivos impuestos por la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (C.R.A.) para el periodo 2011-2020 (Resolución No. 000258 del 13 de abril de 2011).
  
- Comprobar si los datos recopilados, cumplen con los criterios de calidad plasmados en el Decreto 1076 de 2015, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

### 3. OBJETIVOS DE CALIDAD PARA LAS CUENCAS 2011-2020 Y CRITERIO DE CALIDAD SEGÚN EL DECRETO 1076 DE 2015

La zonificación ambiental de las cuencas hidrográficas en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – C.R.A. se resume en la Tabla 1. Entre tanto, los objetivos de calidad establecidos para el periodo 2011-2020 (Resolución No. 000258 del 30 de abril de 2011) y los criterios de calidad según el Decreto 1076 de 2015 se consignan en la Tabla 2 y Tabla 3.

**Tabla 1. Zonificación ambiental de cuencas y tramos determinados para el establecimiento de los objetivos de calidad 2011-2020.**

Tipología	Definición	Cuenca
Clase 1	Aquellos cuyo potencial de uso del agua es prioritariamente para LA PRESERVACIÓN DE LA FLORA Y LA FAUNA y cuya calidad permite el consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, así como el uso agrícola y pecuario.	Complejo de Humedales y Ciénagas de la cuenca del RÍO MAGDALENA
		Complejo de Humedales y Ciénagas de la cuenca del LITORAL CARIBE
Clase 2	Sistemas cuyo uso potencial del agua es prioritariamente para CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO con tratamiento convencional, preservación de flora y fauna, uso agrícola y pecuario.	Complejo de Humedales y Ciénagas de la cuenca del CANAL DEL DIQUE
Clase 3	Se definen como aquellos cuyo potencial de uso del agua es prioritariamente para USO INDUSTRIAL, y restringido para usos AGRÍCOLA y PECUARIO.	Arroyos, Caños y fuentes de agua que entregan sus aguas directamente a la cuenca

**Tabla 2. Objetivos de calidad (límites de control) para diferentes parámetros según el tipo de cuerpo de agua.**

Parámetro	Unidades	Límites de control		
		Clase 1	Clase 2	Clase 3
DBO <sub>5</sub>	mg/L	<7	<5	<25
Oxígeno disuelto	mg/L	>3	>4	>2
Grasas y aceites - GyA	mg/L	<10	<5	<15
Coliformes totales - CT	NMP/100mL	<5000	<5000	<15000
Coliformes Fecales - CF	NMP/100mL	<2000	<200	<5000
Sólidos flotantes	Presencia	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Sólidos suspendidos totales - SST	mg/L	<30	<15	<250
Nitritos : N-NO <sub>2</sub>	mg/L	<1	<1	<1
Nitratos: N-NO <sub>3</sub>	mg/L	<10	<10	<10
Nitrato amoniacal: N-NH <sub>3</sub>	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5

Parámetro	Unidades	Límites de control		
		Clase 1	Clase 2	Clase 3
Fósforo orgánico: P-PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	mg/L	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1
pH	UpH	7 a 9	7 a 9	7a 9
Temperatura	°C	<40	<40	<40
Olores ofensivos	Presencia	Ausentes	Ausentes	Ausentes

**Tabla 3. Criterio de calidad para la destinación del recurso según el Decreto 1076 de 2015.**

Criterio de calidad para la destinación del recurso	Consumo humano y doméstico		Agrícola	Pecuario	Recreativo		Preservación de flora y fauna	
	Requiere tratamiento convencional	Requiere desinfección			Contacto 1 <sup>ro</sup>	Contacto 2 <sup>do</sup>	Aguas cálidas	Agua marina y estuarina
pH (upc)	5 a 9	6,5 a 8,5	4,5 a 9	5 a 9	5 a 9	5 a 9	4,5 a 9	6,5 a 8,5
Oxígeno	NE	NE	NE	NE	70% saturación	70% saturación	4 mg/L	4 mg/L
Nitratos (mg/L)	10	10	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Nitritos (mg/L)	1	1	NE	10	NE	NE	NE	NE
Nitratos +Nitritos	NE	NE	NE	100	NE	NE	NE	NE
Amoniaco (mg/L)	1	1	NE	NE	NE	NE	0.1CL <sup>96</sup> <sub>50</sub>	0.1CL <sup>96</sup> <sub>50</sub>
Sulfatos (mg/l)	400	400	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Coliformes totales (NMP/100ml)	20000	1000	5000*	NE	1000	5000	NE	NE
Coliformes fecales (NMP/100ml)	2000	NE-	1000*	NE	200	NE	NE	NE
Grasas y aceites	NE-	Sin película visible	NE-	Sin película visible	Sin película visible	Sin película visible	0.01CL <sup>96</sup> <sub>50</sub> **	0.01CL <sup>96</sup> <sub>50</sub> **

NE: No establecido

\*Cuando se use el recurso para riego de frutas que se consuman sin quitar la cascara y para hortalizas de cuello corto.

\*\*Porcentaje de sólidos seco

## 4. ESTADO DE LAS CUENCAS

### 4.1. CUENCA DEL RÍO MAGDALENA

En el departamento del Atlántico, el canal principal del río Magdalena recorre aproximadamente 107.851 Km de longitud (HIMAT, 1987 En C.R.A., 2007) y forma la cuenca más extensa del departamento del Atlántico, con una superficie de 134.192 ha que se distribuyen entre los municipios de Soledad, Malambo, Sabanagrande, Santo Tomás, Palmar de Varela, Polonuevo, Ponedera, Campo de la Cruz y el Distrito de Barranquilla.

La zona inundable de esta cuenca está formada por un complejo ciénagas (humedales palustres) permanentes o estacionales, interconectado por caños y zonas anegadizas, que son importantes en la amortiguación de los caudales del río y el sostenimiento de su diversidad biológica

Las más reconocidas son: Ciénaga de Mesolandia o La Bahía, Malambo, El Convento, Sabanagrande, Santo Tomás, La Luisa, El Uvero, Manatí, Paraíso, Sanaguare, y La Vieja. De este conjunto, Sanaguare y La Vieja se han desecado por completo y en un proceso similar se encuentra la ciénaga Paraíso (C.R.A., 2015 y 2019).

En esta oportunidad, se analizaron las ciénagas de mayor importancia para obtener la información de su estado.

#### 4.1.1. Ciénaga de Mesolandia (Ciénaga de la Bahía).

La ciénaga de Mesolandia, se encuentra localizada en jurisdicción de los municipios de Malambo y Soledad. Sus aguas provienen del río Magdalena a través de los caños Viejo y Soledad, aguas de escorrentía y el arroyo Caracolí. La profundidad de este cuerpo de agua es cercana a 1.2 m en época de aguas bajas y 2.4 m durante la época de aguas altas (C.R.A., 2016).

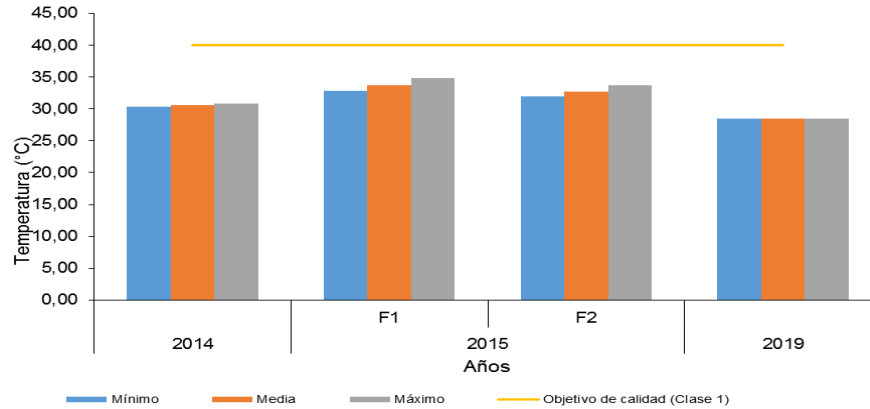
Los datos obtenidos para el análisis del estado de la ciénaga de Mesolandia corresponden a los monitoreos realizados por la C.R.A. para los años 2014, 2015 y 2019.

#### Temperatura (°C)

El estado térmico de un sistema, es decir, el grado mayor o menor de temperaturas bajas (frío) o altas (calor) que presenta (Ramírez y González, 2005) puede ser una condición limitante de la riqueza y distribución de la vida acuática (Custodio y Chanamé, 2016), sin embargo para en las zonas cálidas tropicales, presenta pocas variaciones. La temperatura tuvo una fluctuación entre 28.4 y 33.7 °C (Figura 1), con el valor mínimo



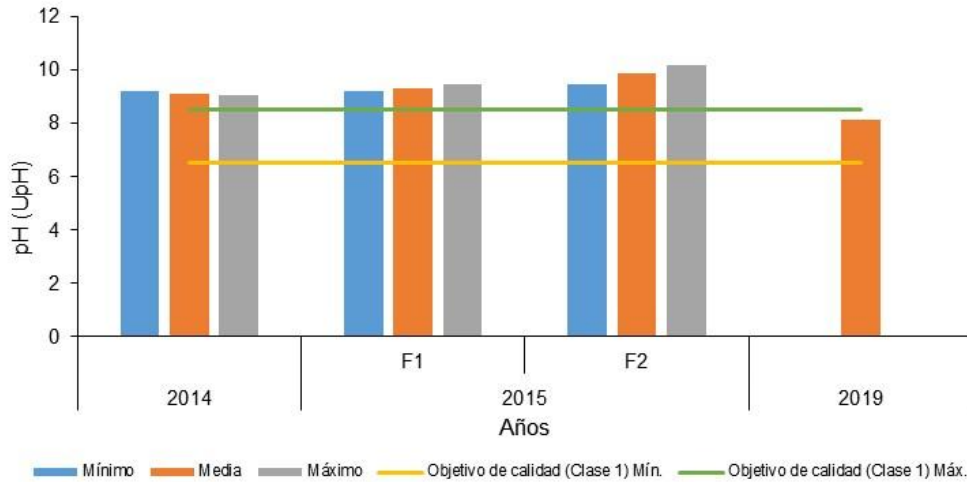
promedio registrado durante 2019 mientras que el máximo valor se registró durante el año 2015. Durante los monitoreos anañizados (2014, 2015 y 2019) los valores de temperatura cumplen con los objetivos de calidad.



**Figura 1. Valores mínimos, máximos y medios de la temperatura tomados en varios puntos de la ciénaga de Mesolandia (años 2014 -2019) y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### Potencial de Hidrogeniones (pH)

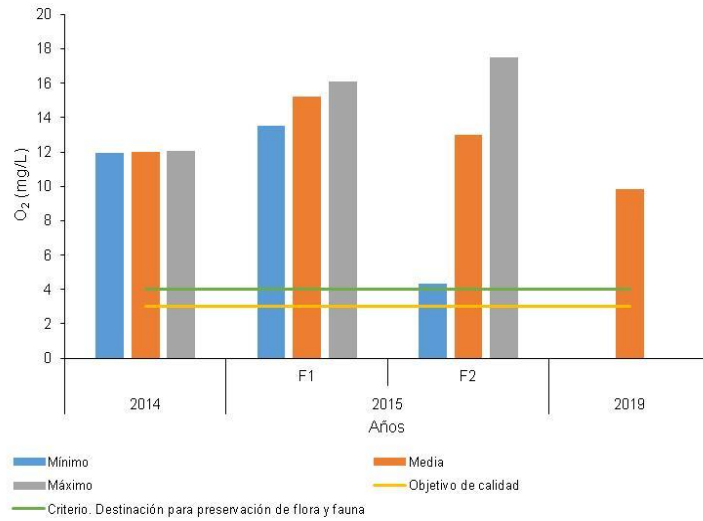
Las variaciones de pH en la ciénaga de Mesolandia, se dieron entre 8.1 – 9.87 unidades de pH (Figura 2), con el valor mínimo promedio registrado durante 2019, sus aguas básicas, pueden ser el resultado de las actividades de los productores primarios que asimilan el dióxido de carbono y aumentan el pH, especialmente en la época aguas bajas, durante la cual se puede superar el objeto de calidad (2014 y 2015). Valores de pH altos (>9 upH) se reportan para ecosistemas que se hallan en regiones con balance hídrico negativo (precipitación menor que la evaporación) o en sistemas influenciado por el mar y en regiones ricas en Ca<sup>+2</sup> (Roldán y Ramírez, 2008).



**Figura 2. Valores mínimos, máximos y medios de pH tomados en varios puntos de la ciénaga de Mesolandia (años 2014 -2019) y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### Oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>)

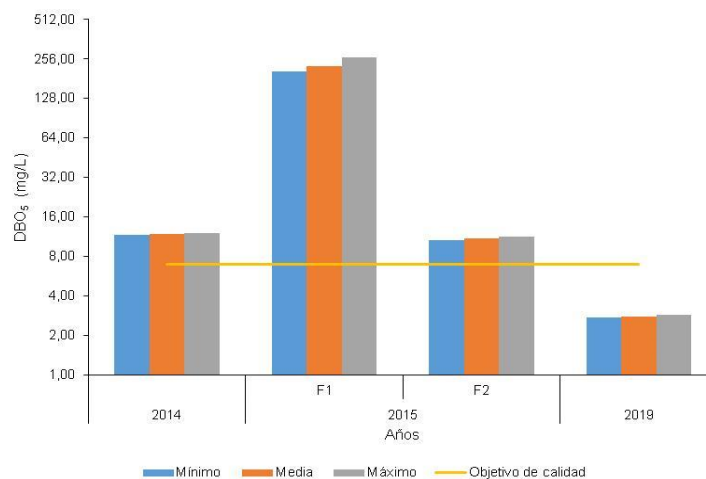
La concentración de oxígeno durante el 2019 (9.81mg/L promedio), aunque cumple con el objeto de calidad para humedales de la clase 1 ( $\geq 3$  mg/L) y el criterio de calidad para preservación de flora y fauna ( $\geq 4$  mg/L según el decreto 1076 de 2015), exhibe, de forma general, condiciones de sobresaturación, frecuente los sistema eutrofizados, que ocasiona el desarrollo del fitoplancton, el aumento de su actividad fotosintetizadora y la disponibilidad de este gas, así como su rápido consumo durante el ciclo diario (Ramírez y Viña, 1998). Las mayores fluctuaciones de oxígeno se presentaron en la segunda fase los del 2015 con valores cercanos al mínimo permisible para preservación de flora y fauna en P2 y máximos en P5 con 17,5 mg/L. indicando sobresaturación de oxígeno (250.94%) la cual puede representar una fuente de inconvenientes para la salud de los organismos, en particular para los peces, especialmente si se combina con la del nitrógeno.



**Figura 3. Valores mínimos, máximos y medios de oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>) de la ciénaga de Mesolandia en los años 2014, 2015 y 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena y criterio de calidad para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna.**

#### **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

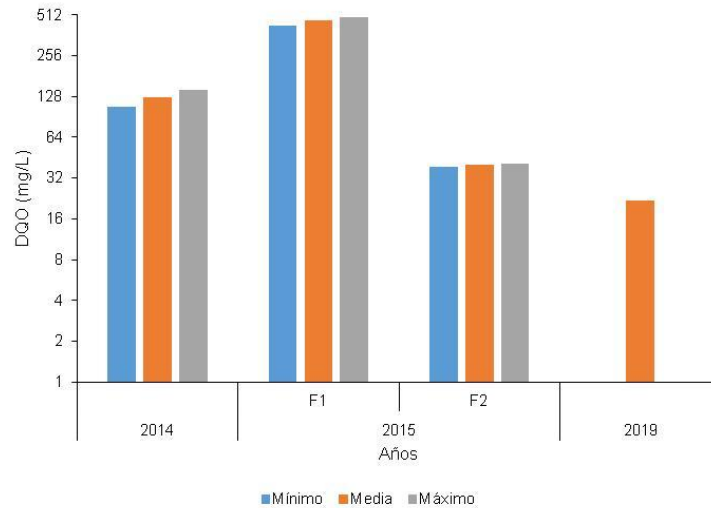
La DBO<sub>5</sub> es una medida de la cantidad de oxígeno que se consume para la degradar de la materia orgánica por vía biológica. En la Figura 4 se observa el cumplimiento del objetivo de calidad establecido por la C.R.A. en los resultados de 2019 con un promedio de 2.79 mg/L. que según Ramírez y Viña (1998) citando a otros autores indica una calidad de agua aceptable. En los monitoreos anteriores, el gasto de oxígeno necesario para la descomposición de la materia biodegradable del ecosistema fue elevado, particularmente durante la primera fase del 2015 (época seca) y disminuyó en la fase 2 a niveles cercanos a los presentados durante el 2014; posiblemente por las precipitaciones que aunque disminuidas por el fenómeno del Niño permitieron temporalmente la oxigenación a través de la turbulencia y la dilución de los contenidos orgánicos.



**Figura 4. Valores de DBO<sub>5</sub> de la ciénaga de Mesolandia en los años 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena.**

### Demanda química de oxígeno (DQO)

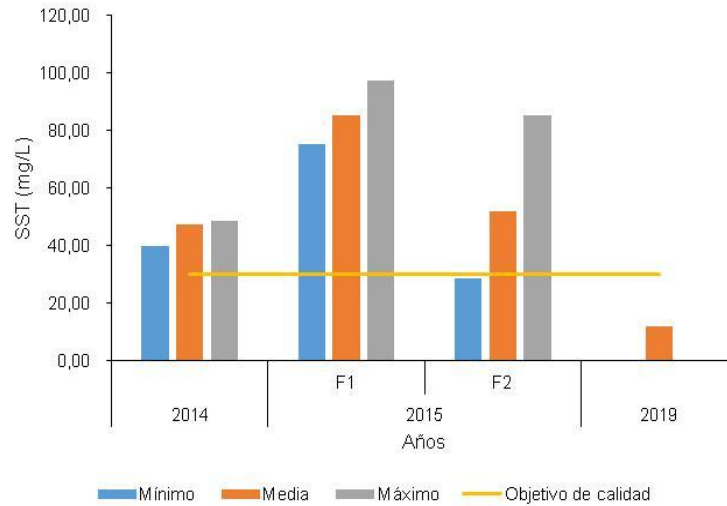
La demanda química de oxígeno exhibió un comportamiento similar a la DBO<sub>5</sub>, registrando el menor consumo de oxígeno durante el 2019 con 21.74 mg/L. y máximo consumo 464.68 mg/L durante la primera fase del monitoreo de 2015, referenciados para sistemas con indicios de contaminación ( $20 < DQO \leq 40$ ) según la escala de clasificación de la calidad del agua elaborada por CONAGUA (2011). Es necesario considerar los antecedentes de la ciénaga para la época de aguas bajas en donde la demanda de oxígeno puede superar los 40 mg/L referenciados para aguas contaminadas.



**Figura 5. Valores mínimos, máximos y medios de DQO tomados en varios puntos de la ciénaga de Mesolandia del año 2014 a 2019.**

### Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Los contenidos de SST para el año 2014 y 2015 sobrepasaron el límite máximo determinado para esta variable en los objetivos de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena para el periodo 2011-2020, solo el punto cinco (P5) en la segunda fase del 2015 y el punto monitoreado en el año 2019 estuvieron por debajo de los 30 mg/L mostrando aguas que favorecen la conservación de las comunidades acuáticas, el consumo humano y doméstico con tratamiento convencional, así como el uso agrícola y pecuario.

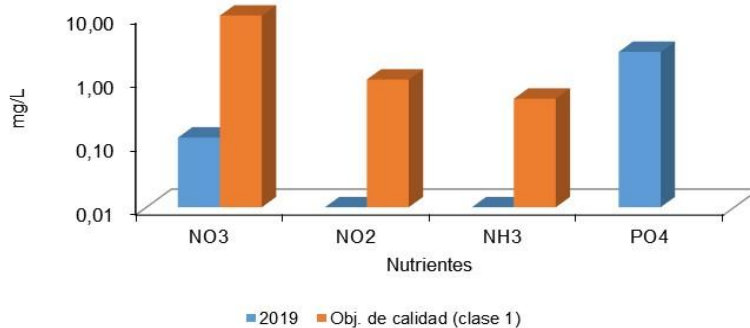


**Figura 6. Valores mínimos, máximos y medios de SST tomados en varios puntos de la ciénaga de Mesolandia del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### Nutrientes

Los nutrientes solo fueron evaluados en la ciénaga durante el monitoreo realizado en el año 2019 y estuvieron por debajo del objetivo de calidad establecido para los humedales de la cuenca del río Magdalena (Resolución No. 000258 de 2011). En general las concentraciones de los compuestos nitrogenados fueron bajas y se consideran en los rangos para sistemas tendientes a la oligotrofia según Esteves (1998).

En cuanto a los ortofosfatos ( $PO_4$ ) la concentración fue alta con 2.7 mg/L, que según Ramírez (1999), sugieren eutrofización.



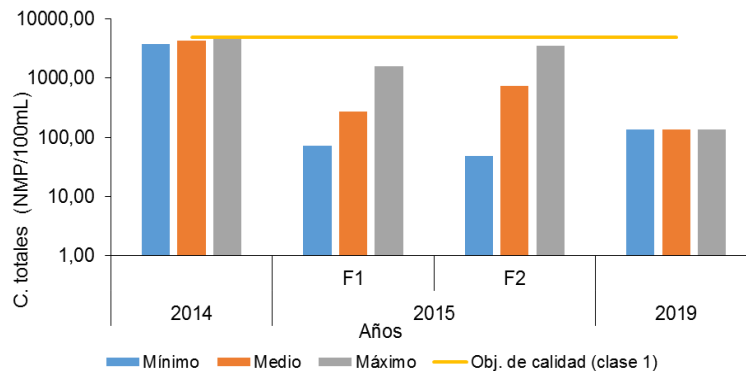
**Figura 7. Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados ( $NO_3$ ,  $NO_2$ ,  $NH_3$ ) y ortofosfatos ( $PO_4$ ), tomados en varios puntos de la ciénaga de Mesolandia del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### Coliformes Totales y Fecales

Los cuerpos de agua superficiales, están sometidos a la contaminación por microorganismos de tipo bacteriano, que provienen de la atmósfera, de los desechos y vertimientos hechos en ellos. Esto implica que el grado de contaminación, al igual que las bacterias alojadas en estos cuerpos de agua sea variable, dependiendo del origen de estos vertimientos

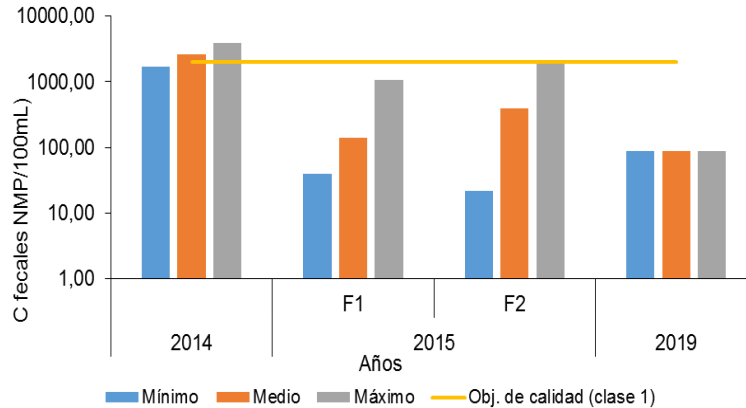
Las bacterias coliformes totales se encuentran frecuentemente en el suelo, plantas y el agua (generalmente sin causar daños de gran importancia), mientras que las coliformes fecales, siendo un subgrupo de las coliformes totales, se encuentran en las deposiciones humanas y animales, indicando con su presencia contaminación. El grupo coliformes es constante, abundante y casi exclusivo de la materia fecal, sin embargo, las características de sobrevivencia y la capacidad para multiplicarse fuera del intestino también se observan en las aguas naturales y potables, por lo que se utiliza como indicador de contaminación fecal en agua; conforme mayor sea el número de coliformes en agua, mayor será la probabilidad de estar frente a una contaminación reciente (Camacho et al., 2009).

Los valores registrados para coliformes totales en los monitoreos analizados fueron inferiores al objetivo de calidad (5000 NP/100ml) la establecido por la C.R.A. para los cuerpos de agua de la clase 1.



**Figura 8. Valores mínimos, máximos y medios de Coliformes totales, tomados en varios puntos de la ciénaga de Mesolandia del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

Los Coliformes fecales registraron el máximo valor durante el monitoreo realizado en 2014 con 2594 NMP/100ml) este resultado se encontró por encima del valor de referencia de los objetivos de calidad (2000 NMP/100ml), durante los monitoreos 2015- 2019 los valores registrados fueron inferiores al objetivos de calidad.



**Figura 9. Valores mínimos, máximos y medios de los Coliformes fecales (CF), tomados en varios puntos de la ciénaga de Mesolandia del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

#### 4.1.2. Ciénaga El Convento.

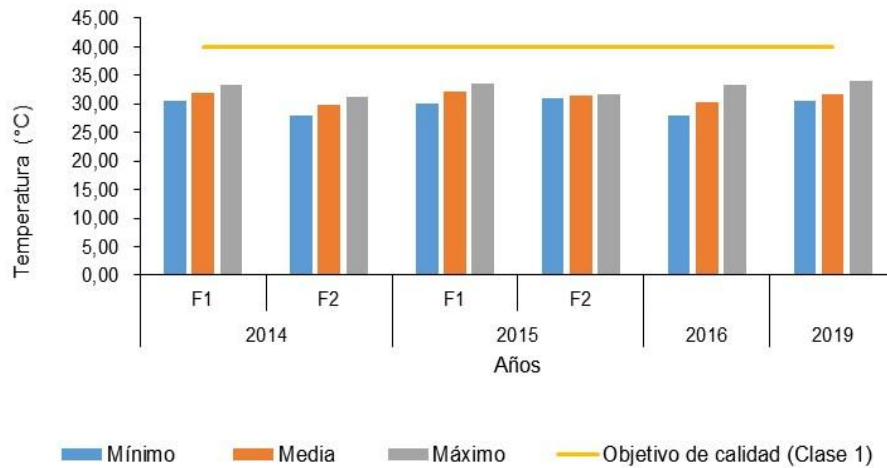
La ciénaga El Convento se encuentra ubicada entre los municipios de Malambo y Sabanagrande perteneciéndole el 95% de su área de influencia al segundo. La profundidad media de la ciénaga fluctúa de 1.1 m en época de aguas bajas a 2.4 m en aguas altas. El principal subsidiario de este cuerpo de agua es el río Magdalena, con el que se comunica través del Caño Pinguillo. La ciénaga también posee conexión con la ciénaga de Malambo a través del Caño Tortuga.

Para evaluar el estado actual de la ciénaga se tuvieron en cuenta las caracterizaciones efectuadas por la C.R.A. a partir del 2015.

#### Temperatura (°C)

La temperatura del agua en la ciénaga durante los años 2014 al 2019 reportó valores oscilantes entre 27.95 y 34.02°C (Figura 10). Los años 2014 y 2015 presentaron las temperaturas medias más altas con 31.89 y 32.08 °C durante la fase 1 (sequía). Mientras que los valores medios más bajos se dieron durante la fase 2 del año 2014 correspondiente al periodo lluvioso (C.R.A. 2015b). La temperatura de la ciénaga y sus pocas variaciones son una condición de los sistemas polimícticos cálidos, en donde las principales fluctuaciones obedecen a la acción del viento, las variaciones de profundidad, la acción de las macrófitas (Roldán y Ramírez 2008).

En cuanto al cumplimiento de los objetivo de calidad, los registros para esta característica son inferiores a 40°C, establecidos como límite de control para los diferentes usos prioritarios (Resolución No. 000258 de 2011).

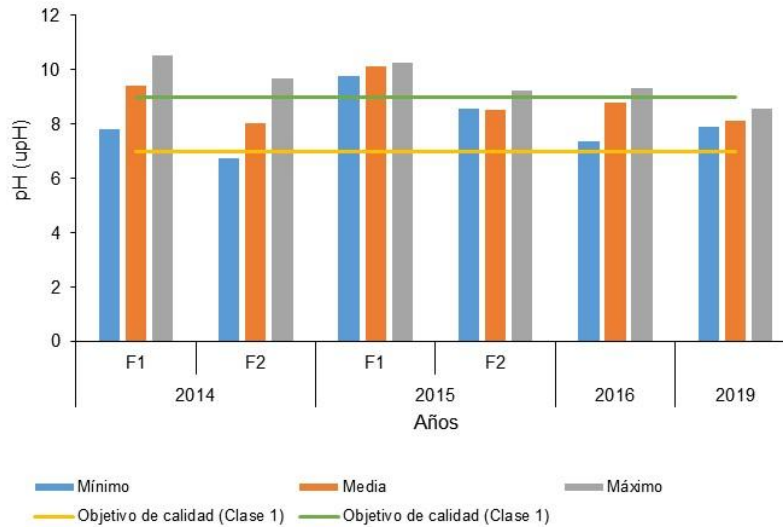


**Figura 10. Valores mínimos, máximos y medios de temperatura en la ciénaga El Convento del año 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### Potencial de Hidrogeniones (pH)

Las aguas de la ciénaga durante los años analizados presentaron un pH básico, que indica aguas con alto contenido de bicarbonatos, productivas, que se encuentran en sistemas con una fuerte actividad fotosintética. Los valores máximos durante los registros precedentes al 2019 sobrepasan el rango establecido para los objetivos de calidad en los humedales del río Magdalena, especialmente durante el año 2015 en el cual incluso los valores mínimos sobrepasan el máximo estipulado por la Resolución No. 000258 de 2011 y el Decreto 1076 de 2015 (9 UpH). Los valores de pH para el monitoreo del año 2019 cumplen con el objetivo de calidad para la ciénaga.

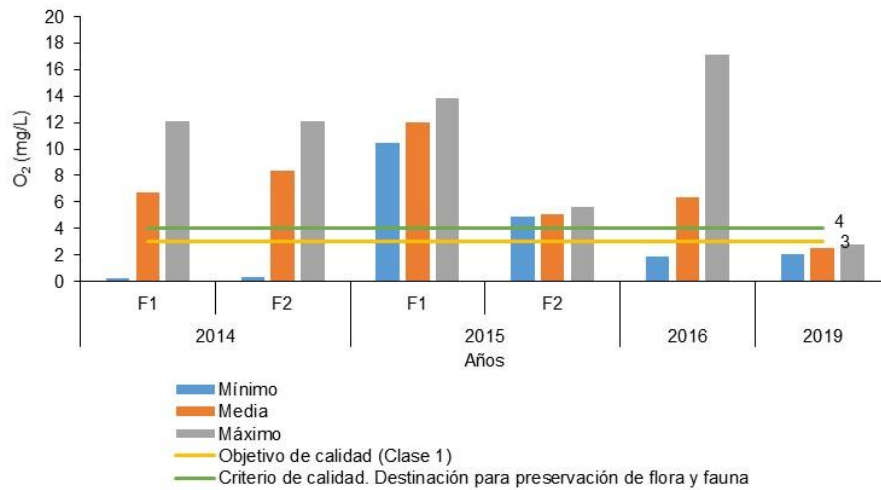




**Figura 11. Valores mínimos, máximos y medios de pH en de la ciénaga El Convento para los años 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### Oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>)

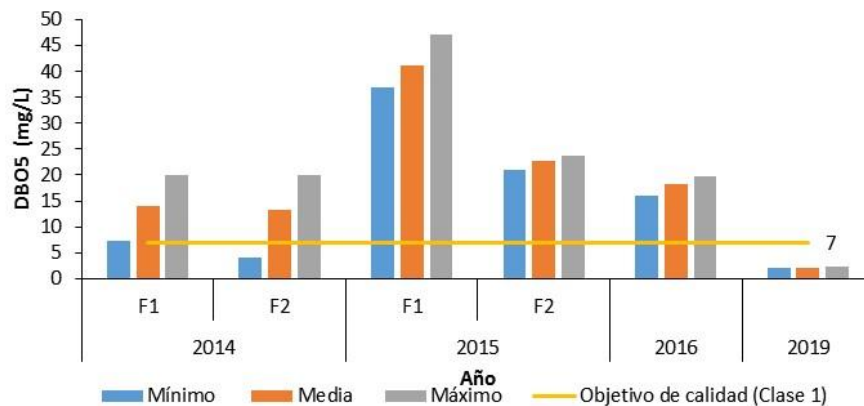
Los niveles de oxígeno disuelto en todos los puntos muestreados durante el año 2019, muestran concentraciones inferiores al mínimo exigido por la norma para el objetivo de calidad, periodo 2011-2020 (Figura 12). En los monitoreos efectuados en 2014 y 2016 se presentaron en la ciénaga las concentraciones extremas, con aguas hipoxicas (0.27 mg/L) para el 2014 asociadas a la influencia de caño Pinguillo (C.R.A. 2015b) y altamente sobresaturadas (17.16 mg/L, >160% de saturación) en la zona sur de la ciénaga (P5 a P10) para el 2016 presumibles con la actividad fotosintética. Si bien, las condiciones de hipoxia e incluso de anoxia (que se pueden presentar en horas de la noche y la madrugada), generan condiciones de estrés para el desarrollo y mantenimiento de la biota, la sobresaturación de oxígeno también puede representar inconvenientes para la salud de los peces, al ocasionar la llamada enfermedad de las burbujas que se produce frecuentemente cuando se combina con la saturación del nitrógeno (Domitrovic et al, 1994).



**Figura 12. Valores mínimos, máximos y medios de Oxígeno Disuelto (O<sub>2</sub>) en la ciénaga El Convento del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### **Demanda Bioquímica (DBO<sub>5</sub>) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

En la Figura 13 se puede observar el cumplimiento de los objetivos de calidad para la DBO<sub>5</sub> solo se produjo durante el año 2019, con valores medios que pueden indicar disminución en la carga de materia orgánica del sistema (2.1 mg/L) a niveles aceptables según Viña y Ramírez (1998). Como lo ratifica la reducción en los valores de la DQO (Figura 14) que va de aguas contaminadas en 2014 y 2015 a aguas con indicios de contaminación (2019). Se debe considerar como principal fuente de explicación los efectos de la variabilidad climática en 2015 (desarrollo de fenómeno del niño) que exacerbó las condiciones preexistentes con la mortandad de la biomasa vegetal y la disminución de la columna de agua.



**Figura 13. Valores mínimos, máximos y medios de DBO<sub>5</sub> en la ciénaga El Convento del año 2014 al 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

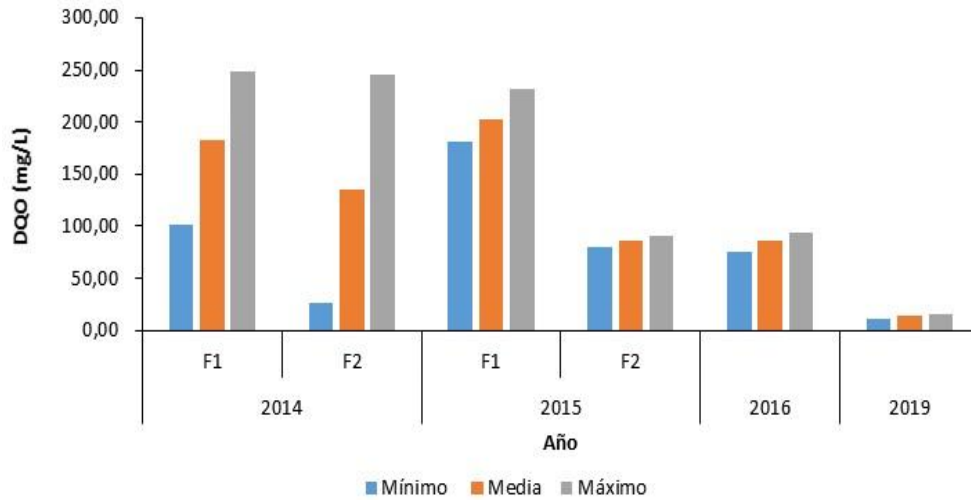


Figura 14. Valores mínimos, máximos y medios de DQO tomados en varios puntos de la ciénaga El Convento del año 2015 a 2019.

### Sólidos Suspendidos Totales (SST)

La ciénaga presentó los mayores contenidos de SST durante el año 2015, a partir del cual se da una reducción a valores por debajo del requerimiento solicitados para el uso prioritario de los humedales y ciénagas en la cuenca del río Magdalena en el 2019; es decir, un valor máximo de 30 mg/L, que solo se cumple con anterioridad, en el valor mínimo de la fase 1 del año 2014.

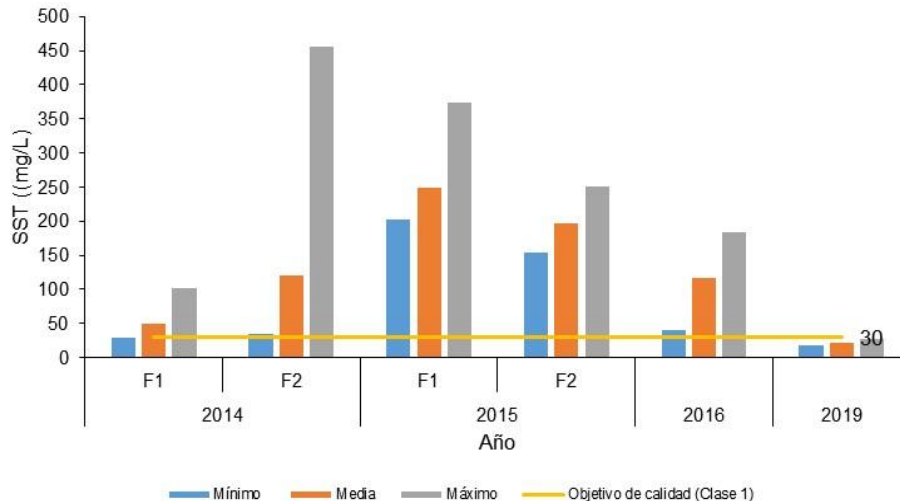


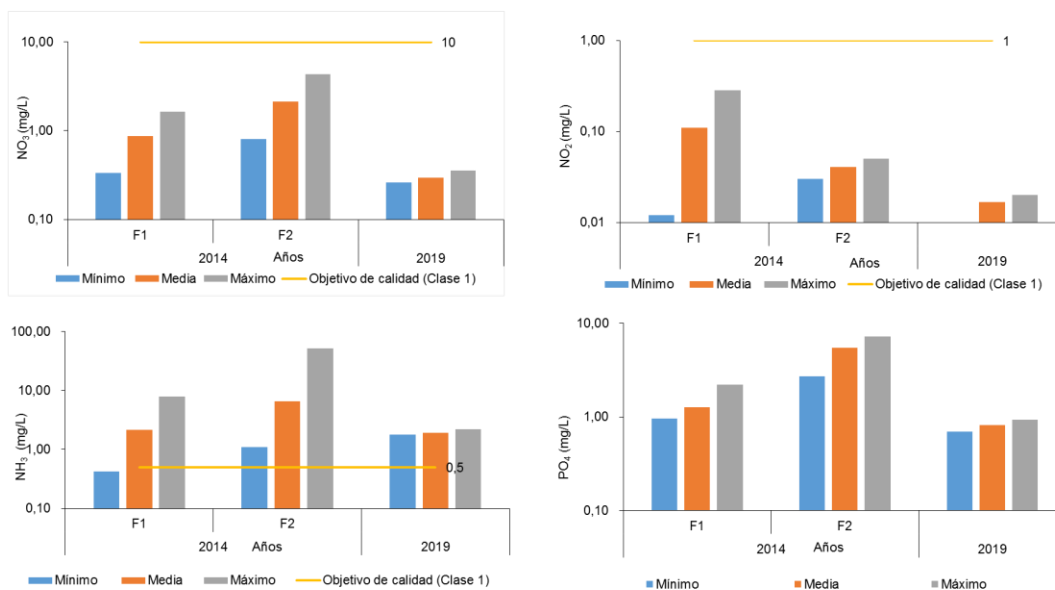
Figura 15. Valores mínimos, máximos y medios de SST tomados en varios puntos de la ciénaga El Convento del año 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.

### Nutrientes

En la ciénaga el convento los compuestos nitrogenados en gran medida estuvieron dominados por el nitrógeno amoniacal; con valores medios entre 1.93 mg/L y 6.6 mg/L, determinados durante el monitoreo del año 2019 y en la fase de lluvia de 2014 respectivamente (Figura 16). Durante estos dos monitoreos, en toda la extensión de la ciénaga, los valores de nitrógeno amoniacal en promedio superan el objetivo de calidad máximo establecido por la C.R.A. (0.5 mg/L) siendo el sector ubicado cerca de caño Pinguillo (P7) el de mayor concentración (51.8 y 2.19 mg/L). Las concentraciones de nitrógeno amoniacal registradas, podría generar alteraciones importantes en la sobrevivencia de la fauna presente, en atención a un mayor consumo de oxígeno para su degradación y a los efectos toxicológicos que se pueden generar en combinación altas temperaturas y pH superiores a 9 (Frias –Espericuetas y Páez Osuna, 2001).

Los nitratos y nitritos registraron concentraciones bajas, inferiores al criterio de calidad establecido por la C.R.A (10 mg/L y 1mg/L respectivamente), el rango promedio del nitrato osciló de 0.30 mg/L durante el 2019 a 2.13 mg/L para la temporada lluviosa de 2014; mientras los nitritos, un ion más inestable dentro del proceso de nitrificación, exhibió concentraciones promedio de 0.021 mg/L durante el 2019 y de 0.11 mg/L en la primera fase del año 2014,

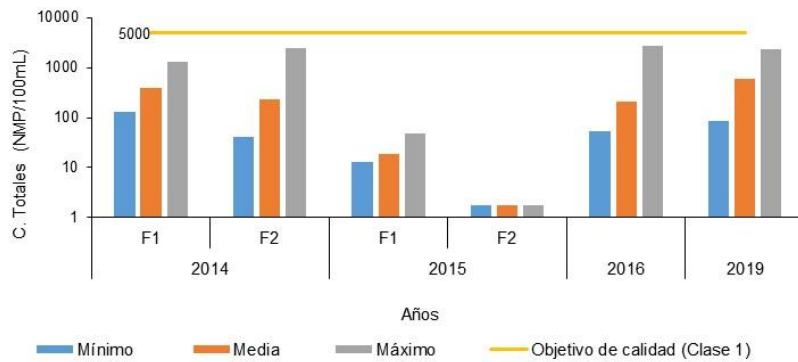
Finalmente los ortofosfatos presentaron valores altos, superiores a 0.014mg/L una concentración referenciada por Toledo et al (Henaó, 1987) para cuerpos de agua tropicales en condiciones de eutroficación. Los niveles promedio más altos de este nutriente se hallaron en la temporada de lluvias (F2) del 2014 (5.46 mg/L) y los menores durante la caracterización más reciente (2019).



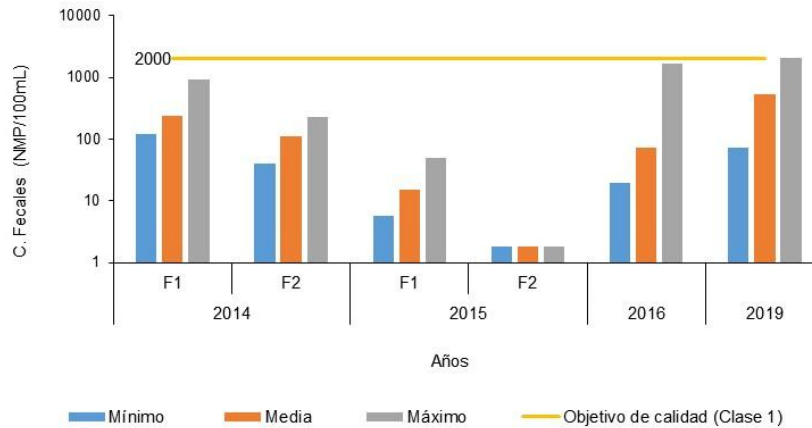
**Figura 16. Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados (NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>) y ortofosfatos (PO<sub>4</sub>) en la ciénaga El Convento para 2014 y 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### Coliformes Totales y Fecales

La calidad microbiológica del agua en la ciénaga El Convento está representada en la Figura 17 y Figura 18. Durante los monitoreos las concentraciones estuvieron por debajo de los objetivos de calidad tanto para coliformes totales como para coliformes fecales. Los menores registros de coliformes se determinaron en los muestreos efectuados en las dos fases del año 2015 lo que podría asociarse con la disminución de los aportes realizado por los caños, los cuales funcionan como receptores de vertimientos. Al respecto, en el sector de influencia de caño Pinguillo, durante el año 2019, se reportaron concentraciones de coliformes fecales ligeramente superiores (2048 NMP/00 mL) al contenido máximo aceptado para el recurso (Resolución No. 000258).



**Figura 17. Valores mínimos, máximos y medios de los coliformes totales en la ciénaga El Convento del 2014 al 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**



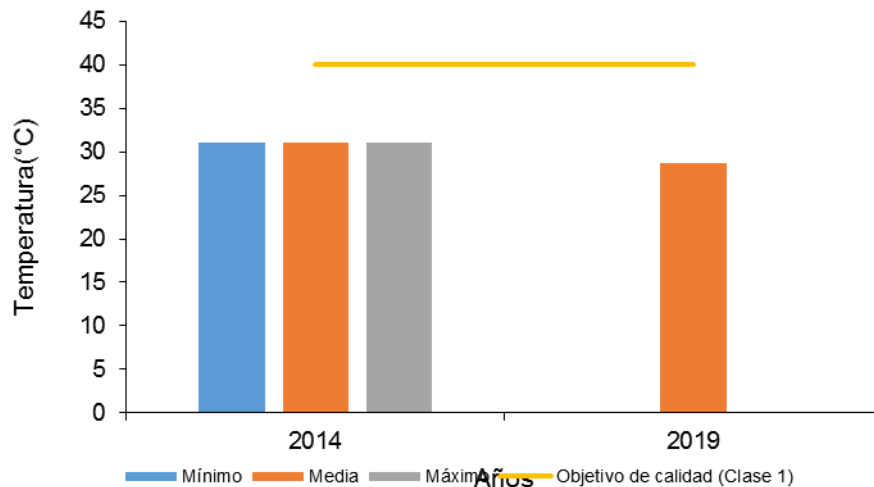
**Figura 18. Valores mínimos, máximos y medios de los coliformes fecales en la ciénaga El Convento del 2014 al 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

#### 4.1.3. Ciénaga de Malambo.

La ciénaga de Malambo se encuentra localizada en la margen izquierda del río Magdalena, ubicada en la parte oriental del municipio de Malambo, en todo el frente de su cabecera municipal. Tiene un área aproximada de 225 ha, actuando como uno de los dos vasos receptores de la subcuenca. La ciénaga se comunica al sur con la ciénaga El Convento (a través del caño Tortuga) y al norte con la ciénaga de Mesolandia (a través de caño Hondo). Su profundidad media en época de aguas bajas es de 1.1 m y en época de aguas altas de 2.2 m aproximadamente.

#### Temperatura (°C)

Los valores registrados de la temperatura en las aguas ciénaga se encontraron entre los 31°C y 28.6°C (Figura 19), esta temperatura permite la reproducción y desarrollo de los seres vivos relacionados con el recurso hídrico, además estos valores se encuentran dentro del rango establecido por la Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas.



**Figura 19. Valores mínimos, máximos y medios de la temperatura tomados en la ciénaga de Malambo en los años 2014 y 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

#### Potencial de Hidrógeno (pH)

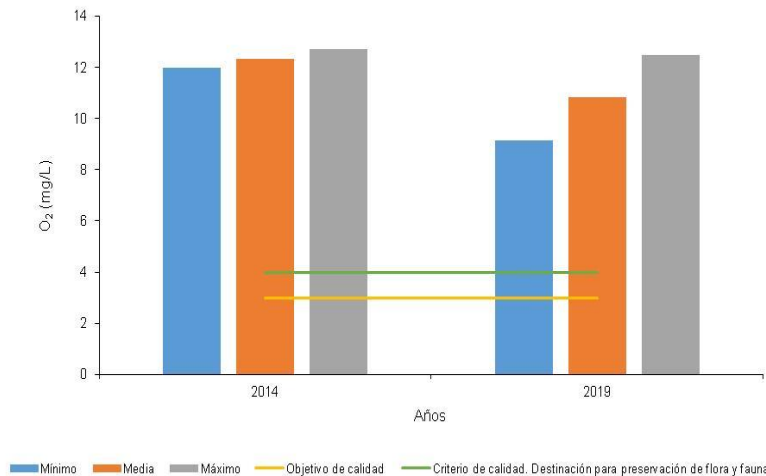
En las aguas naturales y residuales el valor del pH está en el rango de 6.0 a 8.0 unidades de pH, y estos valores son los más adecuados para la actividad biológica de los ecosistemas. En la ciénaga de Malambo, en los dos años con información disponible (2014 y 2019) existió diferencia en los valores siendo en 2014 superiores al límite máximo del objetivo de calidad para la cuenca (9 upH) y dentro del rango (entre 7 y 9 upH) en 2019. Además, en este último año cumplen con el Criterio de calidad de pH para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna según el Decreto 1076 de 2015 (Figura 20).



**Figura 20. Valores mínimos, máximos y medios de pH tomados en varios puntos de la ciénaga de Malambo en los años 2014 y 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### Oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>)

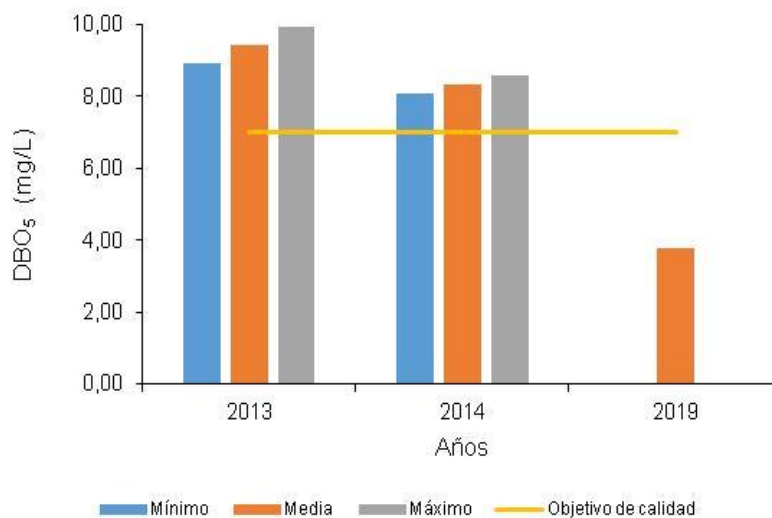
Con respecto a la cantidad de oxígeno disponible en el agua, la ciénaga de Malambo presenta altas concentraciones, sobrepasando el límite de calidad para la cuenca (Resolución No. 000258 de 2011) y el criterio de calidad para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna según el Decreto 1076 de 2015. Es probable que este exceso de oxígeno en el agua provenga de la actividad de los vientos sobre la columna de agua debido a que estos dos monitoreos se realizaron en época seca y a la actividad fotosintética de las microalgas, que en estas ciénagas, suelen presentarse en altas densidades (Figura 21).



**Figura 21. Valores mínimos, máximos y medios de Oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>) tomados en varios puntos de la ciénaga de Malambo del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

La demanda bioquímica de oxígeno que mide la cantidad de oxígeno consumida por microorganismos en materia orgánica en descomposición en el agua, según el Libro del agua publicado por el Ministerio de Ambiente de España presenta valores por encima de 10 mg/L cuando las aguas son muy contaminadas, y por debajo de 3 mg/L cuando la contaminación es débil. En la información registrada por diferentes trabajos realizados por la CRA se aprecia (Figura 22) que los valores promedio no exceden los 10 mg/L, no obstante, en los monitoreos de 2013 y 2014 sobrepasan el valor máximo permisible (7mg/L) estipulado en la Resolución No. 000258 de 2011 de la CRA. Para el año 2019 se cumplió con el objetivo de calidad, que estaría indicando una disminución en la carga de materia orgánica del sistema, probablemente ocasionado por la entrada de agua al sistema, ya fuera a través del río Magdalena o precipitaciones.



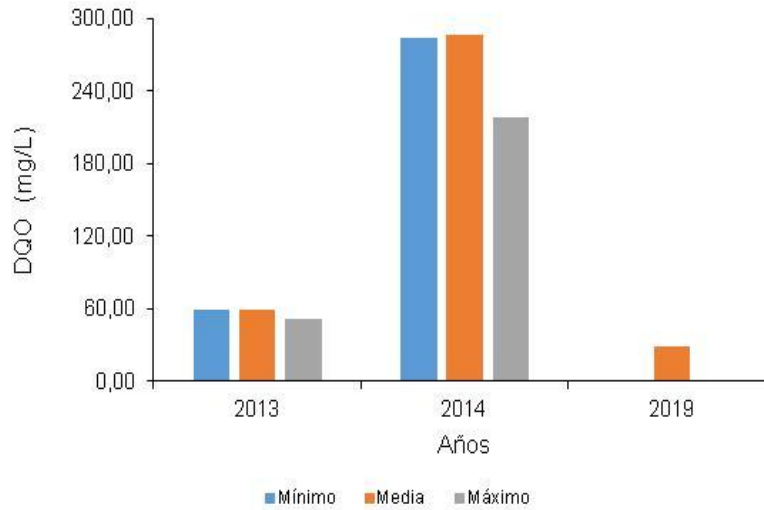
**Figura 22. Valores mínimos, máximos y medios de DBO<sub>5</sub> tomados en varios puntos de la ciénaga de Malambo del año 2013 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

La DQO presentó sus valores promedio más altos en el año 2014 con 286 mg/L y los más bajos en 2019 con 29.31 mg/L (Figura 23).

No existen normativas de referencia para su uso, en este caso se usó el estudio de Pérez y Rodríguez (2008) que llevó a la construcción de un índice fisicoquímico de calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. En este índice se considera que una DQO máxima de 25 mg/L es característica de aguas de excelente calidad. El intervalo de 26 a 40 mg/L corresponde a una DQO apta para el desarrollo de la piscicultura y los límites definen el rango categórico de calidad buena a regular. La calidad de agua mala está en el rango entre 41 a 60 mg/L, pésima de 61 a 150 y a partir de 151 mg/L se considera no apta para el funcionamiento del humedal, siempre que la DBO sea mayor a 15 mg/L.

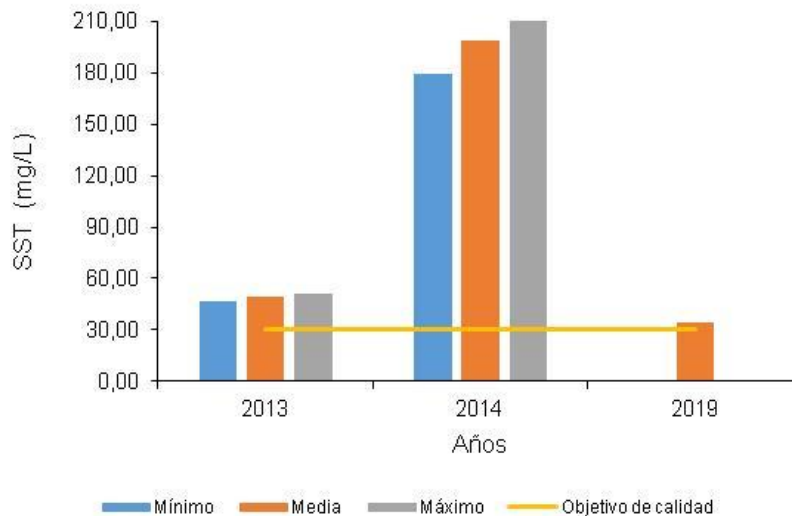




**Figura 23. Valores mínimos, máximos y medios de DQO tomados en varios puntos de la ciénaga de Malambo del año 2013 a 2019.**

### Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Los SST presentaron promedios, en todos los años monitoreados, superiores al objetivo de calidad estipulado en la Resolución No. 000258 de 2011 de la CRA (<30 mg/L). No obstante, el mayor valor se registra en el año 2014, lo que se puede explicar por la influencia de los vientos alisios que pueden ocasionar la remoción del fondo, llevando el sedimento hacia la columna de agua.

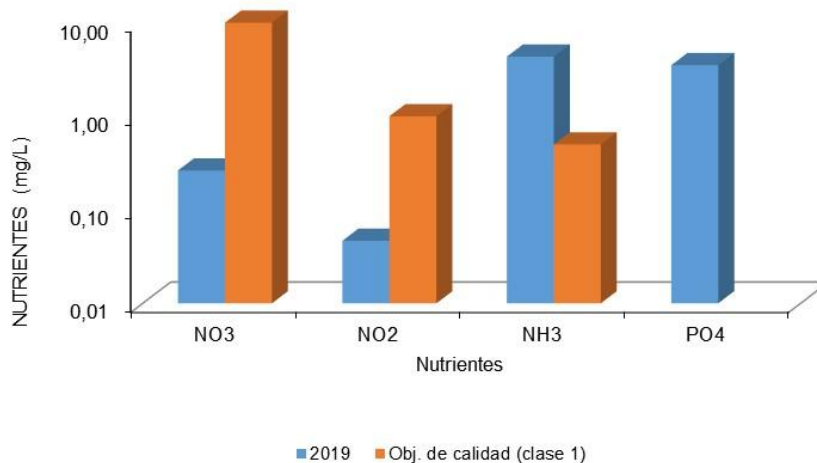


**Figura 24. Valores mínimos, máximos y medios de SST tomados en varios puntos de la ciénaga de Malambo del año 2013 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### Nutrientes

En cuanto a los nutrientes nitrogenados, en la ciénaga de Malambo, el amoniaco fue el único que no cumplió con el objetivo de calidad (<10 mg/L), mientras los nitritos y nitratos estuvieron por debajo del límite máximo del objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020 según Resolución 0258 de 2011 de la CRA. La dominancia de nitrógeno amoniacal puede estar asociada al estado trófico del sistema y el escaso recambio de sus aguas, lo que hace que difiera de condiciones más saludables, puesto que suelen ser los nitratos el ion dominante en este tipo de sistemas (Roldán y Ramírez, 2008).

Por su parte los ortofosfatos se presentaron con valores medios propios de aguas eutróficas (>0.014 mg/L) según lo propuesto por Henao (1987).



**Figura 25. Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados (NO3, NO2, NH3) y ortofosfatos (PO4) la ciénaga de Malambo del año 2013 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### Coliformes Totales y Fecales

Los Coliformes totales y fecales solo han sido monitoreados en los años 2014 y 2019. Para el primero de estos años no se detectaron concentraciones con el método evaluado y para el último los valores de ambas variable sobrepasan el objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020 según Resolución 0258 de 2011 de la CRA (Coliformes totales <5000 y Coliformes fecales <200).

#### 4.1.4. Ciénaga de Santo Tomás.

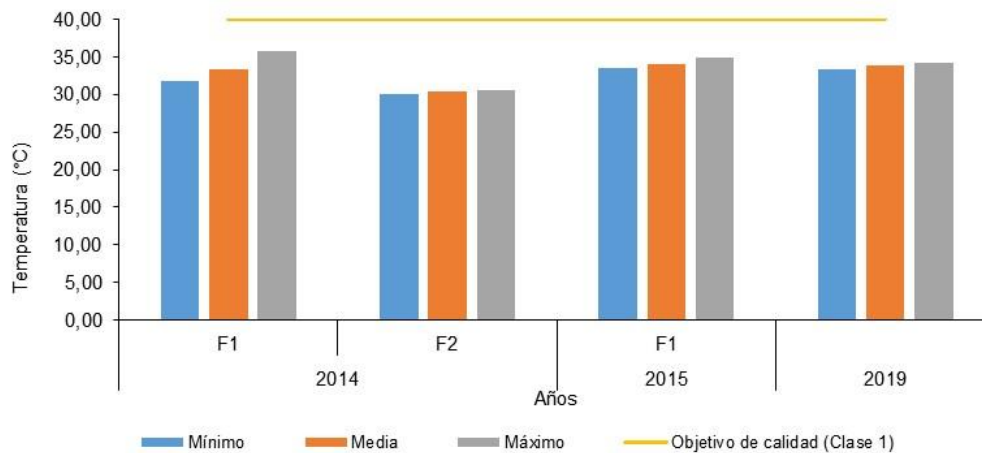
La ciénaga Santo Tomás con un área aproximada de 75 ha, se encuentra bordeando el casco urbano del municipio de Santo Tomás por su costado oriental. Esta ciénaga tiene una fuerte afectación antrópica,

originada por el manejo inadecuado de las aguas lluvias y residuales, que no van a la laguna de oxidación, por los problemas de diseño que presenta el sistema de alcantarillado.

El análisis presentado a continuación se basa en las caracterizaciones efectuadas por la C.R.A. durante los años 2014, 2015 y 2019.

### Temperatura (°C)

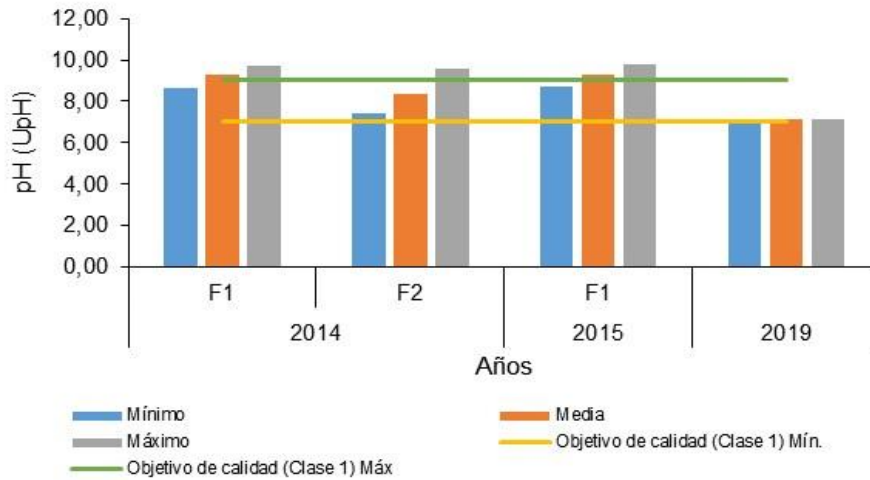
La temperatura en esta ciénaga durante los monitoreos analizados presenta valores medios de 30.32°C para la segunda fase del año 2014 y 33.99°C en la primera fase del año 2015, el valor más alto fue determinado en la primera fase del año 2014 con 35.8°, son temperaturas normales en estos cuerpos de agua tropicales someros y no representan limitación para la preservación de la vida acuática, uso prioritario de este sistema (Figura 26).



**Figura 26. Valores mínimos, máximos y medios de temperatura en la ciénaga de Santo Tomás del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020**

### Potencial de Hidrógeno (pH)

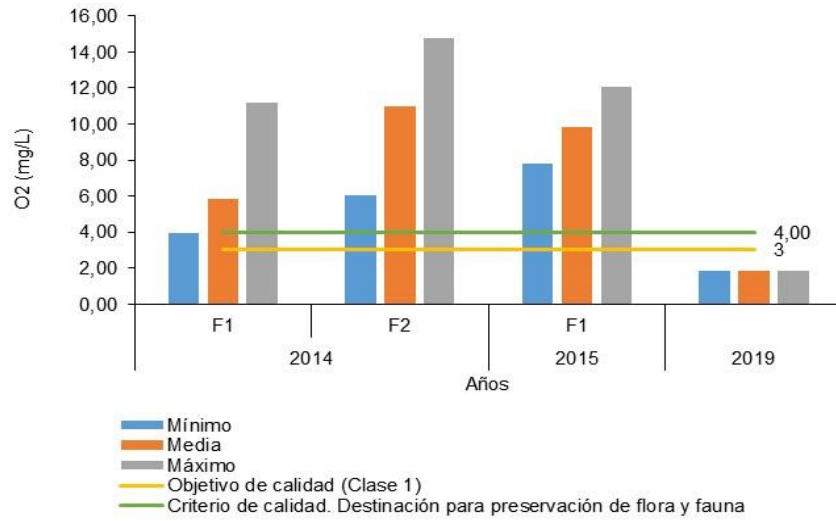
Los registros de pH oscilaron entre 7.14 y 9.75 upH. Durante la el periodo de sequía (F1) de los años 2014 y 2015 se reportan valores medios de pH altos (9.25 y 9.32 upH) que superan el límite establecidos en los objetivos de calidad de la C.R.A., según Resolución No. 000258 de 2011 para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (entre 7 y 9 UpH) y el Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para su destinación en la preservación de flora y fauna (entre 4.5 y 9 UpH). En el monitoreo correspondiente al periodo de lluvias del 2014 (F2) también se presentan valores superiores al máximo permitido, no obstante los valores medios cumplen para este requisito. Finalmente en el año 2019 los reportes presentan cumplimiento de este criterio en los puntos estudiados.



**Figura 27. Valores mínimos, máximos y medios de pH en la ciénaga de Santo Tomás del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020**

### Oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>)

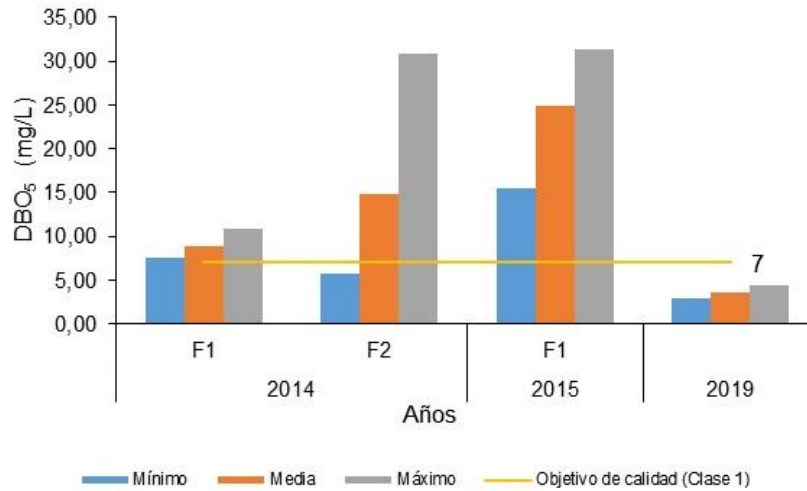
Los valores de la concentración de oxígeno durante los monitoreos realizados muestran valores que oscilaron entre 3.9 y 14.73 mg/L en los años anteriores al 2019 dando cumplimiento al objeto de calidad para humedales de la clase 1 ( $\geq 3$  mg/L) y con los valores medios el criterio de calidad para preservación de flora y fauna de flora ( $\geq 4$  mg/L según el decreto 1076 de 2015). En el año 2019 el oxígeno presentó una concentración 1.8 mg/L (20% de saturación) que implica el incumplimiento de este criterio en los objetivos de calidad de la C.R.A. (Figura 28) y los impuestos en el Decreto 1076 de 2015 para uso recreativo ( $\geq 70\%$  de saturación) y preservación de la flora y fauna (4 mg/L).



**Figura 28. Valores mínimos, máximos y medios de Oxígeno disuelto en la ciénaga de Santo Tomás del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

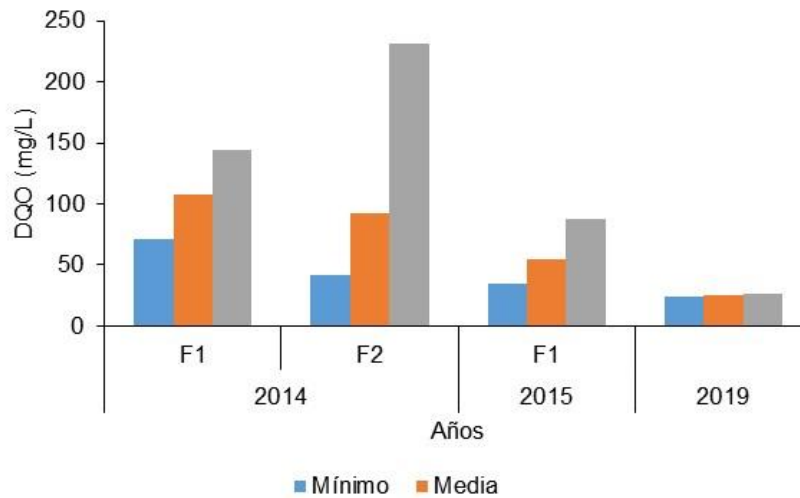
Durante el 2014 la demanda de oxígeno fue alta, particularmente en la época de lluvia, debido a que la ciénaga solo recibió aportes de las precipitaciones locales y una entrada mínima de agua a través del canal interceptor que conecta con el río Magdalena (Figura 29). Para el año 2015 la ciénaga reportó sus máximos históricos posiblemente por el mayor estrés hídrico producto de la variabilidad climática ocurrida durante ese año, incluso, el valor mínimo supera el máximo permitido para este criterio (7 mg/L) en el objetivo de calidad para preservación de flora y fauna como uso prioritario. Finalmente, en monitoreo realizado en el año 2019, se presenta cumplimiento del objetivos de calidad establecido por la C.R.A.



**Figura 29. Valores mínimos, máximos y medios del DBO<sub>5</sub> tomados en varios puntos de la ciénaga de Santo Tomás del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

**Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

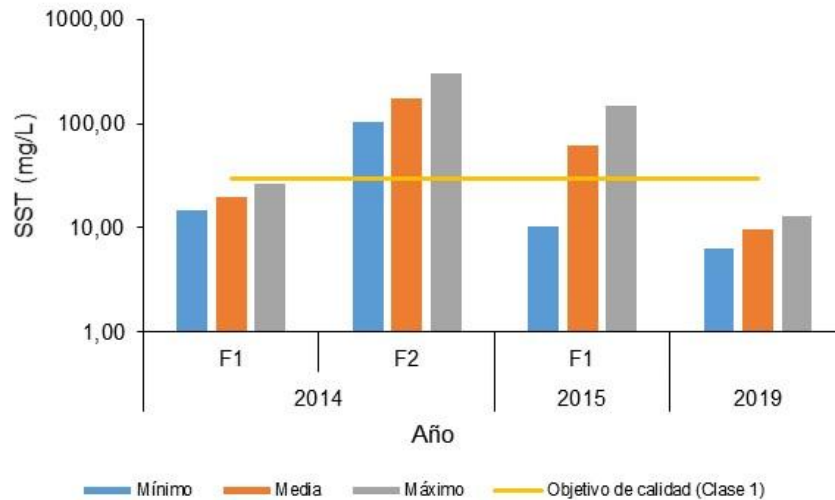
La demanda química de oxígeno (DQO) exhibió los niveles altos durante 2014 en las dos temporadas con valores medios de 107.83 y 92.17mg/L que se asocian a sistemas con descargas residuales las cuales disminuyeron a 24.9 mg/L. en el año 2019 a sistemas con indicios de contaminación (20<DQO≤40) según la escala de clasificación de la calidad del agua elaborada por CONAGUA (2011)



**Figura 30. Valores mínimos, máximos y medios del DQO tomados en varios puntos de la ciénaga de Santo Tomás del año 2014 a 2019.**

### Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Los sólidos suspendidos totales (SST) en la ciénaga Santo Tomás presentaron valores promedio altos durante la época de lluvia del 2014 con 173.48 mg/L que permite tipificarlos en sistemas con baja contaminación, en orden descendente le siguieron los registros del 2015, 2014 temporada de lluvia, y los del año 2019 (Figura 31). En los dos últimos monitoreos mencionados, las concentraciones de sólidos suspendidos fueron inferiores al criterio máximo permitido por la resolución No. 000258 de 2011, que establece los objetivos de calidad para la cuenca e indican aguas sin contaminación.

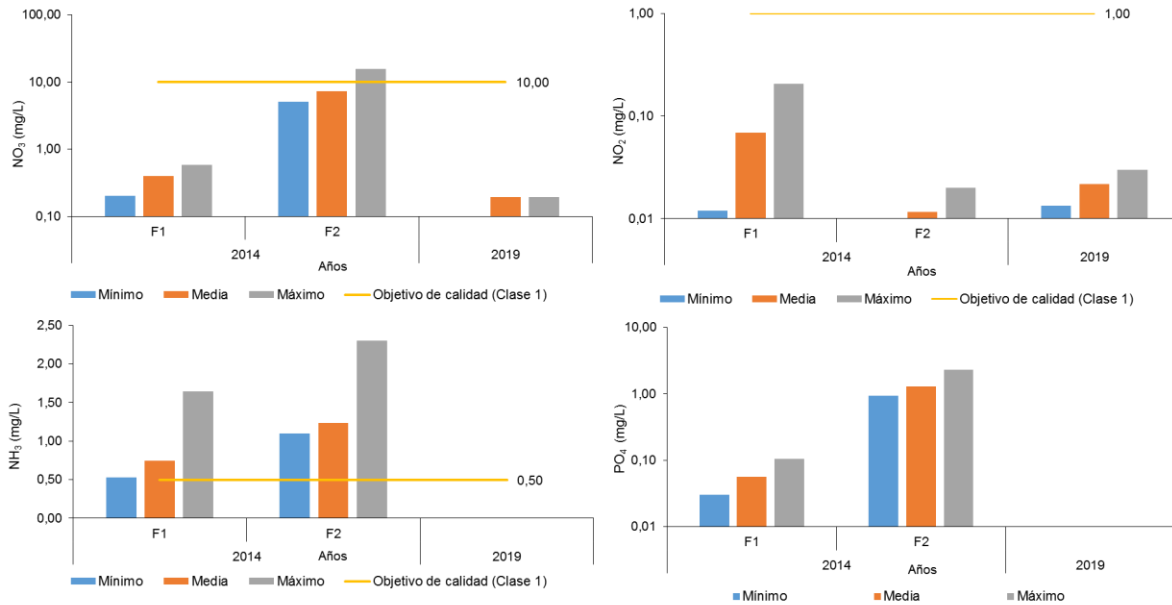


**Figura 31. Valores mínimos, máximos y medios de SST en varios puntos de la ciénaga de Santo Tomás del año 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### Nutrientes

La variación de los nutrientes en la ciénaga de Santo Tomas muestra un aumento de la época seca a la época de lluvia del 2014 que disminuyen en los reportes del 2019 (Figura 32). El promedio general de los nitratos en los tres monitoreos no supera el valor objetivo límite de calidad establecido por la C.R.A. (10 mg/L), aunque los promedios por estación muestran excesos como en el punto P6 en la época de lluvias, que registra una concentración de 15.6 mg/L. El nitrógeno amoniacal los dos monitoreos del 2014 supera la referencia de 0.5 mg/L, valor objetivo límite establecido por la C.R.A., difiriendo del monitoreo más reciente, durante el cual las concentraciones fueron inferiores al límite de detección del método (0.28mg/L.) cumpliendo con la norma.

Los ortofosfatos registran sus mayores concentraciones al igual que los compuestos nitrogenados en la época de lluvias, con valores promedio de ortofosfatos de 1.06 mg/L, valor característico de sistemas eutroficados (Henao, 1987). Durante el 2019 las concentraciones fueron inferiores al límite de detección (<0,46).

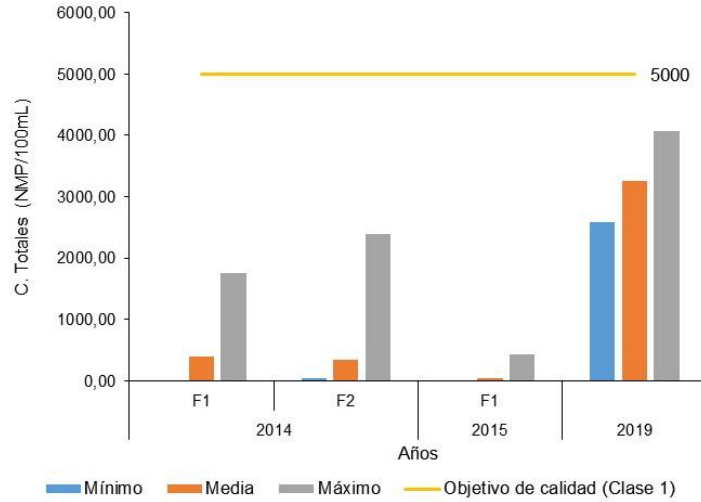


**Figura 32. Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados (NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>) y ortofosfatos (PO<sub>4</sub>) en la ciénaga de Santo Tomás para 2014 y 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

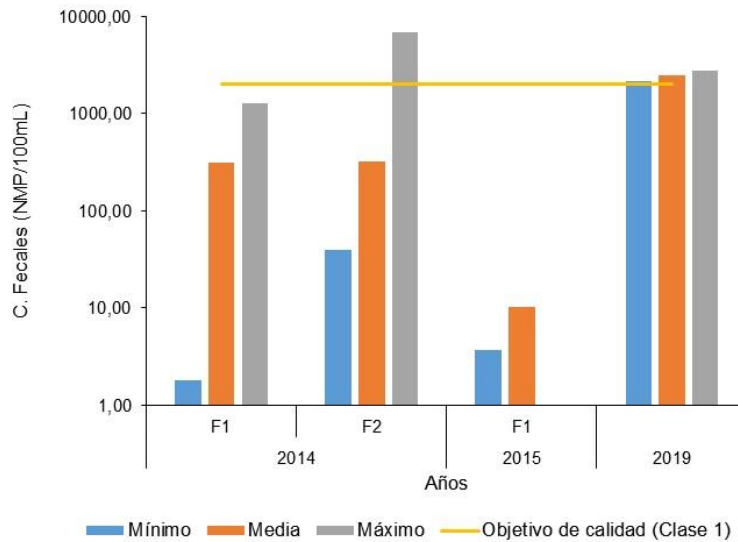
### Coliformes Totales y Fecales

La calidad microbiológica en la ciénaga durante el 2015 se caracterizó por los menores registros de la serie de datos analizada, a diferencia del 2019 con los mayores valores promedios. En general los niveles de coliformes totales en todos los puntos de muestreo no superan el valor objetivo límite establecido por la C.R.A. mientras en los coliformes fecales, todos los registros del 2019 fueron superiores a 2000 NMP/100mL al igual que el máximo reporte en la fase de lluvias del año 2014 hallado para P3 (en el sector de mezcla con las aguas provenientes del sistema de bombeo).





**Figura 33. Valores mínimos, máximos y medios de los coliformes totales en la ciénaga El Convento del 2014 al 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**



**Figura 34. Valores mínimos, máximos y medios de los coliformes fecales en la ciénaga El Convento del 2014 al 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

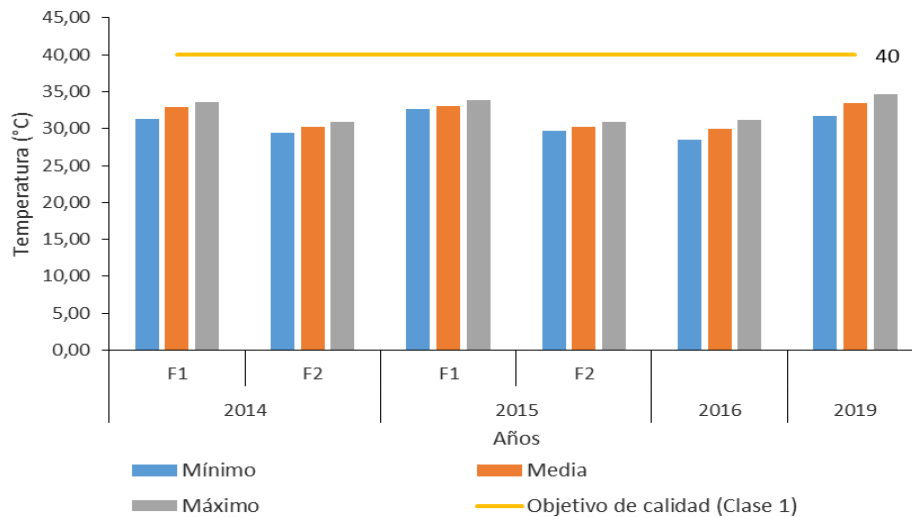
#### 4.1.5. Ciénaga La Luisa.

La ciénaga Luisa se encuentra ubicada en el municipio de Palmar de Valera, cuenta con un área aproximada de 240 Has. La ciénaga actúa como un vaso alimentador secundario de la ciénaga de Santo Tomás, con la que se comunica a través de un canal interceptor en la época de lluvias.

El análisis presentado a continuación se basa en las caracterizaciones efectuadas por la C.R.A. durante los años 2015, 2016 y 2019.

#### Temperatura (°C)

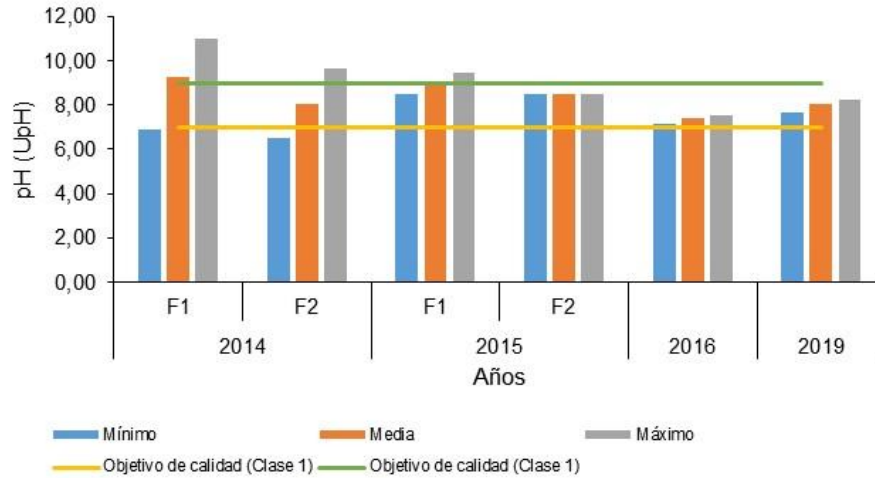
La temperatura en la ciénaga fluctuó entre los 29.9 y los 33.4°C (Figura 35) temperatura ideal para que se desarrollen todos los procesos bióticos dentro del sistema. Durante todas las caracterizaciones efectuadas por la C.R.A. en la ciénaga, los registros fueron inferiores a los 40°C límite máximo considerado para los potenciales usos del recurso.



**Figura 35. Valores mínimos, máximos y medios de la temperatura en la ciénaga La Luisa del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

#### Potencial de Hidrógeno (pH)

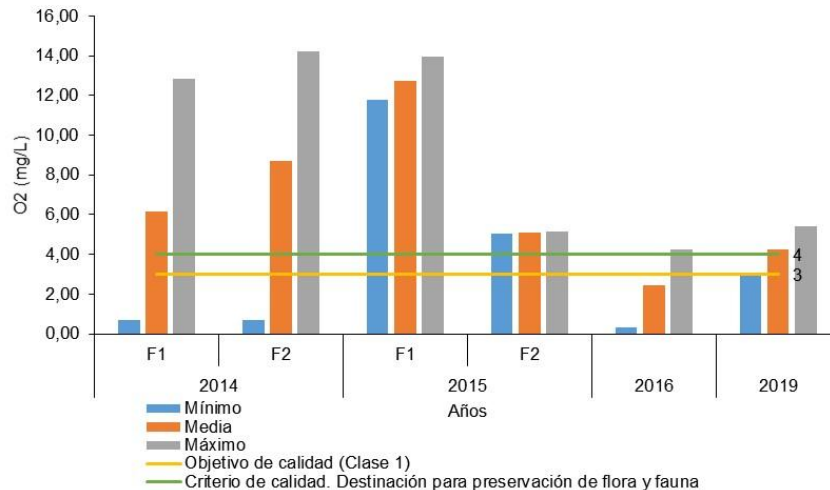
El registro histórico del pH representado en la Figura 36, muestra valores extremos en los monitoreos efectuados en el año 2014 con 6.49 upH en época de lluvias (F2) y 11 upH en época de sequía (F1). Unidades de pH elevadas se asocian a altas tasas de producción primaria que modifica el balance de los carbonatos. En general, los valores medios del pH se encuentran en el rango del objeto de calidad establecido por la C.R.A., salvo el valor medio del monitoreo de la época seca de 2014 y los valores máximos de los dos monitoreos posteriores.



**Figura 36. Valores mínimos, máximos y medios del Potencial de Hidrógeno (pH) en varios puntos de la ciénaga La Luisa del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### Oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>)

Las concentraciones de oxígeno durante los periodos evaluados registraron promedios que oscilaron entre 2.4 – 14.7 mg/L (Figura 37). Las mayores fluctuaciones en las concentraciones se presentaron en los monitoreos de los años 2014 y 2015. La concentración media más baja se reportó en 2016 (2.4 mg/L) encontrándose por debajo del límite permisible para preservación de flora y fauna. Los niveles de oxígeno disuelto típicamente pueden variar de 0 a 18 mg/L, siendo suficiente para la sobrevivencia de la mayor parte de las especies entre 5 y 6 mg/L, dañino ≤ a 3 mg/L y letal para la mayoría de las especies entre 1 y 2 mg/L, En 2019 la concentración media fue de 4.2 mg/L el cual se encuentra dentro de los valores objetivo de calidad C.R.A.



**Figura 37. Valores mínimos, máximos y medios del Oxígeno Disuelto (O<sub>2</sub>) en la ciénaga La Luisa del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas establecido para el periodo 2011-2020.**

### Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

La DBO<sub>5</sub> presentó valores promedios que oscilaron entre 4.5 – 74.4 mg/L (Figura 38), las mayores concentraciones se registraron durante las fases 1 y 2 de 2015 (74.4 y 11 mg/L respectivamente), el menor gasto de la DBO<sub>5</sub> fue en 2019 con 4.5 mg/L. teniendo en cuenta la referencia de Ramírez (1997) quienes en su revisión para el cálculo del subíndice ICO<sub>DBO</sub> para aguas continentales de Colombia, indican que aguas con valores entre 4 y 6 mg/L tienen una contaminación media, entre 6 y 8 tienen contaminación alta y aguas con valores superiores indican una contaminación muy alta.

De acuerdo a los objetivos de calidad de la C.R.A. la concentración de la DBO<sub>5</sub> únicamente se encontró con valores aceptables en el monitoreo de 2019.

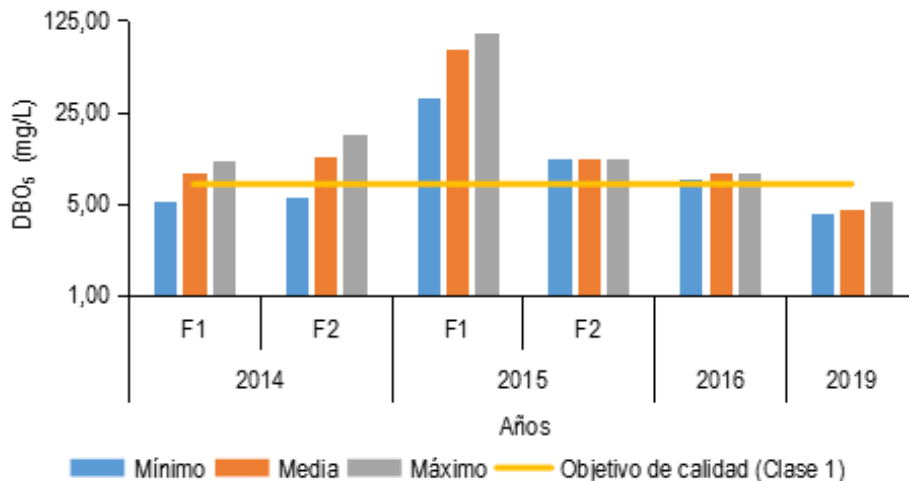


Figura 38. Valores mínimos, máximos y medios del DBO<sub>5</sub> en la ciénaga La Luisa del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.

### Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La DQO registra los mayores consumos de oxígeno en la fase de lluvias del 2014 (F2) y en sequía del 2015 (F1) con 141.39 y 146.87 mg/L respectivamente; el menor consumo de oxígeno se registró en 2019 con 31.1 mg/L (Figura 39). De acuerdo a Pérez-Castillo (2008) que llevó a la construcción de un índice fisicoquímico de calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación, se considera que una DQO máxima de 25 mg/L es característica de aguas de excelente calidad. El intervalo de 26 a 40 mg/L corresponde a una DQO apta para el desarrollo de la piscicultura y los límites definen el rango categórico de calidad buena a regular. La calidad de agua mala está en el rango entre 41 a 60 mg/L, pésima de 61 a 150 y a partir de 151 mg/L se considera no apta para el funcionamiento del humedal, siempre que la DBO sea mayor a 15 mg/L.

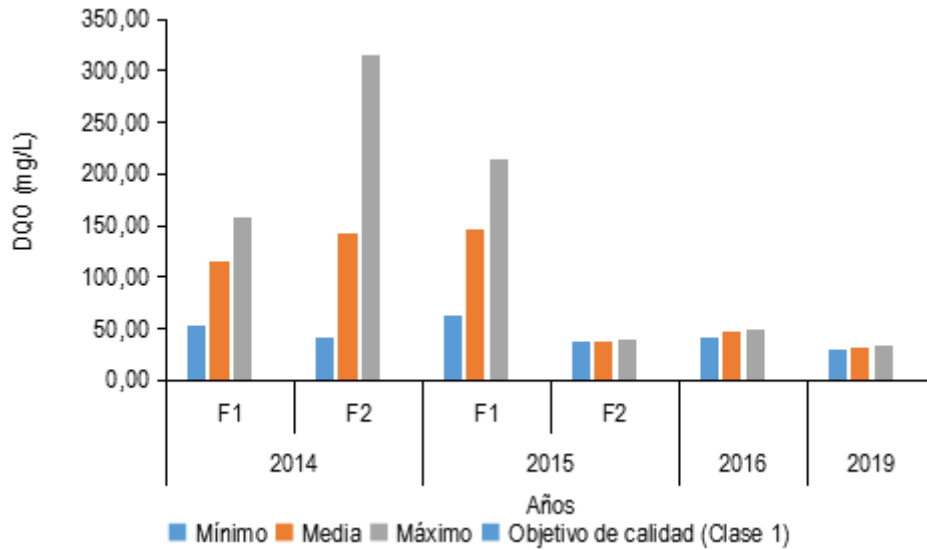


Figura 39. Valores mínimos, máximos y medios del DQO en varios puntos de la ciénaga La Luisa del año 2014 a 2019.

### Sólidos Suspendidos Totales (SST)

En la ciénaga los valores de los sólidos suspendidos totales (SST) durante los muestreos realizados del años 2014 a 2016 presentaron concentraciones por encima del valor de referencia establecido como objetivo de calidad (30 mg/L), contrario al monitoreo realizado en 2019 (Figura 40)

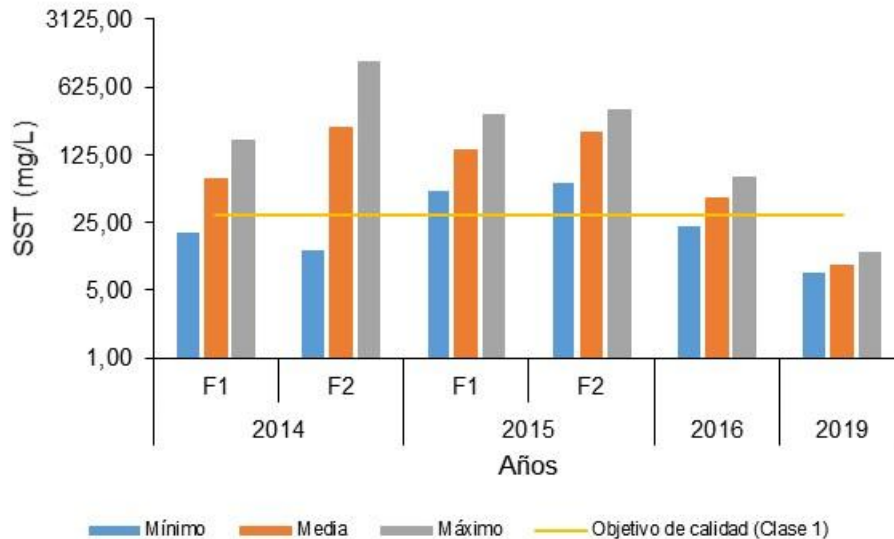
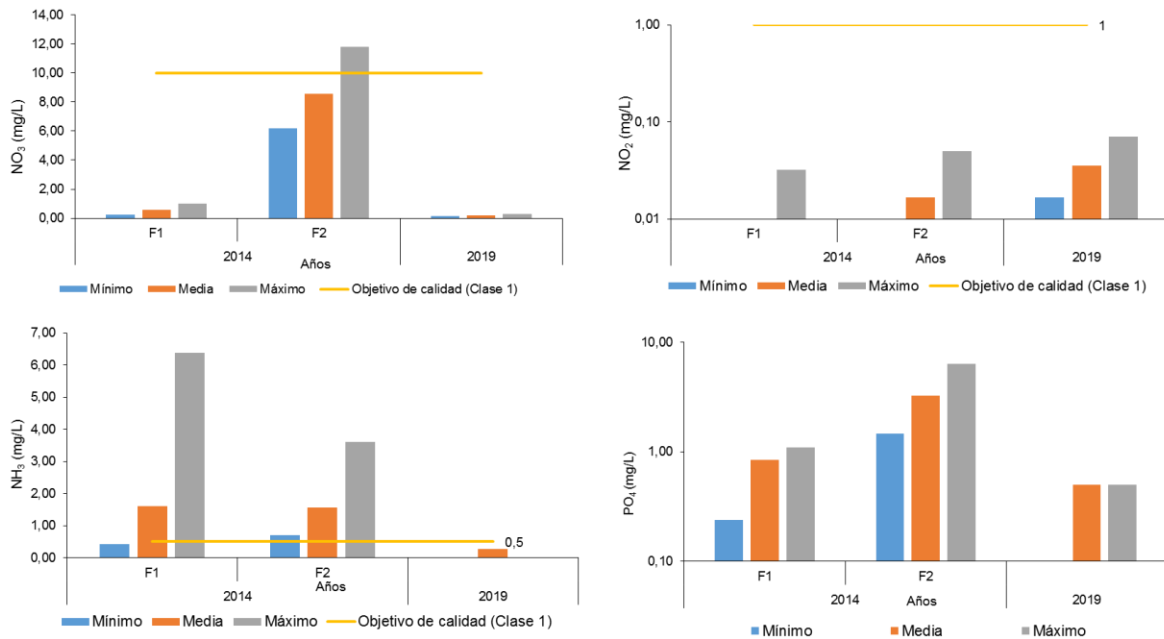


Figura 40. Valores mínimos, máximos y medios del SST en varios puntos de la ciénaga La Luisa del año 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.

### Nutrientes

Los diferentes formas del nitrógeno nitratos (NO<sub>3</sub>) y nitritos (NO<sub>2</sub>) son importantes para establecer el tiempo transcurrido desde la polución de un cuerpo de agua, al igual que el nitrógeno amoniacal (NH<sub>3</sub>) es importante para determinar si el residuo contiene suficiente nitrógeno para nutrir a los organismos (Roldán, 2003), los valores obtenidos de nitratos y el nitrógeno amoniacal (NH<sub>3</sub>) superaron el límite de concentración impuesto por la C.R.A para el periodo 2011-2020, mientras en el monitoreo más reciente (2019) todos los compuestos nitrogenados evaluados se encuentran dentro de los objetivos de calidad.

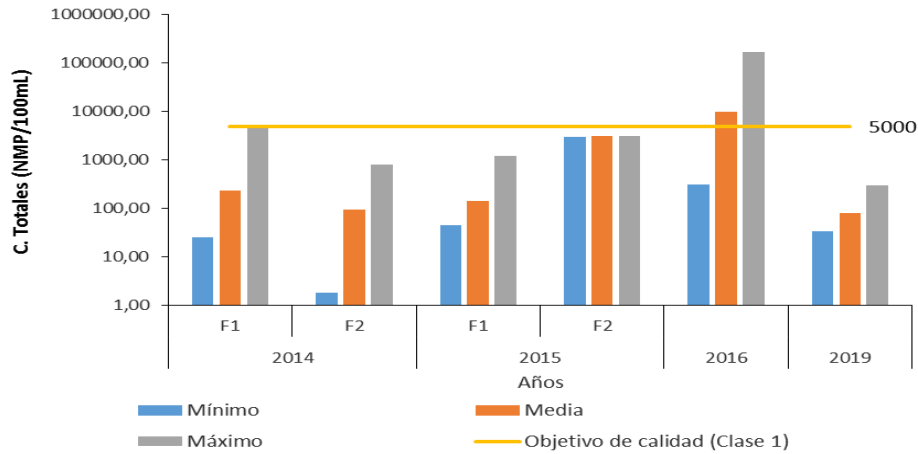
Los ortofosfatos que son la forma del fósforo que más asimilan los organismos, especialmente las algas, oscilaron entre valores inferiores al límite de detección (0.46 mg/L) en el monitoreo más reciente y 6.34 mg/L en la época de lluvia del año 2014, Los valores medias superiores a 0.014 mg/L citadas por Henao (1987) para ambientes eutróficos.



**Figura 41. Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados (NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>) y ortofosfatos (PO<sub>4</sub>) en varios puntos de la ciénaga La Luisa del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

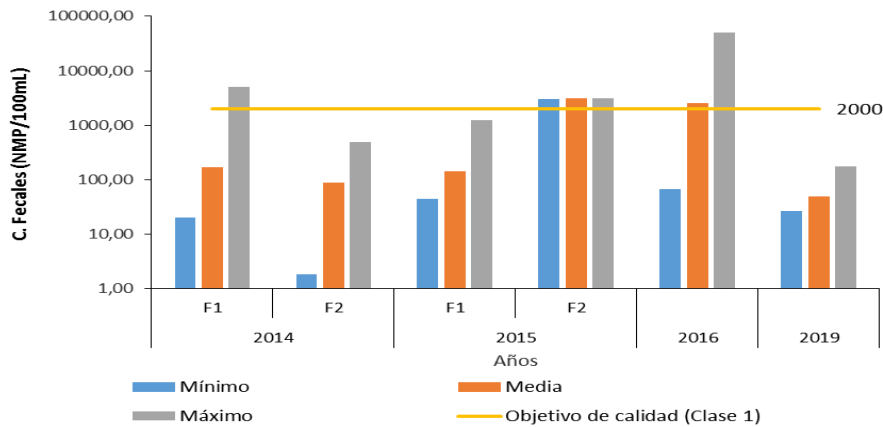
### Coliformes Totales y Fecales

Los valores de los coliformes totales registraron su valor más alto durante el monitoreo realizado en 2016 con 10017 NMP/100mg/L (Figura 42), estando por encima de los objetivos de calidad. Para el monitoreo realizado en el año 2019 se obtuvo un registro de 81.7 NMP/100mg/L siendo inferior a la concentración máxima establecida en la Resolución No. 000258 del 30 de abril de 2011.



**Figura 42. Valores mínimos, máximos y medios de los Coliformes totales (CT) en varios puntos de la ciénaga La Luisa del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

Los Coliformes fecales registraron la misma tendencia que los coliformes totales con valores altos en el monitoreo de 2016, en el monitoreo realizado en el año de 2019 los valores fueron bajos con 49.3 NMP/100mg/L (Figura 43) este resultado se encuentra dentro de los rangos de objetivos de calidad de la Corporación C.R.A.



**Figura 43. Valores mínimos, máximos y medios de los Coliformes fecales (CF) en varios puntos de la ciénaga La Luisa del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

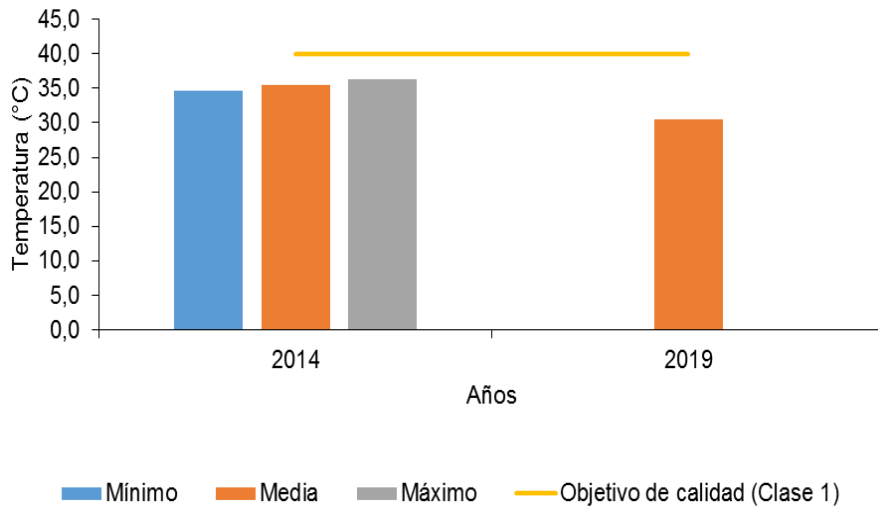
#### 4.1.6. Ciénaga El Uvero.

La Ciénaga El Uvero, con una extensión aproximada de 298 ha, se encuentra al suroriente de la cabecera municipal de Ponedera, en la margen izquierda del río Magdalena: ambos sistemas, ciénaga y río, constituyen el recurso natural más importante del municipio. Esta ciénaga es el resultado del reducto de antiguos cauces

del río Magdalena, con el que se comunica a través de caños o bocas naturales y artificiales, y a través de los desbordamientos. También recibe aportes de agua por escorrentía y la lluvia directa.

### Temperatura (°C)

La temperatura durante los monitoreos 2014 – 2019 estuvo en un rango entre 30 y 35.5°C con los valores más altos en el año 2014 asociados a la condición de extrema sequía; estos valores cumplen con los objetivos de calidad (Figura 44).

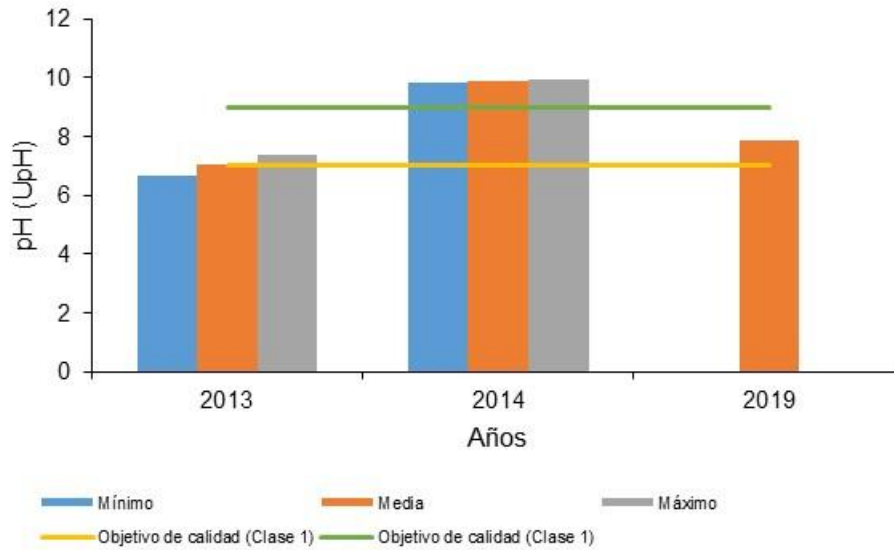


**Figura 44. Valores mínimos, máximos y medios de la temperatura en varios puntos de la ciénaga El Uvero del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### Potencial de Hidrógeno (pH)

Los registros del pH se muestran en la Figura 45, en ella se observa la tendencia a la basicidad de la ciénaga. El máximo valor se reportó en el muestreo del año 2014 (9.89 upH) y sobrepasó el límite superior de este criterio de calidad establecido para dar prioridad a la conservación de la vida acuática.

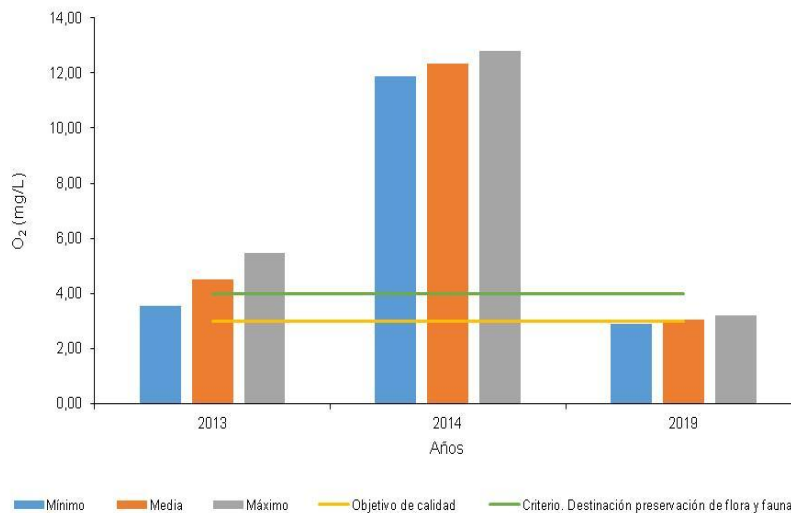




**Figura 45. Valores mínimos, máximos y medios del Potencial de Hidrógeno (pH) en varios puntos de la ciénaga El Uvero del año 2013 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### Oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>)

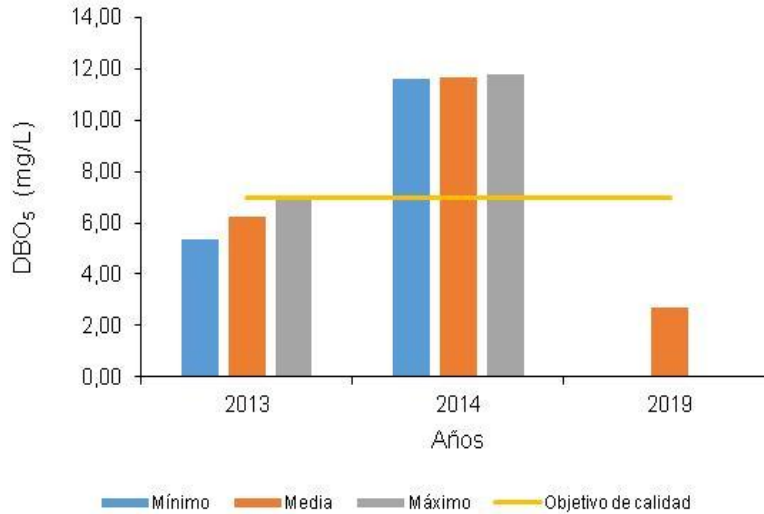
La ciénaga El Uvero durante el monitoreo del año 2019 registró concentraciones inferiores a las mínimas requeridas para la preservación de la fauna y flora acuática establecida como uso prioritario para los humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena. En los demás muestreos las concentraciones promedio sobrepasan estos criterios. (Figura 46),



**Figura 46. Valores mínimos, máximos y medios del Oxígeno (O<sub>2</sub>) en varios puntos de la ciénaga El Uvero del año 2013 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

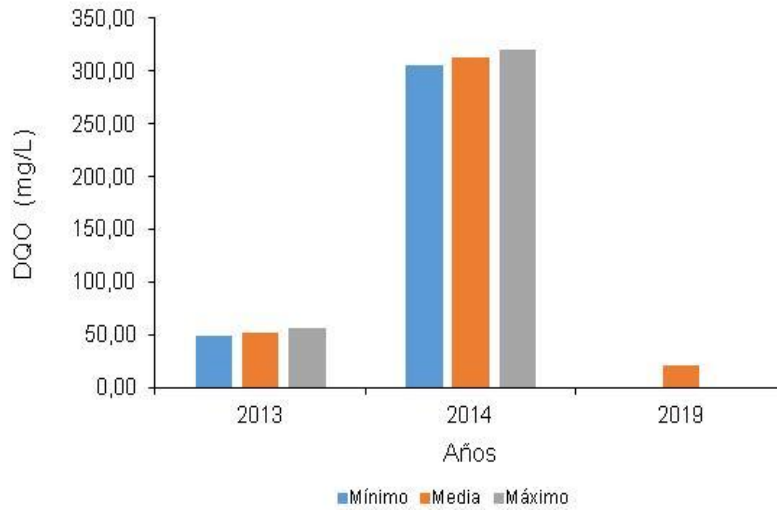
La DBO<sub>5</sub> en la ciénaga registró promedios que oscilaron entre 3 mg/L en el año 2019 y 12 mg/L en 2014 (Figura 47). Los valores de la DBO<sub>5</sub> en los años 2013 y 2019 se encontraron dentro de los valores objetivos de calidad establecidos por la C.R.A., mientras que en el año 2014 se observaron altos valores que suponen altas concentraciones de materia orgánica en descomposición en la ciénaga.



**Figura 47. Valores mínimos, máximos y medios de DBO<sub>5</sub> en varios puntos de la ciénaga El Uvero del año 2013 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

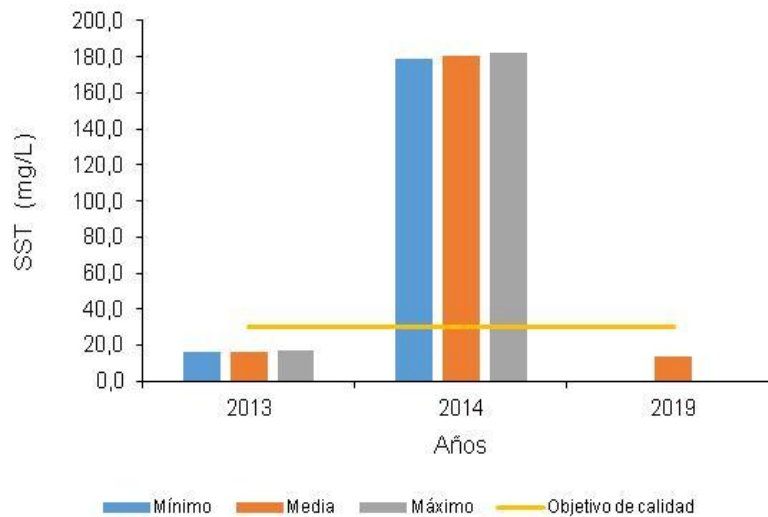
Los valores de la DQO tuvieron un comportamiento similar a la DBO<sub>5</sub>, registrando el mayor consumo en 2014 (312.5 mg/L) y el menor durante el 2019 con 21.3 mg/L (Figura 48). Estos valores se asocian a ecosistemas con indicios de contaminación (20<DQO≤40) según la escala de clasificación de la calidad del agua elaborada por CONAGUA (2011).



**Figura 48. Valores mínimos, máximos y medios del DQO en varios puntos de la ciénaga El Uvero del año 2013 a 2019.**

### Sólidos Suspendidos Totales (SST)

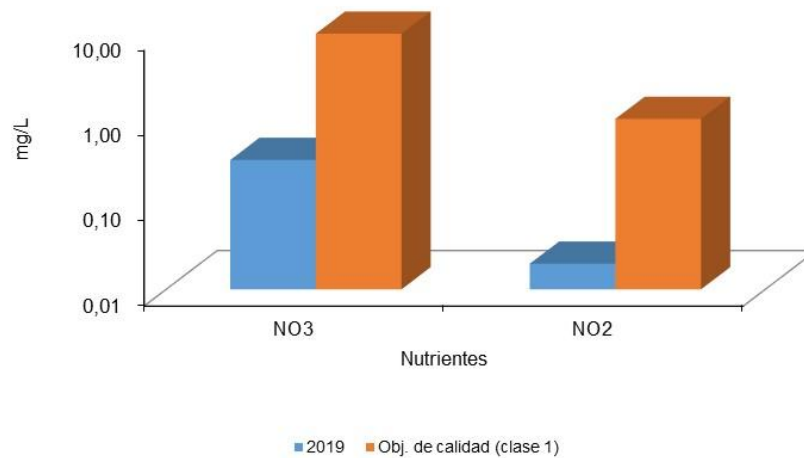
Los sólidos suspendidos totales (SST) en la ciénaga presentaron valores mínimos durante los años 2013 y 2019 con 16.6 mg/L y 13.9 mg/L respectivamente Figura 49. En el año 2014 los valores obtenidos (promedio de 180.5 (mg/L) estuvieron por encima del objetivo de calidad establecidos para los humedales de la cuenca (30 mg/L).



**Figura 49. Valores mínimos, máximos y medios del SST en varios puntos de la ciénaga El Uvero del año 2013 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### Nutrientes

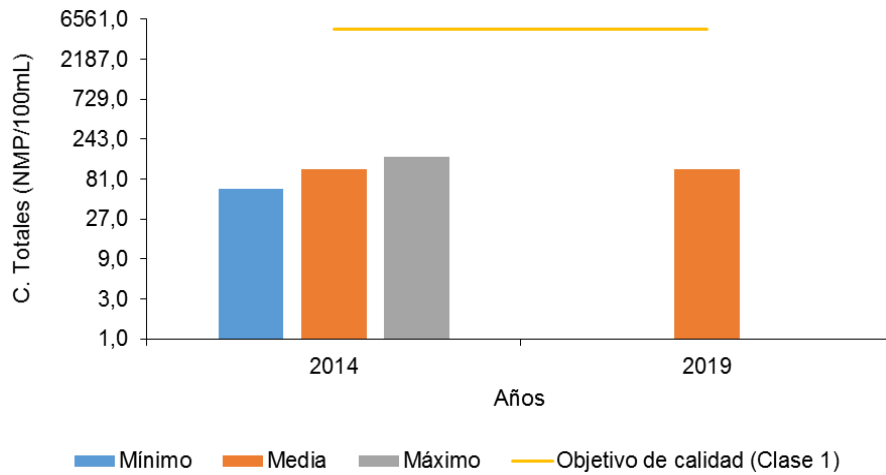
Los nutrientes en la ciénaga solo tienen registro para el monitoreo realizado en el año 2019 (Figura 50). Los nitratos constituyeron el nutriente nitrogenado dominante (0.33 mg/L), con determinaciones bajas de nitritos (0.02 mg/L) que se relacionan con un estado oligotrófico (Roldán y Ramírez, 2008) y no superaron el valor máximo de objetivo de calidad establecido por la C.R.A. El nitrógeno amoniacal presentó concentraciones inferiores al límite de detección el cual es 0.28 mg/L que permiten señalar el cumplimiento del objeto de calidad para el uso del recurso.



**Figura 50. Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados (NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>) y ortofosfatos (PO<sub>4</sub>) en varios puntos de la ciénaga El Uvero del año 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

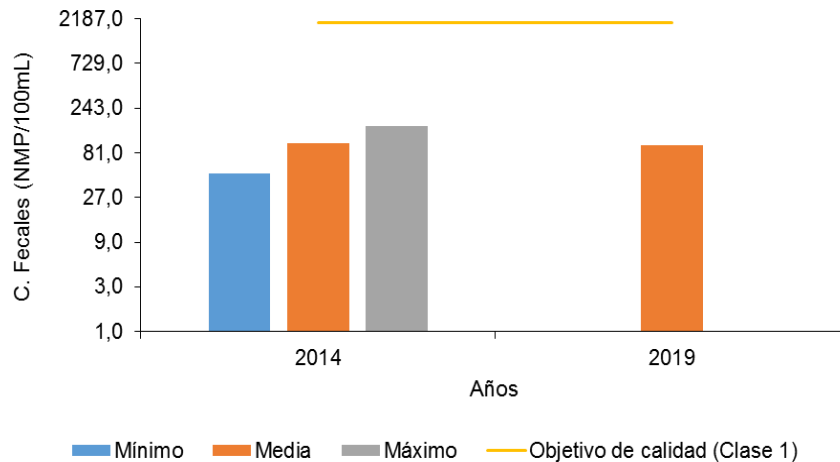
### Coliformes Totales y Fecales

Los valores de los Coliformes totales en la ciénaga el Uvero presentan niveles de concentración bajos, oscilando entre 105,8 en el año 2014 y 106.3 NMP/100mL para el 2019 (Figura 51), cumpliendo con ello con el objetivo de calidad para esta variable y con los criterios de calidad para los usos como consumo humano, agrícola, pecuario y recreativo de acuerdo con el decreto 1076 de 2015



**Figura 51. Valores mínimos, máximos y medios de los Coliformes Totales (CT) en varios puntos de la ciénaga El Uvero del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

Los reportes de coliformes fecales que fluctuaron entre 98.1 y 102.1 y NMP/100mL registraron la misma tendencia que los coliformes totales (Figura 52) Estos valores se encuentran entre el rango permisible dentro de los objetivos de la C.R.A ( $\leq 2000$  NMP/100mgL) y con los criterios de calidad para los usos como consumo humano, agrícola, pecuario y recreativo de acuerdo con el decreto 1076 de 2015.



**Figura 52. Valores mínimos, máximos y medios de los Coliformes Fecales (CF) en varios puntos de la ciénaga El Uvero del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

#### 4.1.7. Ciénaga Sabanagrande.

Ubicada en el margen oriental del municipio de quien deriva su nombre, la ciénaga de Sabanagrande posee una extensión aproximada de 95 ha y ha perdido más de 100 ha producto de la construcción de terraplenes y la desecación de áreas para su uso en ganadería, especialmente en la sección oriental.

#### Temperatura (°C).

La ciénaga registró temperaturas cálidas con valores medios que fluctuaron entre los 29.28° C durante el monitoreo de 2016 y 33.49°C para la segunda fase del año 2015 (Figura 53), estos valores cumplen con el objetivo de calidad establecido para el periodo 2011-2020.

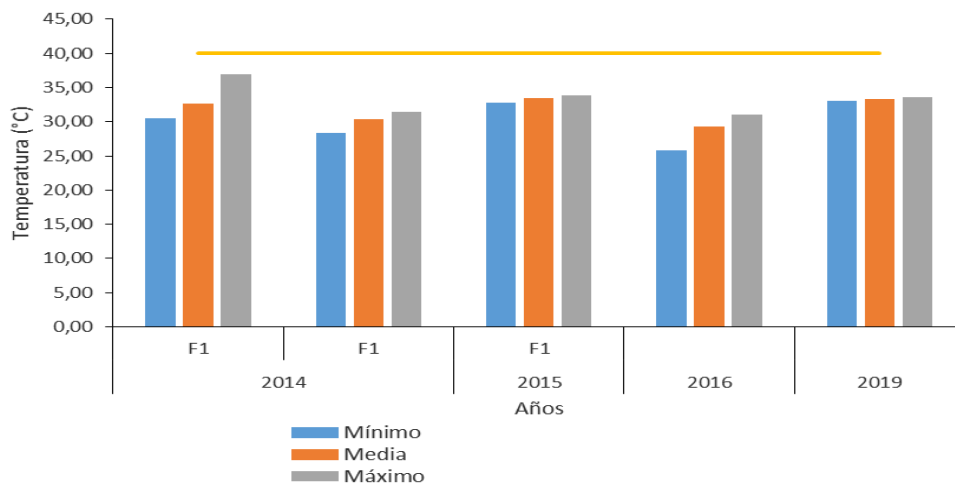
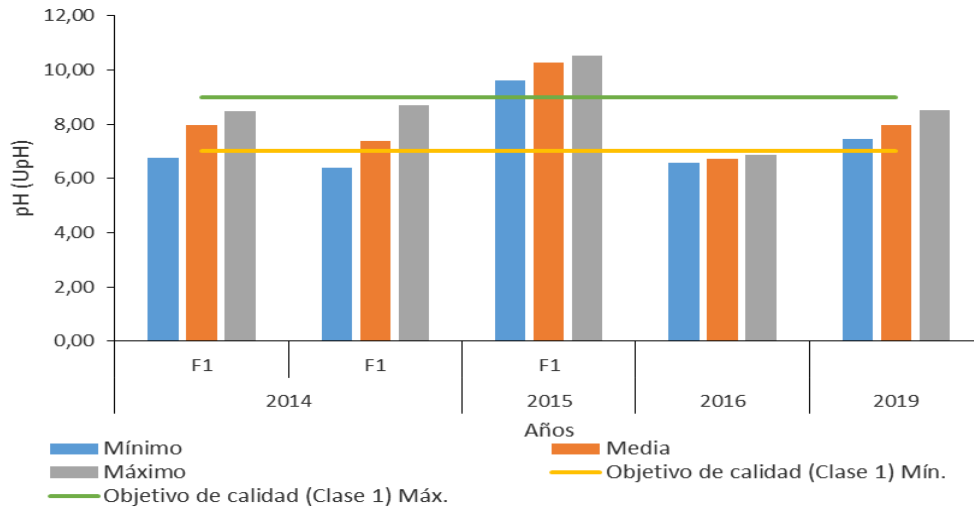


Figura 53. Valores mínimos, máximos y medios de la Temperatura (pH) en varios puntos de la ciénaga de Sabanagrande del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.

#### Potencial de Hidrógeno (pH)

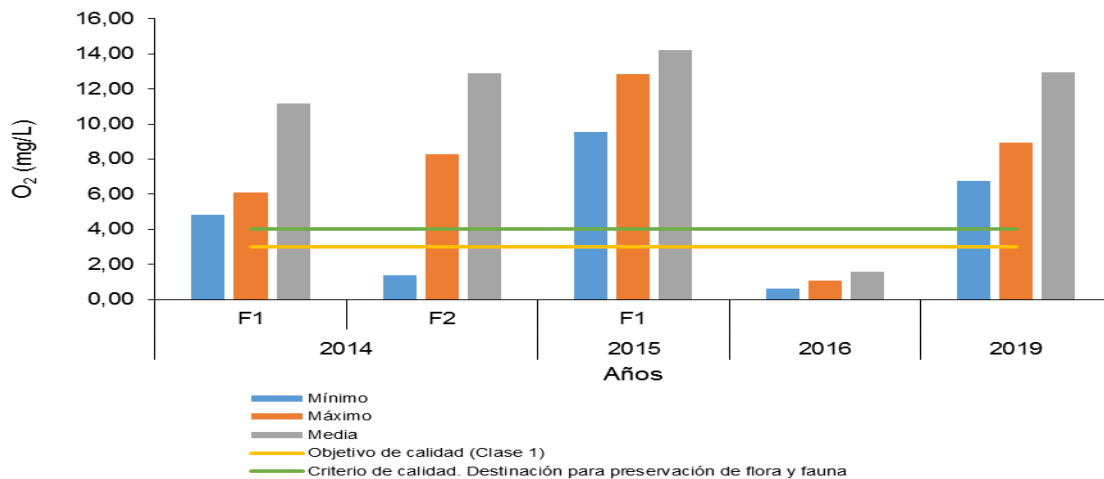
La ciénaga de Sabanagrande durante el año 2019 mostró una tendencia a la basicidad, con un rango de pH entre 7.47 y 8.52 upH (Figura 54) que cumplen con los requisitos establecidos para el objetivo de calidad de los humedales y ciénagas de la clase 1 cuyo uso prioritario es la preservación de la flora y fauna acuática. Se debe señalar que en caracterizaciones anteriores las aguas de la ciénaga no cumplieron con el criterio de calidad, en el año 2016 por reportar valores de pH en un rango inferior al señalado por la norma y en los demás por sobrepasar los mismos.



**Figura 54. Valores mínimos, máximos y medios del Potencial de Hidrógeno (pH) en varios puntos de la ciénaga de Sabanagrande del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### Oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>)

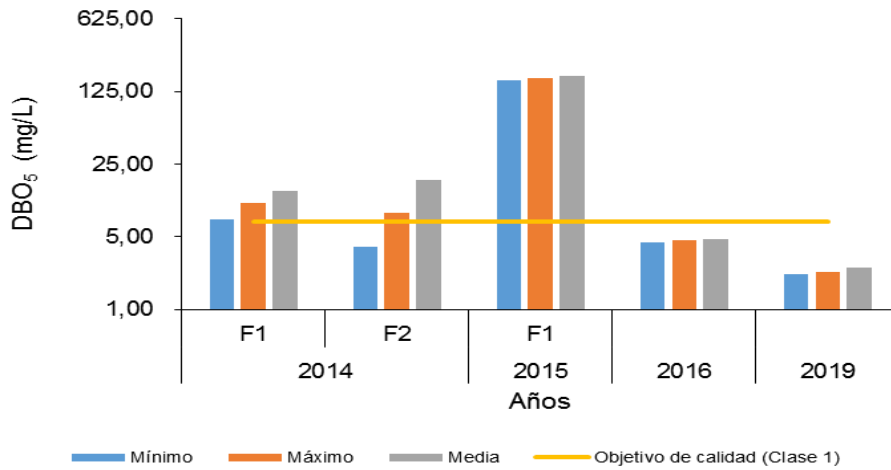
En la Figura 55, se presentan las fluctuaciones en la concentración de oxígeno en las caracterizaciones del año 2015 al 2019. Solo durante el año 2016 se detectaron condiciones hipoxicas en toda la extensión de la ciénaga consecuentes con el balance hídrico negativo del año 2015 y por lo tanto, inferiores a las establecidas como concentraciones mínimas necesarias para la preservación de la flora y fauna según la Resolución No. 000258 del 30 de abril de 2011 y el Decreto 1076 de 2015.



**Figura 55. Valores mínimos, máximos y medios de Oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>) en varios puntos de la ciénaga de Sabanagrande del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

La materia orgánica degradable biológicamente reportó sus mayores niveles durante el año 2015 fase1 y se asocian a los efectos producidos por la extrema sequía que deseco la mayor parte de la ciénaga, con lo cual se incrementó la biomasa en descomposición. Los años 2016 y 2019 cumplen con el objetivo de calidad (Figura 56).

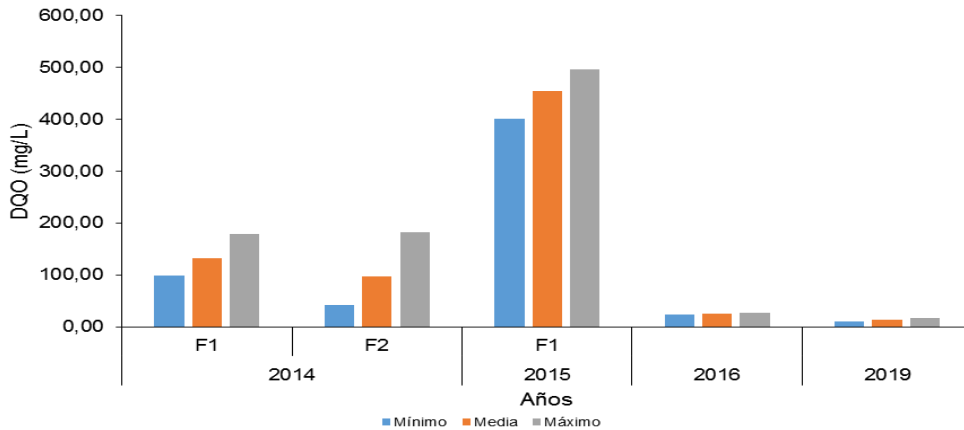


**Figura 56. Valores mínimos, máximos y medios de DBO<sub>5</sub> en varios puntos de la ciénaga de Sabanagrande del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

La DQO mostró para la ciénaga disminución en el contenido de la materia orgánica durante las caracterizaciones posteriores al año 2015, pasando de una ciénaga muy contaminada por residuos orgánicos (concentraciones mayores a 200 mg/L según CONAGUA 2011) a aguas de buena calidad ( $\leq 20$  mg/L) (Figura 57).

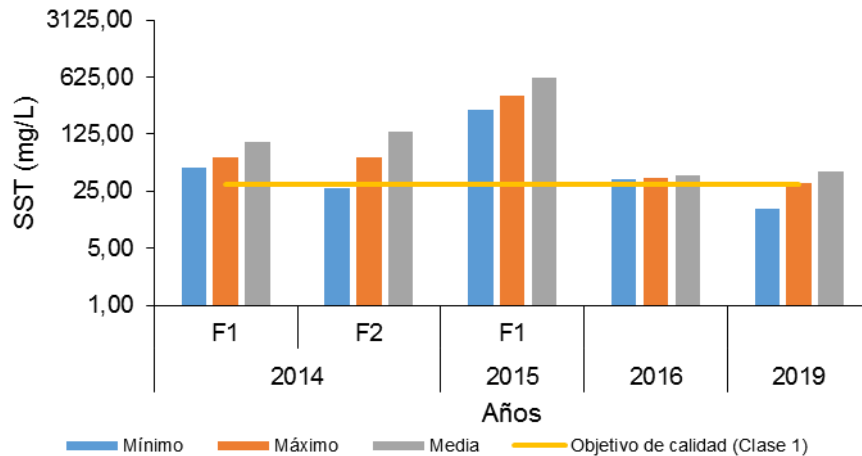




**Figura 57. Valores mínimos, máximos y medios de DQO en varios puntos de la ciénaga de Sabanagrande del año 2014 a 2019.**

### Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Los sólidos suspendidos totales aunque han disminuido sus concentraciones en la ciénaga, con respecto al año 2015, continúan presentándose niveles superiores al exigido por la norma, por ejemplo en más del 66.6% de los puntos de muestreo durante el año 2019 (Figura 58).



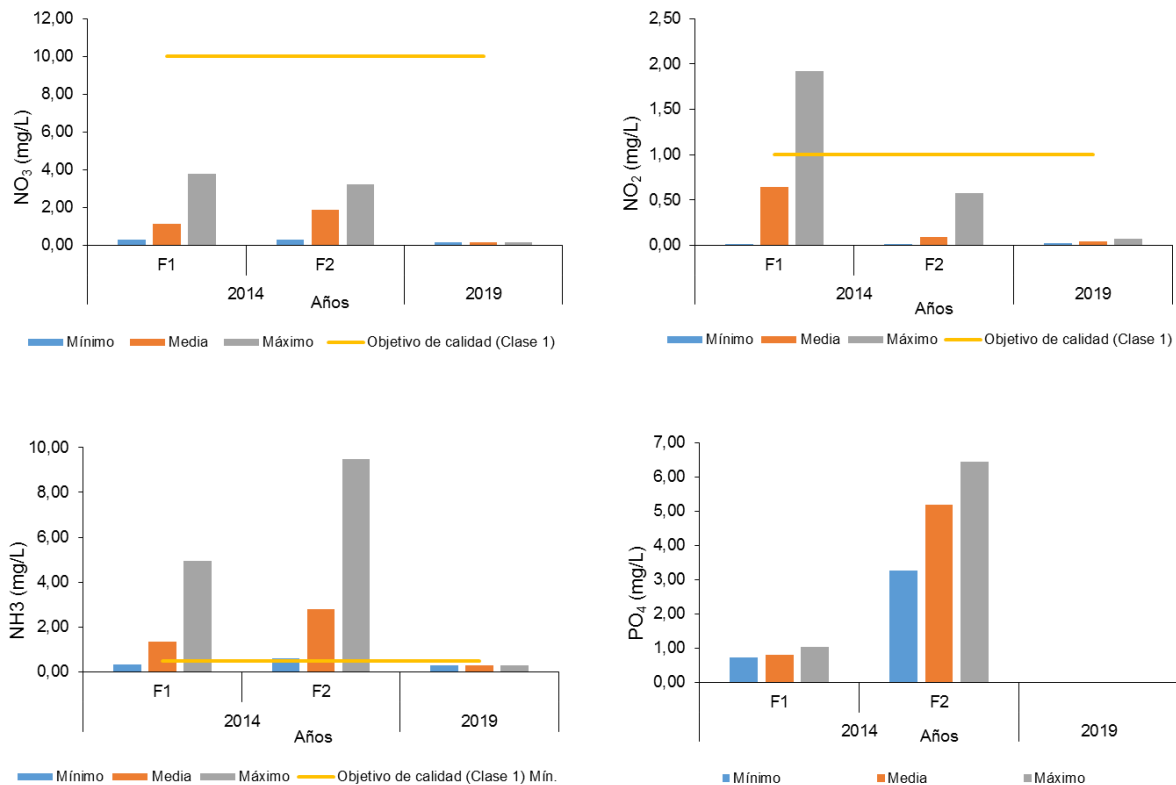
**Figura 58. Valores mínimos, máximos y medios de SST en varios puntos de la ciénaga de Sabanagrande del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### Nutrientes

Las diferentes formas de nitrógeno evaluadas en la ciénaga mostraron sus mayores contenidos en los monitoreos efectuados en el año 2014, durante el cual la forma dominante fue el nitrógeno amoniacal con valores medios (1.33 y 2.79 mg/L) que se encuentran por encima del objetivo de calidad ( $\leq 0.5$  mg/L). El más inestable de los compuestos nitrogenados, el nitrito, aunque presentó un valor máximo por encima de objetivo

de calidad ( $\leq 1 \text{ mg/L}$ ) durante la primera fase del 2014, los valores medios cumplen el objetivo. Los nitratos entre 1,86 (2014 – F2) y 0.16 mg/L (2019) estos resultados se encontraron por debajo del objetivo límite de calidad establecido por la C.R.A. ( $\leq 10 \text{ mg/L}$ ).

Finalmente los ortofosfatos presentaron Los niveles los menores durante la caracterización más reciente (2019) y los promedio más altos en la temporada de lluvias (F2) del 2014 (5.46 mg/L), valores altos, superiores a 0.014mg/L una concentración referenciada por Toledo et al (Henao, 1987) para cuerpos de agua tropicales en condiciones de eutroficación.



**Figura 59. . Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados (NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>) y ortofosfatos (PO<sub>4</sub>) en la ciénaga de Sabanagrande del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.**

### Coliformes Totales y Fecales

Los coliformes reportados totales y fecales presentan una tendencia a aumentar a partir del año 2016 incumpliendo con ello el objetivo de calidad para estas variables y con los criterios de calidad para los usos como consumo humano, agrícola, pecuario y recreativo de acuerdo con el decreto 1076 de 2015 que sugieren que hay mayor descarga de efluentes de origen antrópico.



Figura 60. Valores mínimos, máximos y medios de Coliformes totales y Fecales (CF) en varios puntos de la ciénaga de Sabanagrande del año 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del río Magdalena, establecido para el periodo 2011-2020.

## 4.2. CUENCA LITORAL CARIBE

La Cuenca del Mar Caribe la forman los municipios de Puerto Colombia, Juan de Acosta, Tubará, Piojó, Baranoa, Usiacurí, Galapa y parte del Distrito de Barranquilla. La mayoría de los arroyos desembocan en el mar Caribe, otros, en sus cuerpos lagunares y algunos en el departamento de Bolívar. Entre los cuerpos lagunares de importancia ambiental y económica se encuentran la ciénaga de Mallorquín, Balboa, el Rincón.

### 4.2.1. Arroyo León.

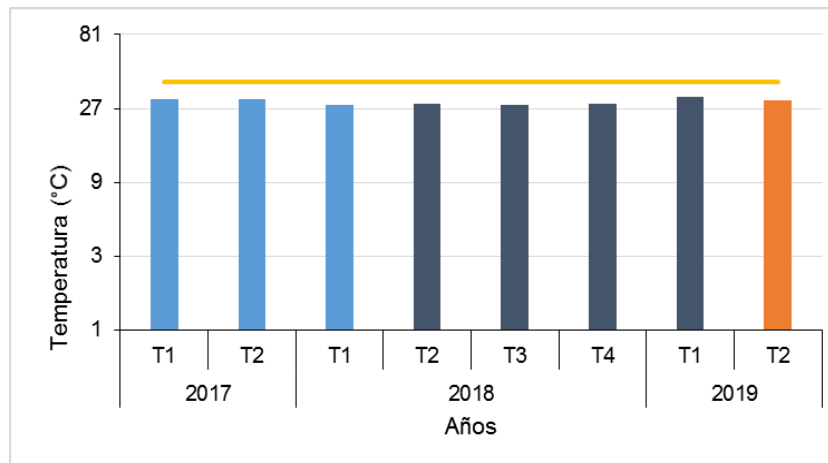
Este arroyo posee un área total de 99.3 km<sup>2</sup> y una longitud de 15.7 km entre su paso por la Avenida Circunvalar de Barranquilla y su confluencia en el Arroyo Grande para desembocar en la ciénaga de Mallorquín, es evidente la importancia del arroyo León - Hondo en la Cuenca. El arroyo León - Hondo tiene,

entre sus principales afluentes, también pluviales, los arroyos Blanco, Mellas, El Salao, Cañas y Santo Domingo; los cuales recogen grandes cantidades de materia orgánica producto de aguas residuales domésticas e industriales en relación con el crecimiento urbano de la zona las cuales desembocan, la mayor parte en la ciénaga de El Rincón mientras otra parte del torrente retroalimenta a la ciénaga de Mallorquín.

Los datos obtenidos para el análisis de cumplimiento de objetivos de calidad proceden del informe final de caracterización fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica de lagunas costeras del departamento del Atlántico, (C.R.A., 2018) realizado durante las temporadas de transición (T1), lluvia (T2) y sequía (T3) del año 2017 y a resultados de laboratorio, solicitados por AMBBIO Colombia S.A.S, durante los meses de enero (T1), mayo (T2), julio (T3) y octubre (T4) del año 2018 y febrero (T1) septiembre (T2) del año 2019.

### Temperatura (°C)

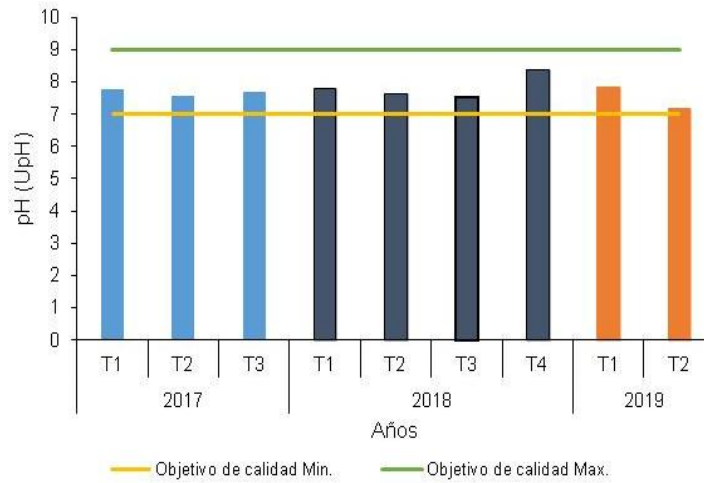
La temperatura en los diferentes monitoreos efectuados en el arroyo León osciló entre los 28.3 °C y los 31.8 °C. Los menores reportes se dieron en el mes de enero del 2018 y el mayor en febrero del año 2019 (Figura 92), Estas temperaturas permiten la sobrevivencia y desarrollo de la biota acuática y cumplen el objetivos de calidad de la C.R.A. para sistemas de la clase 3, los cuales están destinados al uso industrial.



**Figura 61. Valores de la temperatura °C en un punto de muestreo en el arroyo León durante los años 2017 a 2019 y objetivo de calidad para la Cuenca del Litoral Caribe, establecido para el periodo 2011-2020.**

### Potencial de Hidrógeno (pH)

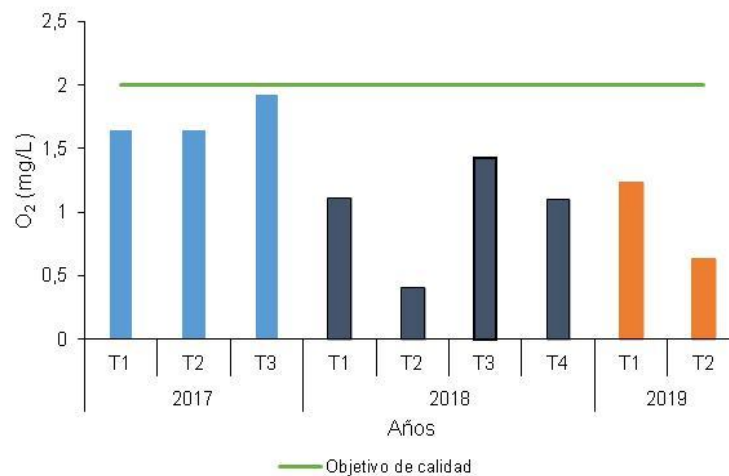
Los registros de pH en el arroyo León durante los monitoreos realizados en los años 2017 – 2019 registraron valores entre 7.1 u pH (2019) y 8.3 upH (2018) Figura 62 . De acuerdo con Sierra-Ramírez (2011), las aguas naturales con valores de 6.5 a 9.0 unidades de pH pueden ser hábitats ideales para poblaciones de peces. Los valores obtenidos durante los monitoreos se encontraron dentro del objeto de calidad para arroyos, caños y fuentes de agua que vierten sus aguas a la cuenca



**Figura 62. Valores de Potencial de Hidrógeno (pH) un punto de muestreo en el arroyo León durante los años 2017 a 2019 y objetivo de calidad para la Cuenca del Litoral Caribe, establecido para el periodo 2011-2020.**

### Oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>)

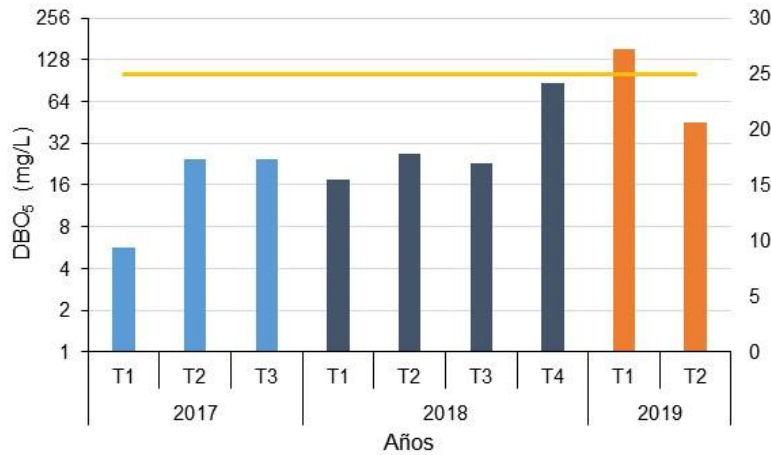
El Arroyo León registró condiciones hipoxicas durante los diferentes muestreos realizados, con valores que oscilaron entre 0.41 mg/L (2018) y 1.92 mg/L (2017) (Figura 63). Los niveles de oxígeno disuelto típicamente pueden variar de 0 a 18 mg/L, siendo suficiente para la sobrevivencia de la mayor parte de las especies entre 5 y 6 mg/L, dañino ≤ a 3 mg/L y letal para la mayoría de las especies entre 1 y 2 mg/L, en este último rango se encuentran los valores hallados en el sistema. En cuanto a los objetivos de calidad el arroyo no cumple con el valor mínimo requerido para su uso prioritario.



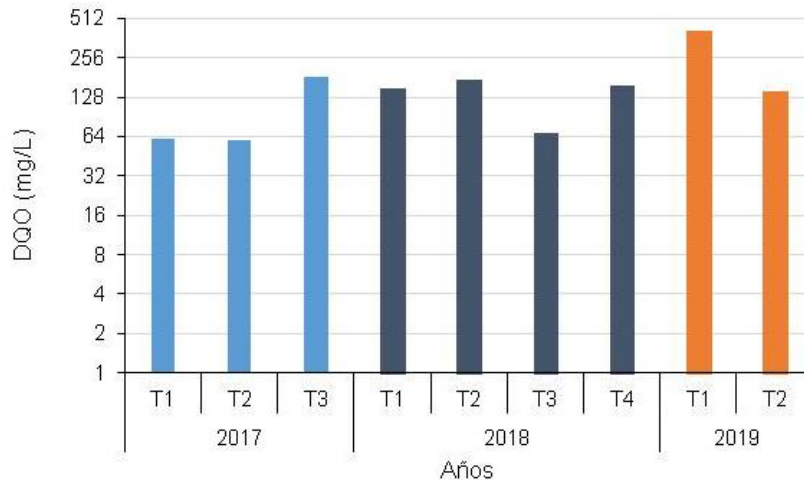
**Figura 63. Valores de oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>) en un punto de muestreo en el arroyo León durante los años 2017 a 2019 y objetivo de calidad para la clase 3, establecido para el periodo 2011-2020.**

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y Demanda Química de Oxígeno (DQO).**

Los valores de la DBO<sub>5</sub> durante los monitoreos realizados en 2017 y la mayor parte de los efectuados en el 2018 dieron cumplimiento con los objetivos de calidad establecido por la C.R.A., difiriendo en un mayor gasto de oxígeno para finales del año 2018 (Octubre) y durante el año 2019 (meses de febrero y septiembre respectivamente) con valores que oscilaron entre 45 – 152 mgO<sub>2</sub>/L, los cuales superan el criterio establecido para ecosistemas de la clase 3 (Figura 64). En cuanto a la DQO, las fluctuaciones temporales fueron similares a las identificadas en la DBO, es decir mayor carga de materiales degradables durante el mes de octubre del año 2018 y los dos muestreos efectuados para el 2019 (Figura 65).



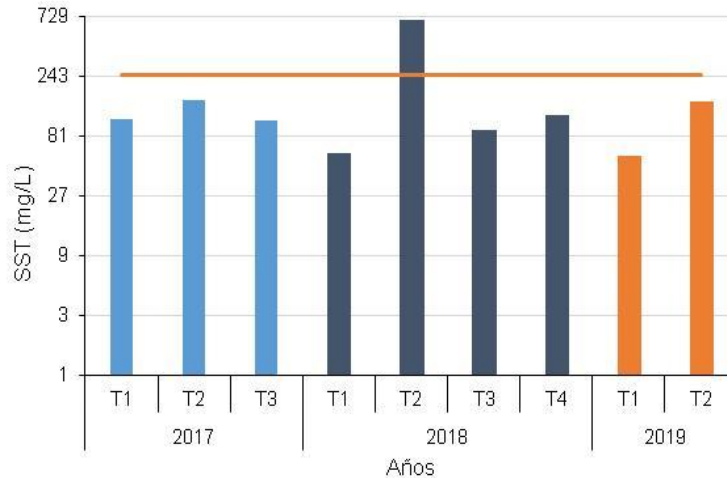
**Figura 64. Valores de DBO<sub>5</sub> en el arroyo León 2017, 2018 y 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe establecido para el periodo 2011-2020.**



**Figura 65. Valores de la DQO en un punto de muestreo en el arroyo León durante los años 2017 a 2019.**

### Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Los contenidos de SST en el arroyo de León presentaron su máximo valor en el año 2018 (durante el mes de mayo) con un valor de 680 mg/L, en los restantes monitoreos las concentraciones de sólidos son adecuadas para el uso industrial y restringidas para el uso pecuario, especialmente en los primeros muestreos de los años 2018 y 2019 (Figura 66).



**Figura 66. Valores mínimos, máximos y medios de los SST tomados en un puntos en el arroyo León de 2017a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe establecido para el periodo 2011-2020.**

### Nutrientes

Las variables nitratos ( $\text{NO}_3$ ) y nitritos ( $\text{NO}_2$ ) se cuantificaron en el monitoreo efectuado en el año 2017 durante las temporadas de transición, lluvia y sequía. Las mayores concentraciones las exhibieron durante el periodo de sequía con 0.43 mg/L, 0.049 y respectivamente y cumplen los objetivos de calidad para sistemas de la clase 3 como se observa en la Figura 66.

El nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_3$ ) registró valores inferiores al límite de detección durante los monitoreos del año 2017, para el año 2018 las menores concentraciones se presentaron durante el mes de mayo (20,2 mg/L) y los contenidos más altos en octubre con 39.8mg/L, valores que no cumplen con los rangos establecidos en los objetivos de calidad de la C.R.A. siendo señales inequívocas de la alta carga de materia orgánica procedente de vertimientos domésticos e industriales reciben sus aguas. Las concentraciones de nitrógeno amoniacal como las registradas, podrían generar alteraciones importantes en la sobrevivencia de la fauna por sus efectos toxicológicos (Thurston et al. 1986).

Los ortofosfatos con una concentración de 3.79 mg/L y el fosforo total con 4.84mg/L solo fueron detectados en la temporada de sequía del 2017 estas altas cargas se indica la presencia de vertimientos de industriales y lodos de aguas residuales domésticos de los cuales puede ser un constituyente de importancia (Sierra Ramírez, 2011).

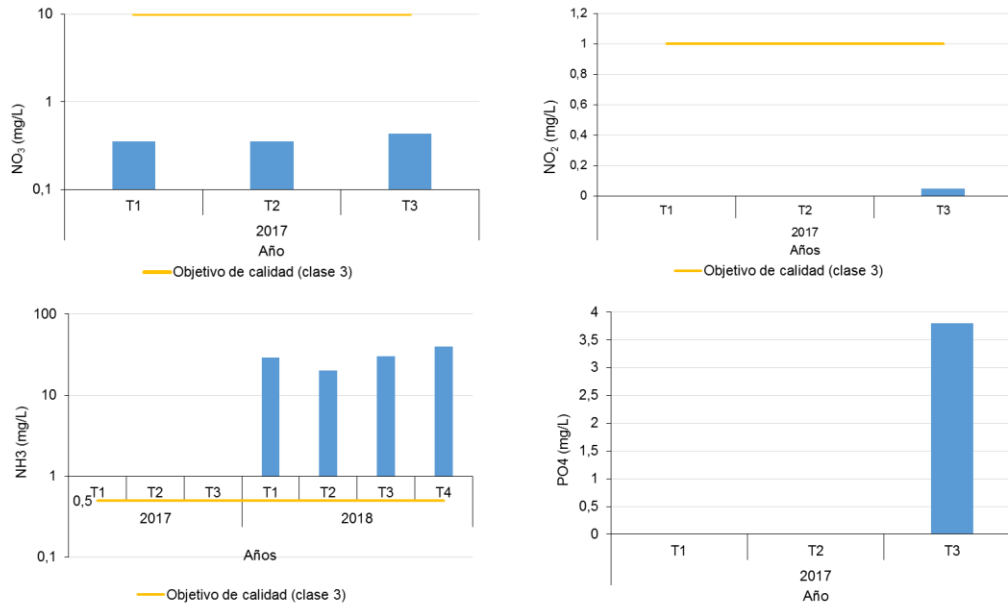
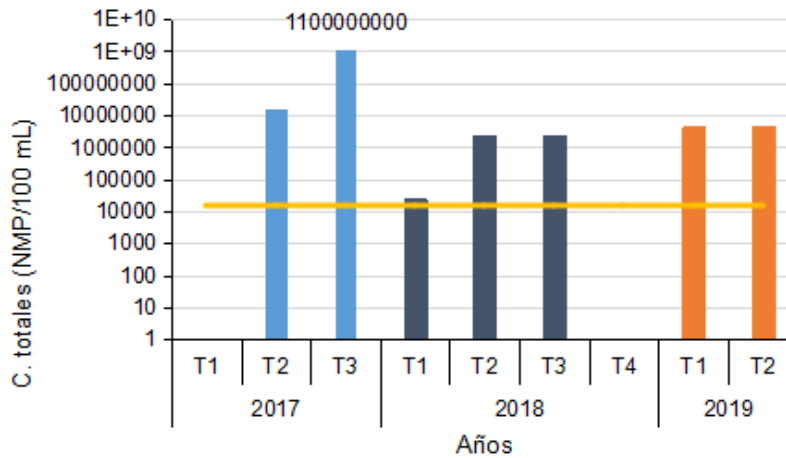


Figura 67. Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados (NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>) y ortofosfatos (PO<sub>4</sub>) Tomados en un punto en el arroyo León de 2017a 2018 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe establecido para el periodo 2011-2020.

### Coliformes Totales y Coliformes fecales

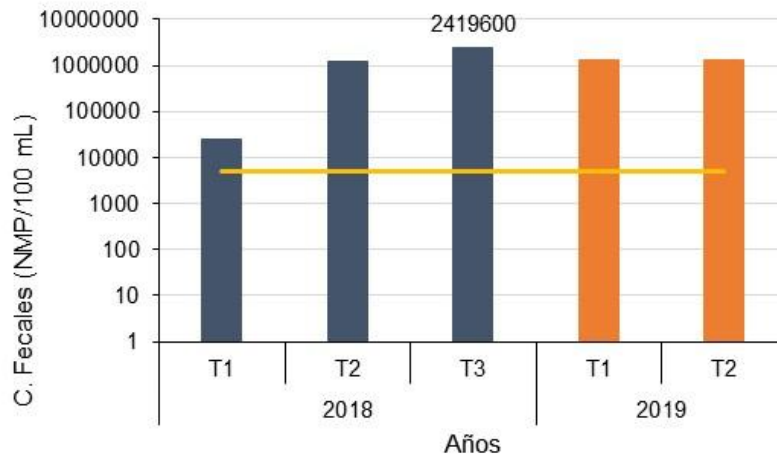
Los Coliformes totales en el punto del arroyo León registraron altos valores que oscilaron entre 24196 NMP/100 ml en el mes de enero del 2018 (T1) y 11x10<sup>8</sup> época de sequía del año 2017 (T3) Figura 68, estos valores son generados a causa de los vertimientos puntuales y difusos que se realizan a lo largo de su recorrido, en general los valores registrados no cumplen con los objetivos de calidad de la C.R.A.





**Figura 68. Valores de los Coliformes Totales (CT) tomados en un punto en el arroyo León de 2017a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe establecido para el periodo 2011-2020.**

Los Coliformes fecales registraron valores que oscilaron entre 24196 NMP/100ml registrados en el monitoreo enero de 2018 y los 2419600 NMP/100ml registrado en el mismo año durante el mes de julio (T3). Los valores para el monitoreo de 2019 también estuvieron por encima de los rangos de objetivos de calidad de la C.R.A.



**Figura 69. Valores de los Coliformes Fecales (CF) tomados en un punto en el arroyo León de 2018 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe establecido para el periodo 2011-2020.**

#### 4.2.2. Ciénaga de Balboa.

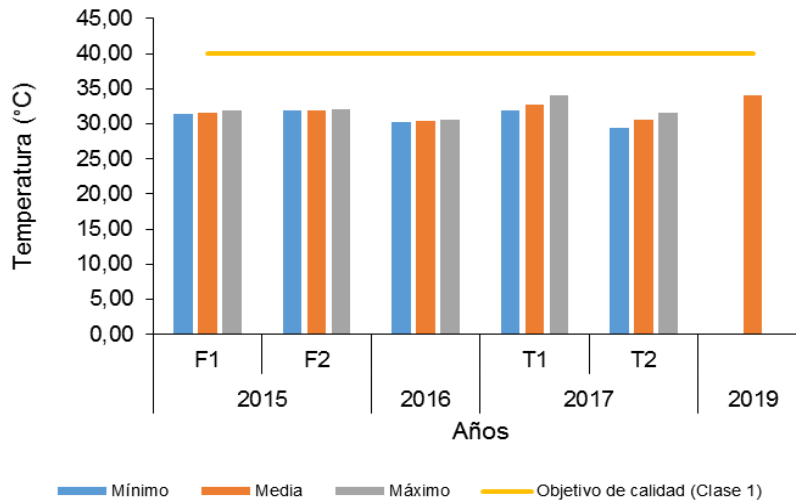
La ciénaga de Balboa está ubicada en el municipio de Puerto Colombia al noroccidente del departamento del Atlántico, posee una extensión aproximada de 120 ha. Cuenta con tres cuencas que suministran escorrentía superficial sobre ella y es el Mar Caribe quien mediante una boca se encarga de regular los niveles de la ciénaga, siendo esta la que en temporadas de aumento de niveles se abre y en la de estiaje se cierra.

Esta ciénaga presenta una alta presión antrópica generada a partir de la construcción del puerto marítimo que alguna vez operó, lo cual trajo consigo modificaciones en la condiciones morfológicas e hidráulicas naturales y ambientales de este cuerpo de agua, produciendo entonces la desecación de pequeñas ciénagas aledañas que generaban aportes directos sobre esta (C.R.A., 2017).

El análisis presentado a continuación se basa en las caracterizaciones efectuadas por la C.R.A. durante los años 2015 al 2019.

**Temperatura (°C).**

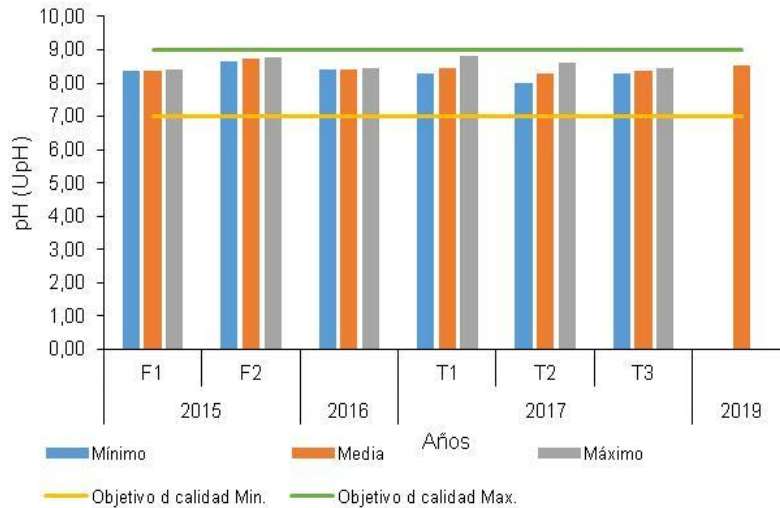
Los valores de la temperatura durante los monitoreos realizados 2015 – 2019 presentaron rangos de los 30.39°C 2016 y los 34°C registrados durante el monitoreo realizado en 2019 (Figura 70), la temperatura registrada es ideal para que se desarrollen los procesos biológicos dentro de la ciénaga, además estos valores se encuentran dentro de los rangos de objetivos de criterio de calidad de la C.R.A..



**Figura 70. Valores de la temperatura (°C) en la ciénaga de Balboa en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe establecido para el periodo 2011-2020.**

**Potencial de Hidrógeno (pH)**

En ciénaga de Balboa los valores de pH se encontraron en condiciones permisibles (7-9 UpH) según el objetivo de calidad para ciénagas y humedales de la cuenca del Litoral Caribe y caracterizan la ciénaga con un pH básico (Figura 71) que se ha mantenido en la escala temporal.



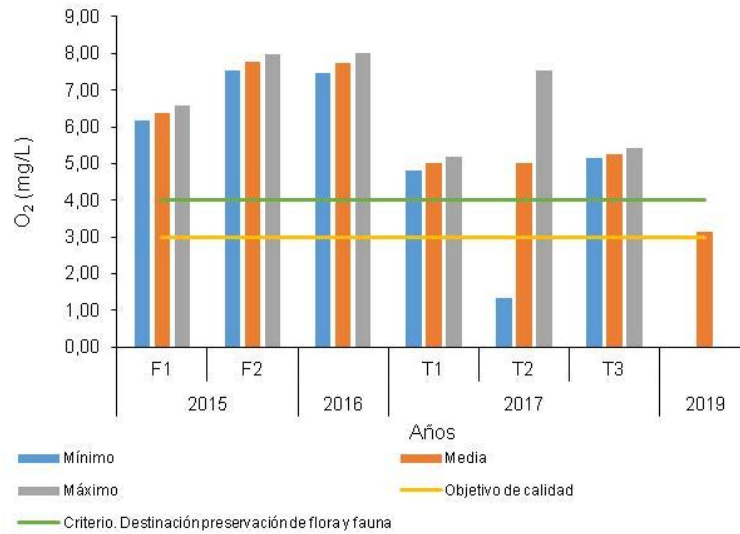
**Figura 71. Valores del potencial de hidrogeniones (pH) de la ciénaga de Balboa en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe establecido para el periodo 2011-2020.**

### Oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>)

La ciénaga de Balboa durante el año 2019 presentó en el punto monitoreado una concentración de 3.14 mgO<sub>2</sub>/L inferior a la concentración mínima establecida para la preservación de la fauna según el decreto 1076 de 2015. Sin embargo, por un estrecho margen, cumple con el objetivo de calidad exigido para las ciénagas y humedales de la cuenca del Litoral Caribe (Figura 72).

Es importante mencionar que la ciénaga para los años 2015 y 2016 registró condiciones de saturación de oxígeno, que la enmarca como eutrófico. Entre tanto, la temporada lluviosa del 2017 (T2), específicamente en el punto Oeste del Arroyo, la ciénaga reporta condiciones de hipoxia (1.34 mg/L).

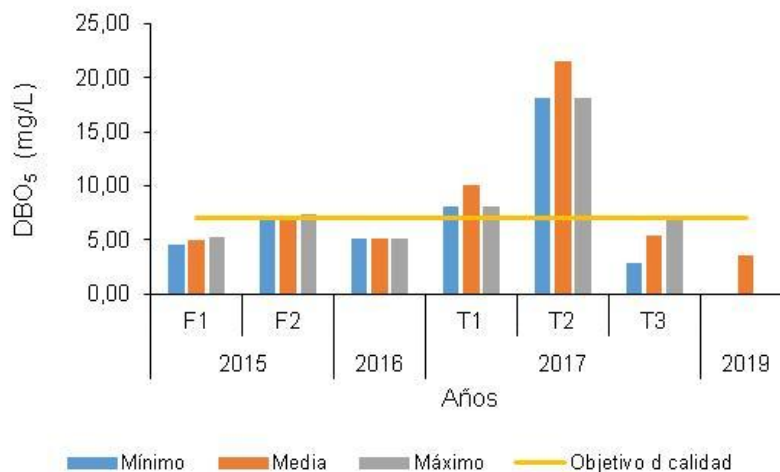
Este proceso de eutrofización producido por una alta concentración de nutrientes en el sistema quizá generado por procesos de escorrentía que arrastran hasta la ciénaga gran cantidad de desechos, vertimientos con subsecuentes floraciones de algas cuyo metabolismo conduce entonces a la sobresaturación de oxígeno, la cual junto con el aumento de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), causan un efecto sinérgico que termina en su agotamiento en horas de la madrugada, llegando a producir entonces mortalidades masivas de peces.



**Figura 72. Valores de oxígeno (O<sub>2</sub>) de la ciénaga de Balboa en los años 2015 - 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe y criterio de calidad para la preservación de fauna y flora.**

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

El valor de DBO<sub>5</sub> para la ciénaga de Balboa durante el año 2019 fue de 3.57 mg/L valor que se encuadra dentro de la categoría dudoso según Ramírez y Viña (1998), indicando aportes de materia orgánica al sistema y esto lo podemos constatar con lo presentado en años anteriores, particularmente en la época de lluvias de al año 2017. En cuanto a los objetivos de calidad para los humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe solo en el año 2015 durante la fase 2 y 2017 no se cumplió lo establecido para el periodo 2011-2020 (Figura 73).



**Figura 73. Valores de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) de la Ciénaga de Balboa en los años 2015 y 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.**

### Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Aunque los valores de DQO no tienen estipulados límites de calidad, en la ciénaga de Balboa, los niveles más altos reportados durante el año 2017 (Figura 74), probablemente están asociados a aportes de origen antrópico, considerando que los mismos se dieron en el sector oeste próximo a la población. Según CONAGUA (2011) las aguas de la ciénaga durante los años 2015, 2016 y 2019 presentaron indicios de contaminación.



Figura 74. Valores de la demanda química de oxígeno (DQO) en la ciénaga de Balboa en los años 2015 al 2019.

### Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Los sólidos suspendidos totales en las caracterizaciones realizadas desde el año 2015 en la ciénaga de Balboas no cumplen con el límite regulatorio para cuencas hidrográficas de la región, tanto en época de aguas bajas como altas. Los contenidos medios de SST durante el año 2015, en la temporada de lluvia (T2) y sequía (T3) del año 2017 y finalmente para el año 2019 son indicadores de sistemas contaminados (CONAGUA, 2011; Ramírez y Viña, 1998) (Figura 75).

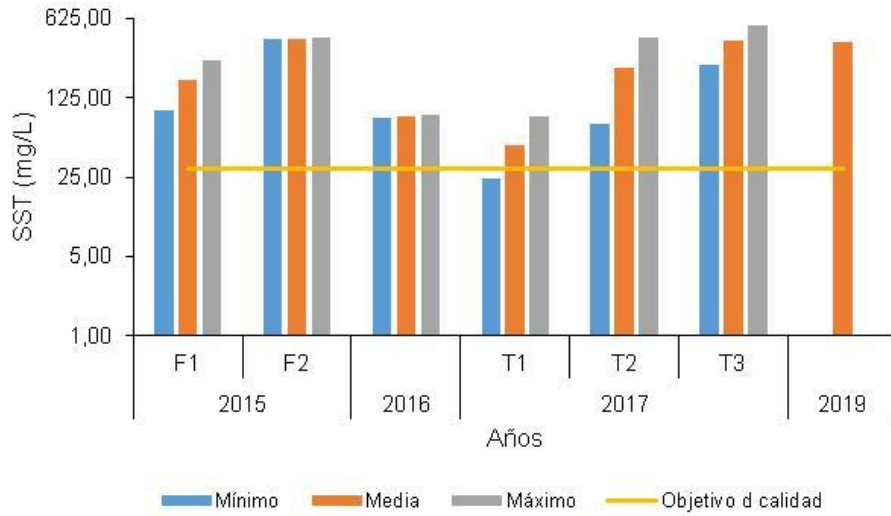


Figura 75. Valores de sólidos suspendidos totales (SST) de la ciénaga de Balboa en los años 2015 - 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.

### Nutrientes

Los nutrientes fueron caracterizados durante el año 2017, los ortofosfatos y el nitrógeno amoniacal reportaron concentraciones inferiores al límite de detección siendo <1,03 mgPO<sub>4</sub>/L para el primero y < 2.08 mgNH<sub>3</sub>/L para el segundo, el cual es superior al objetivo de calidad del amonio (0.5 mg/L) impidiendo establecer su cumplimiento. Los nitratos (NO<sub>3</sub>) y nitritos (NO<sub>2</sub>) presentaron sus mayores contenidos en la ciénaga durante época seca (T3) con 0,86 mg/L y 0.087 mg/L respectivamente (Figura 76) y se encuentran dentro de los rangos de los objetivos de calidad de la C.R.A.,

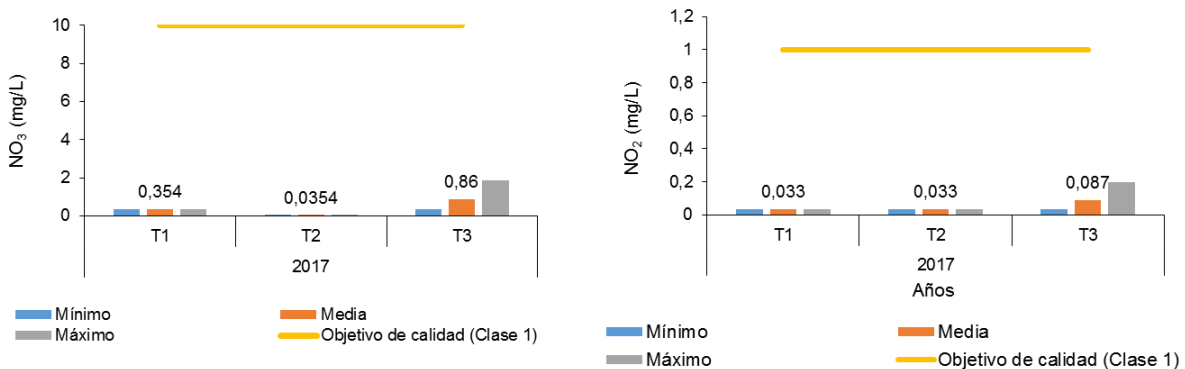
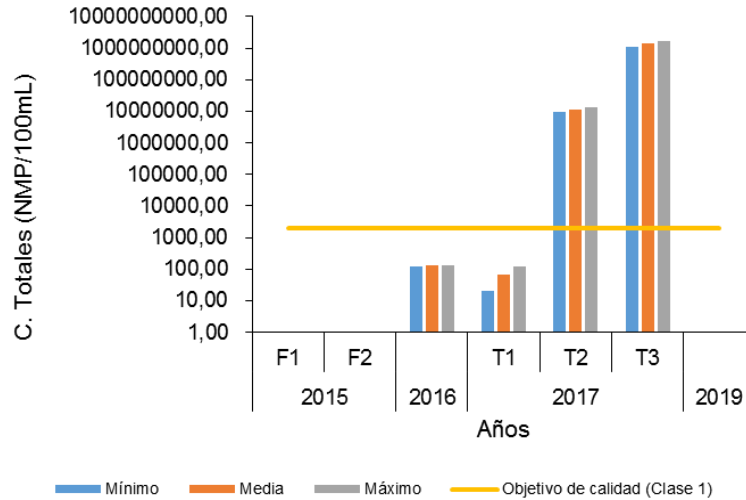


Figura 76. Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados (NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>) en de la ciénaga de Balboa en el año 2017, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.

### Coliformes Totales y Fecales

Los Coliformes totales (CT) en la ciénaga de balboa registraron altos valores durante el monitoreo de 2017 durante los periodos de lluvia (T2) y seca (T3) con  $94 \times 10^5$  y  $11 \times 10^8$  NMP/100mg (Figura 77) el cual no cumple con los objetivos de calidad propuesta por la C.R.A., en el monitoreo 2019 los Coliformes totales registraron valores por debajo del límite detectable  $< 1.8$  NMP/100mg, el cual cumple con los objetivos de calidad para los humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.



**Figura 77. Valores de Coliformes totales (CT) de la ciénaga de Balboa en los años 2015 - 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.**

Los coliformes fecales registraron altos valores durante el monitoreo de 2017 durante los periodos de lluvia (T2) y periodo seco (T3)  $1.1 \times 10^6$  y  $1.7 \times 10^7$  respectivamente (Figura 78) estos valores estuvieron por encima de los criterios de calidad, en los monitoreos realizados en 2016 y 2019 los valores estuvieron por debajo de límites de detección  $< 1.8$  NMP/100mg el cual cumple con los objetivos de calidad para los humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe establecidos por la C.R.A.

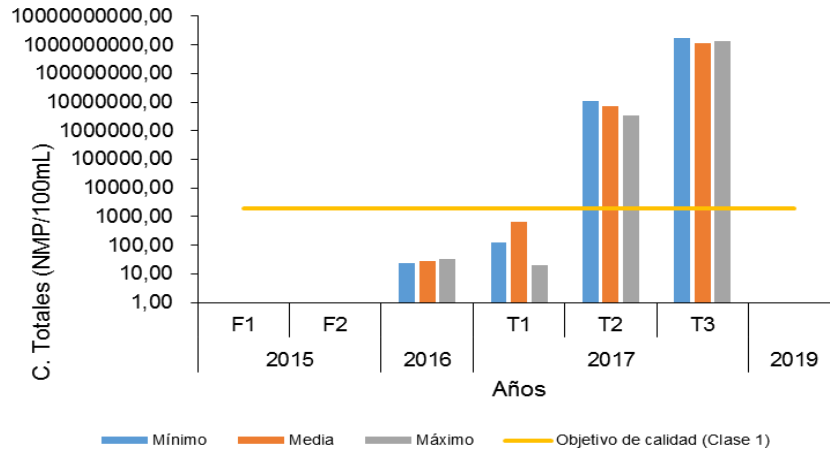


Figura 78. Valores de Coliformes fecales (CF) de la ciénaga de Balboa en los años 2015 - 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.

### Grasas y Aceite (GA)

El comportamiento de las concentraciones de grasas y aceites en el arroyo León (Figura 79), muestra para el periodo de lluvia (T2) la mayor concentración con 19.5 mg/L, valor superior al máximo permitido, en los objetivos de calidad establecidos por C.R.A. En los periodos de transición (T1) y periodo seco (T3) los contenidos de la grasas y aceites (9.6 mg/L) cumplen con la norma.

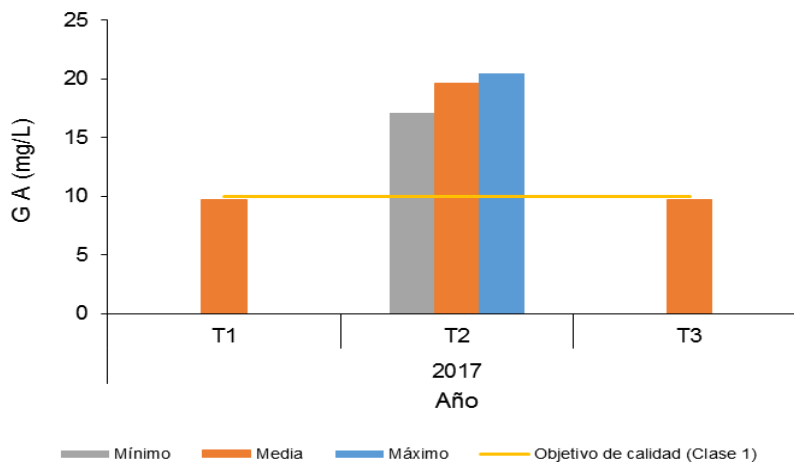


Figura 79. Valores de grasas y aceite de la ciénaga de Balboa en el año 2017 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.



#### 4.2.3. Ciénaga de El Rincón.

Se encuentra ubicada en el municipio de Puerto Colombia, tiene un área aproximada de 38 ha y una profundidad máxima de 3 m. Su único aportante es el arroyo León, el cual, como ya se ha dicho, ha sido sometido a un proceso acelerado de deforestación, lo cual ha originado un incremento en la velocidad del torrente y un cuantioso arrastre de suelos y sedimentos que se depositan en la ciénaga produciendo su colmatación y los subsecuentes efectos negativos como la disminución de su espejo de agua y de su capacidad hidrobiológica.

Los datos obtenidos para el análisis de cumplimiento de objetivos de calidad proceden de los informes finales de las caracterizaciones fisicoquímicas, microbiológicas e hidrobiológicas desarrollados por la C.R.A. durante los años 2015, 2016 y 2017. Se debe aclarar que para el 2015, los resultados corresponden a la fase 1 del monitoreo, porque durante la segunda fase gran parte de la ciénaga estaba desecada, en cambio, para el año 2017 los muestreos fueron realizados durante las temporadas de transición (T1), lluvia (T2) y sequía (T3). También se utilizaron los resultados de laboratorio realizados por AMBBIO Colombia S.A.S, durante los meses febrero (T1) y septiembre (T2) del año 2019 en el punto central de la ciénaga.

#### Temperatura (°C)

La temperatura en la ciénaga del Rincón registró valores entre los 28.2° C 2018 T1 y los 31.9 °C 2018-T4 Figura 80, estos valores se encuentran dentro de los objetivos de calidad de la C.R.A., esta condición permite el desarrollo de biota en el medio para su reproducción y preservación.

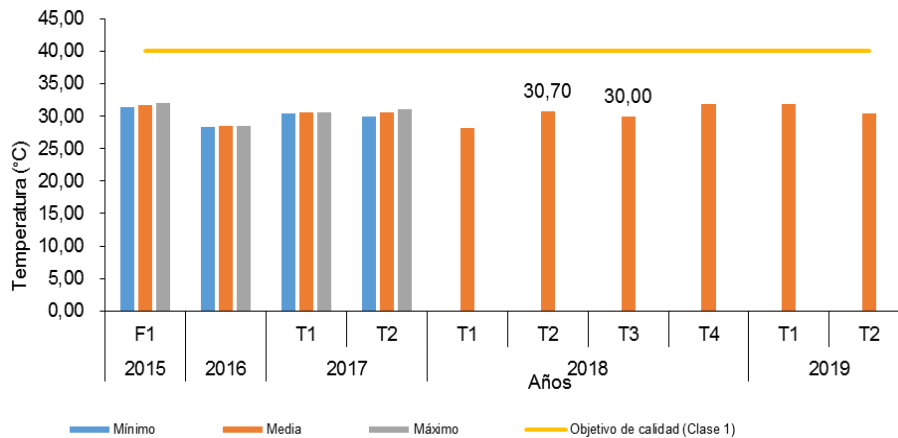


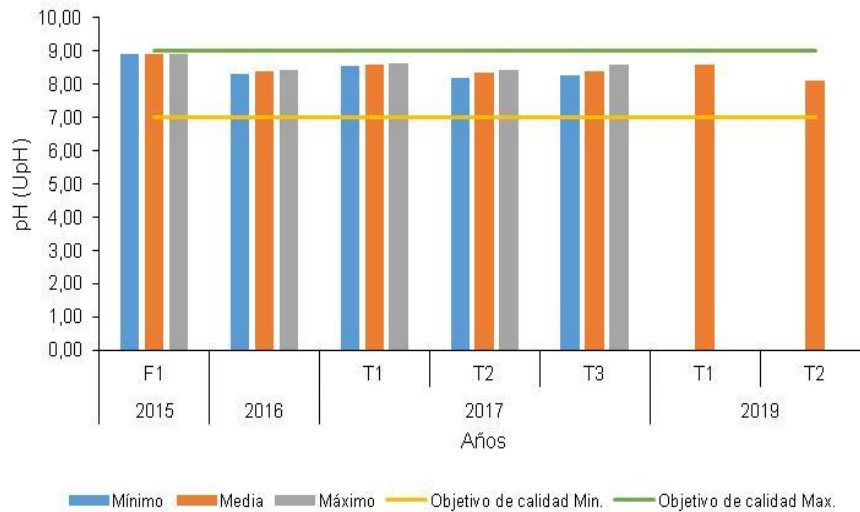
Figura 80. Valores del potencial de la temperatura (T °C) en la ciénaga El Rincón en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.

#### Potencial de Hidrógeno (pH)

La ciénaga el Rincón durante los años 2015 al 2019 presentó poca variabilidad para el pH oscilando entre 8.20 y 8.93 UpH respectivamente (Figura 81). Las condiciones de pH básico que presenta la ciénaga

favorecen la productividad primaria por la disponibilidad de nutrientes asimilables por los fotosintetizadores, especialmente las formas de carbono inorgánico disuelto.

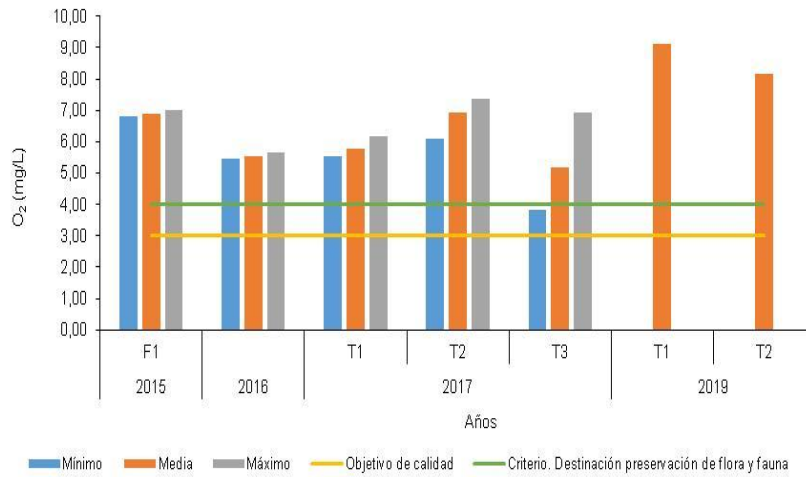
Acorde con los registros de pH las aguas de la ciénaga para la ciénaga del Rincón son aptas para usarlas prioritariamente en la preservación de la flora y fauna.



**Figura 81. Valores del potencial de hidrogeniones (pH) en la ciénaga El Rincón en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.**

**Oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>)**

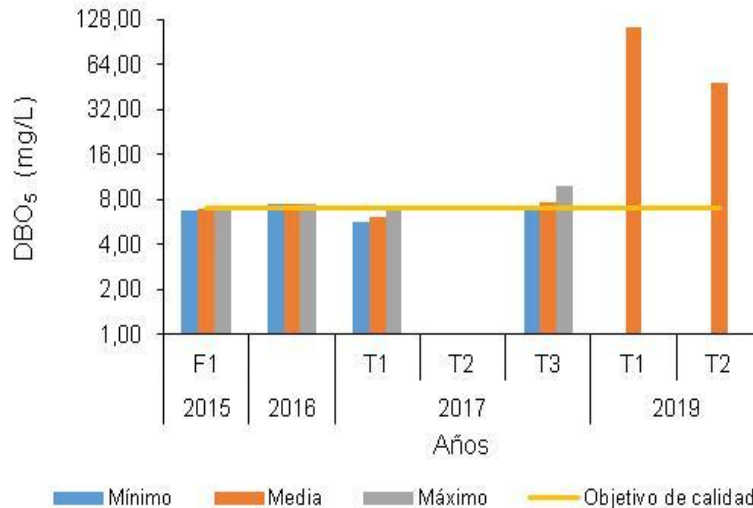
La ciénaga del Rincón fue monitoreada en los años 2014 al 2019, durante este periodo la ciénaga presento valores de oxígeno adecuados según lo establecido en los objetivos de calidad para ciénagas y humedales de la cuenca del Litoral Caribe y en el criterio de calidad para la preservación de flora y fauna según el decreto 1076 de 2015 (Figura 82).



**Figura 82. Valores de oxígeno (O<sub>2</sub>) en la ciénaga El Rincón en los años 2015 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe y criterio de calidad para la preservación de fauna y flora.**

### Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

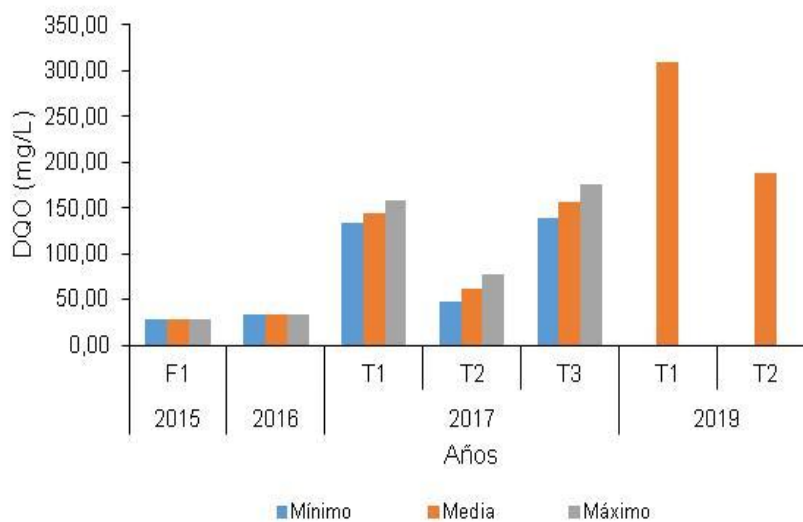
La ciénaga del Rincón presenta un incremento en los niveles de materia orgánica del año 2015 al año 2019, constituyendo el último año en mención, los de mayores cargas con 114 mg/L durante la el mes de febrero de (Figura 83) ubicándose dentro de la categoría de aguas superficiales contaminadas con descargas residuales situación que podría estar relacionado con la influencia directa de las aguas del arroyo León que aportan con una alta carga de materia orgánica por todas las aguas residuales que recibe.



**Figura 83. Valores de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) de la ciénaga El Rincón en los años 2015 a 2019 objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.**

### **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

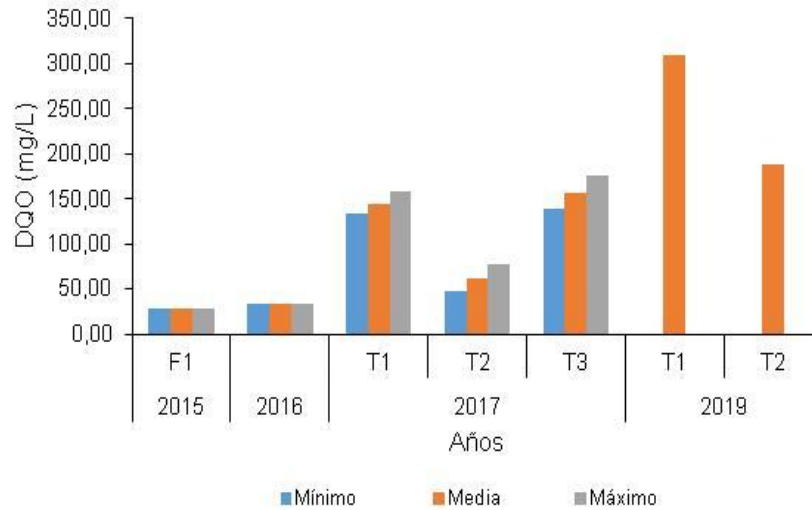
La ciénaga El Rincón presenta un incremento en los niveles de materia orgánica del año 2015 al año 2019, constituyendo los periodos de febrero (T1) y septiembre (T3) del último año en mención, los de mayores cargas con 309 mg/L y 188 mg/L respectivamente (Figura 84) ubicándose dentro de la categoría de aguas superficiales con descargas residuales, situación que podría estar relacionado con la influencia directa de las aguas del arroyo León que aportan con una alta carga de materia orgánica por todas las aguas residuales que recibe. Ante este panorama, es importante mantener la atención sobre las aguas del arroyo León que actúan como aportante directo de agua a la ciénaga El Rincón, por tanto, la calidad de agua que el arroyo presente tendrá relación directa con la generada en la ciénaga según a la temporalidad climática.



**Figura 84. Valores de la demanda química de oxígeno (DQO) de la ciénaga El Rincón en los años 2015 a 2019.**

### **Sólidos Suspendidos Totales (SST)**

Los SST en la ciénaga El Rincón muestran cambios con respecto a la temporada climática aumentando sus concentraciones durante las épocas de transición (T1) y sequía (T3) del año 2017 y el mes de febrero (T1) del 2019, mientras disminuyen para la temporada de lluvias (T2) y septiembre del 2019. Este aumento en sólidos suspendidos totales se pudo generar por resuspensión de los sedimentos ante la turbulencia generada por las brisas y los bajos niveles de la columna de agua (Figura 85).



**Figura 85. Valores de SST de la ciénaga El Rincón en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.**

### Nutrientes

De forma general los nutrientes en la ciénaga para el año 2017 reportaron concentraciones bajas con valores inferiores al límite de detección para los ortofosfatos y el nitrógeno amoniacal (NH<sub>3</sub>). Los nitratos registraron la mayor concentración durante la época seca (T3) con 0.41 mg/L, los nitritos tuvieron una concentración de 0.03 mg/L durante los tres periodos. Estos resultados indica el cumplimiento de los objetivos de calidad de la para el año en mención.

En los meses monitoreados durante el 2018 el nitrógeno amoniacal valor durante el mes de julio (T2) con 23.9 mg/L valor que no cumple con los criterios de objetivo de calidad de la C.R.A. Los ortofosfatos evaluados en el 2017 registraron las concentraciones por debajo del límite de detención (1.03mg/l) durante las tres temporadas muestreadas), estas concentraciones no pueden establecer el cumplimiento de los objetivos de calidad de la C.R.A.

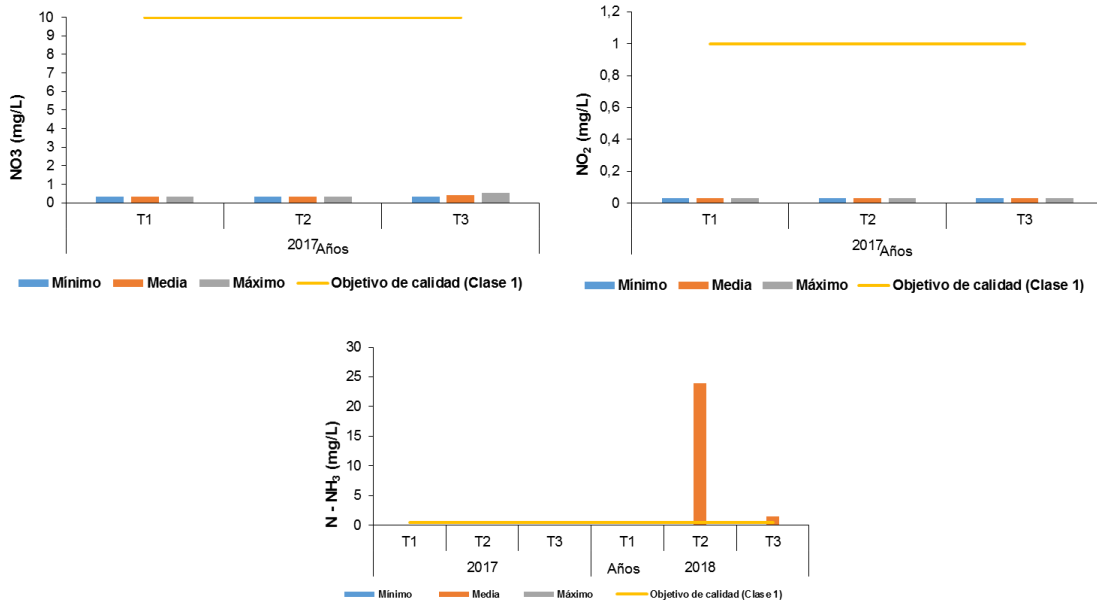


Figura 86. Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados (NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>) en de la ciénaga El Rincón en los años 2017 a 2018 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.

### Coliformes Totales y Fecales

Los Coliformes totales registraron valores bajos durante los monitoreos realizados en 2015 y 2016 cumpliendo con los objetivos de calidad de la C.R.A. (Figura 87). Los máximos valores de los Coliformes totales se presentaron durante los monitoreos realizados durante de la temporada de lluvia del 2017(10.316893 NMP/100mg), y han mantenido registros por encima del valor máximo permitido incumpliendo el objetivos de calidad, con excepción del mes de febrero del 2019.

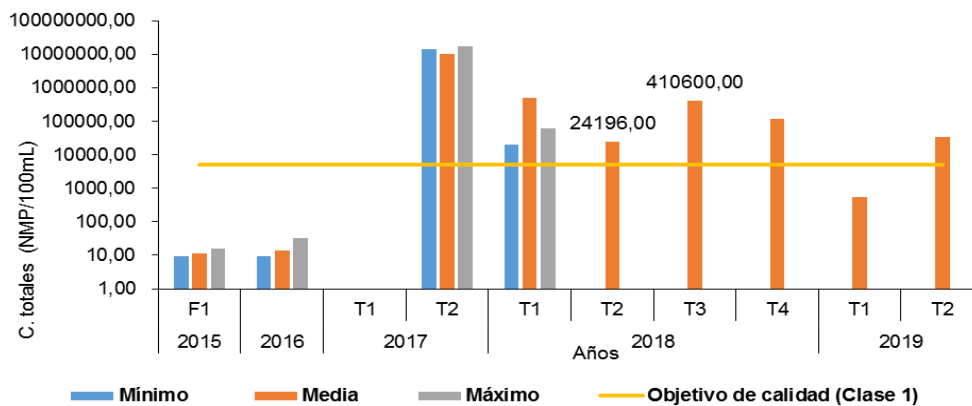
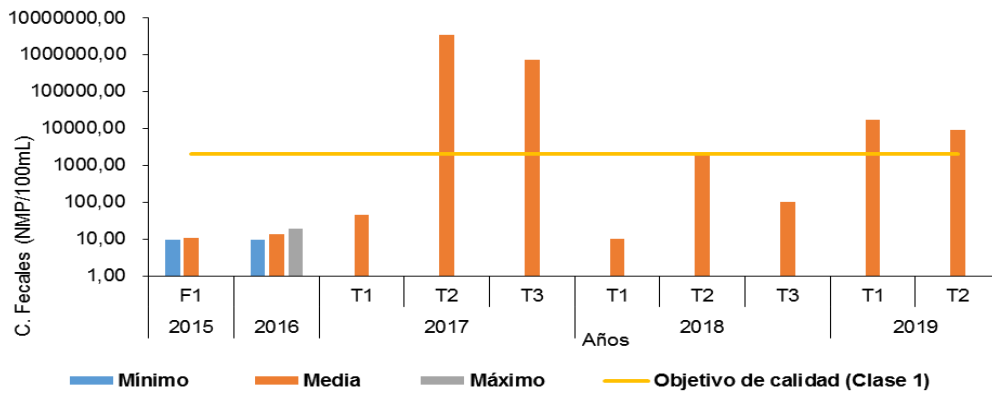


Figura 87. Valores de Coliformes Totales (CT) de la ciénaga El Rincón en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.

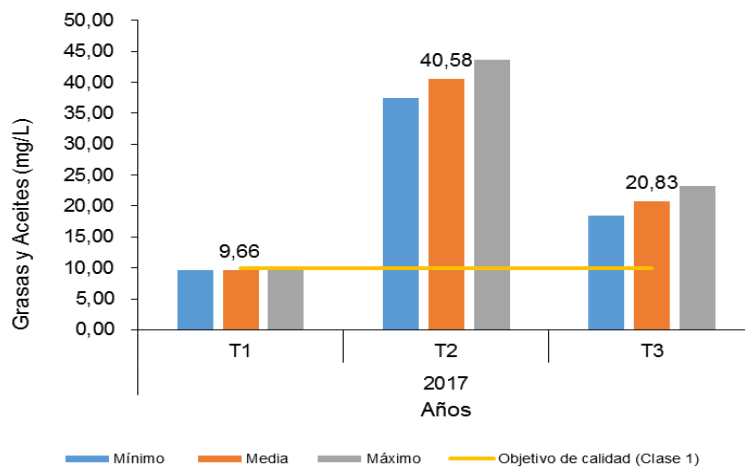
Los Coliformes fecales registraron una tendencia similar a los coliformes fecales (Figura 88), con valores superiores al máximo permitido durante la temporada de lluvias y sequía del 2017 y en los muestreos del año 2019. Estos valores pueden ser asociados a calidad microbiológica de las aguas de arroyo León su principal subsidiario.



**Figura 88. Valores de Coliformes fecales (CF) de la ciénaga El Rincón en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.**

### Grasas y Aceite (GA)

Las grasas y aceites en la ciénaga registraron la menor concentración durante el periodo de transición (T1) con 9.96 mg/L Figura 89 para los periodos de lluvia (T2) y perdido seco (T3) se reportaron mayores concentraciones con 40.5 y 20.6 mg/L respectivamente, es muy probable que la entrada de las grasas y aceites se den por el canal que trae aguas del arroyo León.



**Figura 89. Valores de Grasas y Aceite de la ciénaga El Rincón en el año 2017 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.**

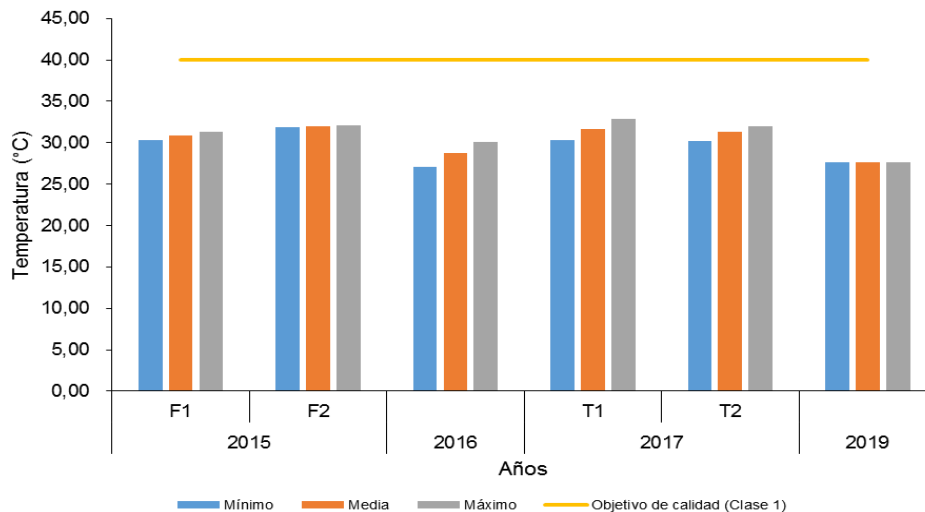
#### 4.2.4. Ciénaga de Mallorquín.

La Ciénaga de Mallorquín localizada en el centro de la costa norte de Colombia, tiene una superficie aproximada de 296.2 Km<sup>2</sup> y está constituida por los arroyos Grande y León, administrativamente vinculada al Distrito de Barranquilla y los municipios Puerto Colombia, Galapa, Tubará y Baranoa; área que por demás muestra una serie de factores y macrovectores de afectación que ponen seriamente en riesgo la permanencia de muchos de sus valores sobresalientes y, lo que es más preocupante, los bienes y servicios ambientales que presta desde hace mucho tiempo a la población humana asentada en esta superficie .

La modificación completa de regímenes hidráulicos, la contaminación físico-química, la sobre explotación del recurso biológico y la apropiación indebida del sistema cenagoso-riberaño han conllevado a un sin número de efectos negativos sobre esta.

#### Temperatura (°C)

La temperatura del agua en la ciénaga de mallorquín registró valores entre los 31.9 °C (2015-F2) y 27,6 °C (2019) Figura 90, estos rangos de temperatura permiten la reproducción y desarrollo de la biota en la ciénaga. Estos valores cumplen con lo establecido en el objetivo de calidad para ciénagas y humedales de la cuenca Litoral Caribe, periodo 2011-2020.



**Figura 90. Valores de la temperatura en la ciénaga de Mallorquín en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.**

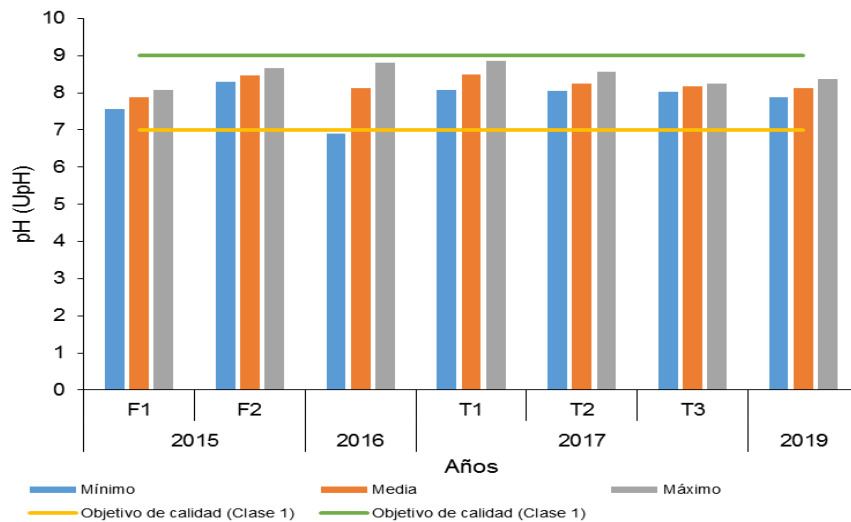
#### Potencial de Hidrógeno (pH)

Por su parte el potencial de hidrogeniones (pH), presente en la ciénaga de Mallorquín presentó valores normales para sistemas acuáticos tropicales ubicados en las zonas bajas de los ríos y con influencia marina



como lagunas costeras cuya variabilidad depende fundamentalmente de época climática y del intercambio con el mar

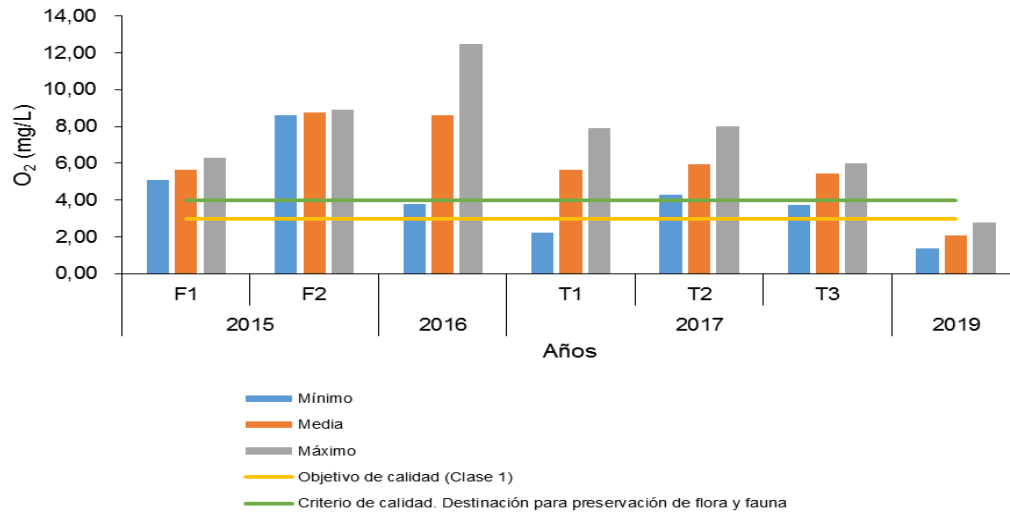
En la Figura 91 se observa de forma general, que la ciénaga registró valores dentro de los rangos de objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca Litoral Caribe 2011-2020, además, cumplen con los criterios de calidad para la destinación del recurso con fines de preservación de flora y fauna, consumo humano y doméstico, uso agrícola, uso pecuario, y uso recreativo por contacto primario y secundario.



**Figura 91. Valores del potencial de hidrogeniones (pH) en la ciénaga de Mallorquín en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.**

### Oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>)

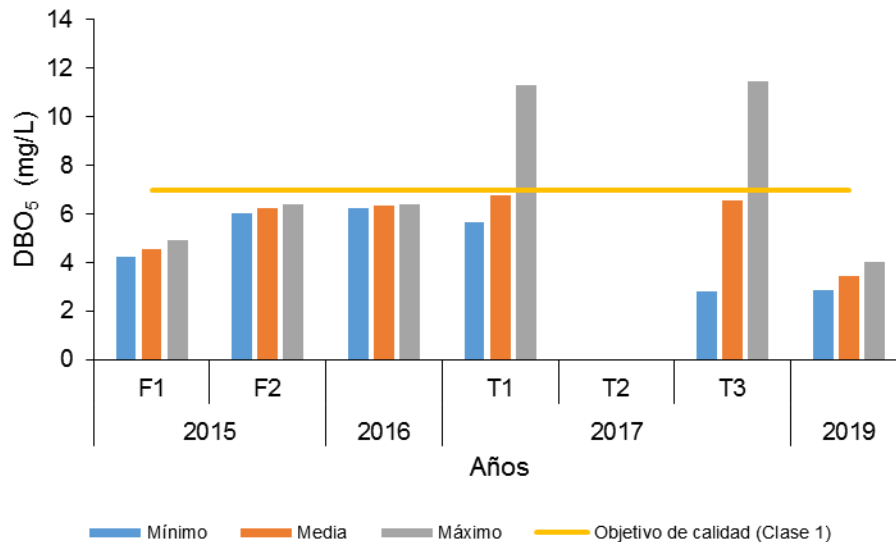
Durante el monitoreo realizado en el año 2019 la ciénaga presentó un valor promedio de 2.08 mg/L (Figura 92) encontrándose muy por debajo de lo establecido según el objetivo de calidad para ciénagas y humedales de la cuenca Litoral Caribe, periodo 2011-2020 y lo propuesto en el criterio de calidad para la preservación de flora y fauna (Decreto 1076 de 2015). Esta condición de bajos niveles de oxígeno permite catalogar al sistema acuático para este año como hipóxico, e indica que en el sistema hay un gasto de oxígeno que supera los aportados por la atmósfera y los fotosintetizadores.



**Figura 92. Valores de oxígeno (O<sub>2</sub>) en la ciénaga de Mallorquín en los años 2015 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe y criterio de calidad para la preservación de fauna y flora.**

### Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

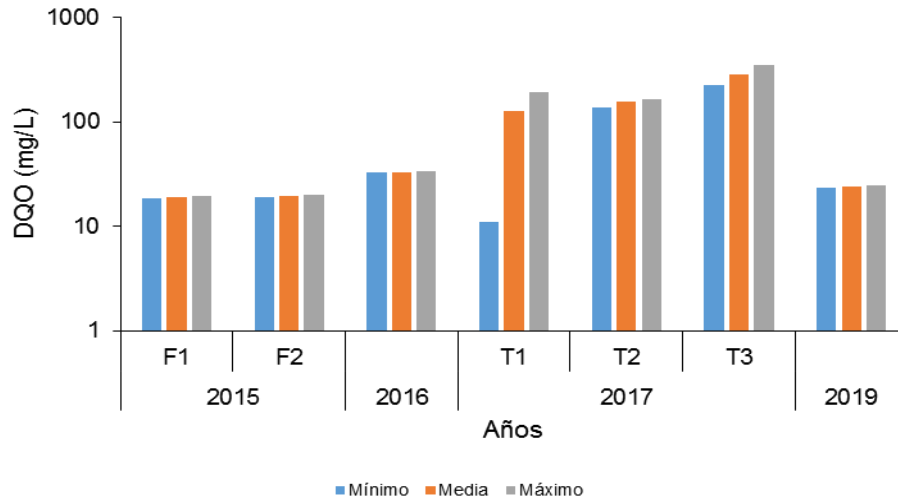
La ciénaga de Mallorquín presentó una demanda bioquímica de oxígeno promedio de 3.46 (Figura 93) para el 2019, que se relacionan con aguas superficiales con indicio de ubicada dentro de la categoría dudoso según Ramírez y Viña (1998), es decir con indicios de materia orgánica, aunque cumple con lo establecido en el objetivo de calidad para ciénagas y humedales de la cuenca Litoral Caribe, periodo 2011-2020.



**Figura 93. Valores de la Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) en la Ciénaga de Mallorquín en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.**

**Demanda Química de Oxígeno (DQO).**

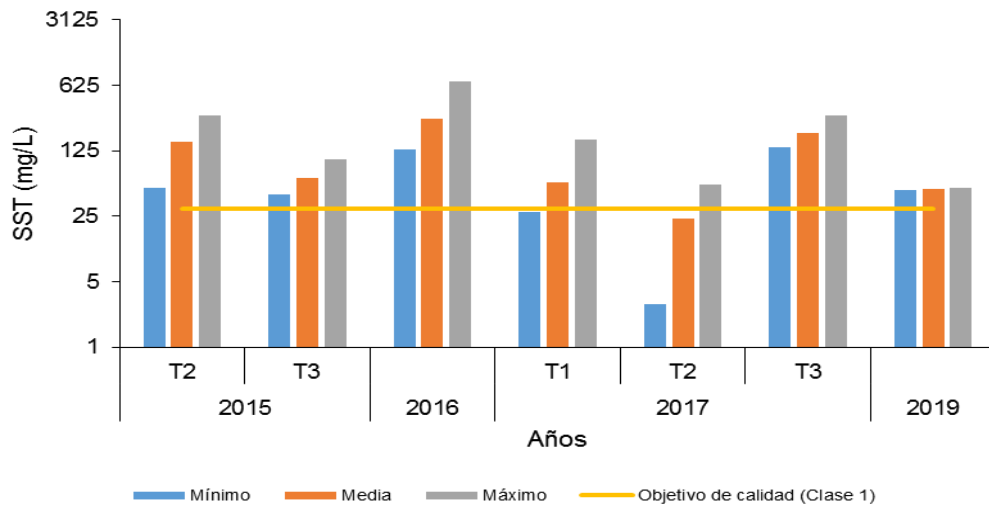
La concentración de la DQO en la ciénaga ha aumentado con respecto al monitoreo del año 2015, para el año 2019 se registró una baja en sus valores donde se presentaron concentraciones con bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable (Figura 94).pasando a aguas con indicios de contaminación pero con capacidad de autodepuración, la cual puede verse afectada en consideración a las bajas concentraciones de oxígeno disuelto que registra el sistema.



**Figura 94. Valores de la Demanda química de oxígeno (DQO) en la ciénaga de Mallorquín en los años 2015 a 2019.**

**Sólidos Suspendidos Totales (SST)**

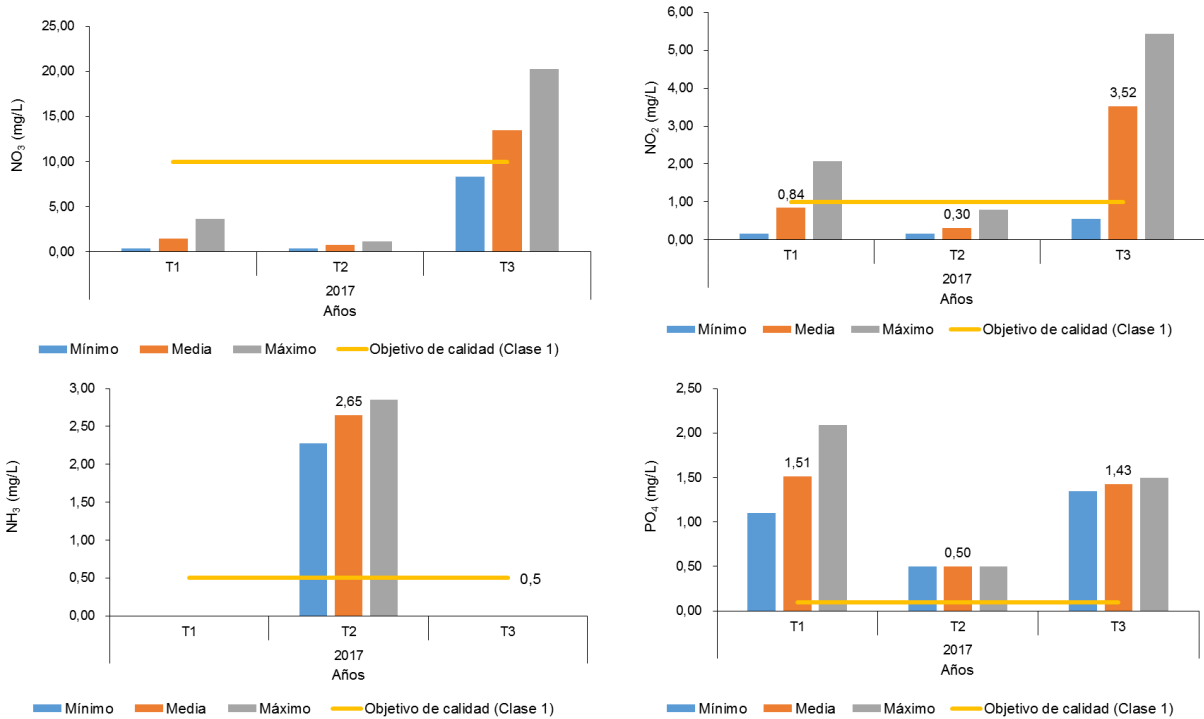
En los cuatro monitoreos referenciados para la ciénaga, el sistema se caracterizó por contenidos de sólidos suspendidos que superan el valor permisible de esta variable fisicoquímica para el uso prioritario del agua en la en la preservación de la vida acuática. Los mayores indicadores de contaminación se estimaron para el año 2016 durante el cual la ciénaga también presentó un mayor consumo de oxígeno para desarrollar los procesos de degradación.



**Figura 95. Valores de sólidos suspendidos totales (SST) en la ciénaga de Mallorquín en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.**

### Nutrientes

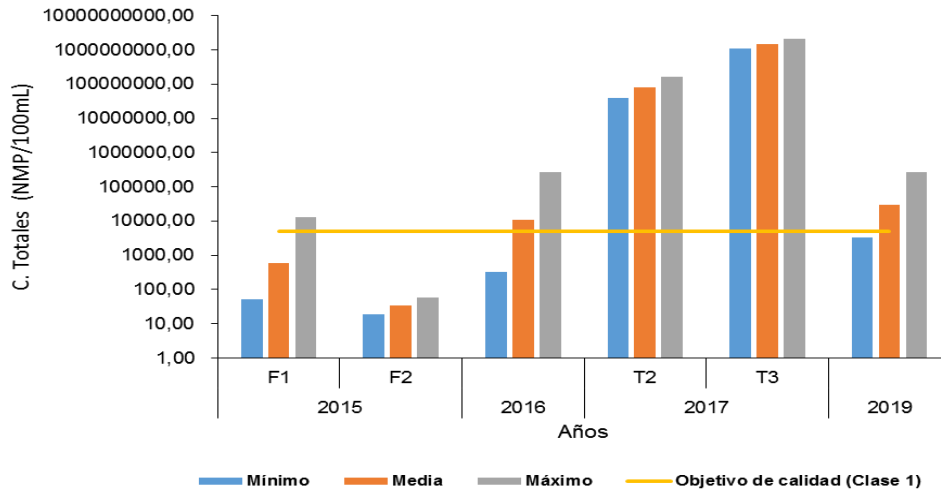
Los nutrientes en la ciénaga correspondiente a nitratos ( $\text{NO}_3$ ) registró el máximo valor en la época seca (T3) con 13,1 mg/L (Figura 96), el nitrato es el estado final de la oxidación del nitrógeno del mar, en este medio tan oxidante el nitrato puede originarse solo a partir de procesos oxidantes,. El  $\text{NO}_2$  tuvo un comportamiento similar al  $\text{NO}_3$  presentando su máximo valor en época de sequía (3,5 mg/L) que a su vez favorece el desarrollo de altos niveles de N en cualquiera de sus formas en este caso de  $\text{NH}_3$  (nitrógeno amoniacal) que tuvo su mayor concentración en la temporada (T2) con 2,5 mg/L. Los ortofosfatos ( $\text{PO}_4$ ) registraron altos valores en las tres temporadas, con su concentración mayor en la época de sequía (T3), esto es un índice de enriquecimiento de origen doméstico y agrícola que dan origen a un fenómeno de eutrofización. En general las concentraciones de nutrientes evaluados no cumplen con lo establecido en el objetivo de calidad para ciénagas y humedales de la cuenca Litoral Caribe, periodo 2011-2020.



**Figura 96. Valores mínimos, máximos y medios de los nutrientes nitrogenados (NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>) y ortofosfatos (PO<sub>4</sub>) en la ciénaga de Mallorquín en 2017 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.**

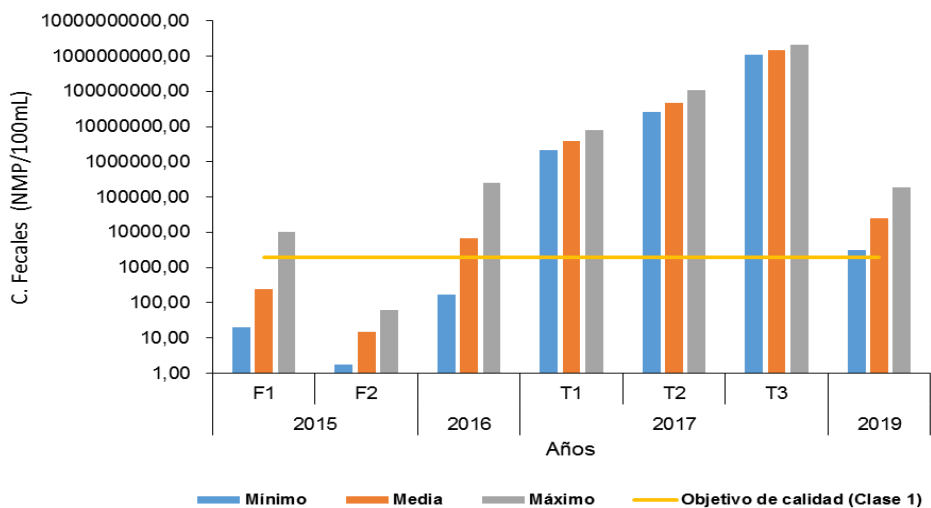
**Coliformes Totales y Coliformes Fecales (CF)**

Los coliformes totales en la ciénaga vienen registrando altos valores desde el monitoreo de 2016 hasta el 2019, en el año 2017 (Figura 97) se registraron los máximos valores. Los valores de los coliformes totales no cumplen con los objetivos de calidad establecidos por la corporación.



**Figura 97. Valores de los Coliformes totales (CT) en la ciénaga de Mallorquín en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.**

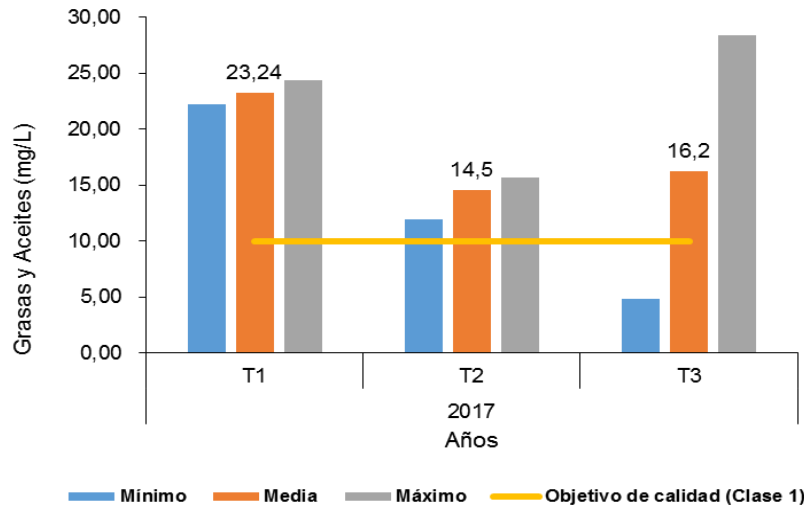
Los coliformes fecales presentaron la misma tendencia que los coliformes totales registrando altos valores desde el monitoreo realizado en 2016 y máximos concentraciones de coliformes fecales en el año 2017 (Figura 98) el cual evidencia una contaminación por materia fecal, posiblemente ocasionada por los vertimientos del arroyo León, los vertimientos difusos provenientes de los barrios cercanos como la playa y las flores y la entrada de agua del río Magdalena. Los valores registrados en la ciénaga de Mallorquín no cumple con lo establecido en el objetivo de calidad para ciénagas y humedales de la cuenca Litoral Caribe, periodo 2011-2020.



**Figura 98. Valores de los Coliformes fecales (CF) en la ciénaga de Mallorquín en los años 2015 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.**

### Grasas y Aceites

La concentración de grasa y aceites en las aguas de la ciénaga de Mallorquín registraron valores que oscilaron entre 14.5 mg/L (Figura 99) reportado en la temporada de lluvia (T2) y 23,24 mg/L durante la temporada de transición, estos valores podrían estar relacionados con los diferentes aportes que recibe la ciénaga del arroyo León, los vertimientos de barrios adyacentes a la ciénaga y aportes del río Magdalena, en general la concentración de grasas y aceites en las aguas no cumplen con los objetivos de calidad para ciénagas y humedales de la cuenca Litoral Caribe, periodo 2011-2020.



**Figura 99. Valores de Grasas y Aceites en la ciénaga de Mallorquín en el año 2017 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.**

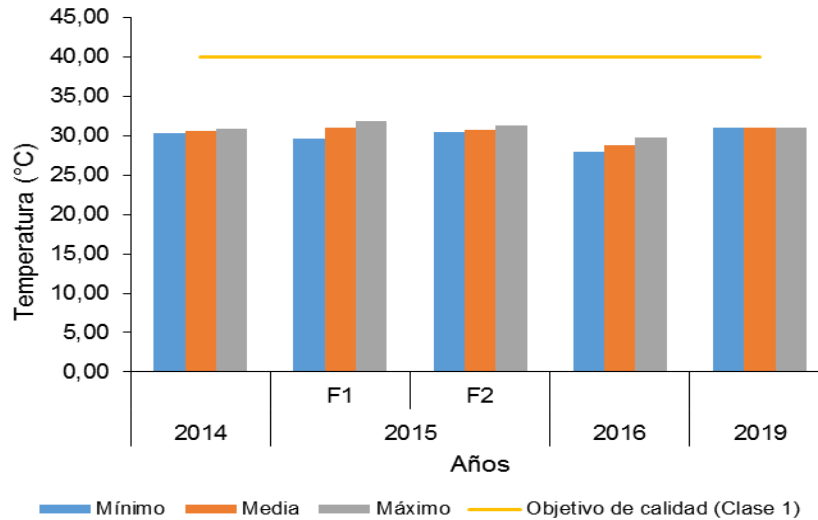
#### 4.2.5. Ciénaga del Totumo.

La Ciénaga del Totumo es considerada un sistema estuarino se encuentra ubicada en el extremo occidental del departamento del Atlántico. Hasta el año 2007 la ciénaga poseía un área aproximada de 1,200 hectáreas, la cual es retroalimenta por arroyos nacientes en las colinas y cerros adyacentes (Escolar, 2007).

El 95% de su superficie se encuentra en jurisdicción del Departamento del Atlántico y entre un 5% a 6% se encuentra en jurisdicción del Departamento de Bolívar. Paradójicamente las zonas de alto riesgo se dan en poblados y asentamientos del Departamento de Bolívar, como Pueblo Nuevo y Loma Arena, ya que en jurisdicción del Atlántico no hay asentamientos humanos establecidos en el margen de la ciénaga.

#### Temperatura (°C)

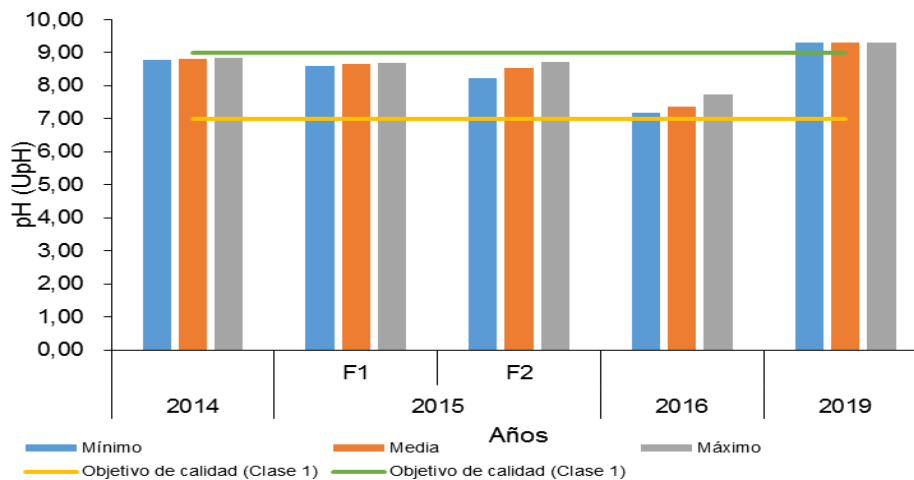
El rango de temperatura reportada en la ciénaga del Totumo es propio de los sistemas cálidos tropicales con temperaturas máximas de 31,79 °C registradas durante la primera fase del 2015 (época seca) y valores medios que no superan los 40°C límite establecido por la norma como objetivo de calidad



**Figura 100. Valores de la temperatura (° C) en la ciénaga del Totumo en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.**

### Potencial de Hidrógeno (pH)

La ciénaga el Totumo presentó un valor promedio de 9.32 U pH para el 2019 (Figura 101), confiriéndole al sistema la categoría de alcalino, por lo cual se encuentra por encima de lo establecido por el objeto de calidad para ciénagas y humedales de la cuenca Litoral Caribe, periodo 2011-2020. Los monitoreos efectuados en los años 2014 y 2015 cumplen con el rango impuesto por la Corporación; destacándose el año 2016 por valores de pH circumneutrales.

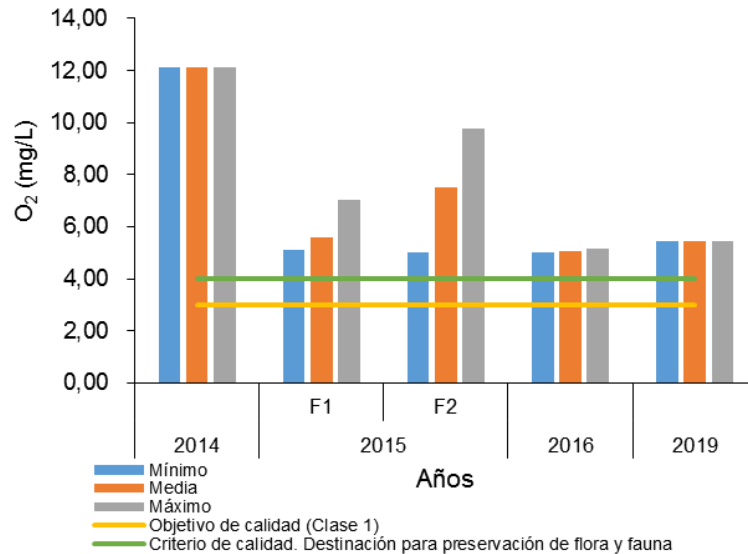


**Figura 101. Valores del potencial de hidrogeniones (pH) en la ciénaga del Totumo en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.**



### Oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>)

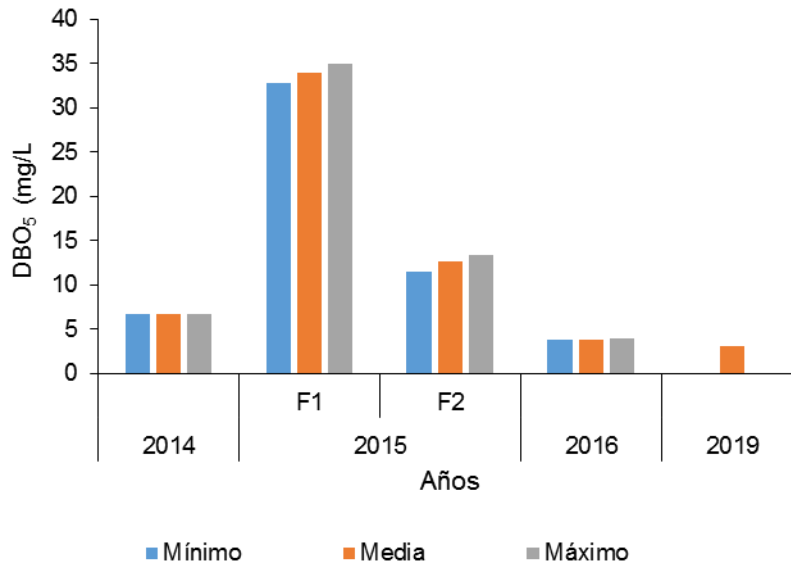
Las condiciones de oxígeno para el año 2019 en la ciénaga del Totumo estuvieron dentro del rango permitido con un valor promedio de 5.43 mg/L (Figura 102) de acuerdo al objetivo de calidad para cuencas del Litoral Caribe, periodo 2011-2020 y bajo el criterio de calidad para la preservación de fauna y flora (Decreto 1076 de 2015 ). Aunque es importante mencionar la sobresaturación de oxígeno producida durante el año 2014 época seca dada posiblemente por la escasa profundidad, la fuerza de los vientos y la producción primaria fitoplanctónica, que favorecen la oxigenación del agua de la ciénaga.



**Figura 102. Valores del oxígeno (O<sub>2</sub>) en la ciénaga del Totumo en los años 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.**

### Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

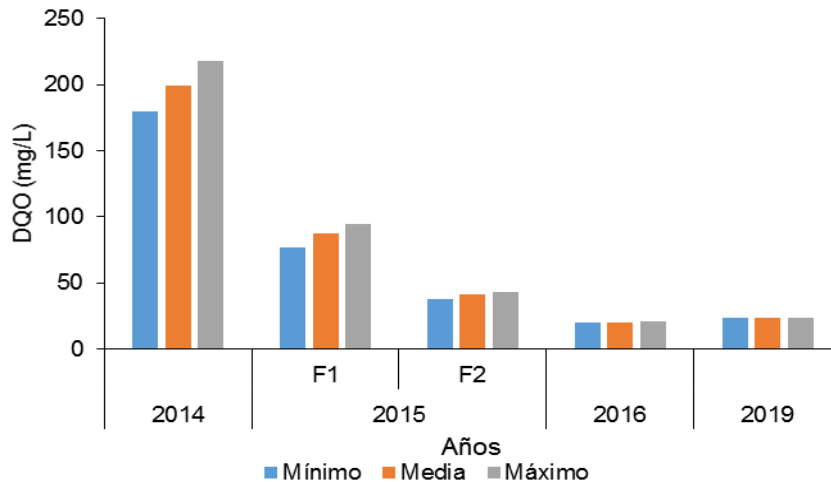
Durante el año 2019 la demanda bioquímica de oxígeno promedio fue de 3.14 mg/L (Figura 103) catalogada como dudosa según Ramírez y Viña (1998) pero cumpliendo con el objetivo de calidad para ciénagas y humedales de la cuenca Litoral Caribe, periodo 2011-2020. Con respecto a los años de anteriores monitoreos durante el año 2015 – fase 1 y 2 se apreciaron valores muy por encima de lo establecido con un valor promedio de 33.88 mg/L, dado esto por la variabilidad climática generada en ese año conocida como fenómeno del niño, el cual generó impactos en la dinámica de los cuerpos de agua.



**Figura 103.** Valores de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) en la ciénaga del Totumo en los años 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.

### **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

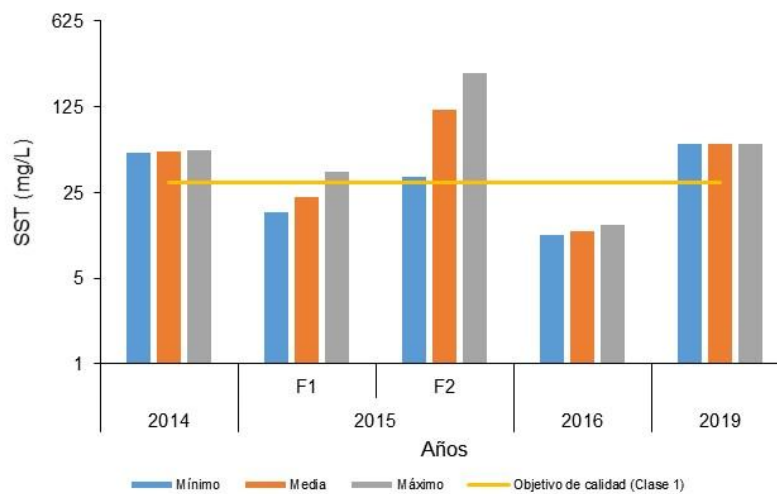
La demanda química de oxígeno fue normal comparada con los valores obtenidos de la demanda bioquímica de oxígeno para el año 2019 mostrando un valor promedio de 23.46 mg/L (Figura 104) aunque esta tiende a ser mucho más elevada que la DBO, se podría estar generando esto por la presencia de materia orgánica resistente o refractaria como ocurre con los desechos de pulpa de madera a causa de su alto contenido de lignina, que permiten el incremento de esta y la disminución de la DBO. Con respecto a los monitoreos anteriores se observa una mayor contaminación para el año 2014.



**Figura 104.** Valores de la demanda química de oxígeno (DQO) en la ciénaga del Totumo en los años 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.

### Sólidos Suspendidos Totales (SST)

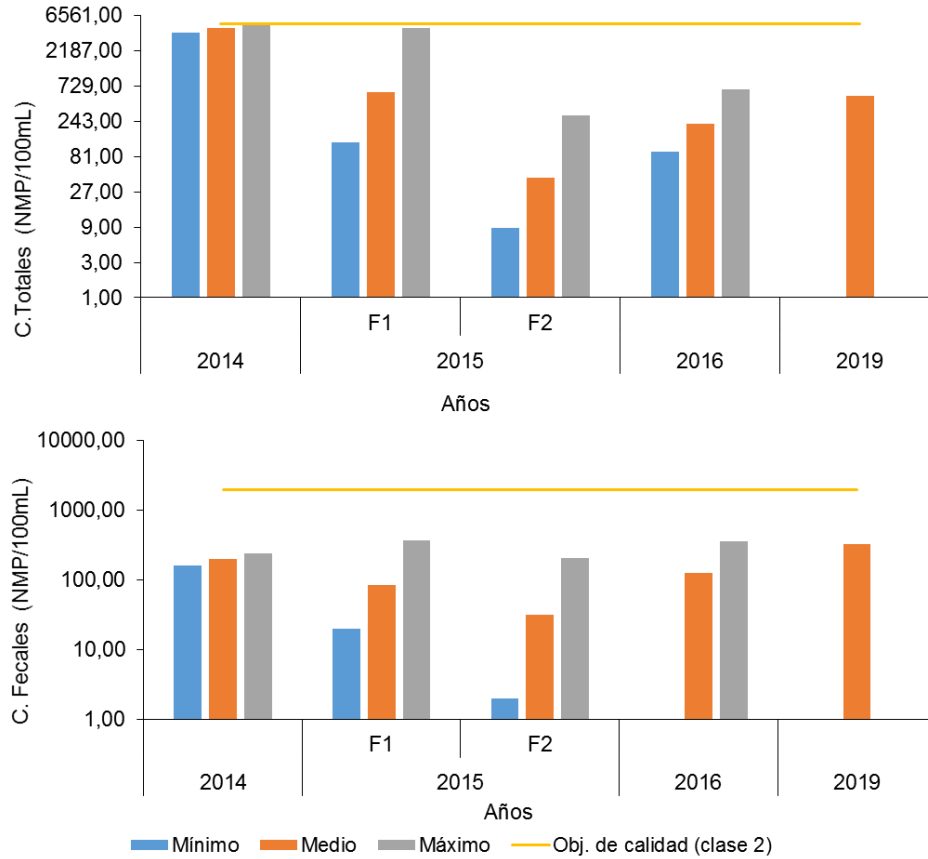
Los sólidos suspendidos por su parte presentaron durante el año 2019 un valor promedio de 61.92 mg/L (Figura 105) encontrándose un poco por encima de lo establecido en el objetivo de calidad para ciénagas y humedales de la cuenca del Litoral Caribe, periodo 2011 – 2020. Algunos de los problemas asociados a la carga de sólidos en suspensión son el transporte de compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas, colmatación, e interferencia con las concentraciones de oxígeno disuelto debido al aumento de la temperatura del agua por absorción de mayor calor y por dispersión de la luz requerida para la fotosíntesis microalgal. Tan solo el año 2016 fue el que presentó valores por debajo de lo establecido en la norma.



**Figura 105. Valores de sólidos suspendidos totales (SST) en la ciénaga del Totumo en los años 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.**

### Coliformes Totales y Fecales

La calidad microbiológica en la ciénaga para la serie de datos analizada, muestra condiciones adecuadas para los usos potenciales establecidos por la Resolución No. 000258 del 30 de abril de 2011 y los criterios de calidad en el Decreto 1076 de 2015. Solo se registró para el año 2014 valores máximos de coliformes totales ligeramente superiores al objetivo de calidad (5066 NMP/100mL) pero con valores medios que permiten el cumplimiento del objetivo de calidad



**Figura 106. Valores de Coliformes totales y fecales (CF) en la ciénaga del Totumo en los años 2014 a 2019 y objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Litoral Caribe.**

### 4.3. CUENCA DEL CANAL DEL DIQUE

Se ubica al sur del Departamento del Atlántico y como su nombre lo indica, el tributario y eje central es el Canal del Dique, el cual comunica al Río Magdalena con la Bahía de Cartagena. Además constituye el límite con el Departamento de Bolívar en un tramo de 32 Km, desde su separación con el Río Magdalena en Calamar hasta cerca de la Ciénaga de Barbudo. Las aguas provenientes del centro y sur del Atlántico son recibidas por el Embalse del Guájaro y posteriormente vierten sus aguas al Canal del Dique (C.R.A. 1997).

#### 4.3.1. Embalse del Guájaro.

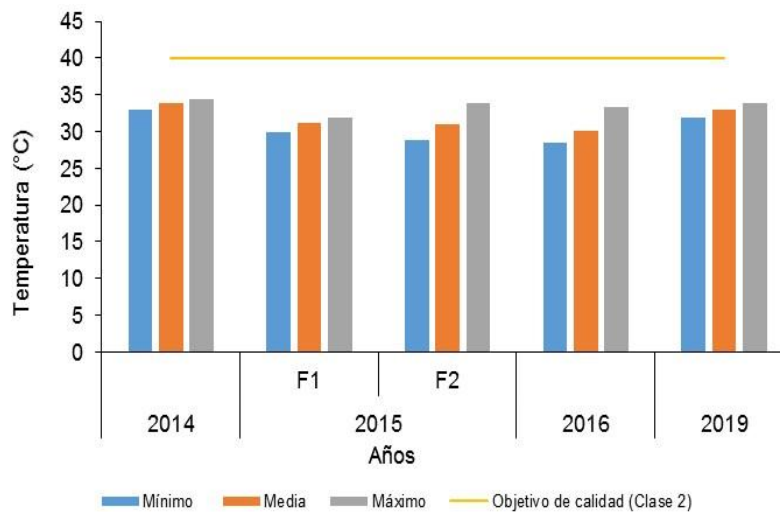
El Embalse del Guájaro se encuentra definido como ecorregión estratégica y a su vez, es considerado por su extensión y productividad como un embalse de importancia para la región. Es el cuerpo de agua de mayor

tamaño del departamento, aunque en la actualidad, no supera las 12.200 has. Su capacidad de almacenamiento es cercana a los 400.000.000 m<sup>3</sup> y la profundidad se encuentra entre los 0,5 y 3m (Gobernación del Atlántico, 2009).

Sus problemáticas radican en que ha perdido capacidad de embalsamiento y disminución de su extensión, con lo cual de 1960 a 2009, se habrían perdido unas 4.065ha del área total, en tanto que la capacidad de embalsamiento se ha perdido en los últimos 31 años en unos 89.500.000 m<sup>3</sup>/año; se ha sedimentado gracias a la erosión laminar de los suelos y el flujo de agua a través de las compuertas de entrada provenientes del Río Magdalena por el Canal del Dique con una carga alta, además de los sedimentos provenientes de la explotación de canteras; y, la salinidad inducida por la naturaleza de la cuenca y la inadecuada recirculación del agua proveniente del Canal del Dique, generando una fuente inapropiada del recurso líquido para la actividad agrícola en algunas zonas del embalse. Así mismo, son consideradas problemáticas del embalse el mal manejo de las compuertas de entrada y salida de agua, la contaminación por aguas domésticas y agroindustriales, la deforestación y la desertificación, entre otros (Gobernación del Atlántico, 2009).

### Temperatura

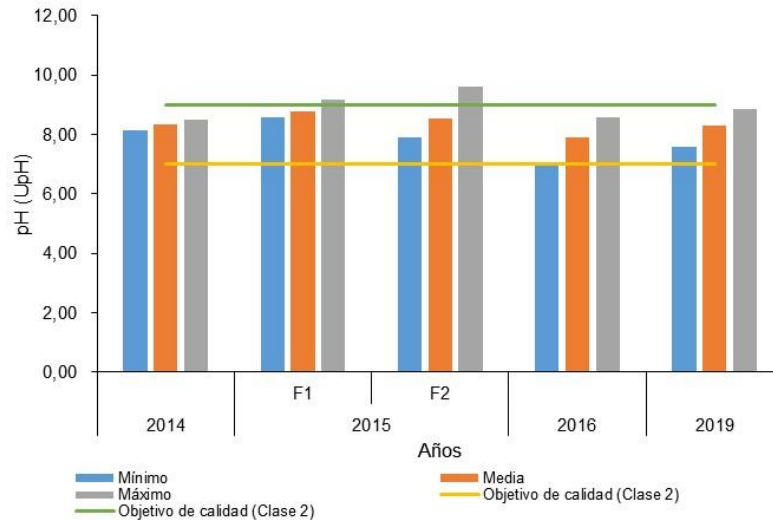
Los valores de temperatura obtenidos en el embalse del Guájaro en los diferentes monitoreos evaluados estuvieron dentro de los rangos establecidos por la Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (<40°C) (Figura 107). Solo algunos valores máximos en las dos fases de monitoreo del año 2015 sobrepasaron el objetivo de calidad máximo.



**Figura 107. Valores del Temperatura (°C) en el embalse del Guájaro en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique.**

### Potencial de Hidrógeno (pH)

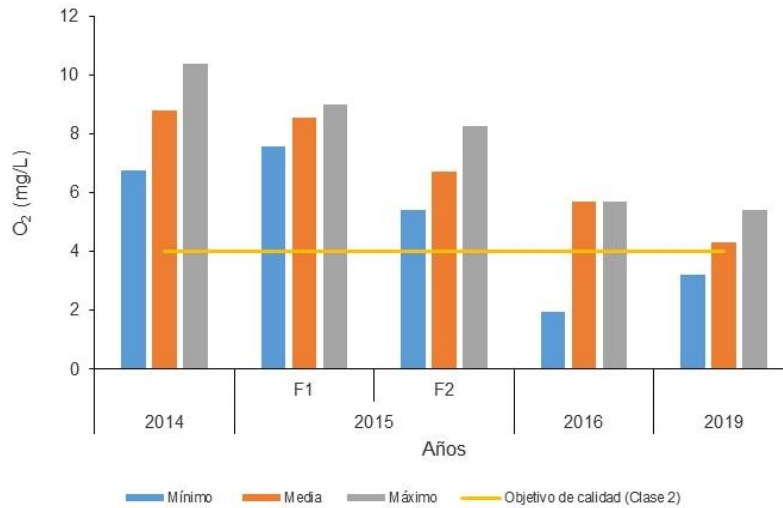
En general, los valores promedios obtenidos en el embalse del Guájaro en los diferentes monitoreos evaluados estuvieron dentro de los rangos establecidos por la Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (entre 7 y 9 UpH) y el Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para su destinación en la preservación de flora y fauna (entre 4.5 y 9 UpH) (Figura 108). Solo algunos valores máximos en las dos fases de monitoreo del año 2015 sobrepasaron el objetivo de calidad máximo.



**Figura 108. Valores del potencial de hidrogeniones (pH) en el embalse del Guájaro en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique.**

### Oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>)

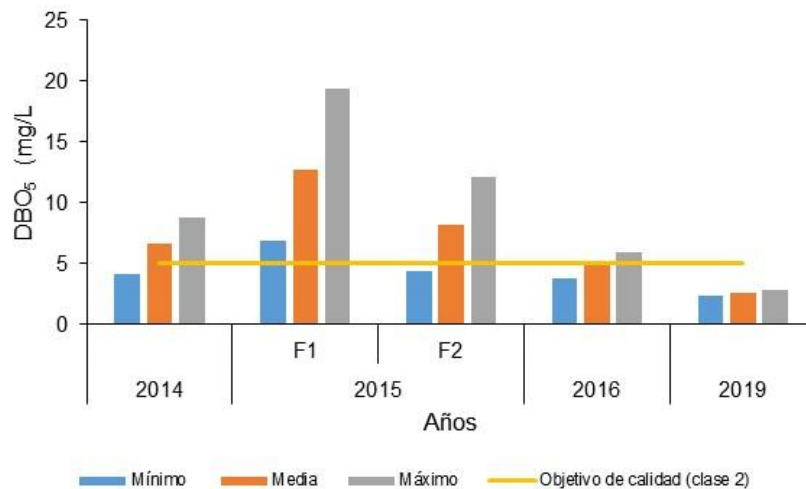
Al igual que el pH, los valores promedios y máximos de oxígeno disuelto obtenidos en el embalse del Guájaro en los diferentes monitoreos evaluados estuvieron dentro del rango establecido por la Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (>4 mg/L) (Figura 109) y solo algunos valores mínimos en los años 2016 y 2019 no cumplieron con el objetivo de calidad.



**Figura 109. Valores del oxígeno (O<sub>2</sub>) en el embalse del Guájaro en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique.**

#### **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

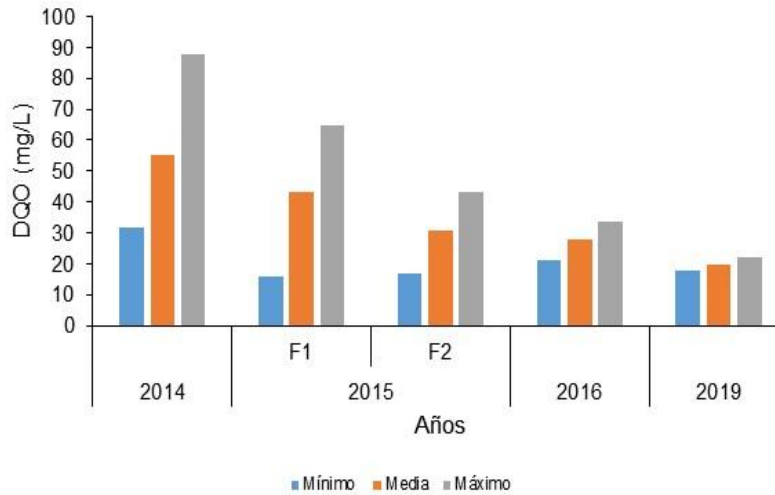
Los resultados obtenidos en 2014 y las dos fases de monitoreo en el año 2015 estuvieron por encima de lo establecido por la Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (<5 mg/L), probablemente por el impacto generado en ese año por el Fenómeno del Niño que alteró la dinámica de los cuerpos de agua. No obstante, en los años 2016 y 2019 (exceptuando algunos valores máximos en 2016), los resultados cumplieron con el objetivo de calidad (Figura 110).



**Figura 110. Valores de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) en el embalse del Guájaro en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique.**

### **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

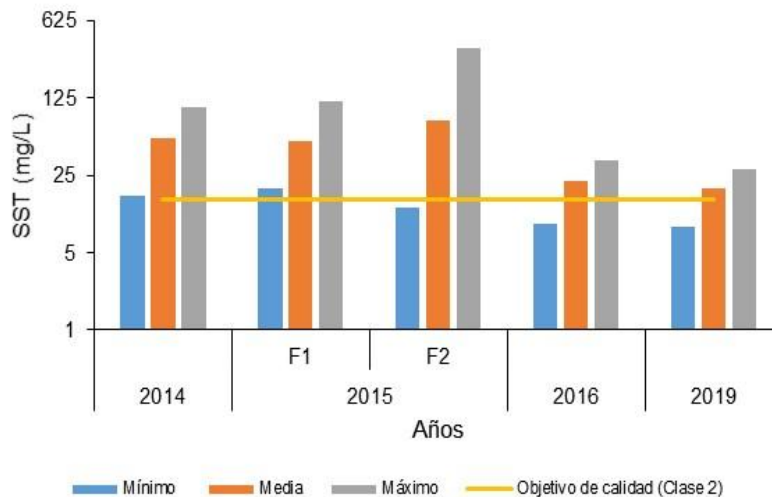
La DQO presentó una disminución progresiva de sus valores a través de los años, sin embargo, la mayoría de los valores siempre han estado en el rango de 26 a 40 mg/L, que corresponde a una DQO apta para el desarrollo de la piscicultura, es decir, aguas de calidad buena a regular (Figura 111).



**Figura 111. Valores de la demanda química de oxígeno (DQO) en el embalse del Guájaro en los años 2014 a 2019.**

### **Sólidos Suspendidos Totales (SST)**

En el embalse del Guájaro los valores promedios de SST durante todos los monitoreos evaluados estuvieron por encima de lo establecido por la Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (<15 mg/L) (Figura 112). Es importante resaltar que en este cuerpo de agua se desarrollan diferentes actividades humanas como ganadería, acuicultura y agricultura, además que alberga en sus orillas diferentes poblaciones humanas.



**Figura 112. Valores de sólidos suspendidos totales (SST) en el embalse del Guájaro en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique.**



### Coliformes Totales y Fecales

En general, los Coliformes tuvieron concentraciones medias que cumplían con el objetivo de calidad de la Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (Coliformes totales <5000 y Coliformes fecales <200). No obstante, se apreciaron algunos valores máximos de Coliformes totales en 2016 y de Coliformes fecales en 2015, 2016 y 2019. 2019 que sobrepasaban estos objetivos.

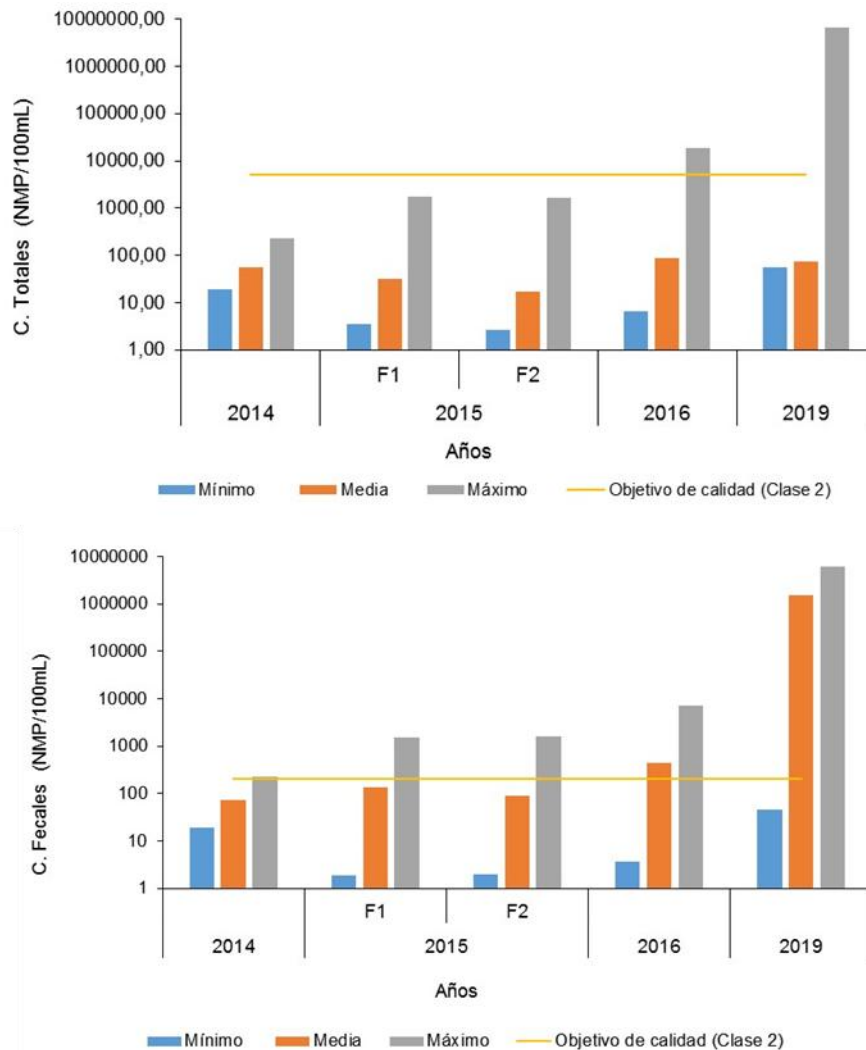


Figura 113. Valores de Coliformes Totales y Fecales en el embalse del Guájaro en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique.

### 4.3.2. Ciénaga de Tocagua

La ciénaga San Juan de Tocagua, como es su nombre completo, se encuentra ubicada en el corregimiento del mismo nombre, jurisdicción del municipio de Luruaco (Alcaldía de Luruaco, 2001 En: CRA, 2012), ocupa un área de 300 hectáreas, además depende de los aportes exclusivos de la precipitación, y de las redes de arroyos que discurre de los cerros y colinas que circundan las zonas bajas o planicie de inundación de ésta misma. Se identifican los arroyos: Platanal, Guayacán e Iraca (CRA, 2012). Se caracteriza por ser un sistema acuático de geomorfología irregular y con profundidad variable y vegetación flotante densa en sus orillas. A demás recibe temporalmente y de manera mecánica aguas provenientes de la Ciénaga de Luruaco principalmente en épocas de lluvias; de igual forma este sistema acuático descarga sus aguas hacia la ciénaga de Totumo por su extremo norte (CRA, 2012).

### Temperatura

La temperatura obtenida en la ciénaga de Tocagua en los diferentes monitoreos evaluados presentó valores medios propios de aguas superficiales tropicales, además estuvieron dentro de los rangos establecidos Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (<40°C) (Figura 118).

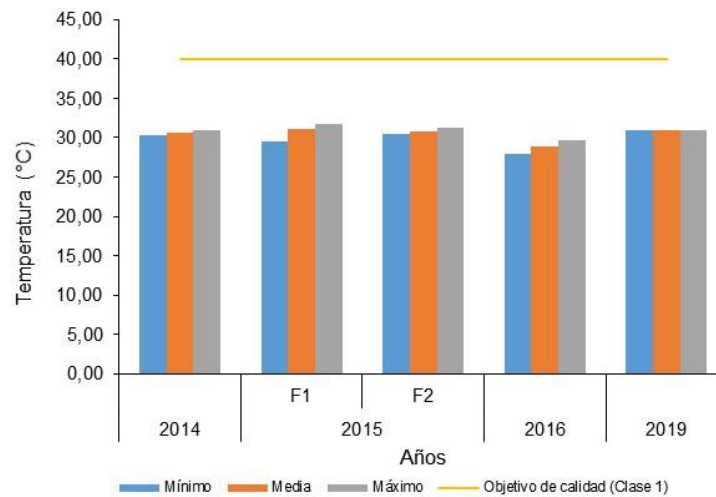
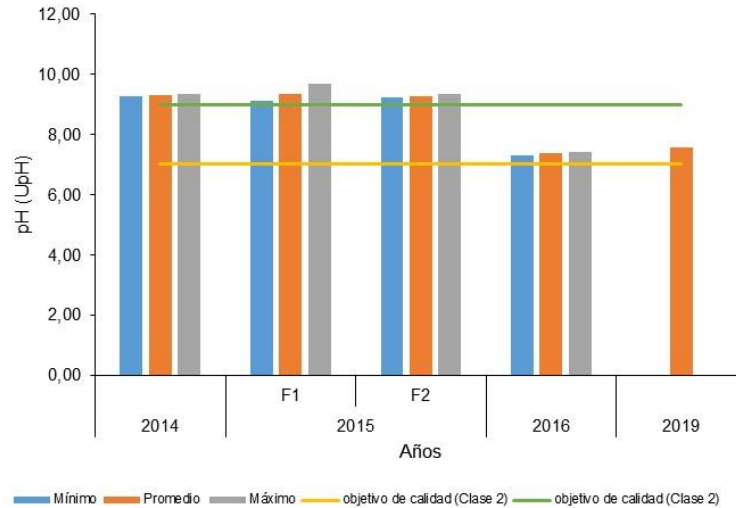


Figura 114. Valores del Temperatura (°C) en la ciénaga de Tocagua en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique.

### Potencial de Hidrógeno (pH)

En general, aunque se obtuvieron algunos valores que sobrepasan el rango máximo de pH establecido para la cuenca, los valores promedios obtenidos en los diferentes monitoreos, principalmente en los años 2016 y 2019, estuvieron dentro de los rangos establecidos por la Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (entre 7 y 9 UpH) y el Decreto 1076 de

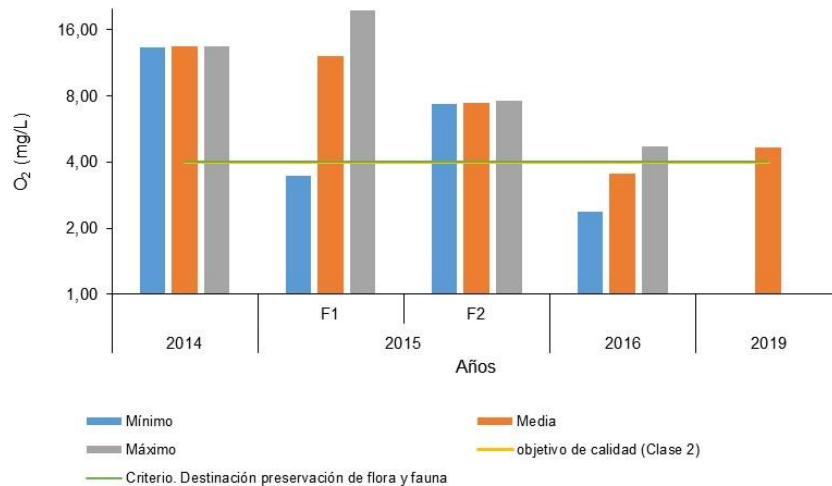
2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para su destinación en la preservación de flora y fauna (entre 4.5 y 9 UpH) (Figura 115).



**Figura 115. Valores del potencial de hidrogeniones (pH) en la ciénaga de Tocagua en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique.**

### Oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>)

Los valores promedio de oxígeno disuelto obtenidos en la ciénaga de Tocagua en los diferentes monitoreos evaluados, a excepción de los de 2016, estuvieron dentro del rango establecido por la Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (>4 mg/L) (Figura 116).

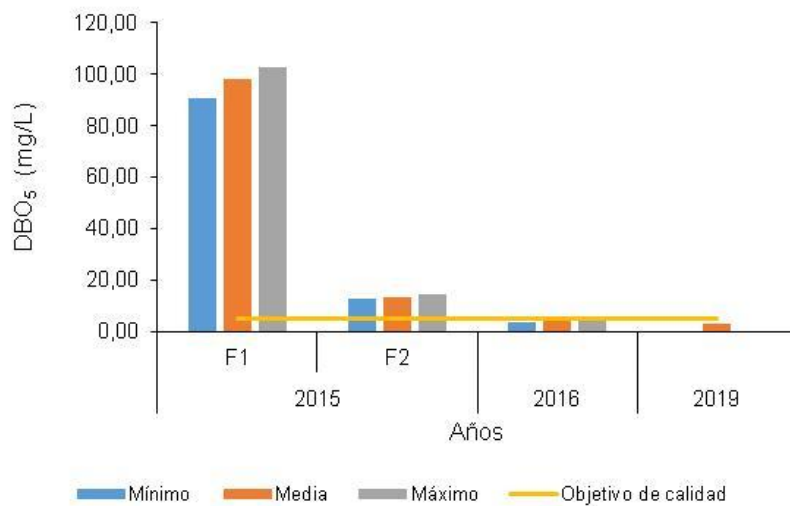


**Figura 116. Valores del oxígeno (O<sub>2</sub>) en la ciénaga de Tocagua en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique.**

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

Durante los años 2016 y 2019 la demanda bioquímica de oxígeno promedio fue de 3.84 y 3 mg/L respectivamente (Figura 117), es decir, sus valores cumplieron con lo establecido por la Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (<5 mg/L)

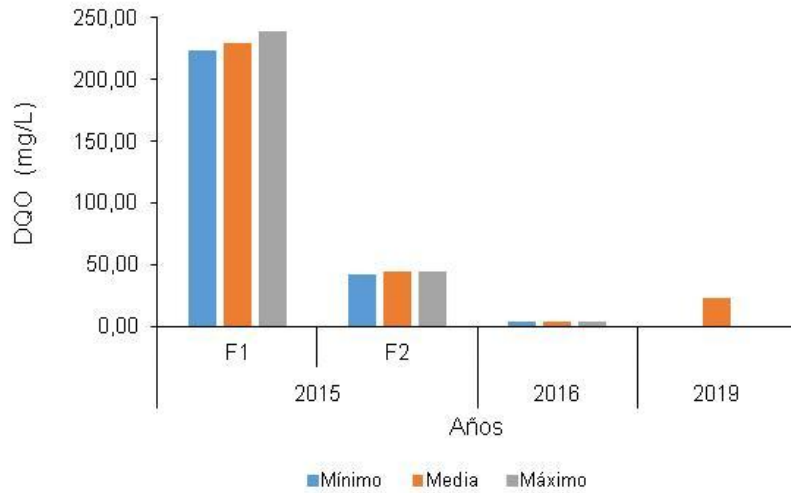
Con respecto al año 2015 – fase 1 y 2 se apreciaron valores por encima de lo establecido, lo que sugiere mayor cantidad de materia orgánica biodegradable en la ciénaga, producto de variabilidad climática ocurrida en ese año que alteró la dinámica del cuerpo de agua.



**Figura 117. Valores de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) en la ciénaga de Tocagua en los años 2015 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique.**

### **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

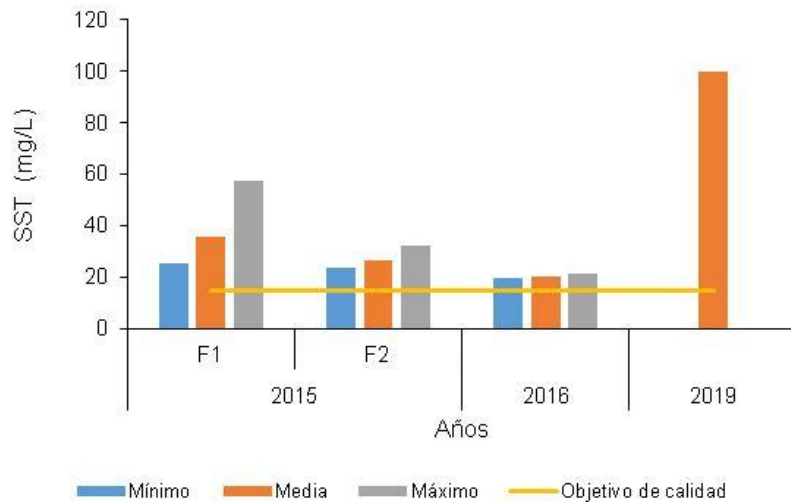
Al igual que la DBO<sub>5</sub>, la DQO presentó valores extremadamente altos en 2015 (Figura 118), principalmente en la primera fase de muestreos, lo que estaría relacionado con las bajas entradas de agua al sistema que limita su capacidad de autodepuración. Para ese año, teniendo en cuenta lo descrito por Pérez y Rodríguez (2008), las aguas de la ciénaga presentaban una calidad pésima ya que a partir de 151 mg/L se considera no apta para el funcionamiento del humedal, siempre que la DBO sea mayor a 15 mg/L. en tanto que en 2016 y 2019 los valores promedio son propios de agua de buena calidad.



**Figura 118. Valores de la demanda química de oxígeno (DQO) en la ciénaga de Tocagua en los años 2015 a 2019.**

**Sólidos Suspendidos Totales (SST)**

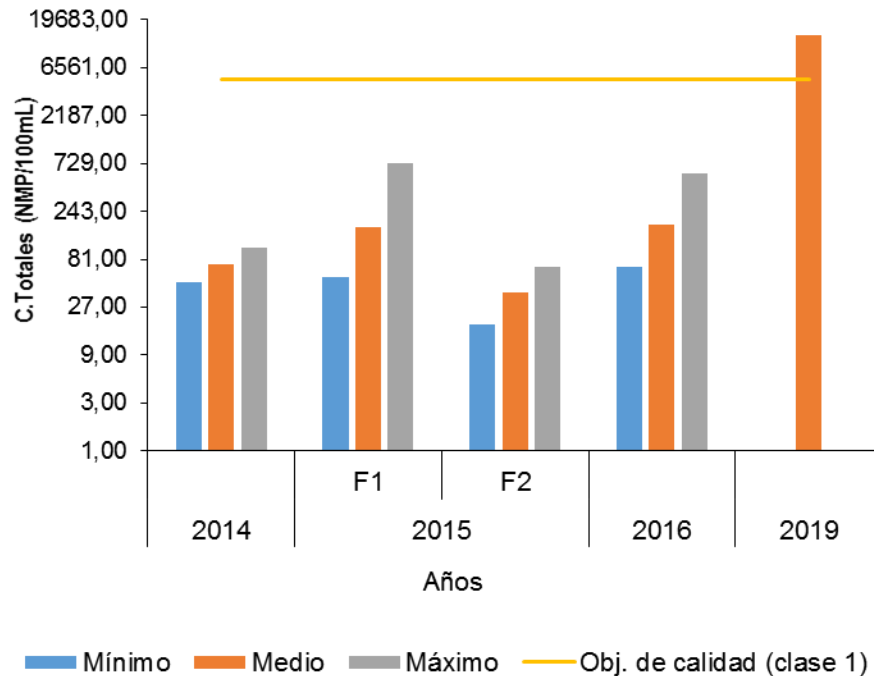
En la ciénaga de Tocagua los valores promedios de SST durante todos los monitoreos evaluados estuvieron por encima de lo establecido por la Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (<15 mg/L) (Figura 119). Es probable que por las bajas profundidades, la acción de los vientos mantenga permanentemente gran cantidad de sólidos en suspensión.



**Figura 119. Valores de sólidos suspendidos totales (SST) en la ciénaga de Tocagua en los años 2015 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique.**

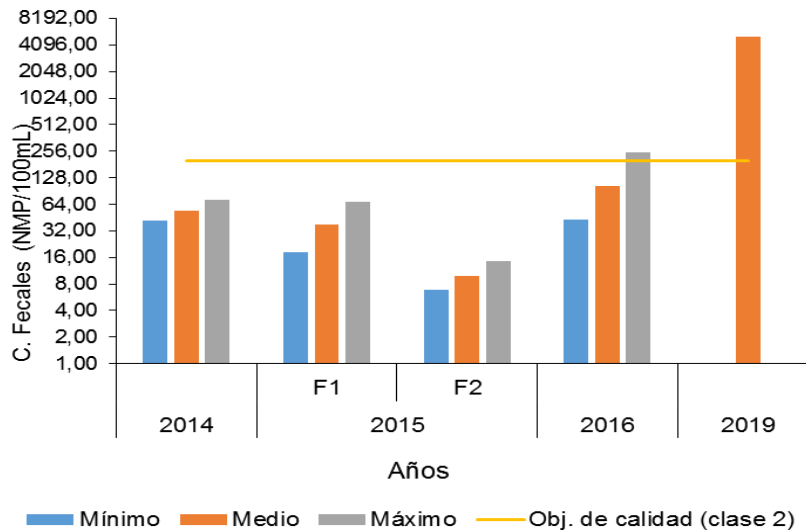
### Coliformes Totales y Fecales

Los Coliformes totales desde los monitoreos 2014 – 2016 (Figura 120) registraron valores dentro del rango establecido por la Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (< 500° NMP/100mgL), el monitoreo realizado en el 2019 los Coliformes totales aumentaron y dicho valor se encuentra por encima de los rangos para los objetivos de calidad.



**Figura 120. Valores de Coliformes totales (CT) en la ciénaga de Tocagua en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique.**

Los Coliformes fecales registraron la misma tendencia que los C totales cuyas concentraciones estuvieron dentro de los rangos de aceptabilidad con los objetivos de calidad de la CRA, para el monitoreo realizado en 2019 los C Totales registraron 5123 NMP 100mg/L (Figura 121) lo que indica que los valores no cumplen con lo establecido por la Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (< 200 NMP/100mgL).



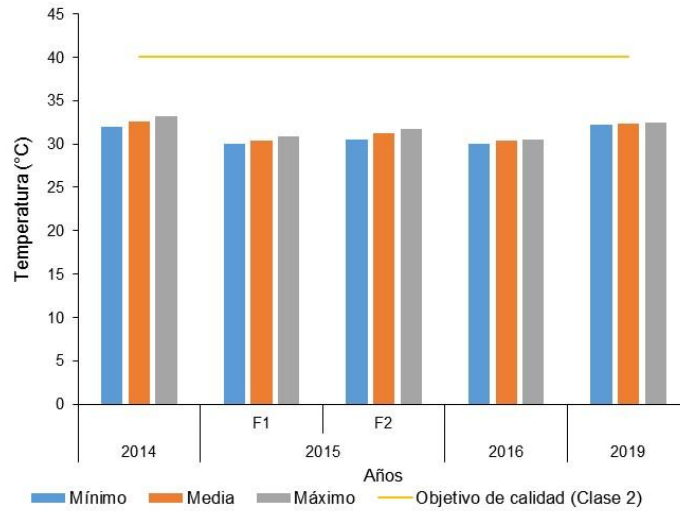
**Figura 121. Valores de Coliformes fecales (CF) en la ciénaga de Tocagua en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique.**

#### 4.3.3. Ciénaga de Luruaco.

La Ciénaga de Luruaco se encuentra al Sur Occidente del Departamento del Atlántico insertada en la cuenca del Canal del Dique. Sus principales tributarios son los arroyos Limón y Mateo, además, por gravedad recibe las aguas de otros arroyos menores y drenajes naturales. Todos estos arroyos son de aguas semipermanentes, sobre todo en épocas de altas precipitaciones. El de drenaje de los arroyos es de tipo subparalelo, lo que indica que la velocidad de descorrimiento es rápida. Tiene aproximadamente 365 hectáreas y sus problemas ambientales, son básicamente la disminución de su extensión y la entrada incontrolable de sedimentos que la convierten en una de las ciénagas más colmatadas del Departamento del Atlántico (CRA, 2007).

#### Temperatura (°C)

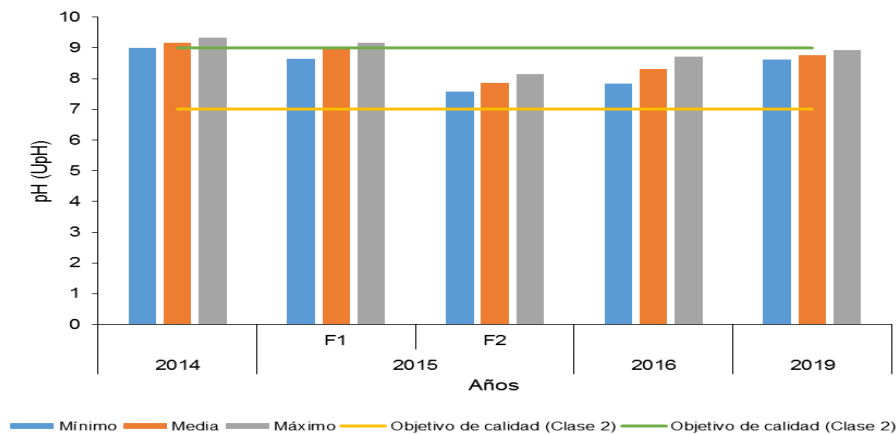
Los valores de la temperatura durante los monitoreos oscilaron entre los 30.3 °C 2015 fase 1 y los 32,6 °C en el año 2014 (Figura 122), este rango de temperatura permite la reproducción y desarrollo de los seres vivos relacionados con el recurso hídrico, además estos valores se encuentran dentro del rango establecido por la Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (>4 mg/L)



**Figura 122. Valores de la temperatura °C en la ciénaga de Luruaco en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique.**

### Potencial de Hidrógeno (pH)

En general, los valores promedios obtenidos en la ciénaga de Luruaco en los diferentes monitoreos evaluados estuvieron dentro de los rangos establecidos por la Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (entre 7 y 9 UpH) y el Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para su destinación en la preservación de flora y fauna (entre 4.5 y 9 UpH). Solo algunos valores máximos en el año 2015 y la fase 1 de monitoreo del año 2014 sobrepasaron el objetivo de calidad máximo (Figura 123).

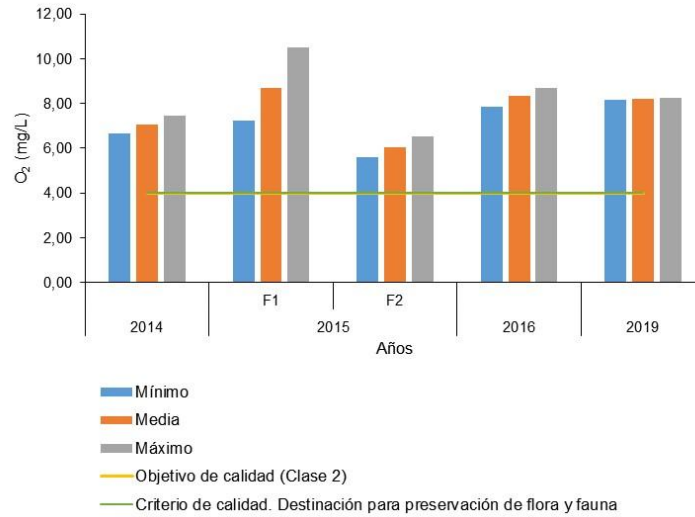


**Figura 123. Valores del potencial de hidrogeniones (pH) en la ciénaga de Luruaco en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique.**



### Oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>)

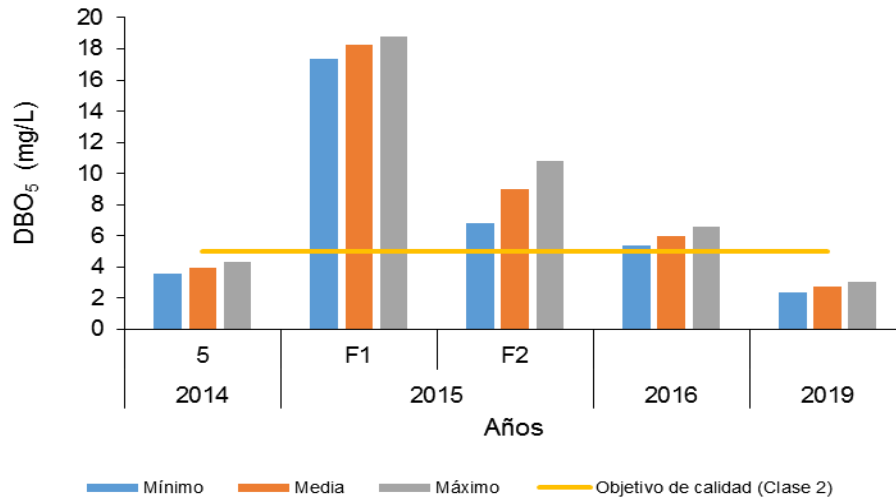
Los valores promedio de oxígeno disuelto obtenidos en la ciénaga de Luruaco en los diferentes monitoreos evaluados, estuvieron dentro del rango establecido por la Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (>4 mg/L) (Figura 124).



**Figura 124. Valores del oxígeno (O<sub>2</sub>) en la ciénaga de Luruaco en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique.**

### Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

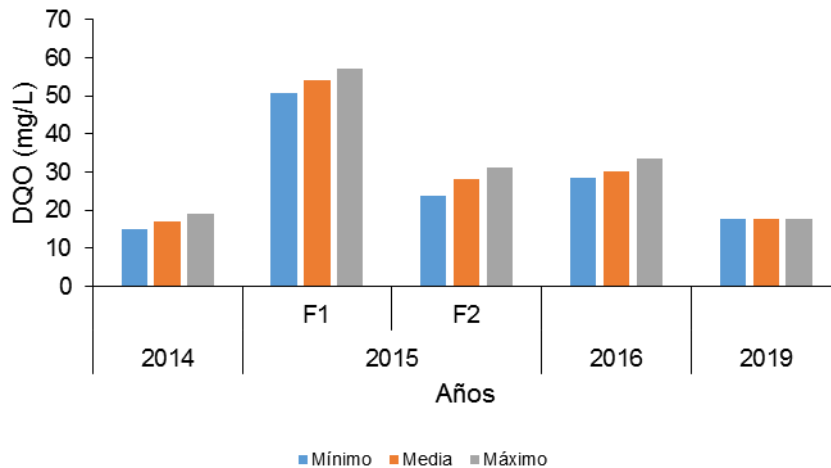
Únicamente en los años 2014 y 2019 la demanda bioquímica de oxígeno cumplió con lo establecido por la Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (<5 mg/L) (Figura 125). En el año 2015 – fase 1 y 2 se apreciaron valores por encima de lo establecido, lo que sugiere mayor cantidad de materia orgánica biodegradable en la ciénaga, producto de variabilidad climática ocurrida en ese año que alteró la dinámica del cuerpo de agua, sin embargo, se aprecia una mejoría del sistema en el monitoreo del año 2016.



**Figura 125. Valores de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) en la ciénaga de Luruaco en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique.**

### **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

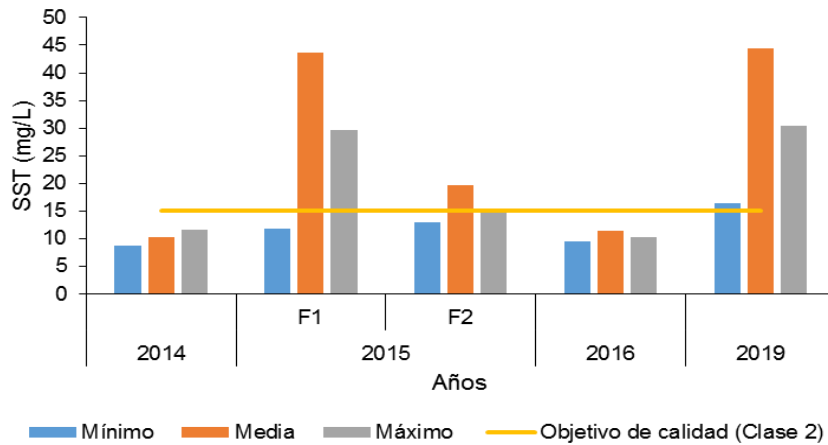
La DQO presentó el mismo comportamiento que la DBO, obteniéndose valores más altos en las dos fases de monitoreo del año 2015. Según Pérez y Rodríguez (2008) se considera que una DQO máxima de 25 mg/L es característica de aguas de excelente calidad como la registrada en 2014 y 2019, de 26 a 40 mg/L corresponde a aguas de calidad buena a regular, como las obtenidas en la fase 2 de 2015 y en 2016, y entre 41 a 60 mg/L, aguas de mala calidad.



**Figura 126. Valores de la demanda química de oxígeno (DQO) en la ciénaga de Luruaco en los años 2014 a 2019.**

### Sólidos Suspendidos Totales (SST)

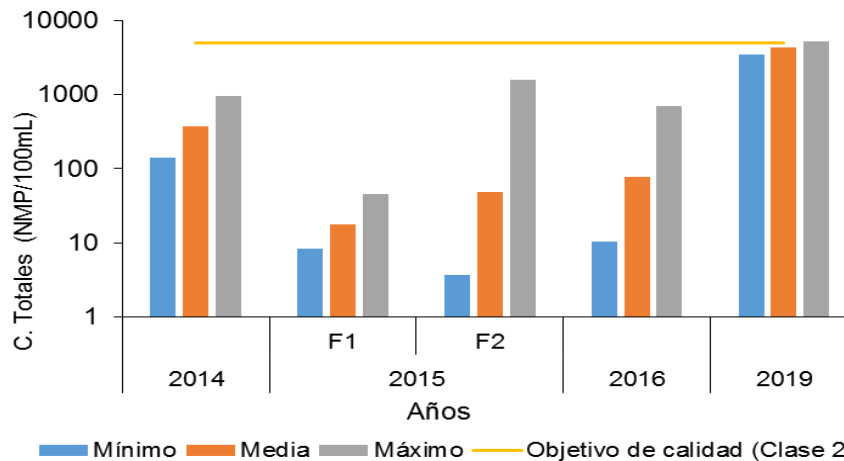
Los sólidos suspendidos totales (SST) en la ciénaga de Luruaco presentaron sus valores más bajos en los años 2014 y 2016 cumpliendo con los objetivos de calidad de la corporación, los valores más altos se registraron en los muestreos de 2015 y en 2019 y no cumplen con lo establecido por la Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (<15 mg/L) (Figura 127).



**Figura 127. Valores de sólidos suspendidos totales (SST) en la ciénaga de Luruaco en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique**

### Coliformes Totales y Fecales

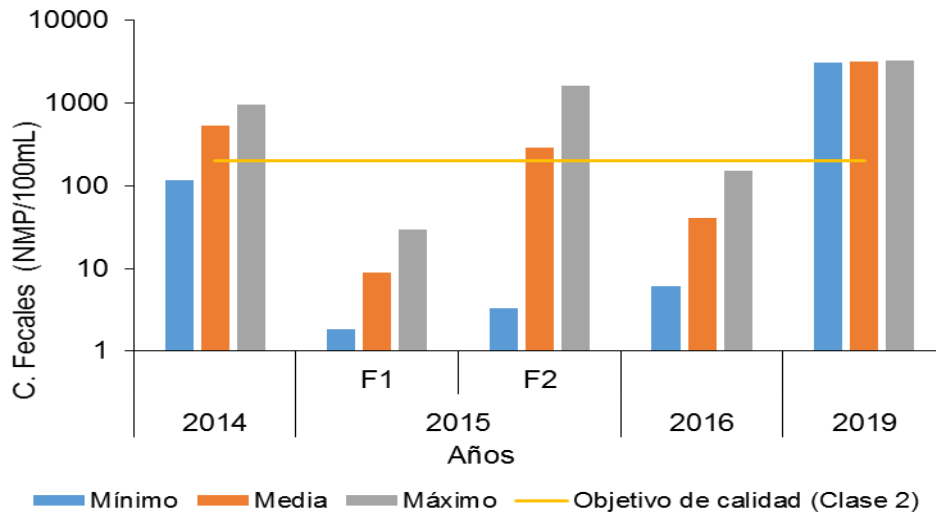
Los coliformes totales en la ciénaga de Luruaco registra su máximo valor durante el año 2019 con 4327 NMP 100/mg/L valor inferior al establecido por la Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (< 200 NMP 100/mg/L). Figura 128.



**Figura 128. Valores de Coliformes totales (CT) en la ciénaga de Luruaco en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique.**

### Coliformes Fecales (CF)

Los Coliformes fecales registraron las menores valores para los años 2015 fase 1 y 2016 (Figura 129) encontrándose dentro los rangos permisibles de los objetivos de calidad de la CRA para los años 2014, 2015 fase 2 y 2019 registraron altos valores el cual no cumplen con lo establecido por la Resolución 0258 de 2011 de la CRA para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique (< 200 NMP/100mg/l).






**Figura 129. Valores de Coliformes fecales (CF) en la ciénaga de Luruaco en los años 2014 a 2019, objetivo de calidad para el complejo de humedales y ciénagas de la cuenca del Canal del Dique**

### 5. RESUMEN DE LOS OBJETIVOS EN CADA UNO DE LOS CUERPOS DE AGUA EVALUADOS

En la siguiente Tabla se presenta el resumen de cumplimiento de los objetivos de calidad de cada uno de los cuerpos de agua, identificando la cuenca a la que pertenecen y su uso prioritario.

**Tabla 4. Resumen del cumplimiento de los objetivos de calidad de cada uno de los cuerpos de agua evaluados, ubicados en jurisdicción del departamento del Atlántico.**

CUENCA- SISTEMA	CRITERIO											USO PRIORITARIO
	OD (mg/L)	pH	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	SST (mg/L)	°C	NO <sub>3</sub> (mg/L)	NO <sub>2</sub> (mg/L)	NH <sub>3</sub> (mg/L)	C. Totales (NMP/100mL)	C. Fecales (NMP/100mL)	GyA	
CUENCA RÍO MAGDALENA HUMEDALES Y CIÉNAGAS	>3	7-9	<7	<30	<40	<10	<1	<0,5	<5000	<2000	<10	Preservación flora y fauna
Ciénaga de Mesolandia (Ciénaga de la Bahía)	9,81	8,1	2,79	11,78	28,48	0,12	0,01	<LDM	133,33	88,67		Cumple
Ciénaga El Convento	2,53	8,12	2,1	21,89	31,77	0,30	0,02	1,93	596,41	525,61		No Cumple
Ciénaga de Malambo	10,83	7,67	3,77	34	28,68	0,26	0,05	4,34	122715,85	48372,96		No Cumple
Ciénaga de Santo Tomás	1,82	7,14	3,64	9,56	33,80	0,19	0,02167	<LDM	3250,93	2449,58		No Cumple
Ciénaga La Luisa	4,26	8,03	4,55	9,11	33,4	0,20	0,03556	<LDM	81,73	49,35		Cumple
Ciénaga Sabanagrande	8,91	7,95	2,54	31,72	33,35	0,16	0,04	<LDM	34682,42	27557,04		No Cumple
Ciénaga del Uvero	3,05	7,65	3	13,9	30,42	0,33	0,02	<LDM	106,30	98,09		Cumple
CUENCA DEL MAR CARIBE HUMEDALES Y CIÉNAGAS	>3	7-9	<7	<30	<40	<10	<1	<0,5	<5000	<2000	<10	Preservación flora y fauna
Ciénaga de Balboas	3,13	8,55	3,57	386,33	34,02	0,41	0,051	<LDM	<LDM	<LDM	19,5	No Cumple
Ciénaga El Rincón	8,6	8,36	81	45	31,1	0,37	0,33	12,6	87250	12488,43	30,7	No Cumple
Ciénaga Mallorquín	2,08	8,13	3,46	48,86	27,65	5,2	1,55	2,65	29981,71	24261,45	18	No Cumple
Ciénaga del Totumo	5,43	9,32	3,14	61,92	30,98				540,36	333,79		No Cumple
ARROYOS Y CAÑOS	>2	7-9	<25	<250	<40	<10	<1	<0,5	<15000	<5000	<15	Uso Industrial
Arroyo León	0,935	7,49	98,5	104,125	31,1	0,38	0,038	2,15	4692841,57	1304839,84	27,97	No Cumple
CUENCA DE CANAL DEL DIQUE (HUMEDALES Y CIÉNAGAS)	>4	7-9	<5	<30	<40	<10	<1	<0,5	<5000	<200	<5	Consumo humano y doméstico
Embalse del Guajaro	4,29	8,21	2,63	19,21	32,9953				4441,59	3783,86		No Cumple
Ciénaga Tocagua	4,66	7,59	3	99,67	31,32				12002,31	10957,41		No Cumple
Ciénaga Luruaco	8,19	8,77	2,71	30,41	32,3463				4327,43	3176,13		No Cumple

Convenciones	
Cumple	
No cumple	
Datos del 2017-2018	
No caracterizadas	en blanco
Menor al límite de detección	<LDM
Límite de detección inferior al objetivo de calidad	<LDM

## BIBLIOGRAFÍA

AMBBIO Colombia S.A.S. Resultados de laboratorio ciénaga El Rincón años 2018 y 2019.

Camacho, A; Giles, M; Ortegón, A; Palao, M; Serrano, B & Velázquez, O. 2009. Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM. México. 17 p.

CONAGUA, C. N. 2011. Estadísticas del agua en México. México, D.F.: CONAGUA (2011). Estadísticas del agua en México. Comisión Nacional del Agua. Reporte.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO (C.R.A.) – CARDIQUE - CORMAGDALENA – CARSUCRE – PARQUE NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA - CONSERVACIÓN INTERNACIONAL COLOMBIA. 2007. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca hidrográfica del Complejo de Humedales del Canal del Dique. Barranquilla.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO (C.R.A.), CORMAGDALENA & CONSERVACIÓN INTERNACIONAL. 2007. Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica del Río Magdalena en el departamento del Atlántico.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO (C.R.A.). Plan de acción 2012-2015. Desarrollo con sostenibilidad ambiental. Capítulo 2: Síntesis Ambiental. Barranquilla – Colombia.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO –C.R.A.. 2015. Caracterización fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica de algunos cuerpos de agua lénticos del departamento del Atlántico durante el año 2014. Barranquilla. Informe final.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO –C.R.A. 2015. Evaluación del estado trófico de algunos cuerpos de agua lénticos del departamento del Atlántico durante 2014. Barranquilla. Informe final.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO –C.R.A. 2015. Monitoreo fisicoquímico, microbiológico e hidrobiológico sobre la calidad y estado de los cuerpos de agua, las fuentes hídricas del departamento del Atlántico y la caracterización de los humedales Sabanagrande, Santo Tomas y Palmar de Varela en cumplimiento de lo establecido en el Plan de Acción Institucional 2011 – 2015. Informe final.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO –C.R.A. 2016. Plan de acción cuatrienal PAC 2016-2019. Barranquilla: Ediciones e impresos Amaranta Ltda.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO –C.R.A. 2017. Monitoreo fisicoquímico, microbiológico e hidrobiológico sobre la calidad y estado de los cuerpos de agua, las fuentes hídricas del

departamento Del Atlántico y la caracterización de los humedales Sabanagrande, Santo Tomas y Palmar de Varela (año 2016) en cumplimiento de lo establecido en el Plan de Acción Institucional 2016 – 2019. Informe final. Barranquilla.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ATLÁNTICO –C.R.A. 2018. Caracterización fisicoquímica, microbiológica e hidrobiológica de lagunas costeras del departamento del Atlántico. Barranquilla. Informe final. C.R.A.-CPM. (2015). Revisión de la zonificación, mejoramiento de escala (1:25.000) y el abordaje al tema de susceptibilidad de amenazas y vulnerabilidad, como avance en el ajuste al Plan de Ordenamiento de la Cuenca Hidrográfica Ciénaga de Mallorca y los arroyos Grande y León, 165 p.

C.R.A.-DAMAB-CORMAGDALENA. 2006. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica de la Ciénaga de Mallorca, 732 p.

Domitrovic, H. A., Bechara, J. A., Jacobo, R., Flores Quintana, C. I., & Roux, J. P. 1994. Mortandad de peces en el Río Paraná provocada por una sobresaturación de gases: Causas y lesiones. Revista de Ictiología, 23, 49-54.

Frías-Espéricueta, Martín & Páez-Osuna, Federico. 2001. Toxicidad de los compuestos del nitrógeno en camarones. Camaronicultura y medio ambiente., Publisher: Universidad Nacional Autónoma de México. pp.224-242.

Escolar, A. 2007. Ecosistemas acuáticos del departamento del Atlántico. Barranquilla: Corporación Autónoma Regional del Caribe.

Esteves, F. A. 1998. Fundamentos de limnología, 2ª ed. Río de Janeiro. Editorial Interciencia Ltda.

GOBERNACIÓN DEL ATLÁNTICO. 2009. "Manejo integral para el saneamiento ambiental y la recuperación productiva de la Cuenca del Embalse del Guájaro, Departamento del Atlántico". Gobernación del Atlántico – Conservación Internacional Colombia. Barranquilla – Colombia. p 7.

Henao, AM. 1987. El disco Secchi y el estado trófico. Revista AINSA, 7(1) .Medellín Colombia.

IDEAM, Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá, D. C., 2015. 496 páginas. ISBN: 978-958-8067-70-4.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE DE ESPAÑA. 2000. Libro Blanco del Agua. Centro de Publicaciones. Secretaría general Técnica. Ministerio de Medio Ambiente. I.S.B.N.: 84-8320-128-3. 621 p.

Pérez-Castillo, A. 2008. Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. Revista de Biología Tropical, 56 (4), 1905 – 1918. .

Pérez-Garrido, G., León-Rodríguez, F. Y Delgadillo-García, G. 2013. Tratamiento de aguas, manual de laboratorio. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de estudios superiores Cuautitlán. 130 p.

Ramírez, A. R. 1997. "Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. Formulaciones y aplicación. Ciencia, Tecnología y Futuro.

Ramírez, A., Y Viña, G. 1998. Limnología Colombiana. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. Bogotá, Colombia: Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Roldán, G., Y Ramírez, J. 2008. Fundamentos de limnología neotropical. Medellín: Universidad de Antioquia.

Sánchez, R. M. y Zea, S. 2000. Metabolismo de nitrógeno y fósforo inorgánicos disueltos en la columna de agua en una laguna costera tropical (Caribe colombiano). Caribbean Journal of Science, 36(1-2), 127-140. Recuperado de: [http://www.docentes.unal.edu.co/sezeas/docs/Sanchez\\_y\\_Zea\\_2000\\_CJS.pdf](http://www.docentes.unal.edu.co/sezeas/docs/Sanchez_y_Zea_2000_CJS.pdf)

Sierra Ramírez, C. A. (2011). Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico. Ediciones de la U. Medellín. 457 p.

Thurston, R.V., R.C. Russo, E.L. Meyn, R.K. Zajdel and C.E. Smith. 1986. Chronic toxicity of ammonia to fathead minnows. Trans. Amer. Fish. Soc. 115: 196-207.

Wetzel, R. (1983). Limnology. Saunders College Publishing.