

DOCUMENTO FINAL FORMULACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DE TASA RETRIBUTIVA Y FACTORES REGIONALES PARA EL CÁLCULO DE TASA POR USO EN LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS DEL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

CONVENIO No. 011 DE 2019.

TEOBALDIS MERCADO FERNÁNDEZ
Doctor en Hidrociencias

JUAN DAVID SUAREZ PADILLA
Ingeniero Ambiental



Tomado por: Fundación para el Desarrollo
Sostenible de las Regiones Colombianas.



Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.



Director General

Dr. José Fernando Tirado Hernández.

Secretaria General

Dra. María Angélica Sáenz.

Asesora de Dirección

Dra. María Carolina Bustamante.

Subdirector de Planeación Encargado

Dr. César Buelvas Mercado.

Subdirector de Gestión Ambiental

Dr. Albeiro Arrieta López.

Jefe Control Interno

Dr. José Darío Vergara Orozco.

Jefa Administrativo Financiero

Dra. Natalia Figueroa Muñoz.

Supervisor del Convenio

Dr. César Buelvas Mercado.

Fundación para el Desarrollo Sostenible de las Regiones Colombianas

FUNSOSTENIBLE

Directora General

JOHANA VENEGAS SALCEDO

Corporación Autónoma Regional de los Valles Sinú y del San Jorge

Carrera 6 No 61-25 Barrio los Bongos

PBX (57+4) 7890605©

Montería, 2019.



Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL SINÚ Y DEL SAN JORGE CVS

José Fernando Tirado Hernández.
Director General

Secretaria General
Dra. María Angélica Sáenz.

Asesora de dirección
Dra. María Carolina Bustamante.

Subdirector de Planeación Encargado
Dr. César Buelvas Mercado.

Subdirector de Gestión Ambiental
Dr. Albeiro Arrieta López.

Jefe Control Interno
Dr. José Darío Vergara Orozco.

Jefe Administrativo Financiero
Dra. Natalia Figueroa Muñoz.



Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.



Hilsye Carolina Ruiz Bechara

**Ingeniera Sanitaria y Ambiental-Coordinadora General Proyecto
Equipo de Apoyo Técnico**

Luis Miguel Acosta Sarmiento
Ingeniero Sanitario y Ambiental

Esteban Aldana Otero
Ingeniero Civil

Angélica Coronado Arango
Ingeniera Ambiental y Sanitario

Angélica María Anaya Kerguelén
Comunicadora Social

Pedro Yesid Ferreira Quintero
Ingeniero Agroindustrial

Aira Velasquez Barrios
Geógrafa

Álvaro Isaac Pasco Ordosgoitia
Ingeniero Sanitario y Ambiental

Juan Pablo Buelvas Ricardo
Técnico ambiental

Yolanda Cabrales López
Ingeniera Ambiental

María Eugenia Correa
Trabajadora Social

Vanessa Avilés Álvarez
Negocios Internacionales

Carmen Ortega Otero
Política

Luly Karina D'Paola Puche
Abogada

Nina del Carmen Guerra Barón
Técnica informática básica

CITAR COMO: FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LAS REGIONES COLOMBIANAS – FUNSOSTENIBLE y CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL SINÚ Y DEL SAN JORGE, 2019. Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de la información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba. Editores: T. Mercado, Ruiz, H. Acosta L., Coronado A., Ferreira P., Pasco A., Cabrales Y., Avilés V., D'Paola L., Aldana E., Anaya A., Velasquez A., Buelvas J., Correa M., Ortega C., Guerra N. J. Galván Convenio No. 011 de 2019. Montería - Córdoba.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	12
RESUMEN EJECUTIVO	¡Error! Marcador no definido.
DEFINICIONES	19
1 INTRODUCCIÓN	23
2 OBJETIVOS	24
2.1 OBJETIVO GENERAL	24
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
3 MARCO LEGAL NACIONAL	25
4 ANTECEDENTES	26
5 METODOLOGIA	28
6 CUENCA RÍO SINÚ	29
6.1 generalidades de la cuenca	29
6.2 línea base de calidad del agua DEL RÍO SINÚ	31
6.2.1 Índices de calidad físico-química del agua	34
6.3 OXIGENO DISUELTO	37
6.3.1 OCA Anterior	37
6.3.2 Perfil de calidad del oxígeno disuelto en las aguas del Río Sinú	37
6.3.3 Propuesta de OCA de oxígeno disuelto para el Río Sinú	42
6.4 DBO5	43
6.4.1 OCA Anterior	43
6.4.2 Perfil de calidad de la DBO5 en las aguas del Río Sinú	43
6.4.3 Propuesta de OCA de DBO5 para el Río Sinú	47
6.5 DQO	48
6.5.1 OCA Anterior	48
6.5.2 Perfil de calidad de la DQO en las aguas del Río Sinú	48
6.5.3 Propuesta de OCA de DQO para el Río Sinú	53
6.6 ph	54
6.6.1 OCA Anterior	54
6.6.2 Perfil de calidad de la pH en las aguas del Río Sinú	54
6.6.3 Propuesta de OCA de pH para el Río Sinú	58
6.7 SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	59
6.7.1 OCA Anterior	59
6.7.2 Perfil de calidad de SST en las aguas del Río Sinú	59

6.7.3	Propuesta de OCA de SST para el Río Sinú	63
6.8	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	65
6.8.1	OCA Anterior	65
6.8.2	Perfil de calidad de SDT en las aguas del Río Sinú.	65
6.8.3	Propuesta de OCA de SDT para el Río Sinú	69
6.9	coliformes fecales	70
6.9.1	OCA Anterior	70
6.9.2	Perfil de calidad de Coliformes Fecales en las aguas del Río Sinú.	70
6.9.3	Propuesta de OCA de coliformes fecales para el Río Sinú	73
6.10	coliformes TOTALES	73
6.10.1	OCA Anterior.....	73
6.10.2	Perfil de calidad de Coliformes Totales en las aguas del Río Sinú.	73
6.10.3	Propuesta de OCA de coliformes fecales para el Río Sinú	75
7	CUENCA RÍO SAN JORGE	76
7.1	generalidades de la cuenca	76
7.2	línea base de calidad del agua DEL RÍO SAN JORGE	78
7.2.1	Índices de calidad físico-química del agua.....	80
7.3	OXIGENO DISUELTO	81
7.3.1	OCA Anterior	82
7.3.2	Perfil de calidad del oxígeno disuelto en las aguas del Río San Jorge.....	82
7.3.3	Propuesta de OCA de oxígeno disuelto para el Río San Jorge	86
7.4	DBO5	86
7.4.1	OCA Anterior	86
7.4.2	Perfil de calidad de la DBO5 en las aguas del San Jorge.	87
7.4.3	Propuesta de OCA de DBO5 para el Río San Jorge	91
7.5	DQO	91
7.5.1	OCA Anterior	91
7.5.2	Perfil de calidad de la DQO en las aguas del Río San Jorge.....	91
7.5.3	Propuesta de OCA de DQO para el Río San Jorge	95
7.6	ph	95
7.6.1	OCA Anterior	95
7.6.2	Perfil de calidad de la pH en las aguas del Río San Jorge.....	95
7.6.3	Propuesta de OCA de pH para el Río San Jorge	100
7.7	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	100
7.7.1	OCA Anterior	100
7.7.2	Perfil de calidad de SST en las aguas del Río San Jorge.	101
7.7.3	Propuesta de OCA de SST para el Río San Jorge	104



Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.



7.8	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	105
7.8.1	OCA Anterior	105
7.8.2	Perfil de calidad de SDT en las aguas del Río San Jorge	106
7.8.3	Propuesta de OCA de SDT para el Río San Jorge	110
7.9	coliformes fecales	110
7.9.1	OCA Anterior	110
7.9.2	Perfil de calidad de Coliformes Fecales en las aguas del Río San Jorge	111
7.9.3	Propuesta de OCA de coliformes fecales para el Río San Jorge	112
7.10	coliformes TOTALES	112
7.10.1	OCA Anterior.....	112
7.10.2	Perfil de calidad de Coliformes Totales en las aguas del Río San Jorge	112
7.10.3	Propuesta de OCA de coliformes fecales para el Río San Jorge.....	113
8	CUENCA RÍO CANALETE.....	114
8.1	generalidades de la cuenca	114
8.2	línea base de calidad del agua	115
8.2.1	Índices de calidad físico-química del agua.....	118
8.3	OXIGENO DISUELTO	119
8.3.1	OCA Anterior	120
8.3.2	Perfil de calidad del oxígeno disuelto en las aguas del Río Canalete.....	120
8.3.3	Propuesta de OCA de oxígeno disuelto para el Río Canalete	124
8.4	DBO5	124
8.4.1	OCA Anterior	124
8.4.2	Perfil de calidad de la DBO5 en las aguas del Canalete	125
8.4.3	Propuesta de OCA de DBO5 para el Río Canalete.....	128
8.5	DQO	128
8.5.1	OCA Anterior	128
8.5.2	Perfil de calidad de la DQO en las aguas del Río Canalete	128
8.5.3	Propuesta de OCA de DQO para el Río Canalete.....	132
8.6	ph	132
8.6.1	OCA Anterior	132
8.6.2	Perfil de calidad de la pH en las aguas del Río Canalete.....	132
8.6.3	Propuesta de OCA de pH para el Río Canalete.....	136
8.7	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	137
8.7.1	OCA Anterior	137
8.7.2	Perfil de calidad de SST en las aguas del Río Canalete.....	137
8.7.3	Propuesta de OCA de SST para el Río Canalete.....	140
8.8	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	141



Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.



8.8.1	OCA Anterior	141
8.8.2	Perfil de calidad de SDT en las aguas del Río Canalete.....	142
8.8.3	Propuesta de OCA de SDT para el Río Canalete.....	146
8.9	coliformes fecales	146
8.9.1	OCA Anterior	146
8.9.2	Perfil de calidad de Coliformes Fecales en las aguas del Río Canalete.....	146
8.9.3	Propuesta de OCA de coliformes fecales para el Río Canalete	147
8.10	coliformes TOTALES	148
8.10.1	OCA Anterior.....	148
8.10.2	Perfil de calidad de Coliformes Totales en las aguas del Río Canalete.....	148
8.10.3	Propuesta de OCA de coliformes fecales para el Río Canalete.....	149
9	TABLAS RESUMEN DE OBJETIVOS DE CALIDAD POR CUENCAS	150
10	RECOMENDACIONES	153
11	CONCLUSIONES	154
12	BIBLIOGRAFÍA	155

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Puntos de monitoreo Río Sinú.....	31
Tabla 2. Puntos de monitoreo Río Sinú actualizados a 2018.	31
Tabla 3. Estaciones de monitoreo de aguas superficiales y sedimentos para los caños afluentes al río Sinú para el año 2018.	33
Tabla 4. Objetivos de Calidad para el Oxígeno Disuelto Río Sinú	43
Tabla 5. Objetivos de Calidad para el Oxígeno Disuelto de los Caños Afluentes al Río Sinú	43
Tabla 6. Resumen de Cumplimiento de OCA de DBO ₅ en el Río Sinú.....	47
Tabla 7. Objetivos de Calidad para DBO ₅ Río Sinú	48
Tabla 8. Objetivos de Calidad para el DBO ₅ de los Caños Afluentes al Río Sinú.....	48
Tabla 9. Objetivos de Calidad para DQO Río Sinú	53
Tabla 10. Objetivos de Calidad para el DQO de los Caños Afluentes al Río Sinú.....	54
Tabla 11. Resumen de Cumplimiento de OCA de pH en el Río Sinú.	58
Tabla 12. Objetivos de Calidad para pH Río Sinú	59
Tabla 13. Objetivos de Calidad para el pH de los Caños Afluentes al Río Sinú	59
Tabla 14. Resumen de Cumplimiento de OCA de SST en el Río Sinú.	64
Tabla 15. Objetivos de Calidad para SST Río Sinú	64
Tabla 16. Objetivos de Calidad para el SST de los Caños Afluentes al Río Sinú.....	64
Tabla 17. Resumen de Cumplimiento de OCA de SDT en el Río Sinú.	69
Tabla 18. Objetivos de Calidad para SDT Río Sinú	70
Tabla 19. Objetivos de Calidad para el SDT de los Caños Afluentes al Río Sinú	70
Tabla 20. Rangos de Agrupación de Coliformes Fecales	71
Tabla 21. Objetivos de Calidad para coliformes fecales Río Sinú	73
Tabla 22. Objetivos de Calidad para coliformes fecales en los Caños Afluentes al Río Sinú.....	73

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

Tabla 23. Objetivos de Calidad para coliformes fecales Río Sinú	75
Tabla 24. Objetivos de Calidad para coliformes fecales en los Caños Afluentes al Río Sinú	75
Tabla 25. Puntos de monitoreo Río San Jorge.....	78
Tabla 26. Resumen de Cumplimiento de OCA de Oxígeno Disuelto en el Río San Jorge. ...	86
Tabla 27. Objetivos de Calidad para el Oxígeno Disuelto Río San Jorge	86
Tabla 28. Resumen de Cumplimiento de OCA de DBO ₅ en el Río San Jorge.....	91
Tabla 29. Objetivos de Calidad para DBO ₅ Río San Jorge	91
Tabla 30. Objetivos de Calidad para DQO Río San Jorge	95
Tabla 31. Resumen de Cumplimiento de OCA de pH en el Río San Jorge.	100
Tabla 32. Objetivos de Calidad para pH Río San Jorge	100
Tabla 33. Resumen de Cumplimiento de OCA de SST en el Río San Jorge.	105
Tabla 34. Objetivos de Calidad para SST Río San Jorge	105
Tabla 35. Resumen de Cumplimiento de OCA de SDT en el Río San Jorge.	110
Tabla 36. Objetivos de Calidad para SDT Río San Jorge	110
Tabla 37. Objetivos de Calidad para coliformes fecales Río San Jorge	112
Tabla 38. Objetivos de Calidad para coliformes fecales Río San Jorge	113
Tabla 39. Puntos de monitoreo Río Canalete.....	116
Tabla 40. Resumen de Cumplimiento de OCA de Oxígeno Disuelto en el Río Canalete. ...	124
Tabla 41. Objetivos de Calidad para el Oxígeno Disuelto Río Canalete	124
Tabla 42. Resumen de Cumplimiento de OCA de DBO ₅ en el Río Canalete.	128
Tabla 43. Objetivos de Calidad para DBO ₅ Río Canalete.....	128
Tabla 44. Objetivos de Calidad para DQO Río Canalete	132
Tabla 45. Resumen de Cumplimiento de OCA de pH en el Río Canalete.	136
Tabla 46. Objetivos de Calidad para pH Río Canalete	137

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

Tabla 47. Resumen de Cumplimiento de OCA de SST en el Río Canalete.....	141
Tabla 48. Objetivos de Calidad para SST Río Canalete	141
Tabla 49. Objetivos de Calidad para SDT Río Canalete	146
Tabla 50. Objetivos de Calidad para coliformes fecales Río Canalete	148
Tabla 51. Objetivos de Calidad para coliformes fecales Río Canalete	149
Tabla 52. Objetivos de Calidad del Agua del Río Sinú 2020-2029.....	150
Tabla 53. Objetivos de Calidad del Agua de los caños afluentes al Río Sinú 2020-2029	151
Tabla 54. Objetivos de Calidad del Agua del Río San Jorge 2020-2029	151
Tabla 55. Objetivos de Calidad del Agua del Río Canalete 2020-2029	152

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cuenca del río Sinú.....	29
Figura 2. Red de Monitoreo de Calidad del Agua del Río Sinú durante los años 2016 a 2017.	32
Figura 3. Red de Monitoreo de la Calidad del Agua de la Cuenca del Río Sinú de 2018 a la actualidad.....	33
Figura 4. Promedio histórico ICA IDEAM para cada Estación de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua del Río Sinú.	35
Figura 5. Representación cartográfica del ICA IDEAM para la Cuenca del Río Sinú	36
Figura 6. Promedio histórico ICA IDEAM para cada Estación de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua de los caños afluentes al Río Sinú.....	36
Figura 7. Evolución multianual del oxígeno disuelto en el Río Sinú.	38
Figura 8. Evolución multianual del oxígeno disuelto en los caños afluentes al Río Sinú.	39
Figura 9. Evolución temporal del Oxígeno Disuelto por estación de la Cuenca del Río Sinú	40
Figura 10. Perfiles longitudinales de oxígeno disuelto para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba.....	41
Figura 11. Perfiles longitudinales de oxígeno disuelto para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba.....	42
Figura 12. Evolución multianual de la DBO ₅ en el Río Sinú.....	44
Figura 13. Evolución multianual de la DBO ₅ en los caños afluentes al Río Sinú.	45
Figura 14. Evolución temporal de la DBO ₅ por estación en la Cuenca del Río Sinú.....	45
Figura 15. Perfiles longitudinales de DBO ₅ para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba.....	47
Figura 16. Evolución multianual de la DQO en el Río Sinú.....	49
Figura 17. Evolución multianual de la DQO en los caños afluentes al Río Sinú.....	50
Figura 18. Evolución temporal de la DQO por estación en la Cuenca del Río Sinú	50

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

Figura 19. Perfiles longitudinales de DQO para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba.....52

Figura 20. Perfiles longitudinales de DQO para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba.....53

Figura 21. Evolución multianual de pH en el Río Sinú.54

Figura 22. Evolución multianual de pH en los caños afluentes al Río Sinú.55

Figura 23. Evolución temporal de pH por estación en la Cuenca del Río Sinú.....56

Figura 24. Perfiles longitudinales de pH para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba57

Figura 25. Perfiles longitudinales de pH para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba58

Figura 26. Evolución multianual de SST en el Río Sinú.60

Figura 27. Evolución multianual de los SST en los caños afluentes al Río Sinú.61

Figura 28. Evolución temporal de SST por estación en la Cuenca del Río Sinú61

Figura 29. Perfiles longitudinales de SST para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba63

Figura 30. Perfiles longitudinales de SST para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba63

Figura 31. Evolución multianual de SDT en el Río Sinú.65

Figura 32. Evolución multianual de los SDT en los caños afluentes al Río Sinú.66

Figura 33. Evolución temporal de SDT por estación en la Cuenca del Río Sinú66

Figura 34. Perfiles longitudinales de SDT para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba68

Figura 35. Perfiles longitudinales de SDT para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba69

Figura 36. Perfil de calidad de coliformes fecales en el Río Sinú.71

Figura 36. Perfil de calidad de coliformes fecales en los caños afluentes al Río Sinú.72

Figura 38. Perfil de calidad de coliformes totales en el Río Sinú.74

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

Figura 39. Perfil de calidad de coliformes totales en los caños afluentes al Río Sinú.75

Figura 40. Cuenca del río San Jorge.....77

Figura 41. Red de Monitoreo de Calidad del Agua del Río San Jorge.79

Figura 42. Promedio histórico ICA IDEAM para cada Estación de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua del Río San Jorge.80

Figura 43. Representación cartográfica del ICA IDEAM para la Cuenca del Río San Jorge81

Figura 44. Evolución multianual del oxígeno disuelto en el Río San Jorge.....82

Figura 45. Evolución temporal del Oxígeno Disuelto por estación de la Cuenca del Río San Jorge83

Figura 46. Perfiles longitudinales de oxígeno disuelto para monitoreos realizados durante el año 2016 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba.....84

Figura 47. Perfiles longitudinales de oxígeno disuelto para monitoreos realizados durante el año 2017 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba.....84

Figura 48. Perfiles longitudinales de oxígeno disuelto para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba.....85

Figura 49. Perfiles longitudinales de oxígeno disuelto para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba.....85

Figura 50. Evolución multianual de la DBO₅ en el San Jorge, incluyendo valores atípicos. ...87

Figura 51. Evolución multianual de la DBO₅ en el San Jorge, excluyendo valores atípicos. .88

Figura 52. Evolución temporal de la DBO₅ por estación en la Cuenca del Río San Jorge89

Figura 53. Perfiles longitudinales de DBO₅ para monitoreos realizados durante el año 2017 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba.....90

Figura 54. Perfiles longitudinales de DBO₅ para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba.....90

Figura 55. Evolución multianual de la DQO en el Río San Jorge.92

Figura 56. Evolución temporal de la DQO por estación en la Cuenca del Río San Jorge93

Figura 57. Perfiles longitudinales de DQO para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba.....94

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

Figura 76. Perfiles longitudinales de SDT para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba109

Figura 77. Perfil de calidad de coliformes fecales en el Río San Jorge.111

Figura 38. Perfil de calidad de coliformes totales en el Río San Jorge.113

Figura 71. Cuenca del río Canalete.114

Figura 80. Representación espacial de la Red de Monitoreo de la Calidad del Agua del Río Canalete en el Departamento de Córdoba.116

Figura 81. Promedio histórico ICA IDEAM para cada Estación de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua del Río Canalete.118

Figura 82. Representación cartográfica del ICA IDEAM para la Cuenca del Río Canalete119

Figura 83. Evolución multianual del oxígeno disuelto en el Río Canalete.....120

Figura 84. Evolución temporal del Oxígeno Disuelto por estación de la Cuenca del Río Canalete121

Figura 85. Perfiles longitudinales de oxígeno disuelto para monitoreos realizados durante el año 2016 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba122

Figura 86. Perfiles longitudinales de oxígeno disuelto para monitoreos realizados durante el año 2017 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba122

Figura 87. Perfiles longitudinales de oxígeno disuelto para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba123

Figura 88. Perfiles longitudinales de oxígeno disuelto para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba123

Figura 89. Evolución multianual de la DBO₅ en el Canalete.....125

Figura 90. Evolución temporal de la DBO₅ por estación en la Cuenca del Río Canalete ..126

Figura 91. Perfiles longitudinales de DBO₅ para monitoreos realizados durante el año 2017 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba127

Figura 92. Perfiles longitudinales de DBO₅ para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba127

Figura 93. Evolución multianual de la DQO en el Río Canalete.....129

Figura 94. Evolución temporal de la DQO por estación en la Cuenca del Río Canalete...130

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

Figura 95. Perfiles longitudinales de DQO para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba 131

Figura 96. Perfiles longitudinales de DQO para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba 131

Figura 97. Evolución multianual de pH en el Río Canalete. 133

Figura 98. Evolución temporal de pH por estación en la Cuenca del Río Canalete 133

Figura 99. Perfiles longitudinales de pH para monitoreos realizados durante el año 2016 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba 134

Figura 100. Perfiles longitudinales de pH para monitoreos realizados durante el año 2017 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba 134

Figura 101. Perfiles longitudinales de pH para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba 135

Figura 102. Perfiles longitudinales de pH para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba 135

Figura 103. Evolución multianual de SST en el Río Canalete. 137

Figura 104. Evolución temporal de SST por estación en la Cuenca del Río Canalete 138

Figura 105. Perfiles longitudinales de SST para monitoreos realizados durante el año 2016 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba 139

Figura 106. Perfiles longitudinales de SST para monitoreos realizados durante el año 2017 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba 139

Figura 107. Perfiles longitudinales de SST para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba 140

Figura 108. Perfiles longitudinales de SST para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba 140

Figura 109. Evolución multianual de SDT en el Río Canalete. 142

Figura 110. Evolución temporal de SDT por estación en la Cuenca del Río Canalete 143

Figura 111. Perfiles longitudinales de SDT para monitoreos realizados durante el año 2016 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba 144

Figura 112. Perfiles longitudinales de SDT para monitoreos realizados durante el año 2017 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba 144

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

Figura 113. Perfiles longitudinales de SDT para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba 145

Figura 114. Perfiles longitudinales de SDT para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba 145

Figura 115. Perfil de calidad de coliformes fecales en el Río Canalete. 147

Figura 116. Perfil de calidad de coliformes totales en el Río Canalete. 149

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

DEFINICIONES

Aguas servidas. Residuos líquidos provenientes del uso doméstico, comercial e industrial.

Bioensayo acuático. Procedimiento por el cual las respuestas de organismos acuáticos se usan para detectar o medir la presencia o efectos de una o más sustancias, elementos, compuestos, desechos o factores ambientales solos o en combinación.

Capacidad de asimilación y dilución. Capacidad de un cuerpo de agua para aceptar y degradar sustancias, elementos o formas de energía, a través de procesos naturales, físicos químicos o biológicos sin que se afecten los criterios de calidad e impidan los usos asignados.

Carga contaminante. Es el producto de la concentración másica promedio de una sustancia por el caudal volumétrico promedio del líquido que la contiene determinado en el mismo sitio; en un vertimiento se expresa en kilogramos por día (kg/d).

Cauce natural. Faja de terreno que ocupan las aguas de una corriente al alcanzar sus niveles máximos por efecto de las crecientes ordinarias.

Caudal promedio (Q). Corresponde al volumen de vertimientos por unidad de tiempo durante el período de muestreo. Para los efectos del presente decreto, el caudal promedio se expresará en litros por segundo (l/s).

Concentración de una sustancia, elemento o compuesto en un líquido. La relación existente entre su masa y el volumen del líquido que lo contiene.

Criterios calidad. Conjunto parámetros y sus valores utilizados para la asignación de usos al recurso y como de decisión para Ordenamiento del Recurso Hídrico.

Cuerpo de agua. Sistema de origen natural o artificial localizado, sobre la superficie terrestre, conformado por elementos físicos-bióticos y masas o volúmenes de agua, contenidas o en movimiento.

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	--	---

96 50 CL es la concentración de una sustancia, elemento o compuesto, que solo o en combinación, produce la muerte al cincuenta por ciento (50%) de los organismos sometidos a bioensayos en un período de noventa y seis (96) horas.

Límites permisibles de vertimiento. Es el contenido permitido de una sustancia, elemento o parámetro contaminante, en forma individual, mezclado o en combinación, o sus productos de metabolismo establecidos en los permisos de vertimiento y/o en los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV.

Lodo. Suspensión de un sólido en un líquido proveniente de tratamiento de aguas, residuos líquidos u otros similares.

Muestra puntual. Es la muestra individual representativa en un determinado momento.

Muestra compuesta. Es la mezcla de varias muestras puntuales de una misma fuente, tomadas a intervalos programados y por periodos determinados, las cuales pueden tener volúmenes iguales o ser proporcionales al caudal durante el periodo de muestras.

Muestra integrada. La muestra integrada es aquella que se forma por la mezcla de muestras puntuales tomadas de diferentes puntos simultáneamente, o lo más cerca posible. Un ejemplo de este tipo de muestra ocurre en un río o corriente que varía en composición de acuerdo con el ancho y la profundidad.

Norma de vertimiento. Conjunto de parámetros y valores que debe cumplir el vertimiento en el momento de la descarga.

Objetivo de calidad. Conjunto de parámetros que se utilizan para definir la idoneidad del recurso hídrico para un determinado uso.

Parámetro. Variable que, en una familia de elementos, sirve para identificar cada uno de ellos mediante su valor numérico.

Proyectos de inversión en descontaminación y monitoreo de la calidad del recurso hídrico. Son todas aquellas inversiones para el mejoramiento, monitoreo y evaluación de la calidad del recurso hídrico, incluyendo la elaboración y ejecución de los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico, inversiones en interceptores, emisarios finales y sistemas de tratamiento de aguas residuales

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

domésticas. Hasta un 10% del recaudo de la tasa retributiva podrá utilizarse para la cofinanciación de estudios y diseños asociados a estas obras.

Punto de control del vertimiento. Lugar técnicamente definido y acondicionado para la toma de muestras de las aguas residuales de los usuarios de la autoridad ambiental o de los suscriptores y/o usuarios del prestador del servicio público domiciliario de alcantarillado, localizado entre el sistema de tratamiento y el punto de descarga.

Punto de descarga. Sitio o lugar donde se realiza un vertimiento al cuerpo de agua, al alcantarillado o al suelo.

Recurso hídrico. Aguas superficiales, subterráneas, meteóricas y marinas.

Reúso del agua. Utilización de los efluentes líquidos previo cumplimiento del criterio de calidad.

Soluciones individuales de saneamiento. Sistemas de recolección y tratamiento de aguas residuales implementados en el sitio de origen.

Tarifa de la tasa retributiva. Es el valor que se cobra por unidad de carga contaminante vertida al recurso hídrico.

Toxicidad. La propiedad que tiene una sustancia, elemento o compuesto, de causar daños en la salud humana o la muerte de un organismo vivo.

Toxicidad aguda. La propiedad de una sustancia, elemento, compuesto, desecho, o factor ambiental, de causar efecto letal u otro efecto nocivo en cuatro (4) días o menos a los organismos utilizados para el bioensayo acuático.

Toxicidad crónica. La propiedad de una sustancia, elemento, compuesto, desecho o factor ambiental, de causar cambios en el apetito, crecimiento, metabolismo, reproducción, movilidad o la muerte o producir mutaciones después de cuatro (4) días a los organismos utilizados por el bioensayo acuático.

Usuario. Es toda persona natural o jurídica, de derecho público o privado, que realiza vertimientos puntuales en forma directa o indirecta al recurso hídrico.

Vertimiento. Descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido.

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

Vertimiento puntual. El que se realiza a partir de un medio de conducción, del cual se puede precisar el punto exacto de descarga al cuerpo de agua, al alcantarillado o al suelo.

Vertimiento no puntual. Aquel en el cual no se puede precisar el punto exacto de descarga al cuerpo de agua o al suelo, tal es el caso de vertimientos provenientes de escorrentía, aplicación de agroquímicos u otros similares.

Zona de mezcla. Área técnicamente determinada a partir del sitio de vertimiento, indispensable para que se produzca mezcla homogénea de este con el cuerpo receptor; en la zona de mezcla se permite sobrepasar los criterios de calidad de agua para el uso asignado, siempre y cuando se cumplan las normas de vertimiento.

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

INTRODUCCIÓN

Los Objetivos de Calidad del Agua -OCA- son un instrumento de gestión con que cuentan las autoridades ambientales para reducir la carga contaminante que aportan las aguas residuales a las cuencas hidrográficas. El fijar los OCA para una cuenca hidrográfica permite minimizar el problema de contaminación en los cuerpos de agua. Puesto que obliga a planificar la infraestructura y obras requeridas para su consecución en los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimiento PSMV.

Lo anterior, le da un carácter a las metodologías de fijación de OCA que va más allá de lo técnico. Siendo más que un método de análisis de las características físico-químicas y biológicas de los cuerpos o masas de agua. Obligando a incluir consideraciones ecológicas, jurídicas, económicas y de participación comunitaria.

Considerando lo dicho, se plantea la siguiente *Propuesta Metodológica* para la fijación de los Objetivos de Calidad del Agua para las tres (3) cuencas hidrográficas más importantes del Departamento de Córdoba a saber: Río Sinú, Río San Jorge y Río Canalete.

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer los índices y objetivos de calidad del agua para las cuencas de primer orden de la jurisdicción de la CAR- CVS.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conformar la base de datos que contenga la información de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de cada cuenca y subcuenca, obtenidos de la red de monitoreo de calidad del agua y otras fuentes.
- Evaluar cumplimiento de los anteriores Objetivos de Calidad del Agua para las principales cuencas del Departamento de Córdoba.
- Elaborar el perfil de calidad del agua para cada una de las principales cuencas del Departamento de Córdoba.
- Definir una propuesta preliminar de Objetivos de Calidad del Agua para diferentes tramos de las principales cuencas del Departamento de Córdoba.

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

MARCO LEGAL NACIONAL

- Decreto 1076 de 2015. Libro 2. Parte 2. Título 3. Capítulo 3. Ordenamiento del recurso hídrico y vertimientos.
- Decreto 050 de 2018. Modifica el Decreto 1076 de 2015 sobre el Ordenamiento del recurso hídrico.
- Resolución 959 de 2018. Adopta la “Guía Nacional de Modelación del Recurso Hídrico para aguas superficiales continentales”.
- Resolución 566 de 2018. Adopta la “Guía para la Ordenación del Recurso Hídrico Continental Superficial”.
- Resolución 1433 de 2004. Metodología elaboración Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV.
- Decreto 1594 de 1984. Establece los criterios de calidad para destinación del recurso hídrico.
- Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento del Agua.

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

ANTECEDENTES

Los objetivos de calidad del agua se definen como el conjunto de parámetros (criterios de calidad) y niveles de contaminantes (estándares) que deben conseguirse en un programa destinado al manejo de la calidad del agua. Debe quedar claro entonces para los alcances de este documento que el criterio de calidad define la contaminación en función de un parámetro y el estándar la dimensiona en función de un índice o límite establecido por la norma generalmente, o través de un criterio técnico especializado (MAVDT, 2006).

La definición de objetivos de calidad a alcanzar en el corto, en el mediano y en el largo plazo es uno de los componentes de mayor importancia de los Planes de Ordenamiento de Recurso Hídrico -PORH- de una cuenca. Al ser un fin en sí mismo del plan, y ser insumo indispensable para: determinación de prohibiciones y condicionamientos en el uso del agua; y la definición o ajuste de metas quinquenales de reducción de cargas contaminantes.

En ese orden de ideas, la metodología para definir los objetivos de calidad en una cuenca está inmersa en la metodología para elaboración de los PORH. Que está reglamentada en Colombia por la Guía para el Ordenamiento del Recurso Hídrico Continental Superficial -Guía PORH- (MinAmbiente, 2018).

La Guía PORH establece que para proceder a ajustar o definir objetivos de calidad se debe tener en cuenta:

- Línea base de calidad existente.
- Los usos actuales y potenciales del recurso por tramos o sectores.
- Cargas contaminantes actuales y proyectadas.
- Condiciones de tratamiento y saneamiento previstas en el corto, mediano y largo plazo.

Los dos últimos puntos considerador por la Guía PORH se basan en modelación de la calidad del agua y simulación de escenarios. Aspectos que están por fuera del alcance del presente documento, y que están basados en la *Guía Nacional de Modelación del Recurso Hídrico para Aguas Superficiales Continentales* (MinAmbiente, 2018). La autoridad ambiental del Departamento de Córdoba CAR-CVS no cuenta con información actualizada basada en las especificaciones técnicas de la citada guía. Razón por la cual no se puede incluir ese análisis en la presente propuesta de ajuste a los objetivos de calidad del agua de las principales cuencas de departamento.

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

Línea base de calidad del agua existente

Perfil de calidad actual de cada cuerpo de agua.

Los perfiles de calidad de agua se elaborarán con la información histórica existente y con la recopilada en las campañas de monitoreo. Su representación gráfica debe incluir:

- a) La evolución temporal de cada parámetro por estación.
- b) La evolución multianual de la calidad a lo largo del cuerpo de agua. Dicha evolución deberá estar representada por medio de bandas de máximos y mínimos, reportando además los valores promedio.
- c) La comparación entre los perfiles longitudinales obtenidos con los resultados para cada campaña de monitoreo en la fase de diagnóstico.

Dichos perfiles se deben construir según los resultados del plan de monitoreo para aquellos parámetros más relevantes para las condiciones de calidad y para todos los principales requeridos en la modelación de la calidad del agua.

Las representaciones deberán incluir los valores reportados de concentración y su comparación con los objetivos de calidad vigentes y con los criterios de calidad del agua más restrictivos según los usos de agua actuales.

Estimación de índices de calidad físico-química

A partir de los resultados de los análisis de las campañas de monitoreo, se deben calcular los índices de calidad que requiera la Autoridad Ambiental competente y estimar el Índice de Calidad – ICA, siguiendo la metodología propuesta para las Evaluaciones Regionales del Agua - ERA (IDEAM, 2013).

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

METODOLOGIA

La metodología de trabajo se basó en la Guía PORH, especialmente los numerales 3.2.3.4 y 3.2.3.5. Partiendo de la información histórica de la Red de Monitoreo de la Calidad del Agua Para cada cuenca se procedió de la siguiente manera:

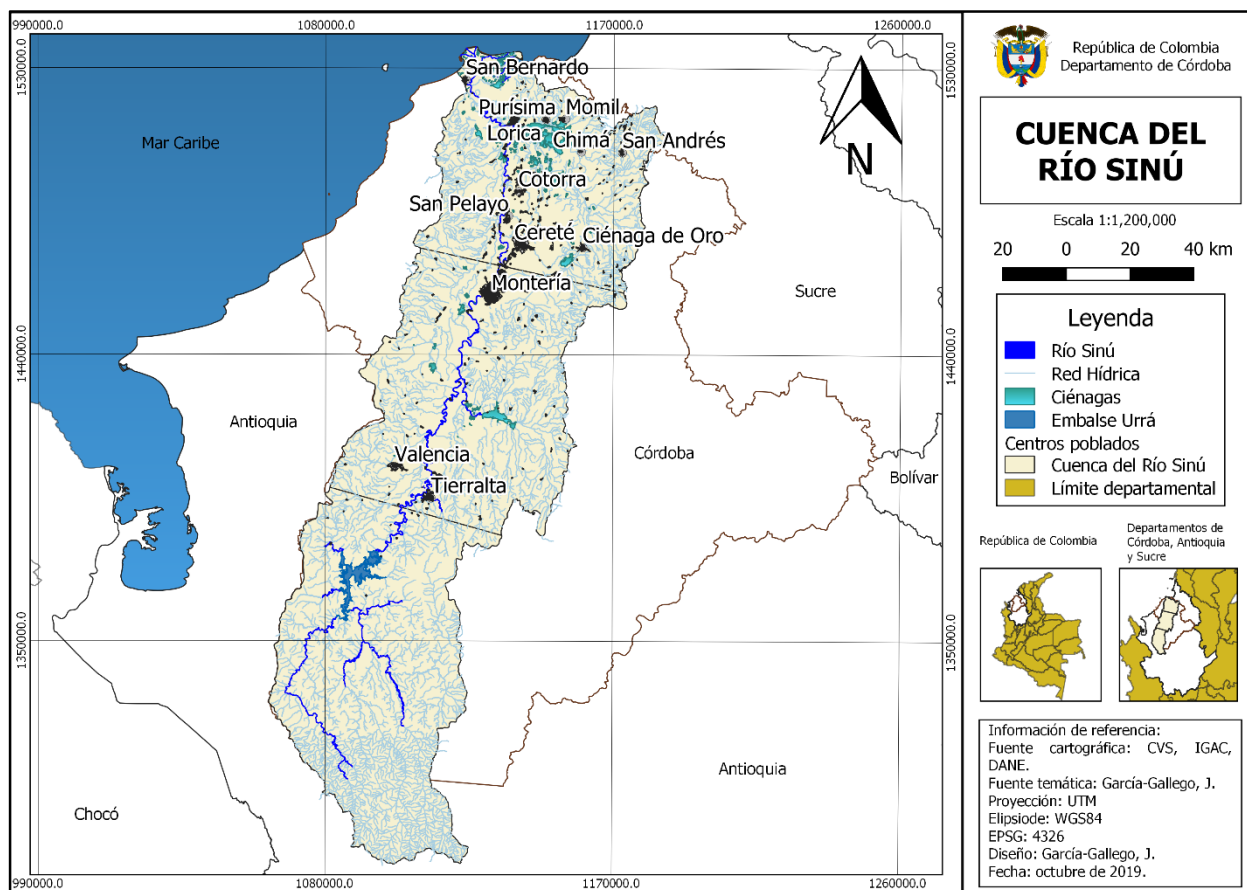
- i. Cálculo y representación del Índice de Calidad del Agua ICA adoptado por el IDEAM. Solo se calculó el ICA para los años 2018 y 2019, que son los únicos cuyos monitoreos median todas las variables de este índice. A partir de los resultados ICA para cada monitoreo, se determinó el valor promedio para cada estación ubicada en los distintos ríos. Luego dicho valor se representó gráficamente de dos formas: 1) un perfil longitudinal que muestra la evolución del ICA a lo largo de cada cauce principal; 2) aprovechando la convención de colores se representó cartográficamente la evolución de la calidad del agua en las tres cuencas.
- ii. Para cada parámetro considerado dentro de los OCA del Departamento de Córdoba se obtuvo el perfil de calidad en cada cuenca. Los métodos usados fueron los siguientes:
 - La evolución temporal de cada parámetro por estación.
 - La evolución multianual de la calidad a lo largo del cuerpo de agua. Dicha evolución deberá estar representada por medio de bandas de máximos y mínimos, reportando además los valores promedio.
 - La comparación entre los perfiles longitudinales obtenidos con los resultados para cada campaña de monitoreo en la fase de diagnóstico.

CUENCA RÍO SINÚ

1.3 GENERALIDADES DE LA CUENCA

La cuenca hidrográfica del río Sinú, geográficamente limita al Norte con el Océano Atlántico, al Oriente con la serranía de San Jerónimo, al occidente con la Serranía de Abibe y al sur con el Nudo de Paramillo. Políticamente limita al oriente con los municipios de Palmito, Sincelejo y Sampués en el departamento de Sucre y los municipios de San Andrés de Sotavento, Chinú, Sahagún, Planeta Rica y Montelíbano en el departamento de Córdoba. Al Sur limita con los municipios de Dabeiba y Peque en el departamento de Antioquia y al Occidente con los municipios de los Córdobaes y Canalete y con los municipios de San Pedro de Urabá, Apartadó, Carepa, Chigorodó, Mutatá y Dabeiba en Antioquia (**Figura 1**).

Figura 1. Cuenca del río Sinú.



Fuente: Elaboración equipo técnico FUNSOSTENIBLE, 2019.

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	--	---

La cuenca ocupa un área de 1'395.244 Hectáreas que representa el 55.7% del territorio del Departamento de Córdoba, el cual tiene un área de 2'506.822 hectáreas y en ella se localiza cerca del 76.2 % de la población total del Departamento. La pendiente promedio del cauce es de 0.85 % y es una corriente de orden 7 a escala 1:100000 según el sistema de clasificación de Horton. El perímetro de la cuenca del río Sinú es de 857.077 kilómetros que se extienden por las divisorias de aguas que la limitan.

El río Sinú nace en el área de páramo del Nudo de Paramillo en el municipio de Ituango, Departamento de Antioquia en la cota 3700 m.s.n.m, desde donde desciende hasta su desembocadura directamente en la zona del delta de Tinajones a través de tres bocas denominadas Mireya, Medio y Corea localizadas en el municipio de San Bernardo del Viento (Córdoba).

La longitud total del cauce desde su nacimiento hasta su desembocadura es de 437.97 kilómetros y atraviesa territorios de los municipios de Ituango, Tierralta, Valencia, Montería, Cereté, San Pelayo, Cotorra, Loricá y San Bernardo del Viento. Se ha sectorizado la cuenca del Río Sinú teniendo en cuenta la ubicación y características físicas y bióticas de la cuenca en tres subregiones: Alto, medio y bajo Sinú.

El Alto Sinú está conformado por los municipios de Tierralta y Valencia; el Medio Sinú por Montería, San Carlos, Cereté, San Pelayo y Ciénaga de Oro y el Bajo Sinú a su vez lo conforman el Bajo Sinú Sabanero, Bajo Sinú Costanero y Bajo Sinú Cienaguero. El Bajo Sinú Cienaguero está conformado por los municipios de Cotorra, Chimá, Momil, Purísima y Loricá; el Bajo Sinú Sabanero por Chinú, San Andrés de Sotavento y Sahagún y el Bajo Sinú costanero lo conforma San Bernardo y San Antero (CVS, 2004).

La parte alta del río, anterior a la central hidroeléctrica de Urrá, se caracteriza por un régimen montañoso y de mayor pendiente, cobijado por el área protegida: Parque Nacional Natural Paramillo el cual permite una cuenca más virgen, aguas más claras y con menor contaminación a las encontradas aguas abajo por las actividades económicas de ganadería, agricultura y desechos urbanos.

En las secciones media y baja del río se presenta una mayor densidad de centros poblados a borde de la banca del cauce activo, con implicaciones sobre la gestión territorial del hidrosistema, como la contaminación directa por los centros poblados y la misma vulnerabilidad a la dinámica natural del río (Acosta, 2013; UNAL, 2016).

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	--	---

1.4 LÍNEA BASE DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO SINÚ

Tomando como insumo los registros de mediciones de distintos parámetros físico-químicos y biológicos, se levanta la actual **Línea Base de Calidad del Agua para la Cuenca del Río Sinú**.

La información sobre calidad del agua del Río Sinú proviene de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua para el Departamento de Córdoba implementada por CVS desde el año 2016. Para el Río Sinú la Red estableció siete (7) puntos de monitoreo de calidad del agua superficial sobre el cauce del río. Los puntos de monitoreo definidos son:

Tabla 1. Puntos de monitoreo Río Sinú.

CUENCA SINÚ	Punto de Monitoreo	Coordenadas Geográficas	
		Latitud	Longitud
	Angostura de Urrá	N 08°00'57,3''	WO 76°12'35,2''
	Pasacaballos	N 08°03'36,5''	WO 76°09'59,5''
	El Toro	N 08°06'48,6''	WO 76°07'33,7''
	Tierralta	N 08°10'54,4''	WO 76°03'41,8''
	Las Palomas	N 08°26'35,2''	WO 75°59'39,6''
	Montería	N 08°46'06,7''	WO 75°52'12,0''
	Nueva Colombia	N 09°06'41,1''	WO 75°50'01,7''

Fuente: CVS-FUNSOSTENIBLE, 2018.

A partir de 2018 la Red de Monitoreo de Calidad del Agua cambió sus puntos de monitoreo para el Río Sinú. Incluyendo nuevos puntos en la parte media y baja de la cuenca, y excluyendo algunos puntos redundantes de la parte alta. La nueva Red de Monitoreo de Calidad del Agua para el Río Sinú es la siguiente:

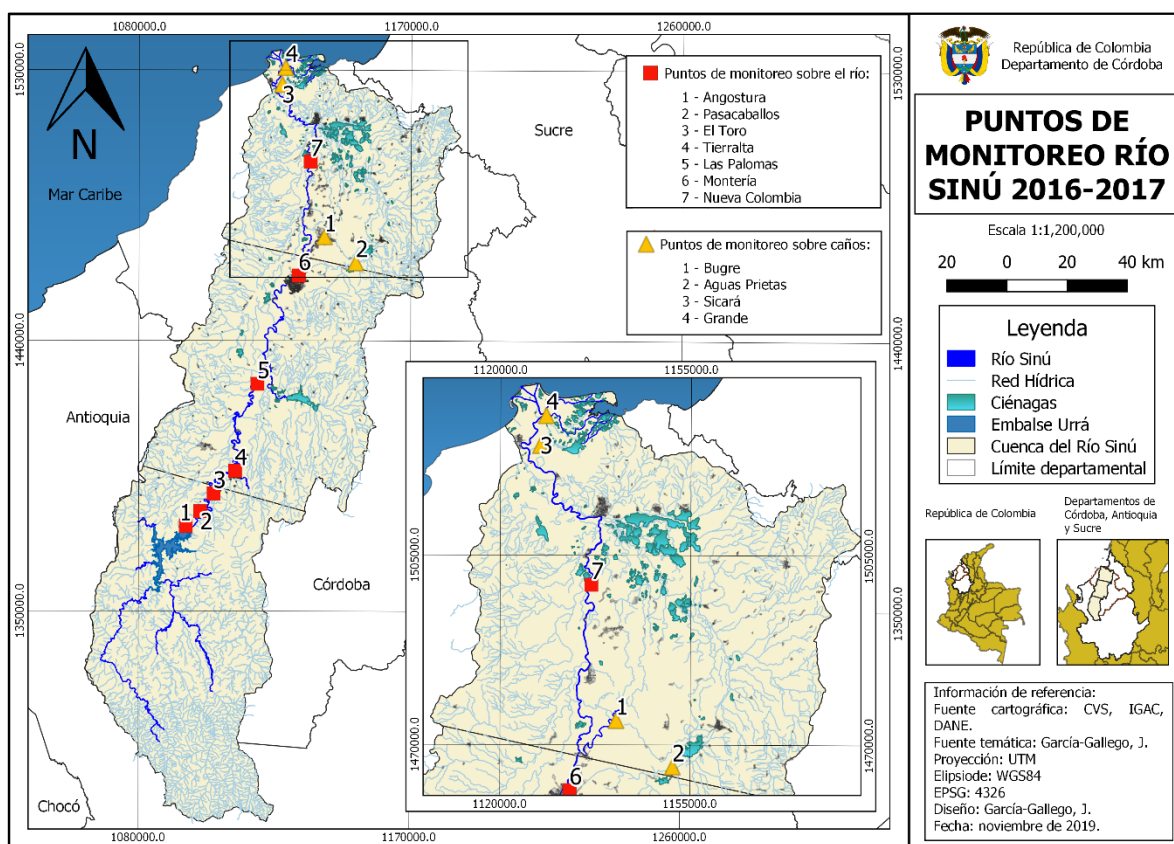
Tabla 2. Puntos de monitoreo Río Sinú actualizados a 2018.

CUENCA SINÚ	Punto de Monitoreo	Coordenadas Geográficas	
		Latitud	Longitud
	Pasacaballos	N 08°00'57,3''	WO 76°12'35,2''
	Tierralta	N 08°03'36,5''	WO 76°09'59,5''
	Montería	N 08°06'48,6''	WO 76°07'33,7''
	Cereté	N 08°10'54,4''	WO 76°03'41,8''
	San Pelayo	N 08°26'35,2''	WO 75°59'39,6''
	Lorica	N 08°46'06,7''	WO 75°52'12,0''

Fuente: CVS-FUNSOSTENIBLE, 2018.

La reestructuración de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua para el Río Sinú responde mejor a las necesidades del presente estudio, pues se enfoca en puntos de control relacionados con la presencia de los grandes asentamientos humanos sobre el cauce del Río. Como se verá en las siguientes representaciones cartográficas, la Red de 2016 a 2017 se concentraba en la parte alta de la cuenca, y obviaba los grandes centros poblados ubicados entre Cereté y Loricá.

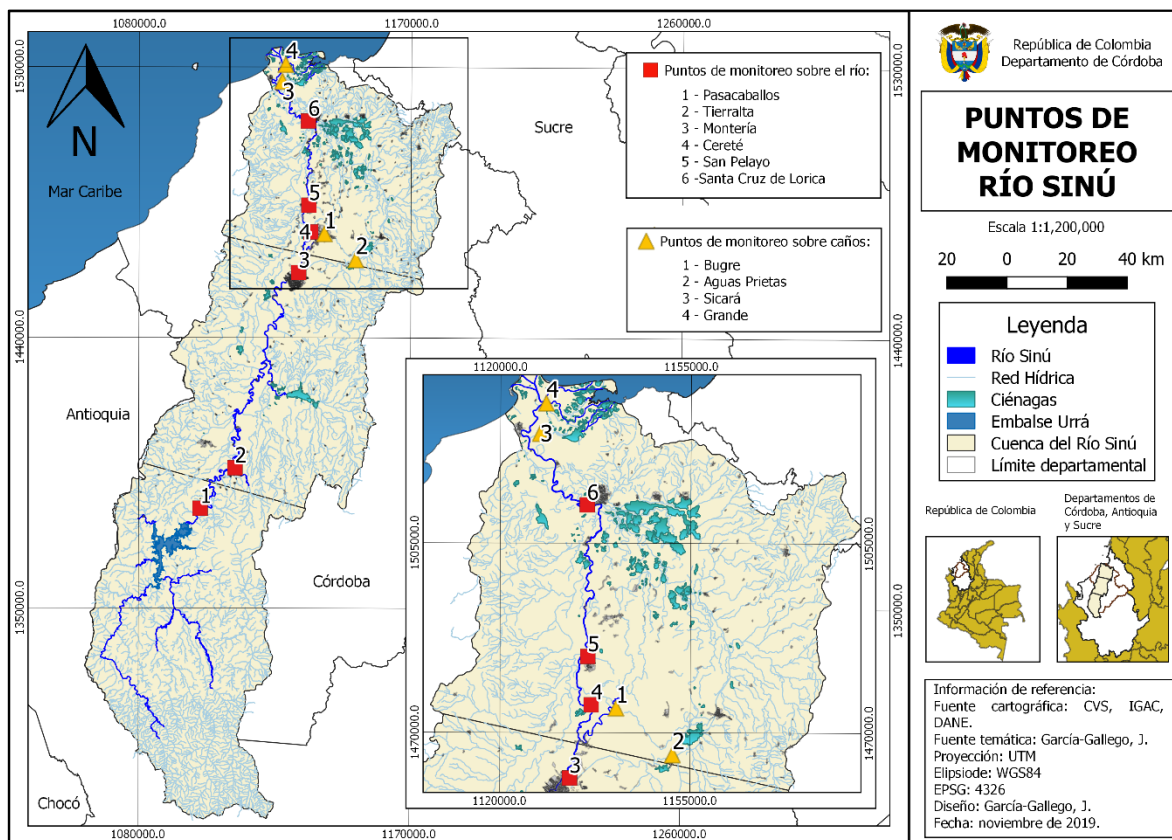
Figura 2. Red de Monitoreo de Calidad del Agua del Río Sinú durante los años 2016 a 2017.



Fuente: Elaboración equipo técnico a partir de CVS-FUNSOSTENIBLE, 2018.

Mientras que con el rediseño de la Red de Monitoreo de Calidad del agua desde 2018 se distribuye mejor los puntos de monitoreo. Aunque se podrían agregar una o dos estaciones más para el monitoreo en el tramo entre Tierralta – Montería y otra cerca a la desembocadura.

Figura 3. Red de Monitoreo de la Calidad del Agua de la Cuenca del Río Sinú de 2018 a la actualidad.



Fuente: Elaboración equipo técnico a partir de CVS-FUNSOSTENIBLE, 2018.

En ambos mapas se observa que además de las estaciones de monitoreo ubicadas en el cauce principal del Río Sinú, también se ubican cuatro (4) estaciones en caños que tributan al Río en la parte media y baja de la cuenca. La ubicación geográfica de cada una de estas estaciones se detalla a continuación:

Tabla 3. Estaciones de monitoreo de aguas superficiales y sedimentos para los caños afluentes al río Sinú para el año 2018.

Estaciones de Monitoreo Caños Río Sinú	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	LATITUD	LONGITUD
Caño Bugre	N 08°53'05,8"	O 75°47'33,2"
Caño Aguas Prietas	N 08°48'25,4"	O 75°41'54,1"
Caño Sicará	N 09°20'37,6"	O 75°55'07,6"
Caño Grande	N 09°23'38,6"	O 75°54'31,2"

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	--	---

Fuente: CVS-FUNSOSTENIBLE, 2018.

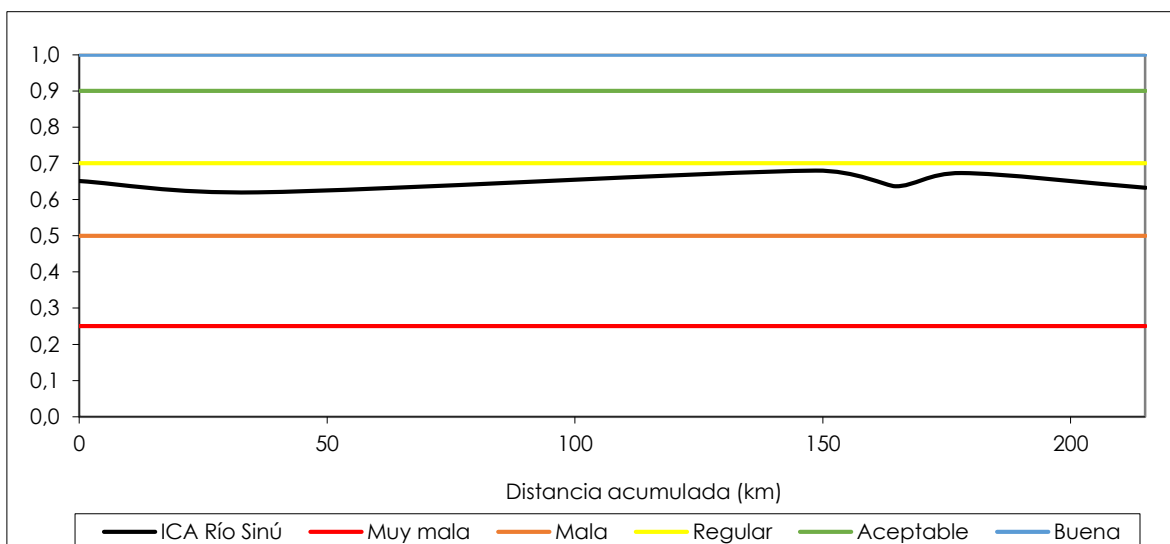
La parámetros fisicoquímicos y biológicos que se han registrado desde 2016 a la fecha por la Red de Monitoreo de Calidad del Agua del Departamento de Córdoba son:

Oxígeno disuelto	Nitratos	Plomo
Conductividad eléctrica	Nitrógeno Total	Zinc
pH	Grasas y aceites	Cromo
Color real	Sólidos totales	Mercurio
DQO	SDT	Sulfuros
DBO ₅	SST	Cromo hexavalente
Fosfatos	Cadmio	Coliformes totales
Fósforo Total	Cobre	Coliformes fecales

1.4.1 Índices de calidad físico-química del agua

El promedio histórico del ICA de IDEAM para el Río Sinú durante los monitoreos realizados en los años 2018 y 2019 revelan que la calidad del agua en la cuenca se ubica en el rango de Regular llegando casi a ser Aceptable. Brindando un panorama positivo respecto a la calidad de las aguas del Río. Siendo las variables que limitan su calidad en primer lugar los problemas de oxigenación que presenta la cuenca, con porcentajes de saturación inferiores al 60%. Seguido por limitación en los nutrientes al haber disparidad en la Relación NT/PT, respondiendo el desequilibrio **casi siempre a insuficiencia de en la concentración de fósforo** en el agua. En menor medida la DQO y conductividad también impactan negativamente la calidad del agua del Sinú, pero su comportamiento es fluctuante.

Figura 4. Promedio histórico ICA IDEAM para cada Estación de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua del Río Sinú.

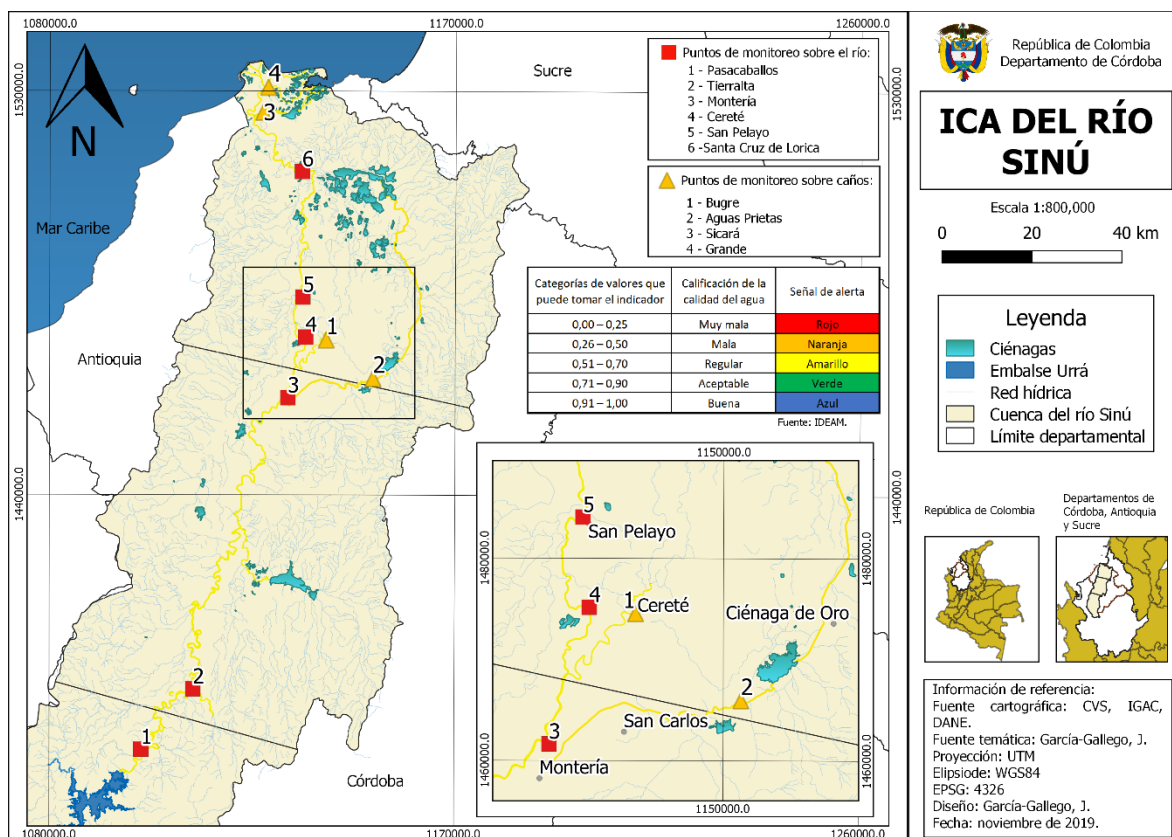


Fuente: Elaboración equipo técnico.

Se observa que los puntos de menor calidad en la cuenca son Tierralta, Cereté y Loricá. Estando precedidas, todas estas estaciones, por diversos centros poblados cuyos vertimientos afectan la calidad del Río. Sin embargo, su perfil longitudinal demuestra que el Río Sinú goza de buena capacidad para recuperar su estado de calidad varios kilómetros después de pasar por los centros más poblados.

Los índices de calidad del agua incluyen la clasificación por colores según rangos de valores para facilitar la representación cartográfica de la calidad del agua por tramos. A continuación, se muestra el mapa de calidad del agua para el Río Sinú de acuerdo al promedio del ICA IDEAM.

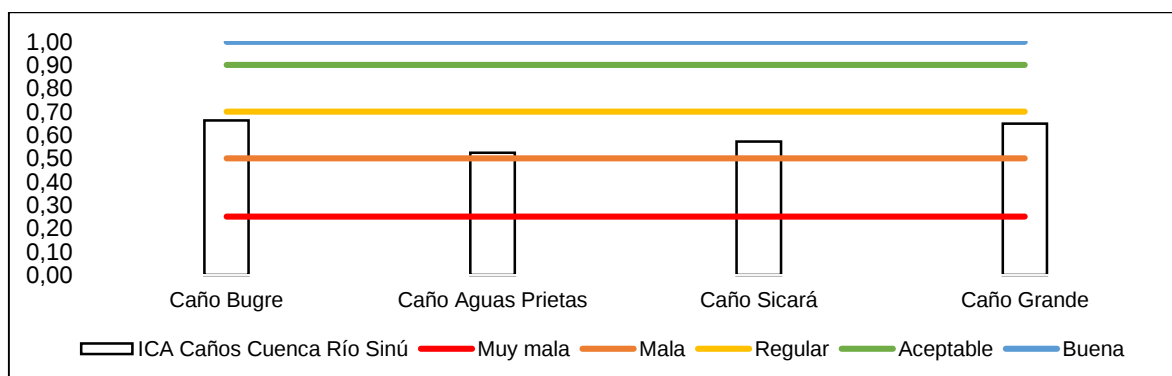
Figura 5. Representación cartográfica del ICA IDEAM para la Cuenca del Río Sinú



Fuente: Elaboración equipo técnico

En cuanto a los caños afluentes al Río Sinú su condición de calidad varia de uno a otro, respondiendo a particularidades de cada una de las subcuencas.

Figura 6. Promedio histórico ICA IDEAM para cada Estación de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua de los caños afluentes al Río Sinú.



	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	--	---

Fuente: Elaboración equipo técnico

La calidad en los caños afluentes al Río Sinú viene determinada por deficiencias en la oxigenación, aún más acentuada que sobre el cauce principal. Para estas subcuencas la conductividad eléctrica y los sólidos suspendidos son los que marcan la fluctuación en la calidad (pues los niveles de oxígeno son siempre deficientes). El Caño Aguas Prietas es el que registra la peor calidad, ya que en su recogido recibe el aporte de aguas residuales de diversas poblaciones en los municipios de Montería, San Carlos y Ciénaga de Oro; además de ser el receptor de la contaminación difusa de la urbe más grande del Departamento de Córdoba, al ser la cuenca sobre la cual tributan importantes canales de drenaje de aguas lluvias de la ciudad de Montería.

1.5 OXIGENO DISUELTO

Los registros históricos de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua del Río Sinú muestran que la deficiencia de oxígeno disuelto es una problemática común a toda la cuenca. Los niveles de saturación de oxígeno casi nunca supera el valor de 70%, estando más cerca del nivel de saturación medio (50%) que de acercarse a un valor óptimo (>70%). La saturación de oxígeno disuelto en el agua viene dada por la concentración de oxígeno (mgO_2/L) y la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) del agua. Al ser la temperatura del agua en la cuenca del Río Sinú una variable con variación temporal y espacial poco significativa, es la concentración de oxígeno quien viene determinando los niveles de saturación en las aguas.

Siguiendo la lógica anterior, el OCA para el Río Sinú más reciente (vigencia 2012 a 2016) se expresaba en mgO_2/L .

1.5.1 OCA Anterior

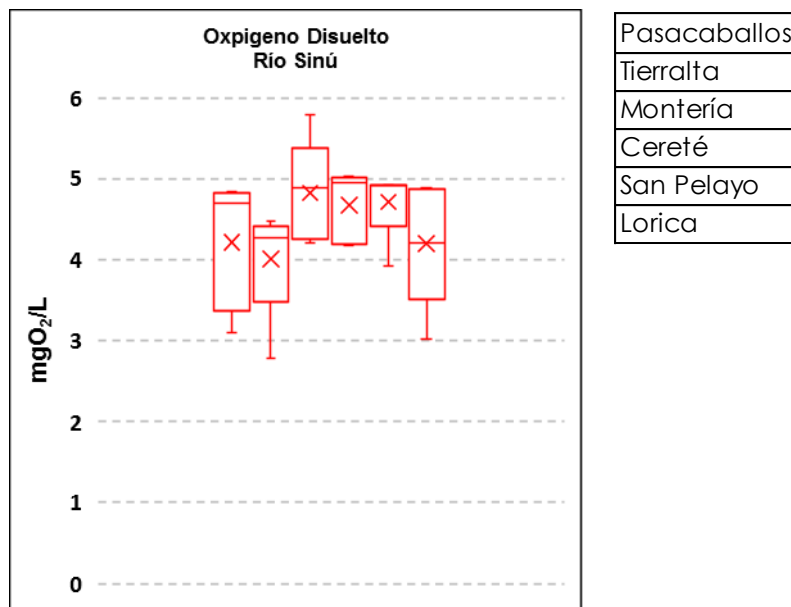
La Resolución 1-6905 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para el **oxígeno disuelto** en el Río Sinú para el periodo 2012-2016:

$$\text{Oxígeno Disuelto} > 6 \text{ mgO}_2/\text{L}$$

1.5.2 Perfil de calidad del oxígeno disuelto en las aguas del Río Sinú.

La evolución temporal del oxígeno disuelto para cada estación de monitoreo del Río Sinú se observa en la siguiente gráfica:

Figura 7. Evolución multianual del oxígeno disuelto en el Río Sinú.



Fuente: Elaboración equipo técnico

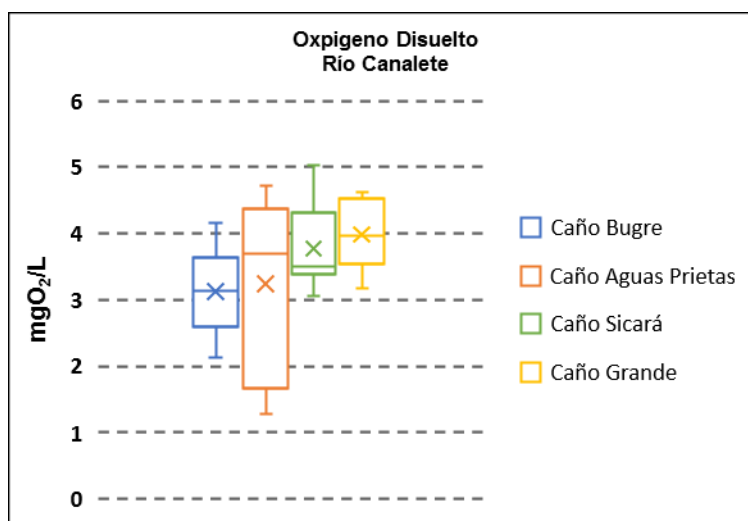
La concentración de oxígeno disuelto en el agua del Río Sinú es siempre inferior a límite de 6,0 mgO₂/L, fijado en la Resolución 1-6905 del 26 de febrero de 2013 de la CAR-CVS. Siendo un objetivo de calidad imposible de cumplir en el estado actual de calidad del agua en la cuenca en todos sus tramos.

Se nota una evolución en la concentración de oxígeno a lo largo de la cuenca, siempre influenciada por la presencia de asentamientos humanos. En la parte alta de la cuenca el oxígeno es siempre inferior a 5 mgO₂/L. Cayendo aún más su valor en la Estación Tierralta, influenciado principalmente por la descarga de aguas residuales. Sin embargo, entre las estaciones 2 y 3 (Tierralta y Montería) el Río logra oxigenarse y repuntar un valor promedio aproximado a 5 mgO₂/L; con valor pico muy cercano a los 6 mgO₂/L. Esta mejora se entiende al no haber grandes asentamientos humanos entre estas dos estaciones.

Lo anterior, se reafirma con la subsiguiente reducción sostenida en la concentración de oxígeno a medida que el agua pasa por los grandes centros urbanos de la parte media de la cuenca hasta llegar a la parte baja a la altura del Municipio de Lórica. Sin ser menor que la Estación N° 2 Tierralta, constituyéndose en el punto que mayor interés y esfuerzos debe concentrar en los próximos años para mejorar la calidad del agua del Río Sinú.

La situación en los caños afluentes no dista mucho de la del Río Sinú. Aunque cada subcuenca debe su calidad a sus particularidades. Sin embargo, el oxígeno disuelto sigue siendo bajo, y siempre inferior a los 5 mgO₂/L.

Figura 8. Evolución multianual del oxígeno disuelto en los caños afluentes al Río Sinú.

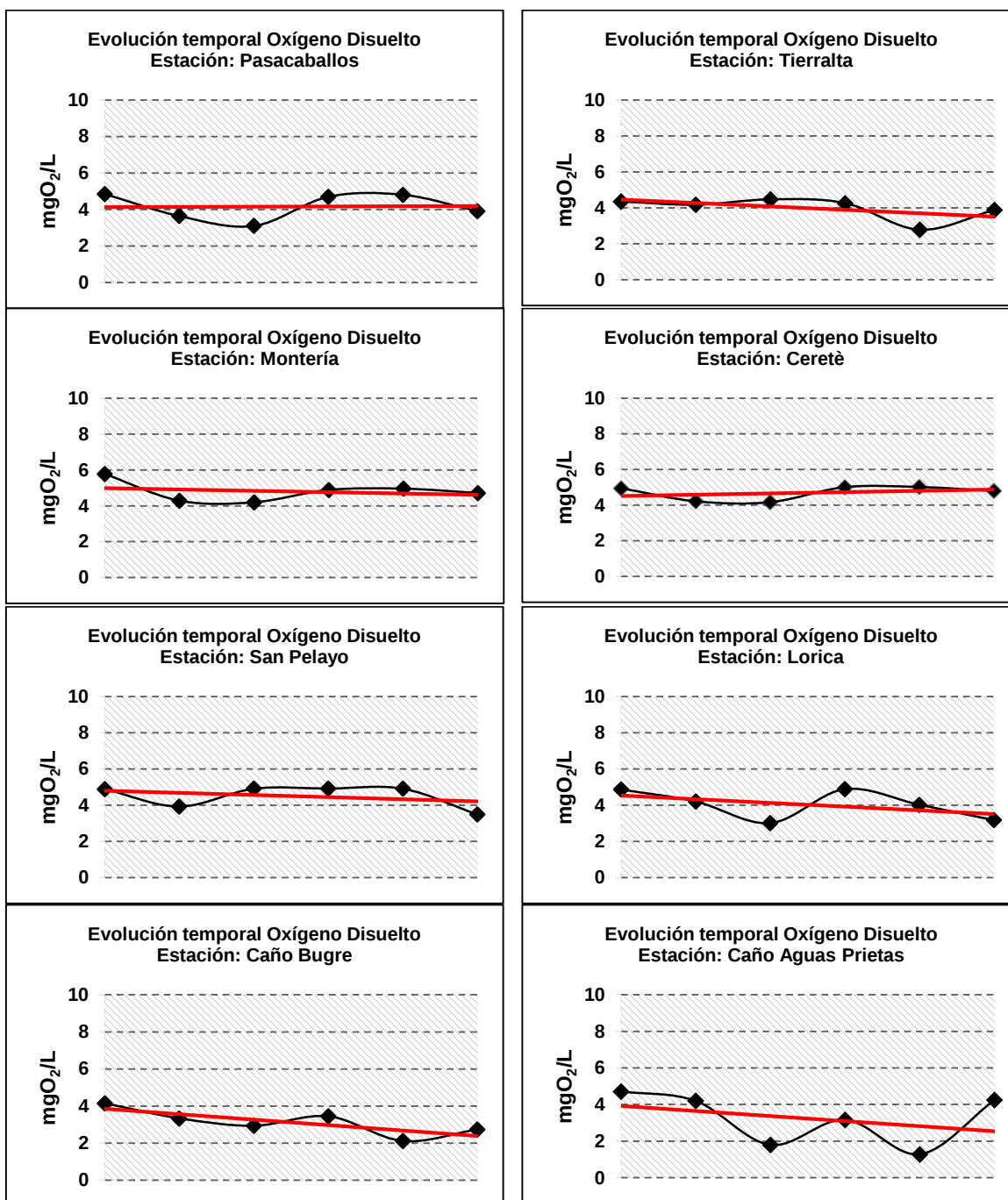


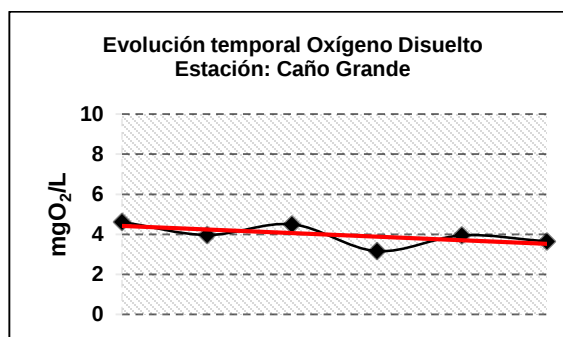
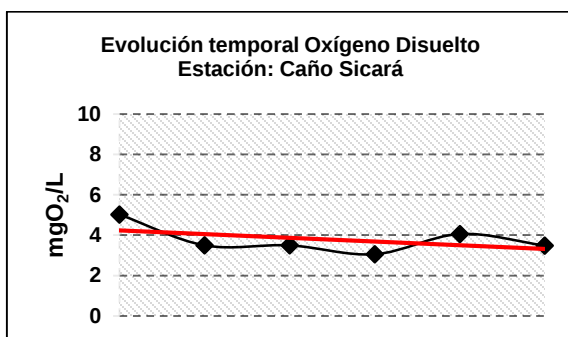
Fuente: Elaboración equipo técnico

La concentración de oxígeno es más alta en los caños del Bajo Sinú, mientras que en la cuenca media el caño Bugre muestra un rango de variación estrecho; influenciado por la poca conectividad que sufre esta corriente desde la puesta en operación del Represa Urrá I. El Caño Aguas Prietas presenta el rango más amplio, y registra también el valor histórico más bajo de todos. Tal como se explicó en el análisis de resultados ICA, Aguas Prietas recibe vertimiento de aguas residuales de centros poblados urbanos y rurales de Montería, San Carlos y Ciénaga de Oro; además de interactuar con varias ciénagas de la parte media de la cuenca.

A continuación, se visualiza la evolución temporal del oxígeno disuelto para las estaciones sobre el Río Sinú y sus caños afluentes. Con el fin de identificar la tendencia.

Figura 9. Evolución temporal del Oxígeno Disuelto por estación de la Cuenca del Río Sinú



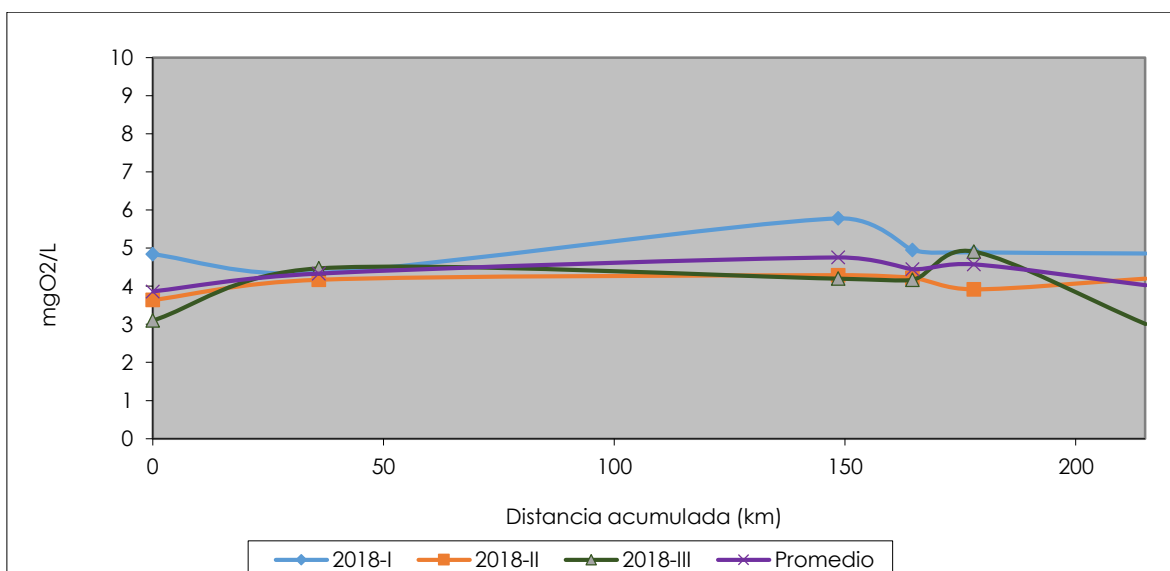


Fuente: Elaboración equipo técnico

La evolución temporal del oxígeno disuelto en cada estación indica que las variaciones en la concentración de este parámetro son sutiles y poco influenciadas por presencia o ausencia de precipitaciones. Las líneas de tendencia muestran para toda la cuenca, en el corto plazo, un mantenimiento de los valores del oxígeno disuelto por debajo de 4,5 mgO₂/L, incluso una leve propensión a seguir disminuyendo.

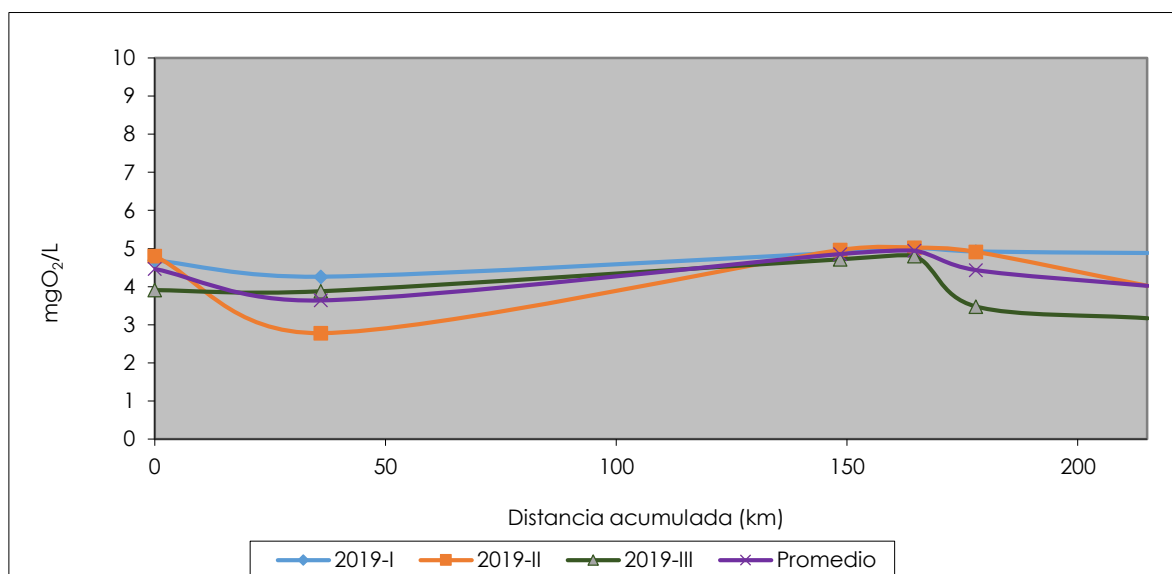
Al momento de proponer OCA's para una cuenca se debe analizar la necesidad de proponer metas por tramos, de acuerdo a las particularidades y comportamientos de las diferentes secciones a lo largo del cauce principal. En el caso de oxígeno disuelto se comparan a continuación los perfiles longitudinales obtenidos con los resultados para cada campaña de monitoreo en cada estación del cauce principal.

Figura 10. Perfiles longitudinales de oxígeno disuelto para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 11. Perfiles longitudinales de oxígeno disuelto para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Las gráficas de los perfiles longitudinales muestran que no hay un tramo del río que muestre un comportamiento atípico que amerite la formulación de un OCA específico, al menos en cuanto al oxígeno disuelto.

1.5.3 Propuesta de OCA de oxígeno disuelto para el Río Sinú

A partir del perfil de calidad del agua se proponen objetivos de calidad de oxígeno disuelto para las aguas del Río Sinú las cuales aplicarán para el cauce principal del Río en toda su extensión y también para las subcuencas de sus caños tributantes.

Estos OCA's deberán servir para guiar la gestión integral del recurso hídrico en la cuenca durante la próxima década siguiendo los siguientes principios:

- Deben incitar a la acción para la descontaminación del agua
- Deben ser realista y alcanzables
- Deben considerar los límites económicos que suponen las medidas de descontaminación del agua

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

- Deben ser progresivos partiendo del estado actual hasta llegar a la situación deseable.

En consecuencia, el OCA para oxígeno disuelto en el Río Sinú durante el periodo 2020 – 2029 se propone:

Tabla 4. Objetivos de Calidad para el Oxígeno Disuelto Río Sinú

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
$\geq 4,5 \text{ mgO}_2/\text{L}$	$\geq 5 \text{ mgO}_2/\text{L}$	$\geq 6 \text{ mgO}_2/\text{L}$

Tabla 5. Objetivos de Calidad para el Oxígeno Disuelto de los Caños Afluentes al Río Sinú

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
$\geq 4 \text{ mgO}_2/\text{L}$	$\geq 4,5 \text{ mgO}_2/\text{L}$	$\geq 5 \text{ mgO}_2/\text{L}$

1.6 DBO₅

1.6.1 OCA Anterior

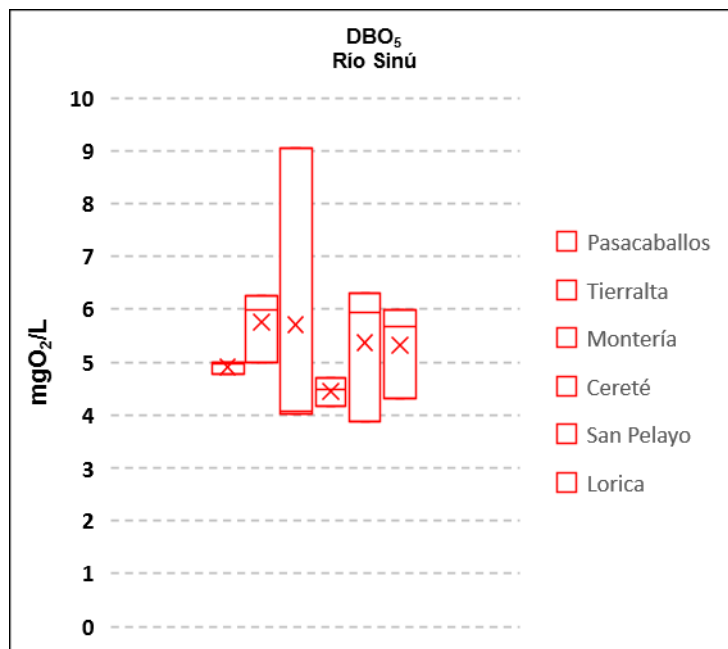
La Resolución 1-6905 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para la **DBO₅** en el Río Sinú para el periodo 2012-2016:

$$DBO_5 < 5 \text{ mgO}_2/\text{L}$$

1.6.2 Perfil de calidad de la DBO₅ en las aguas del Río Sinú.

La evolución temporal de la DBO₅ para cada estación de monitoreo del Río Sinú se observa en la siguiente gráfica:

Figura 12. Evolución multianual de la DBO₅ en el Río Sinú.

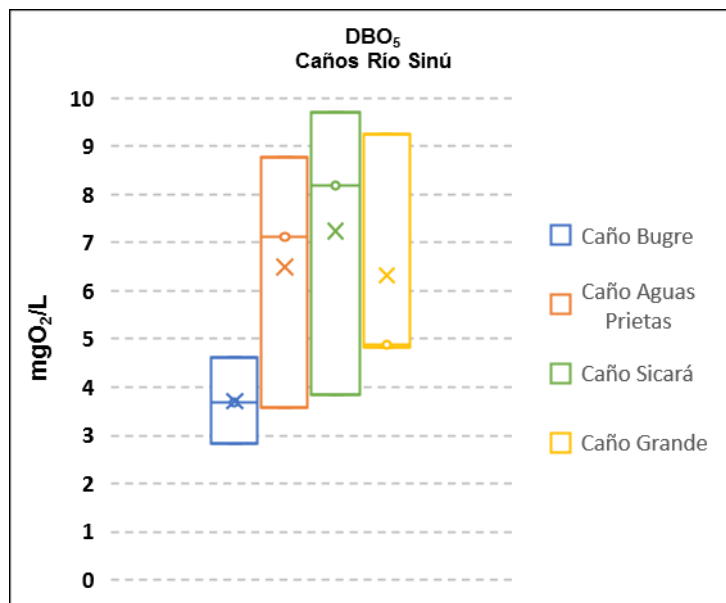


Fuente: Elaboración equipo técnico

La DBO₅ en el Río Sinú se ubica por encima del límite superior de 5 mgO₂/L en aquellas estaciones donde no hay vertimientos provenientes de grandes asentamientos humanos. Indicando que la condición natural del Río es de bajas concentraciones de DBO. Además, de que es capaz de recuperarse de las cargas contaminantes que recibe.

La situación en los caños afluentes al Río no es tan favorable, tal como se observa en la siguiente figura.

Figura 13. Evolución multianual de la DBO₅ en los caños afluentes al Río Sinú.

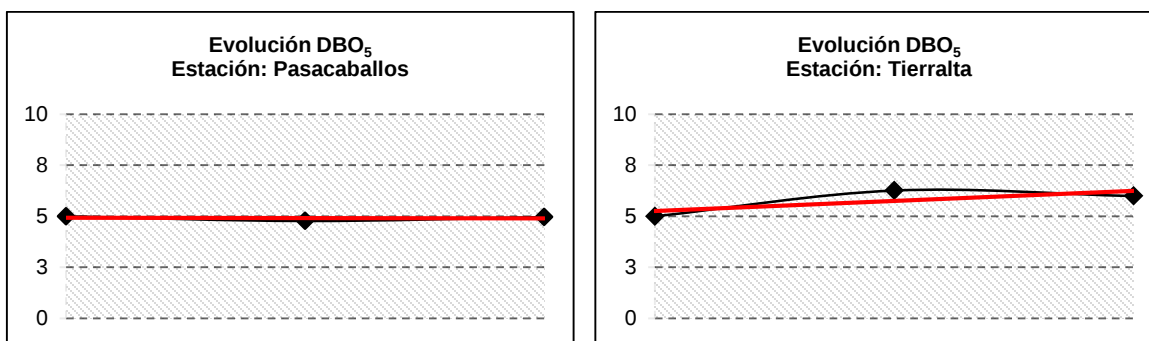


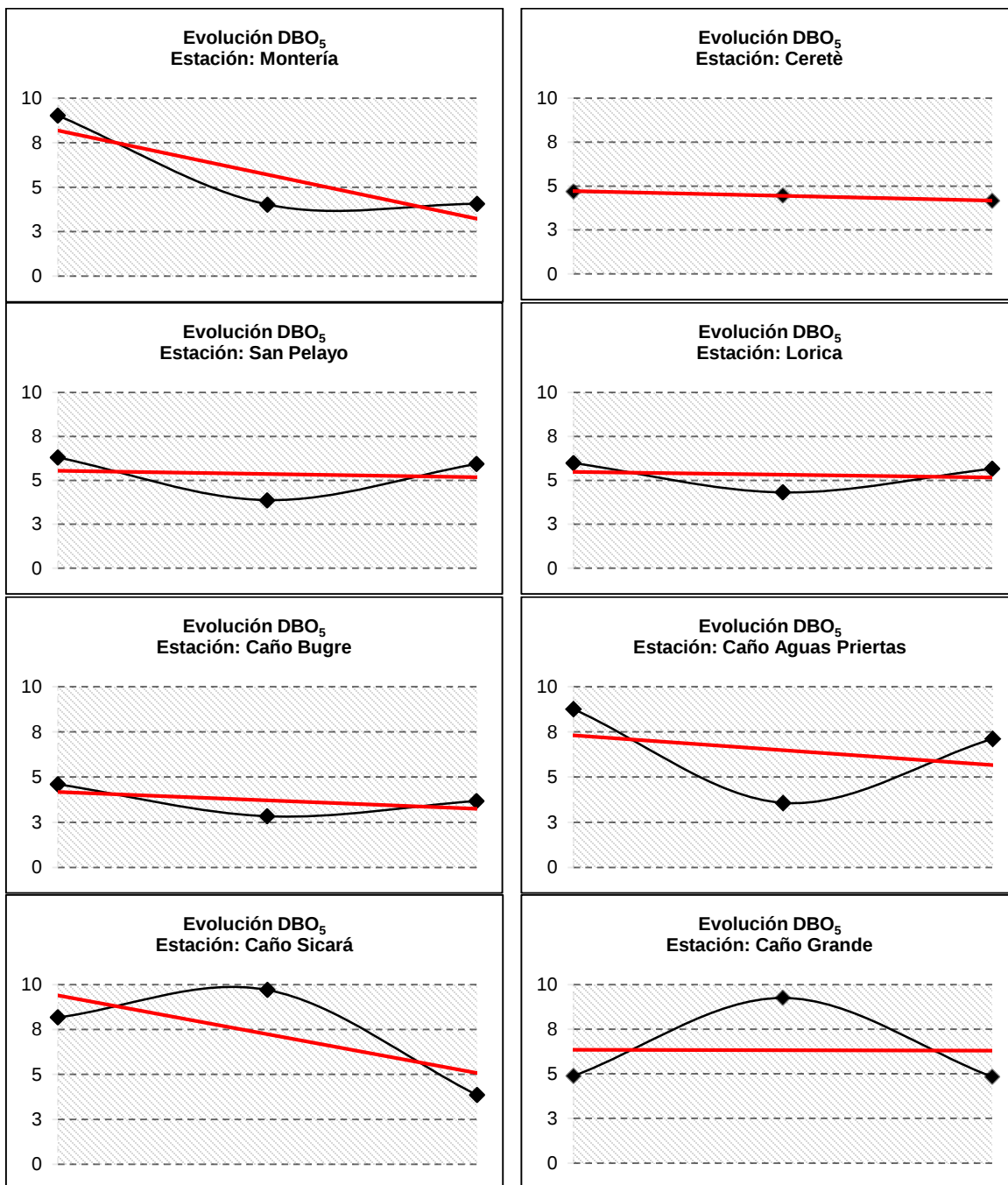
Fuente: Elaboración equipo técnico

El Caño Bugre es el único que exhibe los niveles deseados en concentración de DBO₅. Demostrando que la concentración de este parámetro en la cuenca está determinada por la interacción de los cuerpos de agua con los asentamientos humanos.

Aunque solo se tiene un año de registro reciente de DBO en la cuenca del Río Sinú; se analiza a continuación la evolución temporal de este parámetro en cada estación de monitoreo para vislumbrar las posibles oscilaciones y tendencias en diferentes épocas del año.

Figura 14. Evolución temporal de la DBO₅ por estación en la Cuenca del Río Sinú





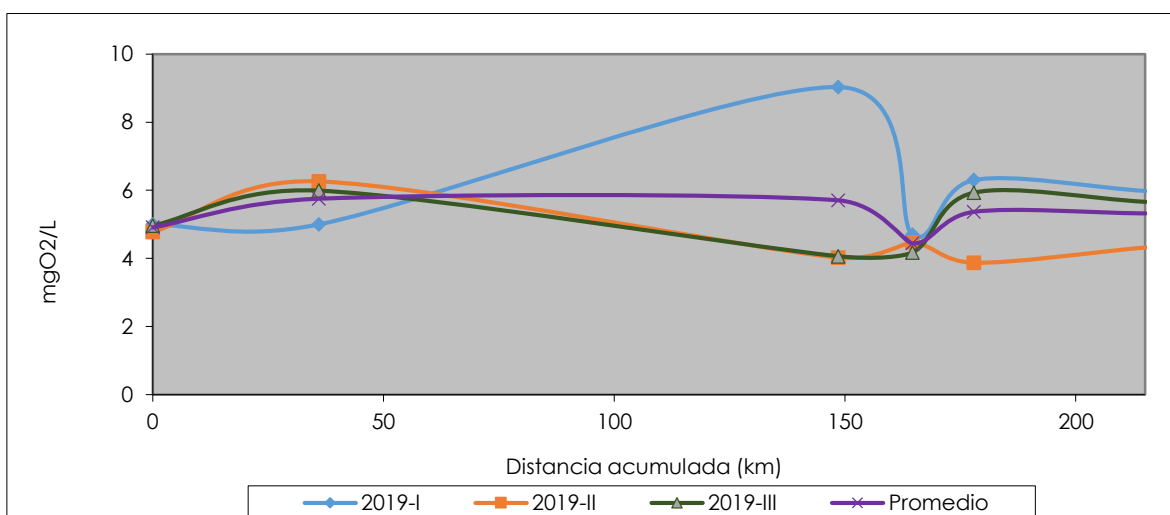
Fuente: Elaboración equipo técnico

Las estaciones Pasacaballos y Cereté que no están tan influenciadas por la presencia de vertimientos urbanos presentan poca variación estacional en la concentración de DBO₅. Mientras que el resto de estaciones muestra una oscilación con valores picos (tanto positivos como negativos) en la segunda

campana de monitoreo de 2019; realizada durante la época de transición de época seca a lluviosa.

Los perfiles longitudinales de DOB₅ en cada campana de monitoreo del año 2019 sobre el Río Sinú no muestran alguna singularidad en tramos y sectores que amerite un tratamiento independiente al resto de la cuenca.

Figura 15. Perfiles longitudinales de DOB₅ para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

La variación de concentración de DOB₅ a lo largo del cauce principal del Río Sinú no muestra una clara tendencia espacial, y varían los valores picos a lo largo del tramo durante cada medición.

1.6.3 Propuesta de OCA de DOB₅ para el Río Sinú

Evaluando los resultados de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua en el Río Sinú a la luz del anterior OCA de DOB₅ las estaciones críticas son Tierralta, San Pelayo (influenciado por el vertimiento aguas arriba del alcantarillado municipal de Cereté) y Lorica (influenciado por confluencia con el Caño Aguas Prietas en el Bajo Sinú).

Tabla 6. Resumen de Cumplimiento de OCA de DOB₅ en el Río Sinú.

Estación de Monitoreo	DOB ₅ < 5 mg/L
Pasacaballos	100%
Tierralta	33%

Estación de Monitoreo	DBO ₅ < 5 mg/L
Montería	67%
Cereté	100%
San Pelayo	33%
Lorica	33%

Fuente: Elaboración equipo técnico

La medida de DBO₅ inferior a 5 mg/L como límite superior de agua no contaminada es típicamente aceptada en la bibliografía científica y la mayoría de normas nacionales e internacionales. Se considera que este OCA se debe mantener para toda la cuenca, y se debe incitar acciones inmediatas de reducción de carga contaminante por parte de los municipios de Tierralta, Cereté, San Pelayo, Lorica y demás municipios del Bajo Sinú.

En consecuencia, el OCA para DBO₅ en el Río Sinú durante el periodo 2020 – 2029 se propone:

Tabla 7. Objetivos de Calidad para DBO₅ Río Sinú

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
< 5 mgO ₂ /L	< 5 mgO ₂ /L	< 5 mgO ₂ /L

Tabla 8. Objetivos de Calidad para el DBO₅ de los Caños Afluentes al Río Sinú

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
< 8 mgO ₂ /L	< 7 mgO ₂ /L	< 5 mgO ₂ /L

1.7 DQO

1.7.1 OCA Anterior

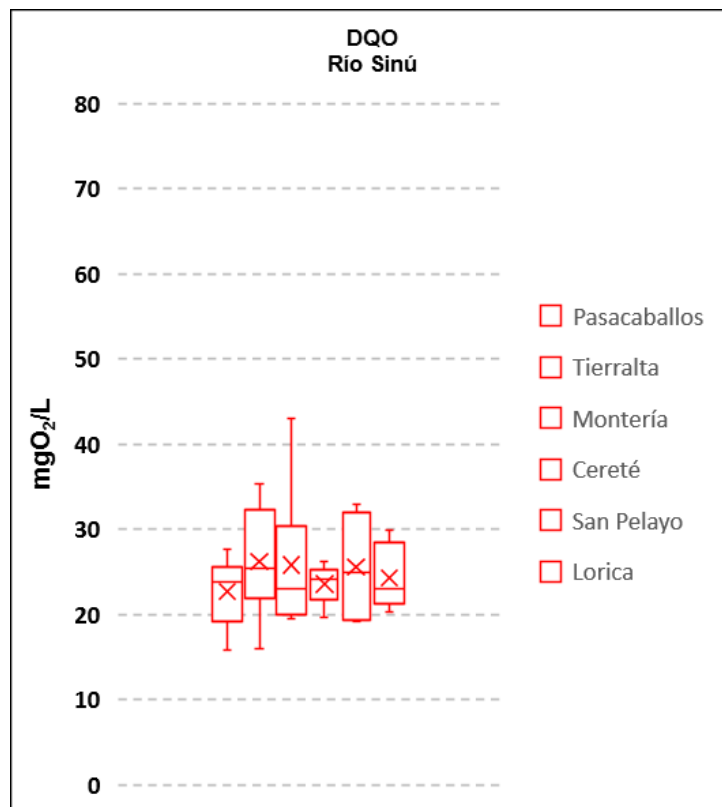
La Resolución 1-6905 del 26 de febrero de 2013 **no incluyó el parámetro DQO entre** los objetivos de calidad del agua para el Río Sinú.

Se considera para esta nueva generación de OCA's del departamento de Córdoba que la DQO debe ser una variable a considerar para fijar metas de calidad al corto, mediano y largo plazo.

1.7.2 Perfil de calidad de la DQO en las aguas del Río Sinú.

La evolución temporal de la DQO para cada estación de monitoreo del Río Sinú se observa en la siguiente gráfica:

Figura 16. Evolución multianual de la DQO en el Río Sinú.



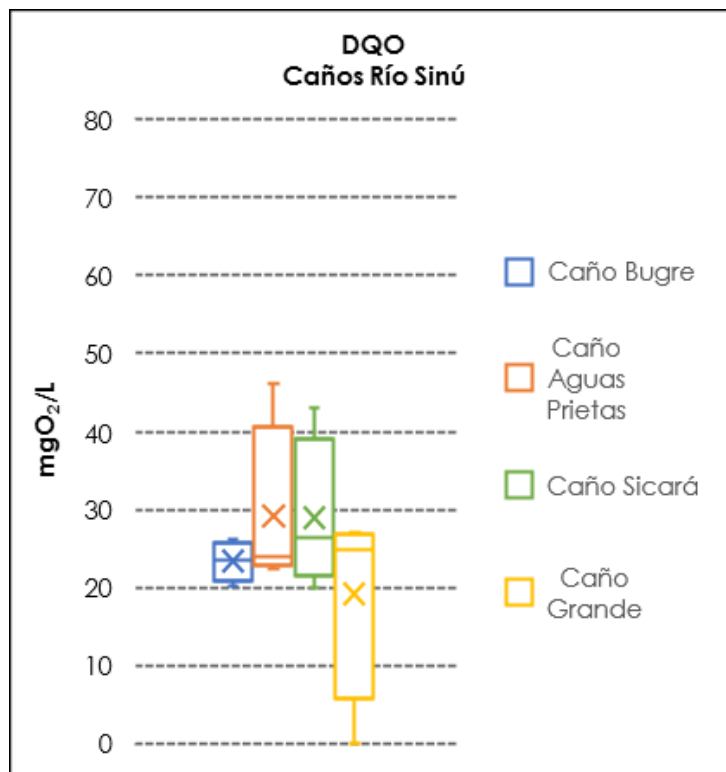
Fuente: Elaboración equipo técnico

La DQO en el Río Sinú se ubica en el rango entre 20 – 30 mgO₂/L. Con valores picos ligeramente por encima de los 30 mgO₂/L, y solo superando la barrera de los 40 mgO₂/L en la Estación Montería. Respondiendo a una calidad que va de regular a aceptable para esta variable.

La DQO del Río Sinú en condiciones naturales no superaría los 30 mgO₂/L, tal como se ve en las estaciones Pasacaballos y Cereté. Mientras que en la Estaciones que se ven influenciadas por vertimientos de las urbes la DQO se incrementa. Registrando los mayores valores en la Estación Montería, seguida de Tierralta y San Pelayo.

La situación de los caños confirma que la concentración de DQO en la cuenca está determina por la interacción del recurso hídrico con las poblaciones humanas; pues los caños Aguas Prietas y Sicará sí superan los 30 mgO₂/L. A diferencia de sus pares Bugre y Caño Grande que no reciben descargar directas de asentamientos humanos.

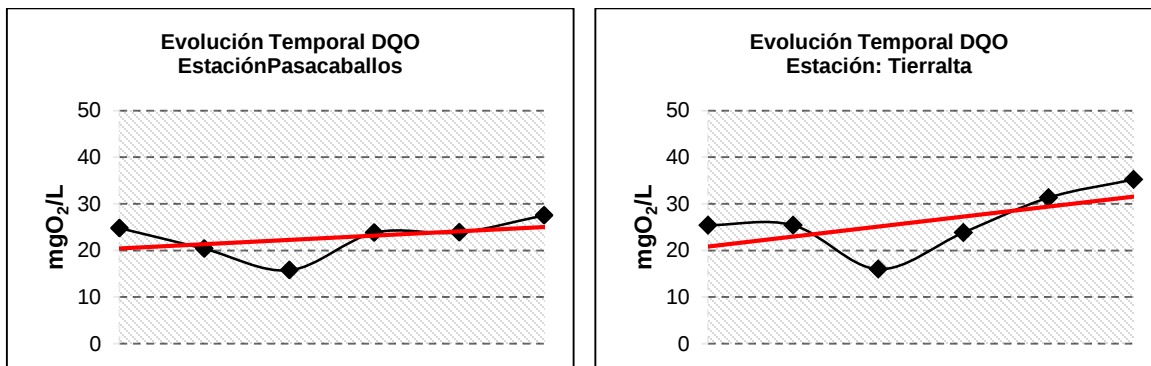
Figura 17. Evolución multianual de la DQO en los caños afluentes al Río Sinú.

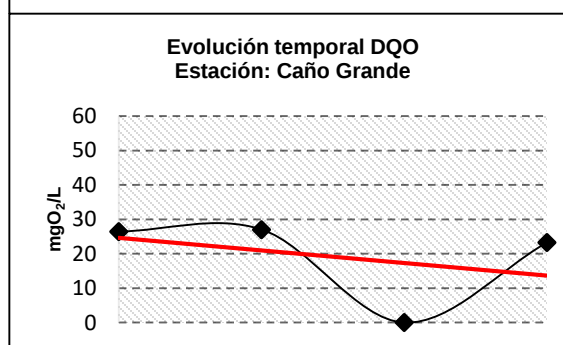
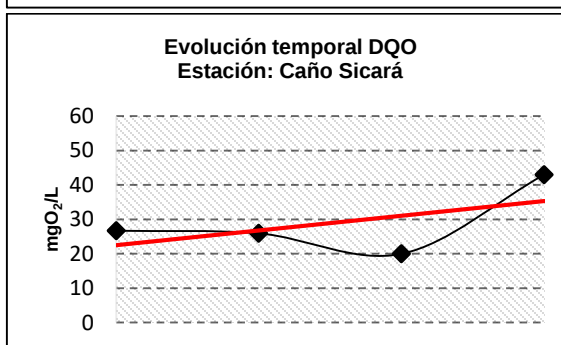
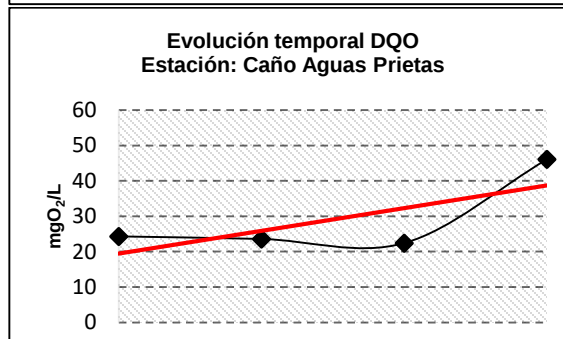
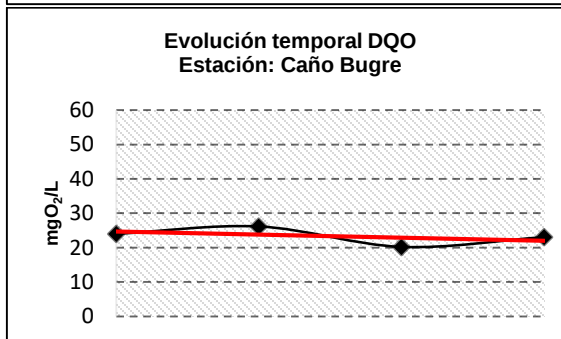
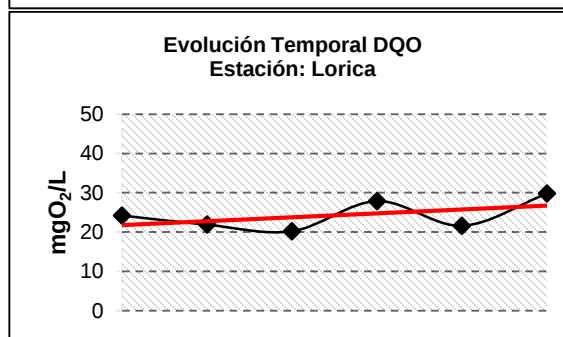
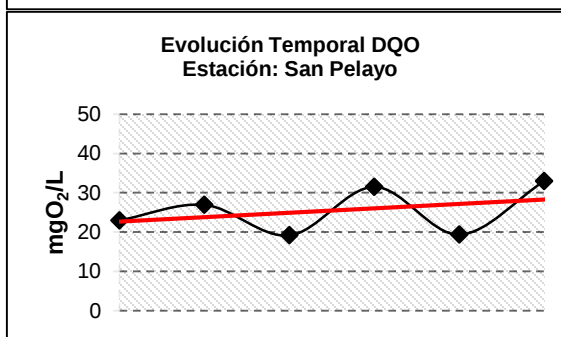
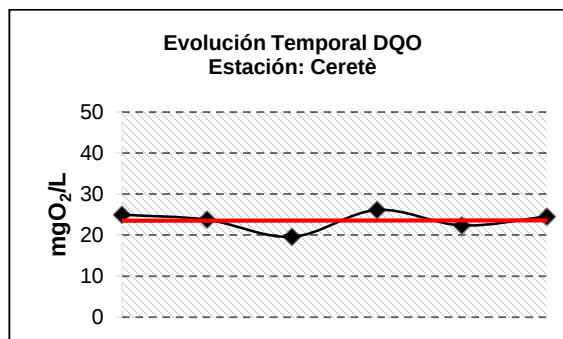
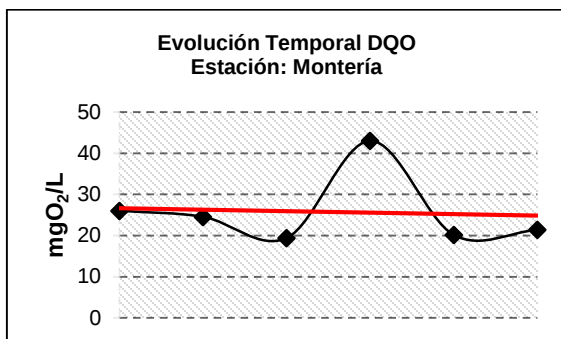


Fuente: Elaboración equipo técnico

Se analiza a continuación la evolución temporal de este parámetro en cada estación de monitoreo para vislumbrar las posibles oscilaciones y tendencias en diferentes épocas del año.

Figura 18. Evolución temporal de la DQO por estación en la Cuenca del Río Sinú





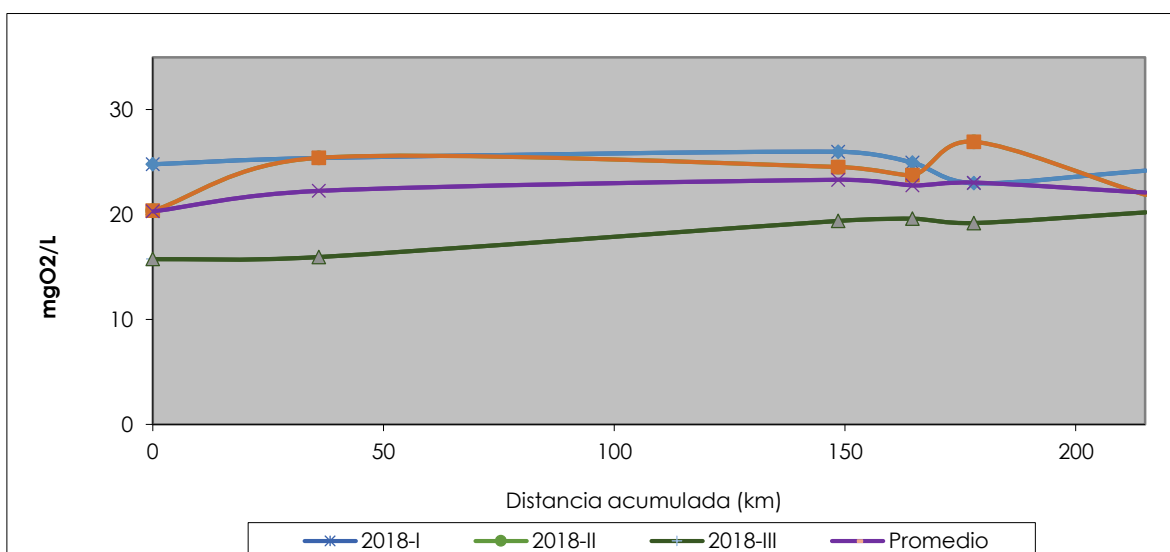
Fuente: Elaboración equipo técnico

En el cauce del Río Sinú la DQO muestra tendencia a incrementar en la parte alta y media-baja de la cuenca, y a estabilizarse en la parte media. Los caños afluentes también demuestran propensión al aumento sostenido de la DQO, solo aquellos que interactúan con asentamientos humanos.

El Caño Bugre sigue funcionando como unidad de control del comportamiento de los caños de la cuenca sin la presencia de vertimientos significativos.

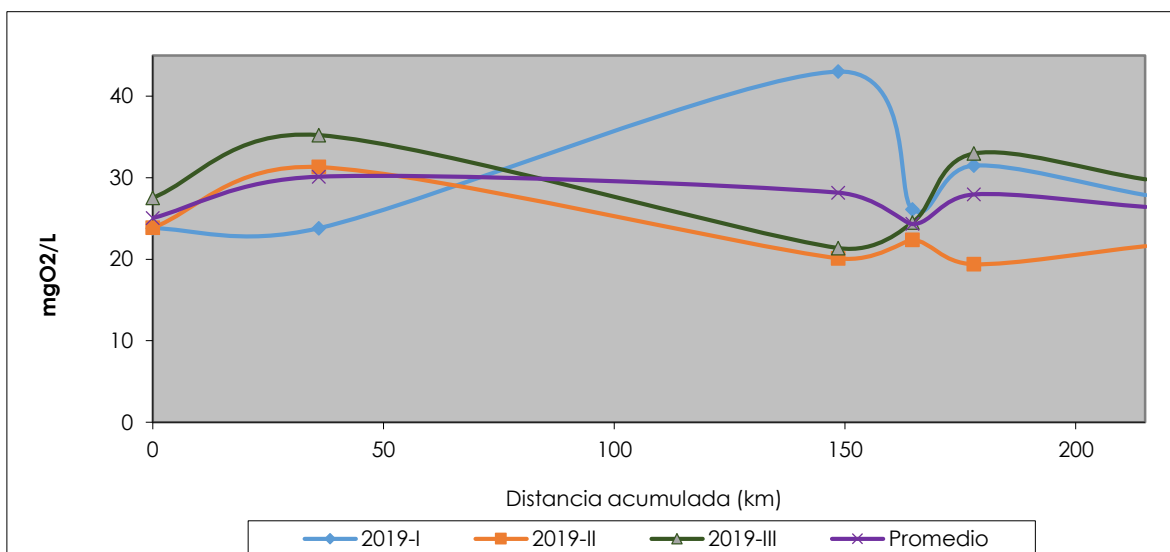
Los perfiles longitudinales de DQO en cada campaña de monitoreo sobre el Río Sinú no muestran alguna singularidad en tramos y sectores que amerite un tratamiento independiente al resto de la cuenca.

Figura 19. Perfiles longitudinales de DQO para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 20. Perfiles longitudinales de DQO para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

La variación de concentración de DQO a lo largo del cauce principal del Río Sinú no muestra una clara tendencia espacial, y varían los valores picos a lo largo del tramo durante cada medición.

1.7.3 Propuesta de OCA de DQO para el Río Sinú

Considerando la tendencia actual al aumento de la DQO en las Estaciones influenciadas por vertimientos urbanos, la Política de Gestión Integral del Recurso Hídrico en la cuenca debe buscar en el corto plazo una estabilización de esta variable química por debajo de los 30 mgO₂/L, y proponer objetivos de calidad al mediano y largo plazo por debajo de los 25 mgO₂/L. No se propone una meta inferior a los 20 mgO₂/L debido a que la falta de modelaciones aumenta la incertidumbre sobre el grado de esfuerzos de gestión en que haya que incurrir para materializar dicho objetivo.

En consecuencia, el OCA para DQO en el Río Sinú durante el periodo 2020 – 2029 se propone:

Tabla 9. Objetivos de Calidad para DQO Río Sinú

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
< 30 mgO ₂ /L	< 25 mgO ₂ /L	< 25 mgO ₂ /L

Tabla 10. Objetivos de Calidad para el DQO de los Caños Afluentes al Río Sinú

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
< 30 mgO ₂ /L	< 25 mgO ₂ /L	< 25 mgO ₂ /L

1.8 PH

1.8.1 OCA Anterior

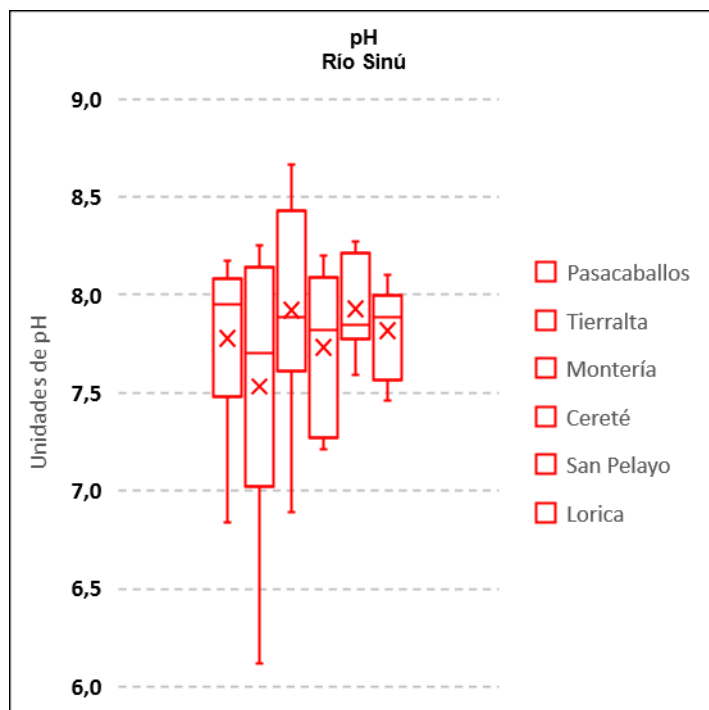
La Resolución 1-6905 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para el pH en el Río Sinú para el periodo 2012-2016:

$$6,5 \leq pH \leq 8$$

1.8.2 Perfil de calidad del pH en las aguas del Río Sinú.

La evolución temporal del pH para cada estación de monitoreo del Río Sinú se observa en la siguiente gráfica:

Figura 21. Evolución multianual de pH en el Río Sinú.

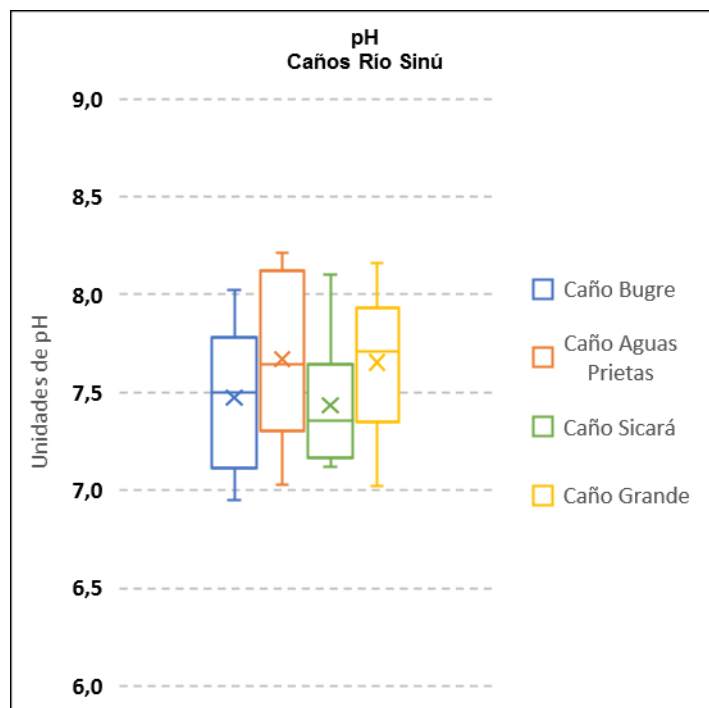


Fuente: Elaboración equipo técnico

Los valores de promedio multianual de pH en las estaciones de monitoreo sobre el Río Sinú se ubican en el rango de 6,5 – 8. Sin embargo, todas las estaciones registran valores máximos por encima del límite de 8,0 e incluso la Estación Montería registra un valor superior a 8,5 y la mayoría de sus mediciones se agrupan por encima de 8. En la Estación Tierralta se da lo contrario al poseer un valor mínimo inferior a 6,5; aunque sus valores se concentran entre 7,0 - 7,8.

Caso similar se da en los caños afluentes al Río, tal como se aprecia en la Figura 22.

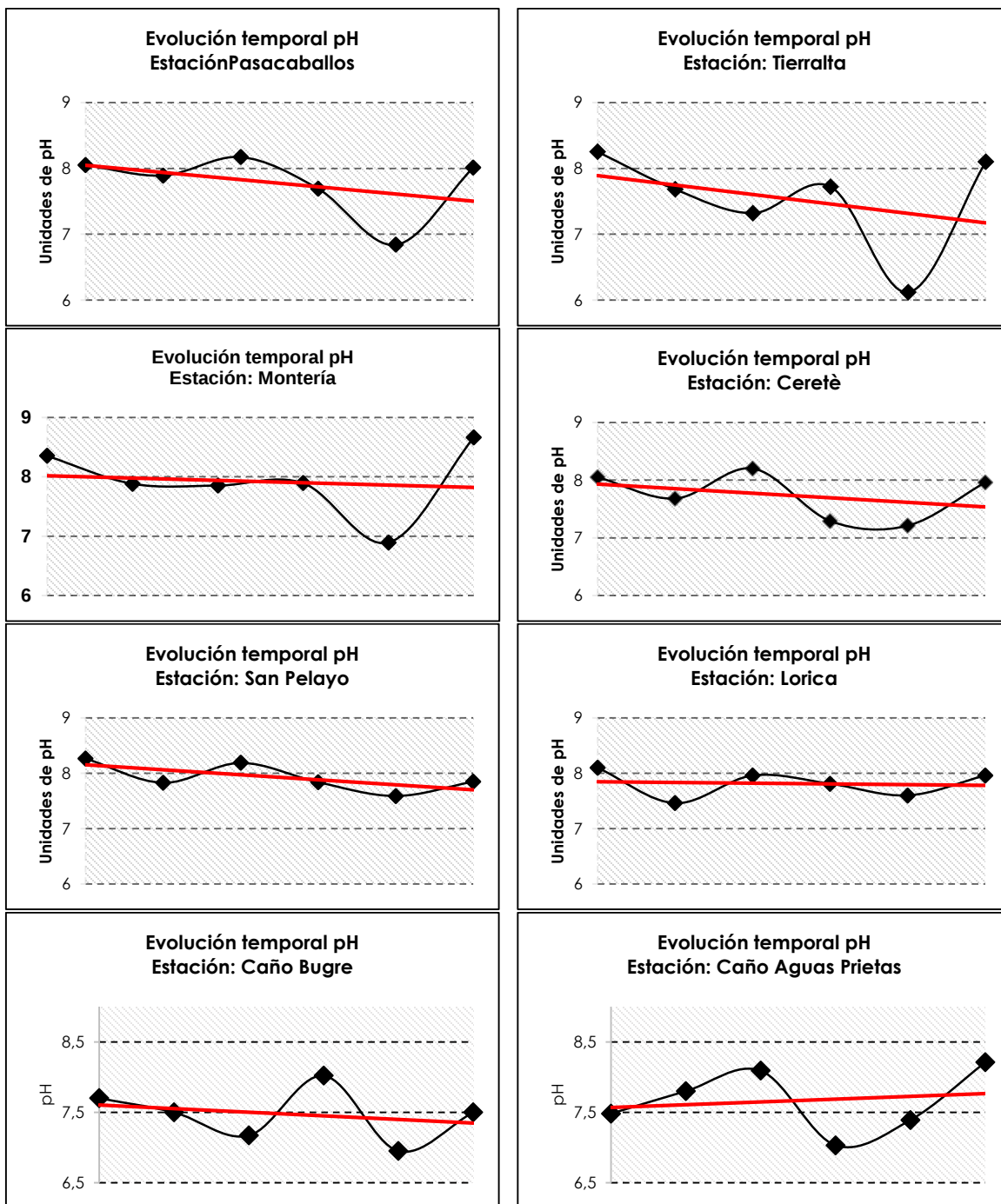
Figura 22. Evolución multianual de pH en los caños afluentes al Río Sinú.

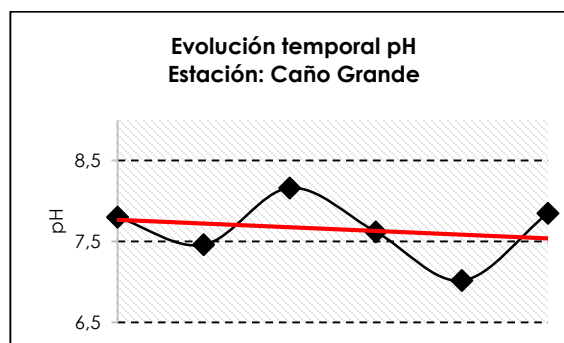
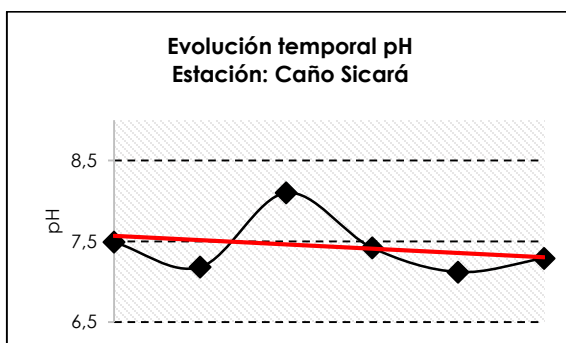


Fuente: Elaboración equipo técnico

A continuación, se analiza a continuación la evolución temporal de este parámetro en cada estación de monitoreo para vislumbrar las posibles oscilaciones y tendencias en diferentes épocas del año.

Figura 23. Evolución temporal de pH por estación en la Cuenca del Río Sinú



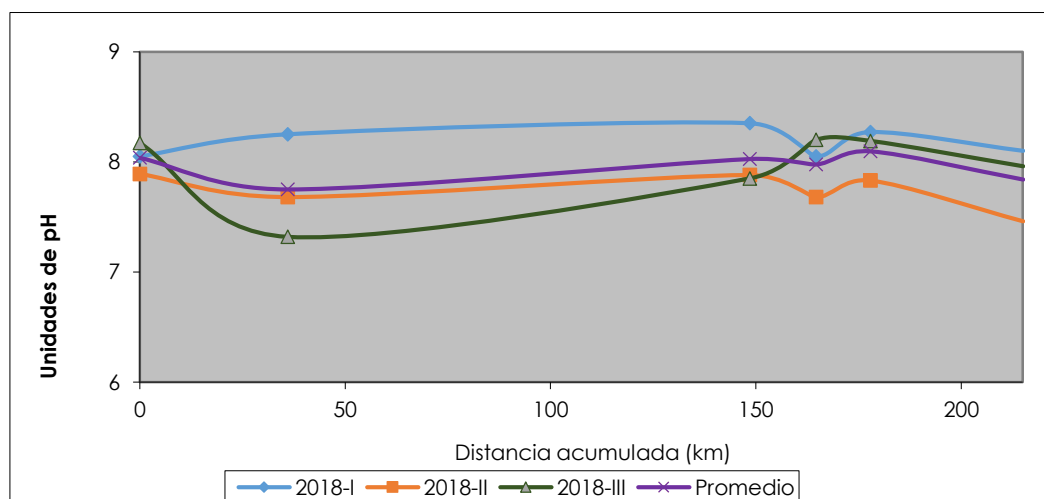


Fuente: Elaboración equipo técnico

Hay una tendencia generalizada a la disminución en los valores de pH en la cuenca, casi siempre por debajo de la escala de 8,0.

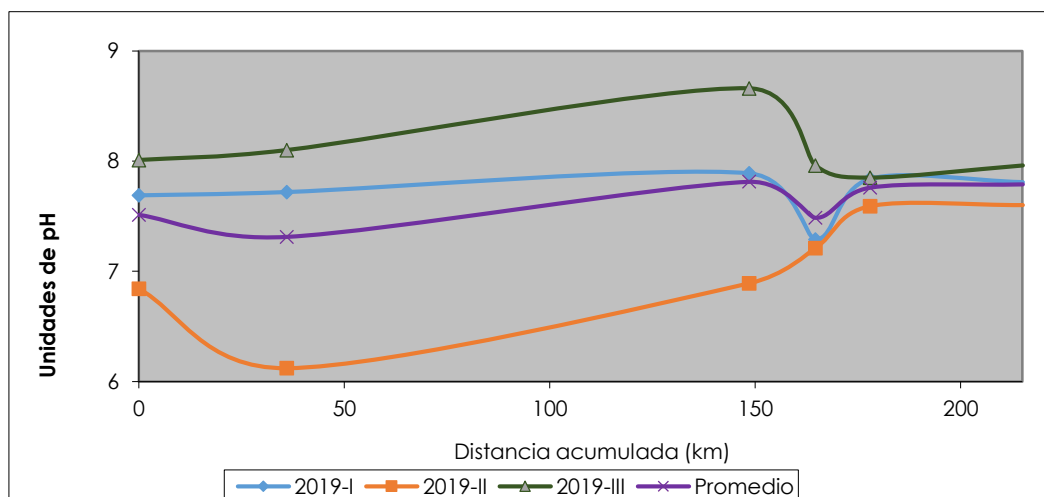
Los perfiles longitudinales de pH muestran un incremento de este parámetro a lo largo del cauce principal del Río, con una caída a la altura del Municipio de Cereté. Sin embargo, no se visualizan tramos que ameriten definir objetivos propios distintos a los de la cuenca.

Figura 24. Perfiles longitudinales de pH para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 25. Perfiles longitudinales de pH para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

1.8.3 Propuesta de OCA de pH para el Río Sinú

Evaluando los resultados de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua en el Río Sinú a la luz del anterior OCA de pH las estaciones que menos cumplen son las de la parte alta de la cuenca (Pasacaballos y Tierralta). Mientras que en las demás en cumplimiento es regular a aceptable.

Tabla 11. Resumen de Cumplimiento de OCA de pH en el Río Sinú.

Estación de Monitoreo	pH 6,5 - 8
Pasacaballos	50%
Tierralta	50%
Montería	67%
Cereté	67%
San Pelayo	67%
Lorica	83%

Fuente: Elaboración equipo técnico

Sí bien se registran muchos valores por encima de 8 unidades de pH, la tendencia general a la disminución y el escenario no negativo de cumplimiento respecto al objetivo de la vigencia anterior invitan a mantener el mismo objetivo para la próxima década. Descartando hacer más flexible el objetivo de calidad en el corto plazo para luego retomarlo en los horizontes de mediano y largo.

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	--	---

En consecuencia, el OCA para pH en el Río Sinú durante el periodo 2020 – 2029 se propone:

Tabla 12. Objetivos de Calidad para pH Río Sinú

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
6,5 – 8,0	6,5 – 8,0	6,5 – 8,0

Tabla 13. Objetivos de Calidad para el pH de los Caños Afluentes al Río Sinú

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
6,5 – 8,0	6,5 – 8,0	6,5 – 8,0

1.9 SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

1.9.1 OCA Anterior

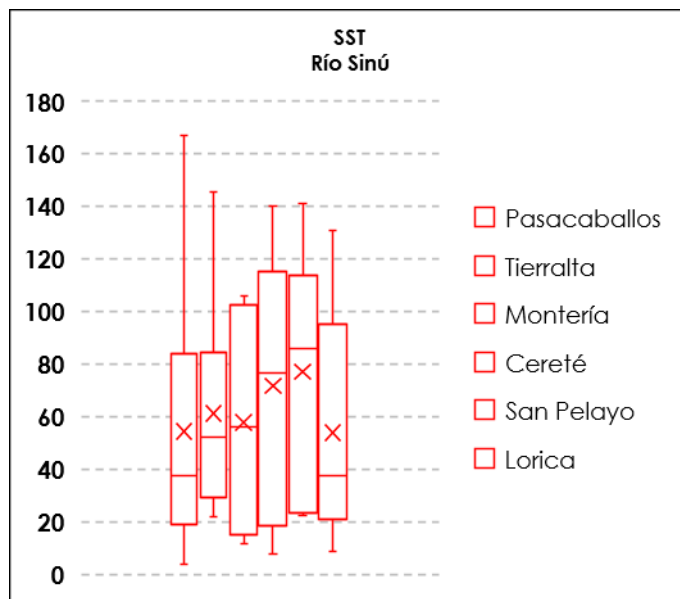
La Resolución 1-6905 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para los SST en el Río Sinú para el periodo 2012-2016:

$$SST \leq 90 \text{ mg/L}$$

1.9.2 Perfil de calidad de SST en las aguas del Río Sinú.

La evolución temporal del SST para cada estación de monitoreo del Río Sinú se observa en la siguiente gráfica:

Figura 26. Evolución multianual de SST en el Río Sinú.

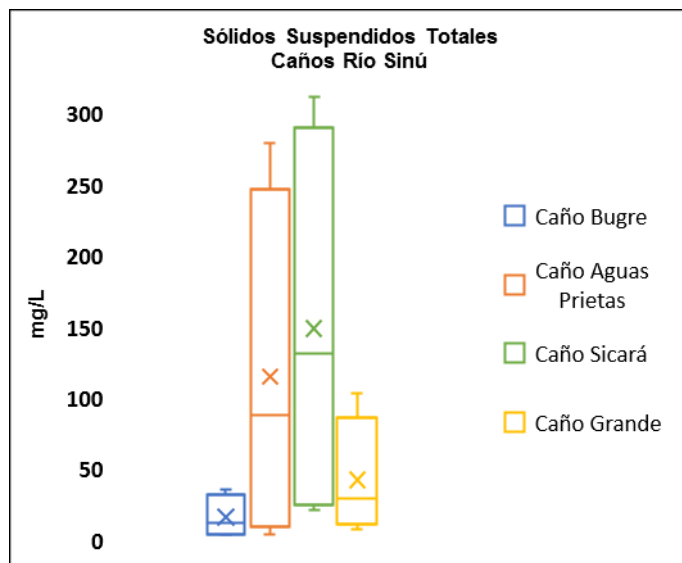


Fuente: Elaboración equipo técnico

Los SST tienden a incrementar en aquellas estaciones influenciadas por vertimientos urbanos. Los valores promedios se ubican por debajo de 80 mg/L para todas las estaciones de la red de monitoreo. Sin embargo, se supera el valor máximo fijado de 90 mg/L, también en todas las estaciones.

Caso similar se da en los caños afluentes al Río, tal como se aprecia en la Figura 27, los SST tienden a incrementar en las cuencas influenciadas por vertimientos urbanos.

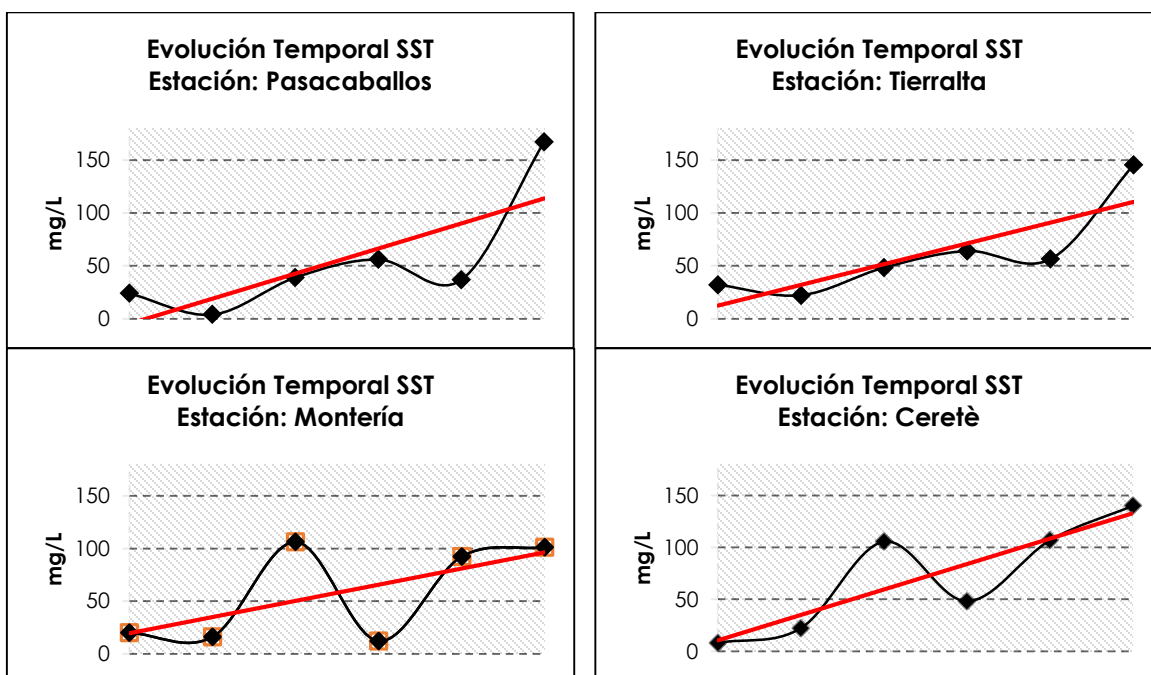
Figura 27. Evolución multianual de los SST en los caños afluentes al Río Sinú.

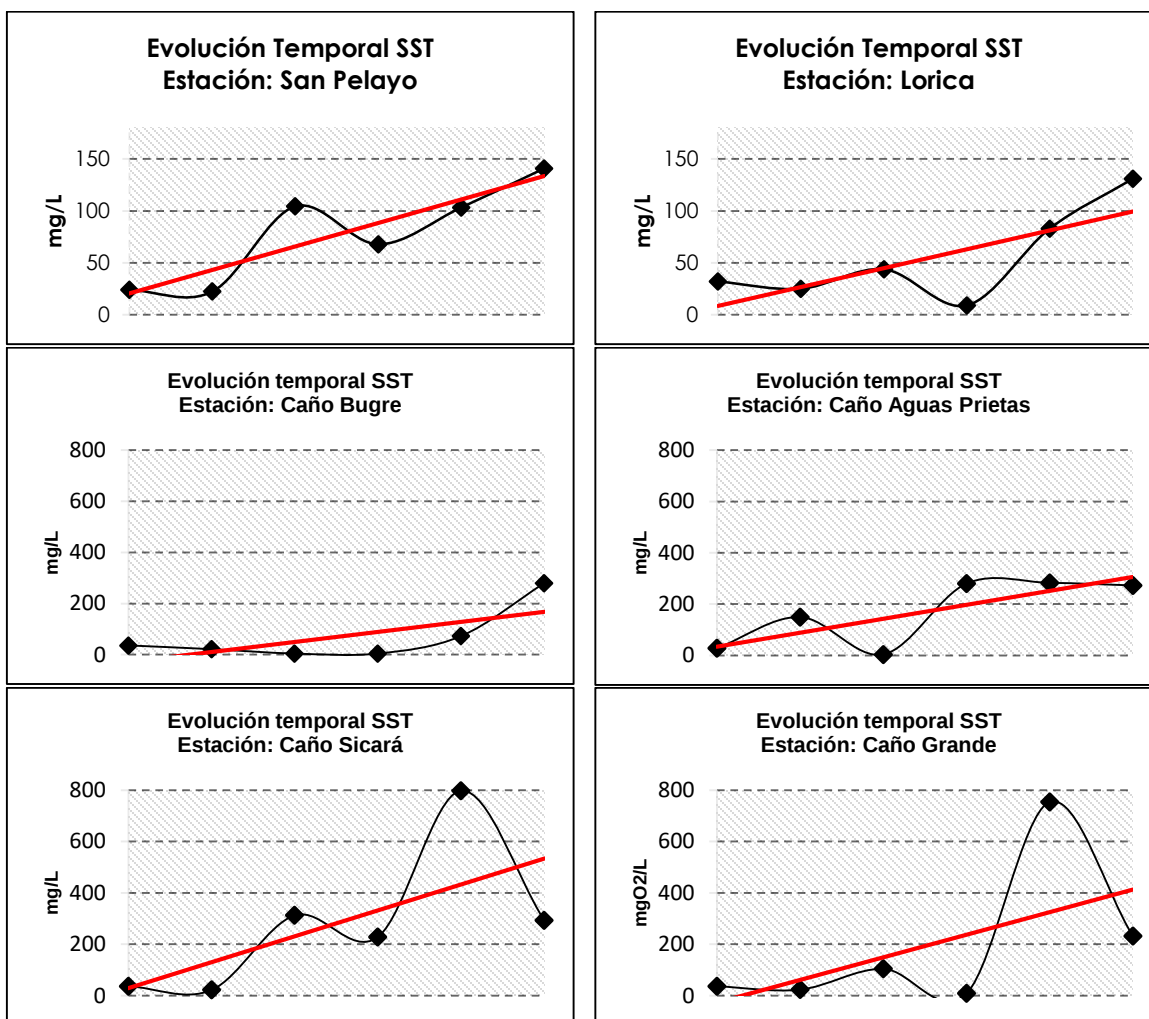


Fuente: Elaboración equipo técnico

A continuación, se analiza a continuación la evolución temporal de este parámetro en cada estación de monitoreo para vislumbrar las posibles oscilaciones y tendencias en diferentes épocas del año.

Figura 28. Evolución temporal de SST por estación en la Cuenca del Río Sinú





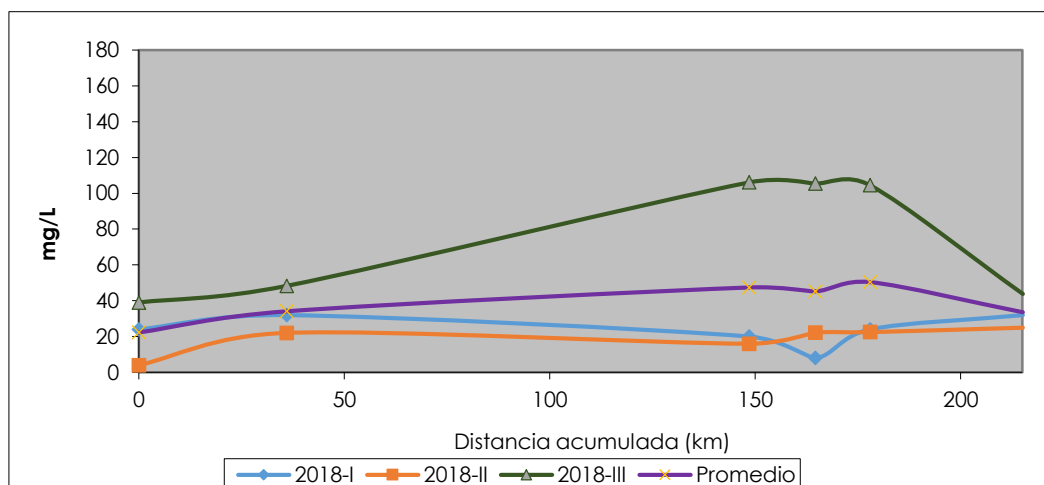
Fuente: Elaboración equipo técnico

Hay una tendencia generalizada al incremento, apuntando a concentraciones por encima de los 100 mg/L para las estaciones sobre el Río Sinú. En los caños la tendencia también es generalizada al incremento, aunque la tendencia no es igual para todas las cuencas. Preocupan los caños de la parte baja de la cuenca con valores de SST superiores a los 400 mg/L.

Los perfiles longitudinales de SST muestran un incremento de este parámetro a lo largo del cauce principal del Río, con una caída a la altura del Municipio de Cereté para el año 2018. Presentándose una dinámica inversa en los monitoreos de 2019. Constituyéndose la Estación Cereté en un punto de inflexión para el perfil longitudinal de SST en el Río Sinú.

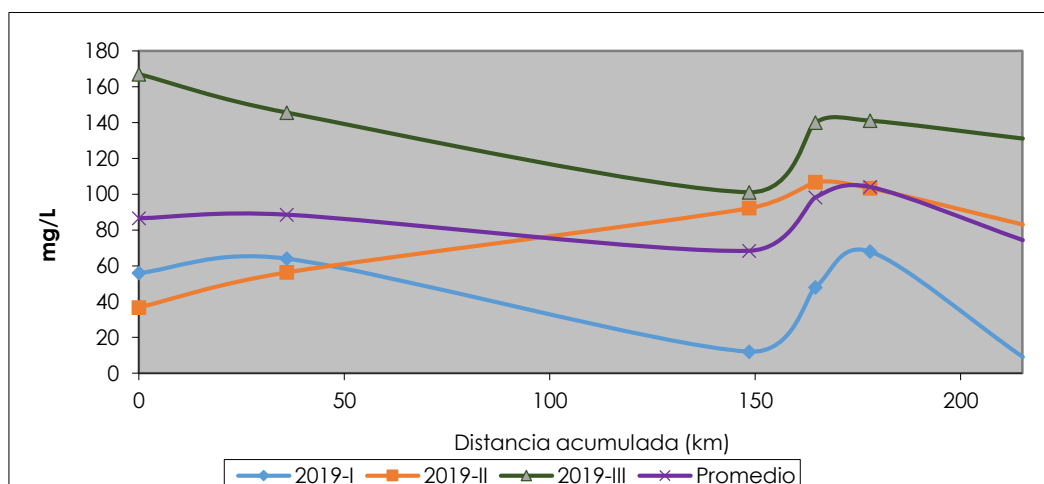
A pesar de lo anterior, no se visualizan tramos que ameriten definir objetivos propios distintos a los de la cuenca.

Figura 29. Perfiles longitudinales de SST para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 30. Perfiles longitudinales de SST para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

1.9.3 Propuesta de OCA de SST para el Río Sinú

Evaluando los resultados de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua en el Río Sinú a la luz del anterior OCA de SST las estaciones que menos cumplen son las de la parte media de la cuenca (Montería, Cereté y San Pelayo), para luego recuperarse a la altura del Municipio de Lorica. Indicando que el Río en condiciones poco intervenidas es capaz de cumplir con el objetivo de calidad

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	--	---

propuesta, pero se deben mejorar la gestión de vertimientos urbanos en la parte media de la cuenca para este parámetro.

Tabla 14. Resumen de Cumplimiento de OCA de SST en el Río Sinú.

Estación de Monitoreo	SST $\leq$ 90 mg/L
Pasacaballos	83%
Tierralta	83%
Montería	50%
Cereté	50%
San Pelayo	50%
Lorica	83%

Fuente: Elaboración equipo técnico

A falta de una modelación que permita observar el comportamiento de los SST en distintos escenarios futuros, y partiendo del perfil de calidad se propone mantener el mismo OCA para esta variable en todo el tramo principal. Recomendándose llevar a cabo ejercicios de modelación en los próximos años para ajustar dicho valor a la capacidad de asimilación del Río.

Para los caños afluentes se propone un objetivo de calidad más flexible que permita avanzar en la gestión de los vertimientos urbanos que se efectúan sobre las subcuencas del Sinú, pero sin asfixiar a los entes territoriales con medidas incumplibles.

En consecuencia, el OCA para SST en el Río Sinú durante el periodo 2020 – 2029 se propone:

Tabla 15. Objetivos de Calidad para SST Río Sinú

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
$\leq$ 90 mg/L	$\leq$ 90 mg/L	$\leq$ 90 mg/L

Tabla 16. Objetivos de Calidad para el SST de los Caños Afluentes al Río Sinú

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
$\leq$ 150 mg/L	$\leq$ 150 mg/L	$\leq$ 150 mg/L

1.10 SOLIDOS DISUELTOS TOTALES

1.10.1 OCA Anterior

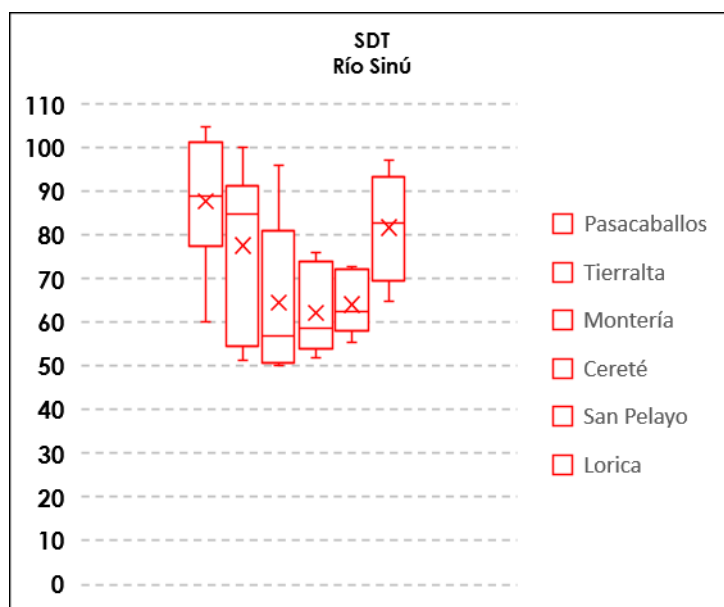
La Resolución 1-6905 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para los SDT en el Río Sinú para el periodo 2012-2016:

$$SDT \leq 90 \text{ mg/L}$$

1.10.2 Perfil de calidad de SDT en las aguas del Río Sinú.

La evolución temporal de los SDT para cada estación de monitoreo del Río Sinú se observa en la siguiente gráfica:

Figura 31. Evolución multianual de SDT en el Río Sinú.



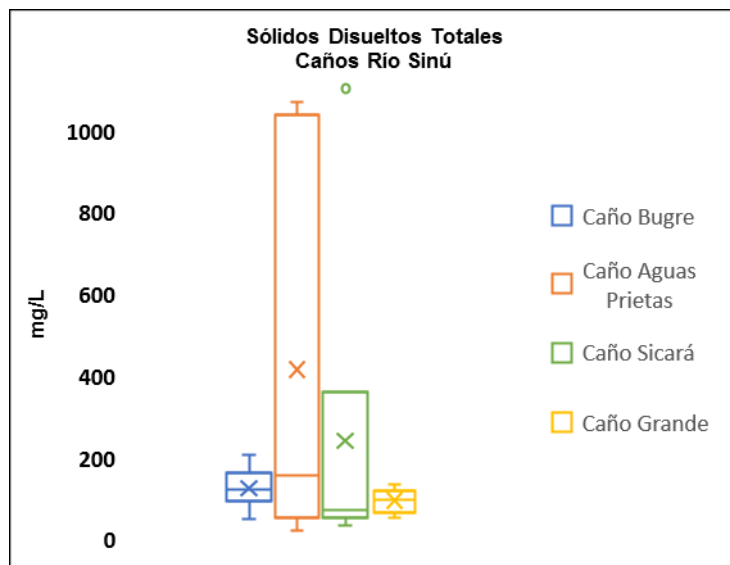
Fuente: Elaboración equipo técnico

Los SDT tienden a disminuir a lo largo de la cuenca, para repuntar en la parte baja a la altura del Municipio de Lórica. Se puede inferir que su presencia no está determinada por los vertimientos urbanos, como sí los es para el caso de los SST. La disminución sostenida a lo largo de la cuenca se puede explicar por fenómenos de dilución a media que incrementa el caudal del Río. El repunto en Lórica se entiende por la confluencia del Río con el Caño Aguas Prietas.

En promedio los SDT se ubican por debajo de la línea de los 90 mg/L. Incluso en la parte media no llegan a superar los 80 mg/L.

En los caños afluentes al Río, no ocurre igual que en los SST para los caños del Bajo Sinú. Aunque el Caño Aguas Prietas sigue siendo el de las más altas concentraciones.

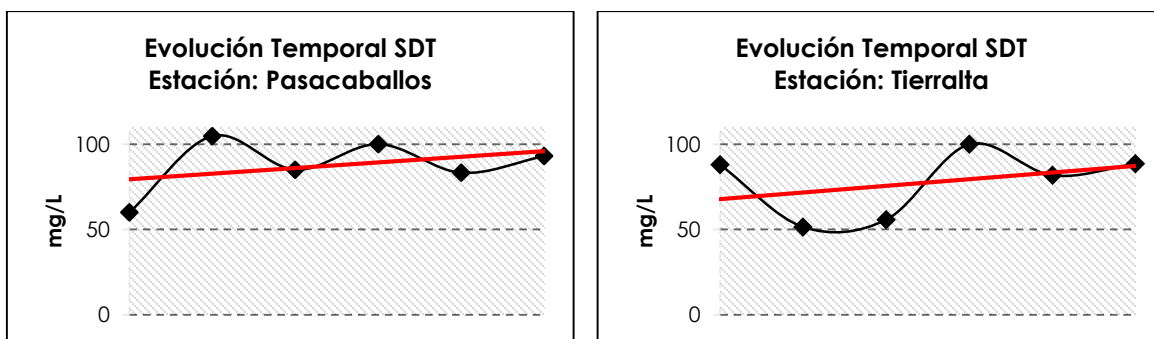
Figura 32. Evolución multianual de los SDT en los caños afluentes al Río Sinú.

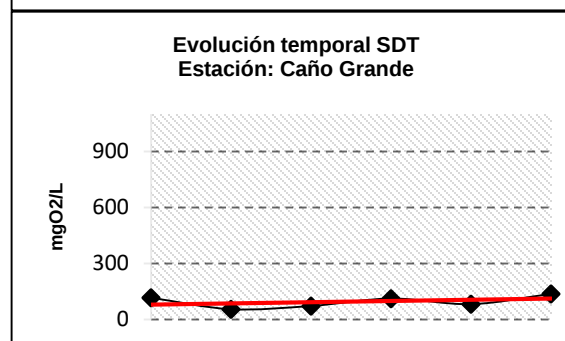
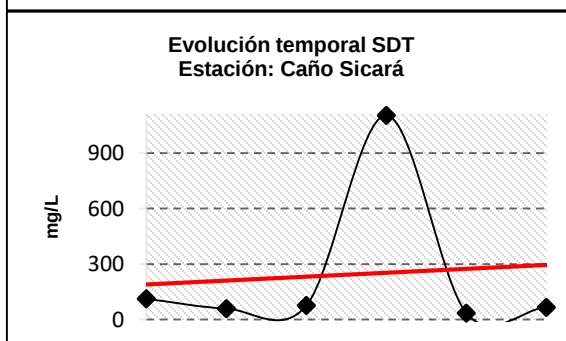
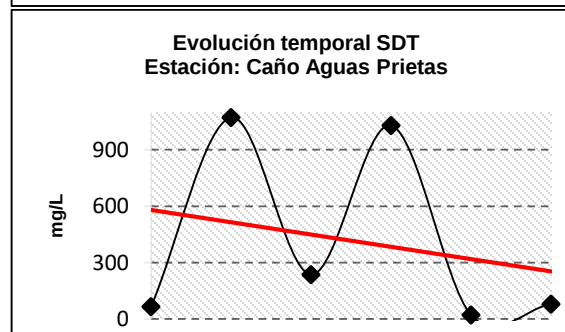
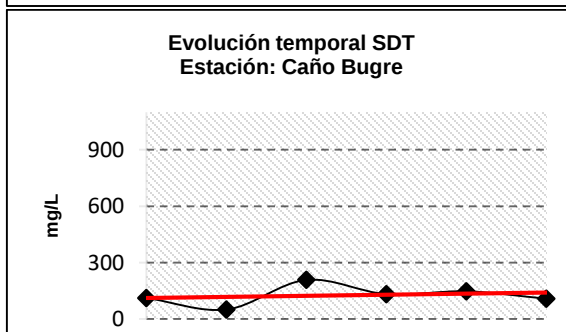
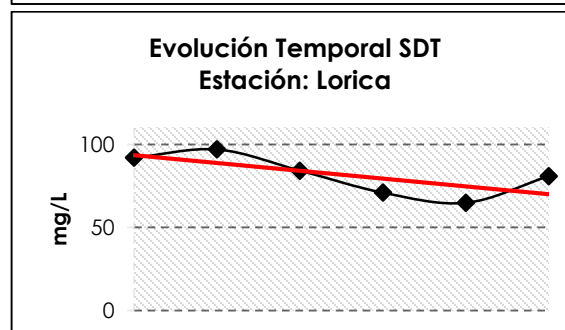
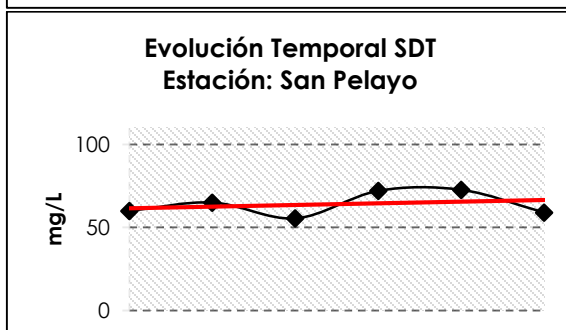
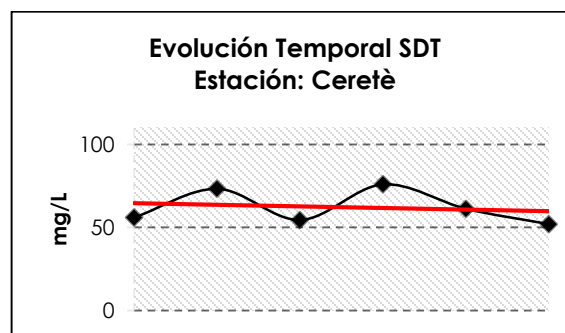
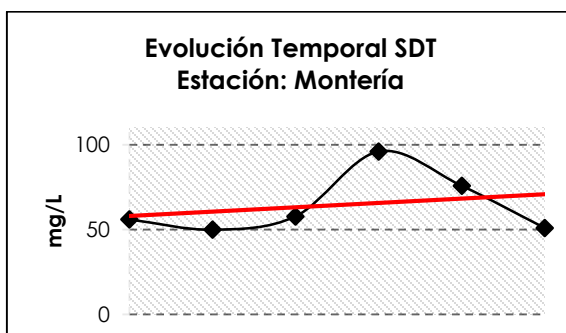


Fuente: Elaboración equipo técnico

A continuación, se analiza a continuación la evolución temporal de este parámetro en cada estación de monitoreo para vislumbrar las posibles oscilaciones y tendencias en diferentes épocas del año.

Figura 33. Evolución temporal de SDT por estación en la Cuenca del Río Sinú





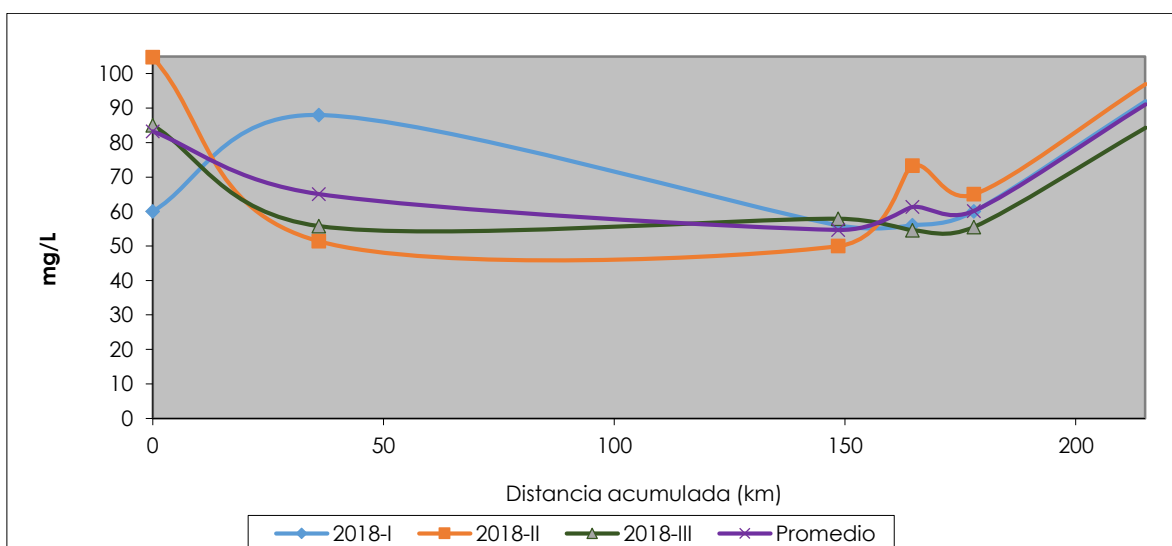
Fuente: Elaboración equipo técnico

En la parte alta de la cuenca la evolución temporal de los SDT muestra una tendencia al incremento. Al llegar a la parte media este parámetro tiende a mantenerse en un rango muy estrecho. Y en la parte baja la tendencia es a la disminución.

En los caños afluentes los rangos de variación varían de una cuenca a otra. Los caños Bugre y Grande tienen poca variabilidad temporal. Caso similar sería para el caño Sicará, de no ser por un valor pico (se podría considerar atípico) que altera su evolución temporal. Mientras que caso aparte, el Caño Aguas Prietas, con una fluctuación armónica, demuestra dependencia de los regímenes de lluvia en su concentración de SDT.

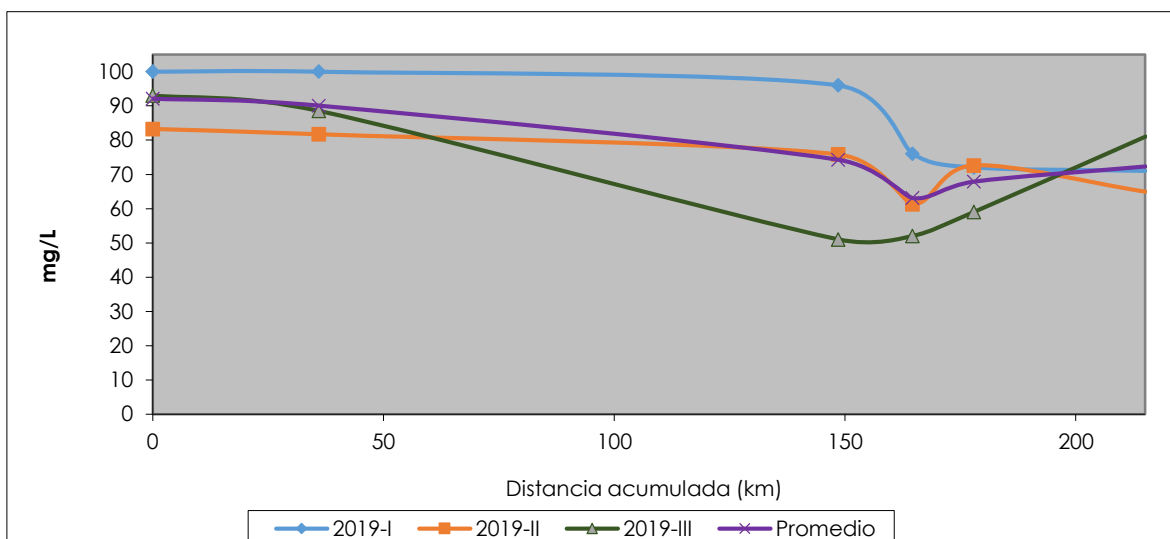
Las Estaciones Cereté y San Pelayo presenta un comportamiento de SDT diferentes al resto de la cuenca. Al observar los perfiles longitudinales se observa que este tramo del Río amerita la fijación de un OCA diferente al del resto de la cuenca.

Figura 34. Perfiles longitudinales de SDT para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 35. Perfiles longitudinales de SDT para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Sinú, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

1.10.3 Propuesta de OCA de SDT para el Río Sinú

Evaluando los resultados de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua en el Río Sinú a la luz del anterior OCA de SDT las estaciones que más cumple son las de la parte media de la cuenca (Cereté y San Pelayo) con un 100% de sus mediciones dentro del rango fijado.

Tabla 17. Resumen de Cumplimiento de OCA de SDT en el Río Sinú.

Estación de Monitoreo	SDT $\leq$ 90 mg/L
Pasacaballos	50%
Tierralta	83%
Montería	83%
Cereté	100%
San Pelayo	100%
Lorica	67%

Fuente: Elaboración equipo técnico

Al igual que los SST, se necesita fortalecer el análisis anterior con modelaciones que permiten tener mejor información respecto a la capacidad de respuesta del Río Sinú ante distintos escenarios futuros.

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	--	---

Con la información actual, sin embargo, es posible asumir que en la parte media de la cuenca el OCA se puede hacer más estricto. Dado el buen cumplimiento, y para incentivar la acción por parte de las autoridades locales en pro de la mejora.

En consecuencia, el OCA para SDT en el Río Sinú durante el periodo 2020 – 2029 se propone:

Tabla 18. Objetivos de Calidad para SDT Río Sinú

Tramos	OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
Nacimiento - Montería	≤ 90 mg/L	≤ 90 mg/L	≤ 90 mg/L
Montería – Lórica	≤ 75 mg/L	≤ 75 mg/L	≤ 75 mg/L
Lórica - Desembocadura	≤ 90 mg/L	≤ 90 mg/L	≤ 90 mg/L

Tabla 19. Objetivos de Calidad para el SDT de los Caños Afluentes al Río Sinú

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
≤ 200 mg/L	≤ 200 mg/L	≤ 150 mg/L

1.11 COLIFORMES FECALES

1.11.1 OCA Anterior

La Resolución 1-6905 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para los coliformes fecales en el Río Sinú para el periodo 2012-2016:

$$\text{Coliformes Fecales} \leq 1.000 \text{ NMP/ml}$$

1.11.2 Perfil de calidad de Coliformes Fecales en las aguas del Río Sinú.

Dado que este parámetro registra valores tan disimiles, pasando de centenares a decenas de miles y luego cientos de miles, representarlo gráficamente es infructuoso al momento de interpretar gráficamente el comportamiento de la variable en la cuenca.

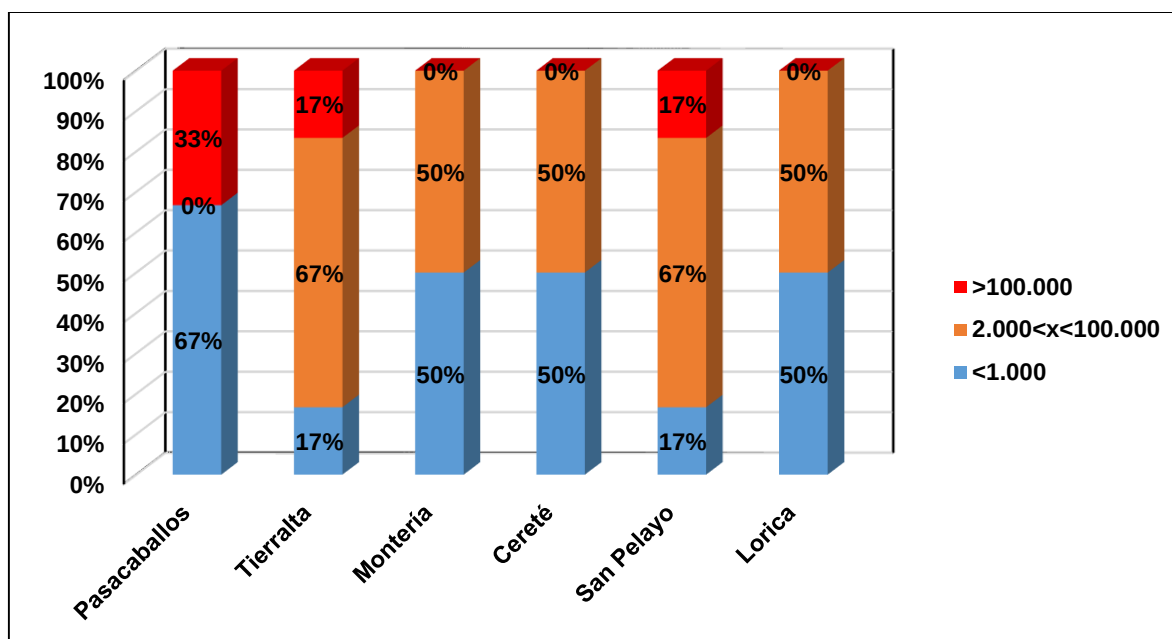
Por lo anterior, el perfil de calidad de este parámetro no se efectuó conforme a los lineamientos de la Guía PORH; sino que se agruparon los resultados de mediciones en rangos. Para luego comparar porcentualmente en que rango se ubican los valores de coliformes fecales para cada estación. Los rangos utilizados fueron:

Tabla 20. Rangos de Agrupación de Coliformes Fecales

Rango	Justificación
$< 1.000 \text{ NMP}/100 \text{ mL}$	Es el límite impuesto por la Resolución 1-6905 del 26 de febrero de 2013 para el Río Sinú. Siendo más estricto que el valor típico encontrando en la legislación y bibliografía científica, donde se considera 2.000 NMP/100 mL como el límite que advierte sobre un agua con riesgo para la salud humana.
$1.000 \text{ NMP}/100 \text{ mL} < x < 100.000 \text{ NMP/mL}$	Sí bien, toda agua con valores superiores a 2.000 NMP/100 mL se considera contaminada por coliformes fecales; se establece este rango para diferenciar el agua contaminada del agua extremadamente contaminada.
$> 100.000 \text{ NMP/mL}$	Toda agua con valores superiores a este se considera extremadamente contaminada.

Los resultados del método anterior aplicado sobre el Río Sinú fueron:

Figura 36. Perfil de calidad de coliformes fecales en el Río Sinú.



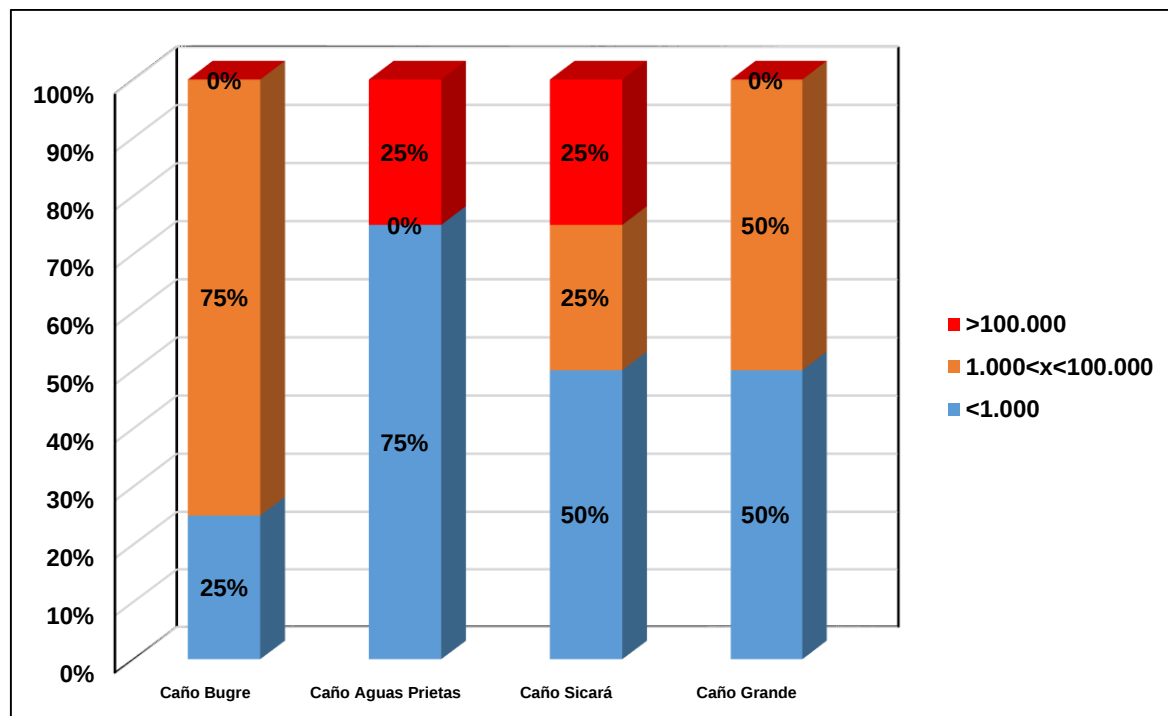
Fuente: Elaboración equipo técnico

El perfil de calidad muestra problemas de contaminación generalizada por coliformes fecales. Siendo los casos más preocupantes la Estaciones Tierralta y San Pelayo. Ambas muestran un comportamiento idéntico y se infiere que este se debe al vertimiento de aguas residuales domesticas sin tratamiento previo. Es bien sabido que ante de la Estación San Pelayo se ubica el vertimiento del sistema de alcantarillado del Municipio de Cereté, el cual no cuenta con una PTAR. Lo anterior, se reafirma al ver que la estación Cereté ubica a menos de 15 Km aguas arriba es la segunda menos contaminada por coliformes fecales; estando ubicada antes del vertimiento del alcantarillado de este municipio.

Aunque la tercera parte de sus registros superan el valor de 100.000 NMP/100 mL, la Estación Pasacaballos es la que mayor parte del tiempo logra cumplir con el Objetivo de Calidad para este parámetro.

Contrario al cauce principal, los caños afluentes del Río Sinú logran cumplir durante más tiempo con el anterior OCA de coliformes fecales.

Figura 37. Perfil de calidad de coliformes fecales en los caños afluentes al Río Sinú.



Fuente: Elaboración equipo técnico

1.11.3 Propuesta de OCA de coliformes fecales para el Río Sinú

Más allá de los problemas que muestra la cuenca para estabilizar la concentración de coliformes fecales en cumplimiento al anterior OCA; no se considera pertinente proponer un OCA más flexible. Incluso al evaluar los registros respecto al valor típico de <2.000 NMP/100 mL, no cambia en nada lo obtenido para < 1.000 NMP/100 mL.

Así las cosas, el OCA propuesto para coliformes fecales en el Río Sinú es:

Tabla 21. Objetivos de Calidad para coliformes fecales Río Sinú

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
< 1.000 NMP/100 mL	< 1.000 NMP/100 mL	< 1.000 NMP/100 mL

Tabla 22. Objetivos de Calidad para coliformes fecales en los Caños Afluentes al Río Sinú

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
< 1.000 NMP/100 mL	< 1.000 NMP/100 mL	< 1.000 NMP/100 mL

1.12 COLIFORMES TOTALES

1.12.1 OCA Anterior

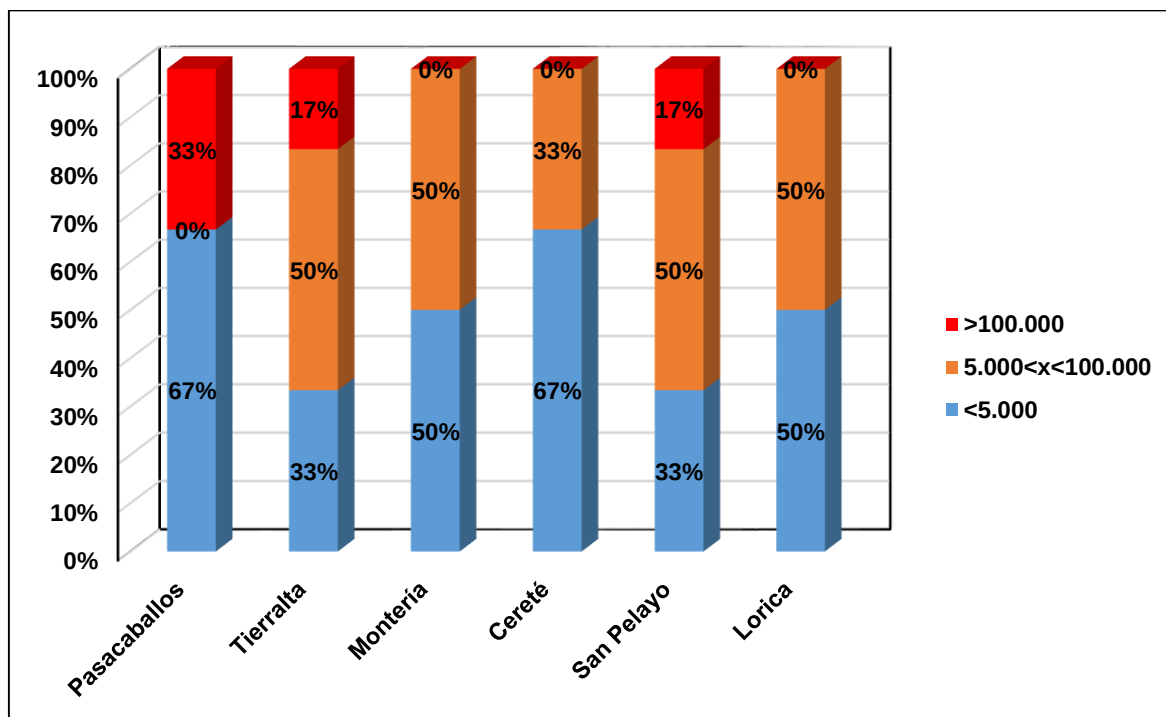
La Resolución 1-6905 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para los coliformes fecales en el Río Sinú para el periodo 2012-2016:

$$\text{Coliformes Fecales} \leq 5.000 \text{ NMP/ml}$$

1.12.2 Perfil de calidad de Coliformes Totales en las aguas del Río Sinú.

Se aplicó el mismo método utilizado para interpretar gráficamente los coliformes fecales. Con la diferencia que los rangos se ajustaron al valor del anterior OCA para este parámetro.

Figura 38. Perfil de calidad de coliformes totales en el Río Sinú.

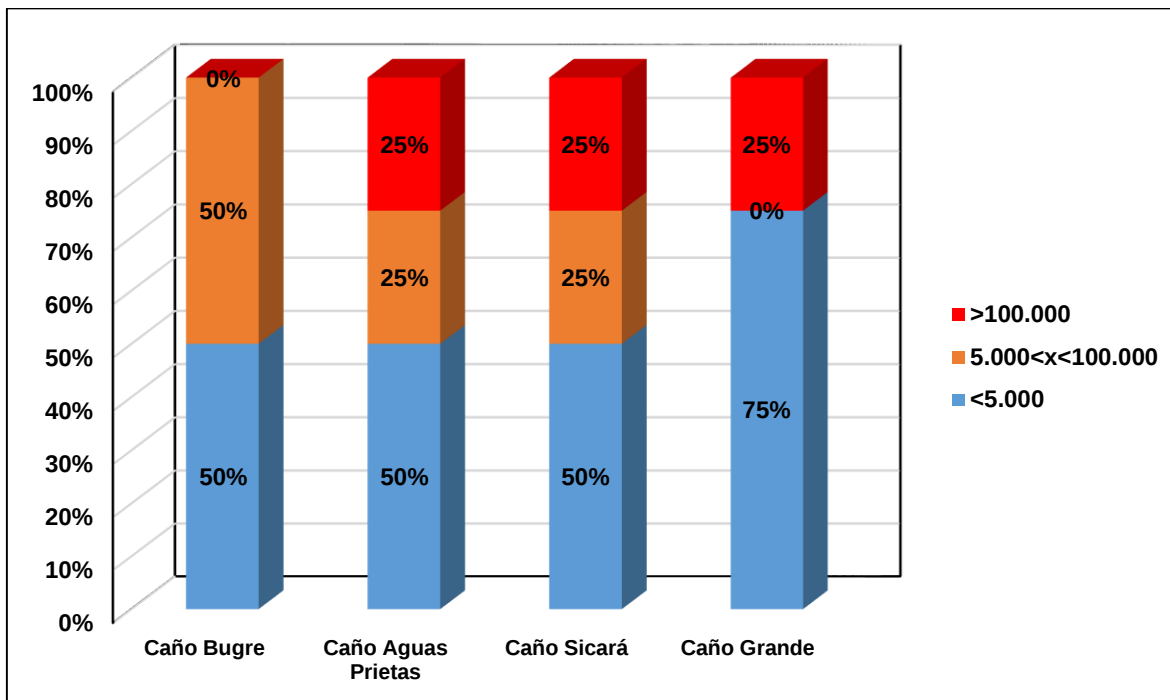


Fuente: Elaboración equipo técnico

El resultado grafico obtenido es casi calcado al de los coliformes fecales. Las Estaciones Tierralta y San Pelayo siguen siendo las más comprometidas. Y en el resto de la cuenca se puede calificar como de calidad media.

Similar ocurre con los caños afluentes del Río Sinú.

Figura 39. Perfil de calidad de coliformes totales en los caños afluentes al Río Sinú.



Fuente: Elaboración equipo técnico

1.12.3 Propuesta de OCA de coliformes fecales para el Río Sinú

Se aplica la misma lógica que en los coliformes fecales, y se entiende que lo mejor es mantener el OCA anterior. Quedando el siguiente OCA para la próxima década.

Tabla 23. Objetivos de Calidad para coliformes fecales Río Sinú

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
< 5.000 NMP/100 mL	< 5.000 NMP/100 mL	< 5.000 NMP/100 mL

Tabla 24. Objetivos de Calidad para coliformes fecales en los Caños Afluentes al Río Sinú

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
< 5.000 NMP/100 mL	< 5.000 NMP/100 mL	< 5.000 NMP/100 mL

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

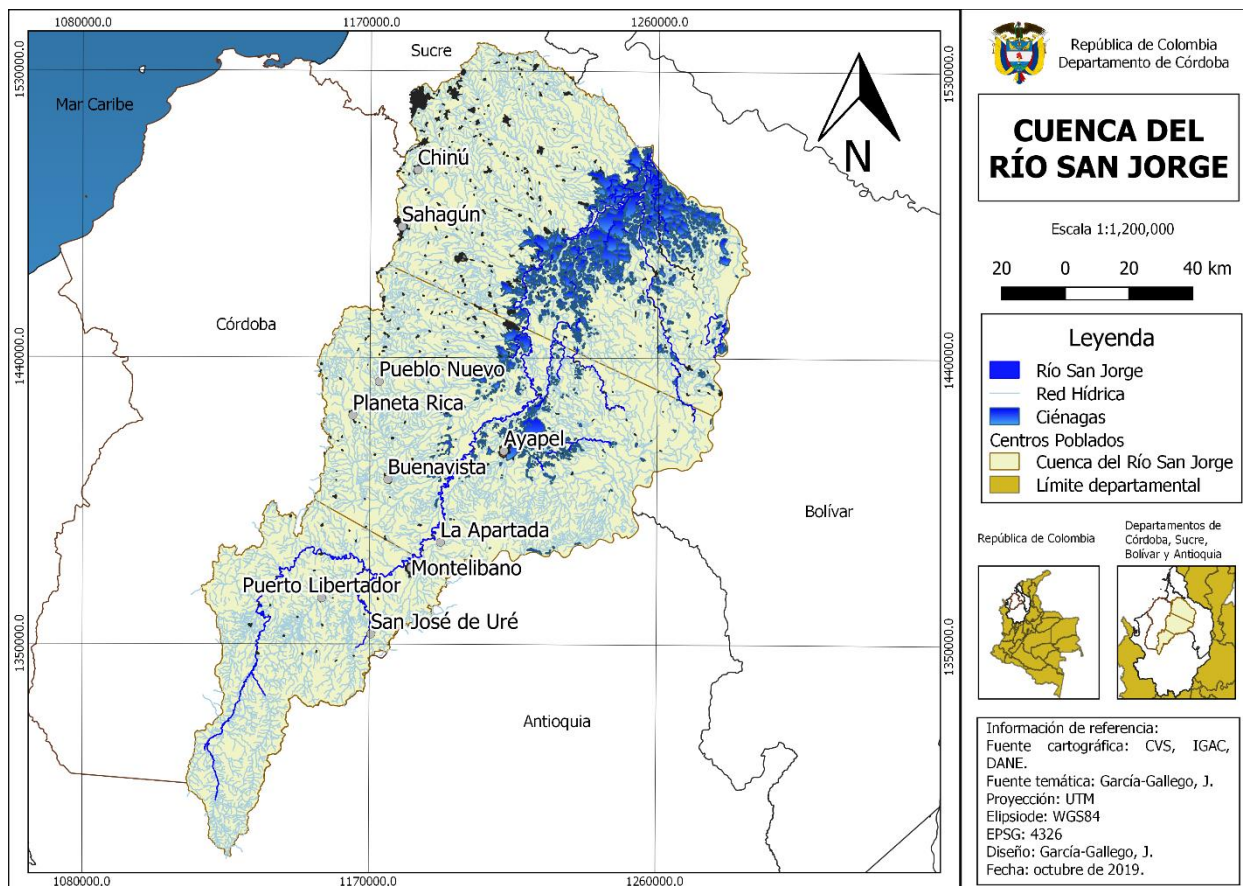
CUENCA RÍO SAN JORGE

1.13 GENERALIDADES DE LA CUENCA

El río San Jorge nace en límites entre los departamentos de Antioquia y Córdoba, específicamente en el Nudo de Paramillo, en la cordillera occidental, surca los departamentos de Antioquia, Córdoba, Sucre y Bolívar. Transita entre las serranías de San Jerónimo y Ayapel para luego atravesar las ciénagas de Ayapel, de San Marcos y de Machado, en la Depresión Momposina. Después de recorrer las llanuras del Caribe colombiano desemboca en Boca de San Antonio, convirtiéndose en afluente del río Cauca, para finalmente verter sus aguas en el Brazo de Loba, una vía alterna del río Magdalena. La cuenca hidrográfica del San Jorge cuenta con un área total de 9.901 km². El sistema hidrológico del Río San Jorge se estructura por un plano inundable y por una cuenca aportante, compuesto el primero por caños y ciénagas y el segundo por el río principal y un sinnúmero de ríos secundarios y quebradas (Figura 40).

El San Jorge tiene una longitud próxima a los 368 km (215 km en Córdoba), su recorrido se da en dirección sur-norte, con un caudal promedio mensual de 204 metros cúbicos por segundo. Posee un sistema hidrológico está integrado por más de 155 cuerpos de agua, ciénagas y complejos, existiendo más de 34 caños entre los que se encuentran: los caños Carate, Santiago, Mabobo, y en la margen derecha, los caños: Los Ángeles, San Matías, Misalo, Viloría y Rabón. Las ciénagas más importantes son las de: Ayapel (40.000 ha); Arcial 2000 (ha); El Porro (1500 ha) y Cintura (1000 ha).

Figura 40. Cuenca del río San Jorge.



Fuente: Elaboración equipo técnico

Los caños de la región poseen dimensiones variadas, con anchos entre 5,0 m y 60 m, profundidades entre uno y cuatro metros y pendientes medias de 0,1%. En muchos casos, la presencia de taruya (*Eichornia spp.*) y lechuga de agua (*Pistia sp.*) (indicadoras de aguas quietas y con alto contenido de materia orgánica) y la sedimentación impiden el drenaje de los caños, ocasionando la disminución de la capacidad hidráulica y acelerando los procesos de colmatación. Esto provoca que las inundaciones producidas por el río Cauca y por las lluvias fuertes y prolongadas produzcan encharcamientos grandes que pueden durar entre uno y seis meses, ayudados por el remanso de las aguas en la confluencia entre el Brazo de Loba del río Magdalena y el río San Jorge (CSB, 2009).



Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.



1.14 LÍNEA BASE DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO SAN JORGE

Tomando como insumo los registros de mediciones de distintos parámetros físico-químicos y biológicos, se levanta la actual **Línea Base de Calidad del Agua para la Cuenca del Río San Jorge**.

La información sobre calidad del agua del Río San Jorge proviene de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua para el Departamento de Córdoba implementada por CVS desde el año 2016. Para el río San Jorge la Red estableció cinco (5) puntos de monitoreo de calidad del agua superficial sobre el cauce del río. Los puntos de monitoreo incluidos son:

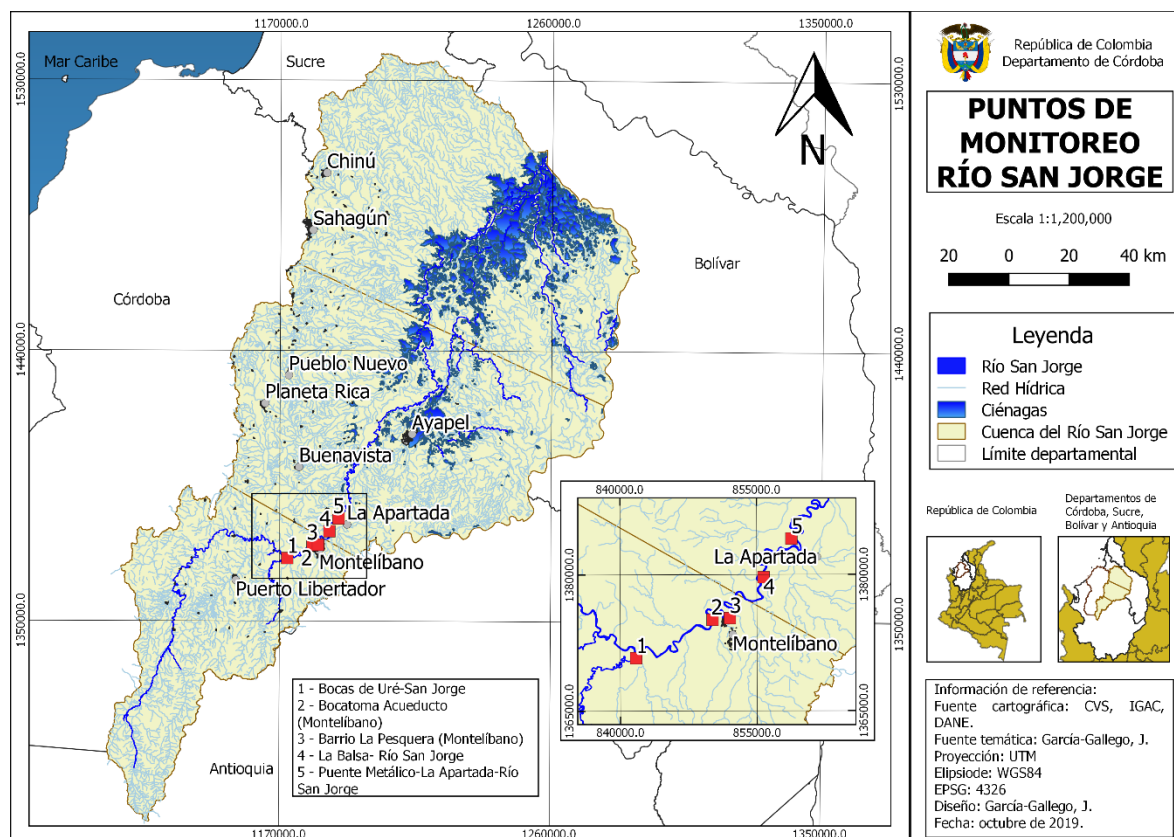
Tabla 25. Puntos de monitoreo Río San Jorge.

CUENCA SAN JORGE	Punto de Monitoreo	Coordenadas Geográficas	
		Latitud	Longitud
	Bocas de Uré-San Jorge	N 07°56'49,3''	WO 75°30'45,9''
	Bocatoma Acueducto (Montelíbano)	N 07°59'07,1''	WO 75°26'12,3''
	Barrio Pescaderito (Montelíbano)	N 07°59'13,3''	WO 75°25'10,1''
	La Balsa- Río San Jorge	N 08°01'39,7''	WO 75°23'09,4''
	Puente Metálico-La Apartada-Río San Jorge	N 08°03'58,5''	WO 75°21'29,7''

Fuente: Elaboración equipo técnico a partir de CVS-FUNSOSTENIBLE, 2018.

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

Figura 41. Red de Monitoreo de Calidad del Agua del Río San Jorge.



Fuente: Elaboración equipo técnico a partir de CVS-FUNSOSTENIBLE, 2018.

La parámetros fisicoquímicos y biológicos que se han registrado desde 2016 a la fecha por la Red de Monitoreo de Calidad del Agua del Departamento de Córdoba son:

Oxígeno disuelto	Fosfatos	SST
Conductividad eléctrica	Fósforo Total	Cadmio
pH	Nitratos	Cobre
Color real	Nitrógeno Total	Plomo
DQO	Grasas y aceites	Zinc
DBO ₅	Sólidos totales	Cromo
	SDT	Mercurio

Sulfuros

Coliformes totales

Cromo hexavalente

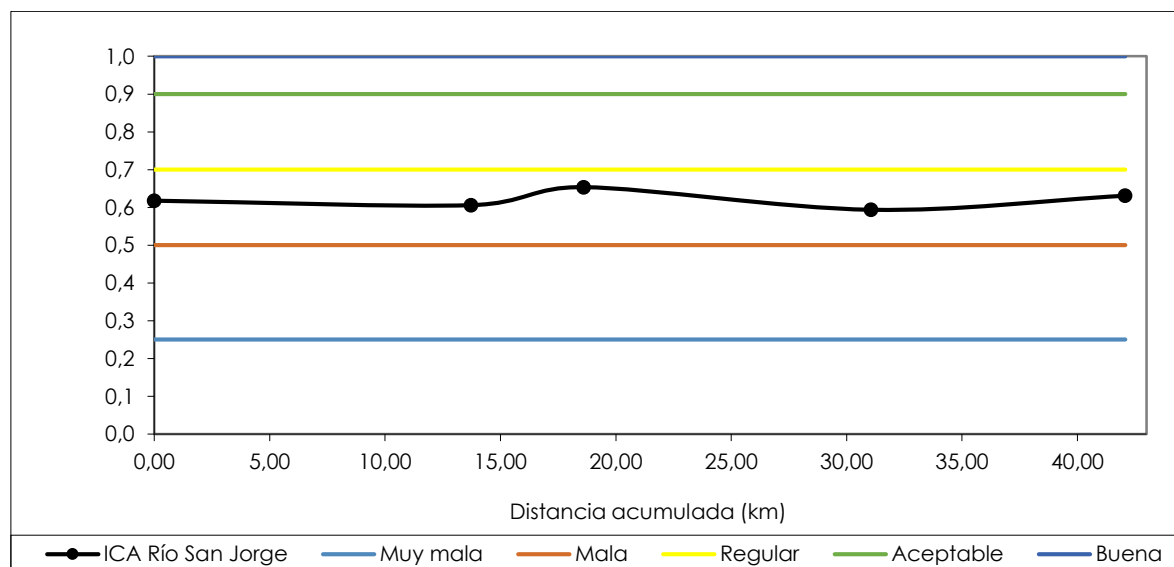
Coliformes

fecales

1.14.1 Índices de calidad físico-química del agua

A lo largo del tramo de 42 Km de Río monitoreados, el San Jorge presenta calidad regular. Las variables del ICA IDEAM que más empobrecen la calidad del agua en el Río San Jorge son las elevadas concentraciones de sólidos suspendidos y relaciones NT/PT superiores a 20. La relación entre los dos grupos de nutrientes indica que el agua del San Jorge es deficitaria en fósforo. Este resultado sugiere que el fósforo pudiera limitar el desarrollo de los productores primarios en el cuerpo de agua.

Figura 42. Promedio histórico ICA IDEAM para cada Estación de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua del Río San Jorge.

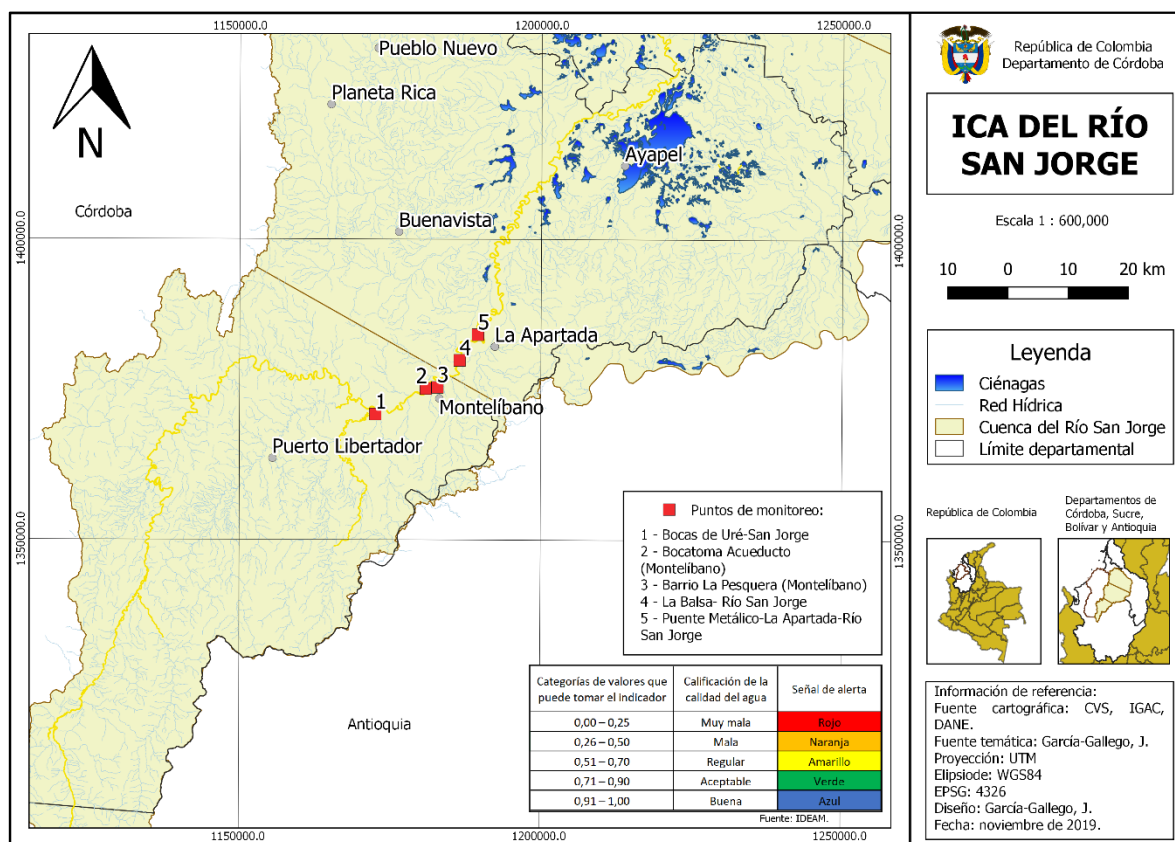


Fuente: Elaboración equipo técnico.

Los índices de calidad del agua incluyen la clasificación por colores según rangos de valores para facilitar la representación cartográfica de la calidad del agua por tramos. A continuación, se muestra el mapa de calidad del agua para el Río San Jorge de acuerdo al promedio del ICA IDEAM.

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

Figura 43. Representación cartográfica del ICA IDEAM para la Cuenca del Río San Jorge



Fuente: Elaboración equipo técnico

1.15 OXIGENO DISUELTO

Los registros históricos de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua del Río Sinú muestran que la deficiencia de oxígeno disuelto es una problemática común a toda la cuenca. Los niveles de saturación de oxígeno casi nunca supera el valor de 70%, estando más cerca del nivel de saturación medio (50%) que de acercarse a un valor óptimo (>70%). La saturación de oxígeno disuelto en el agua viene dada por la concentración de oxígeno (mgO_2/L) y la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) del agua. Al ser la temperatura del agua en la cuenca del Río Sinú una variable con variación temporal y espacial poco significativa, es la concentración de oxígeno quien viene determinando los niveles de saturación en las aguas.

Siguiendo la lógica anterior, el OCA para el Río Sinú más reciente (vigencia 2012 a 2016) se expresaba en mgO_2/L .

1.15.1 OCA Anterior

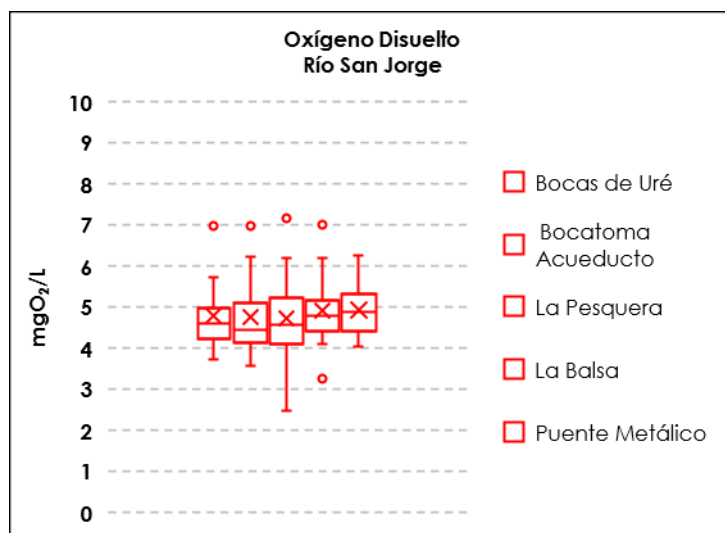
La Resolución 1-6906 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para el **oxígeno disuelto** en el Río San Jorge para el periodo 2012-2016:

$$\text{Oxígeno Disuelto} > 6 \text{ mgO}_2/\text{L}$$

1.15.2 Perfil de calidad del oxígeno disuelto en las aguas del Río San Jorge.

La evolución temporal del oxígeno disuelto para cada estación de monitoreo del Río San Jorge se observa en la siguiente gráfica:

Figura 44. Evolución multianual del oxígeno disuelto en el Río San Jorge.



Fuente: Elaboración equipo técnico

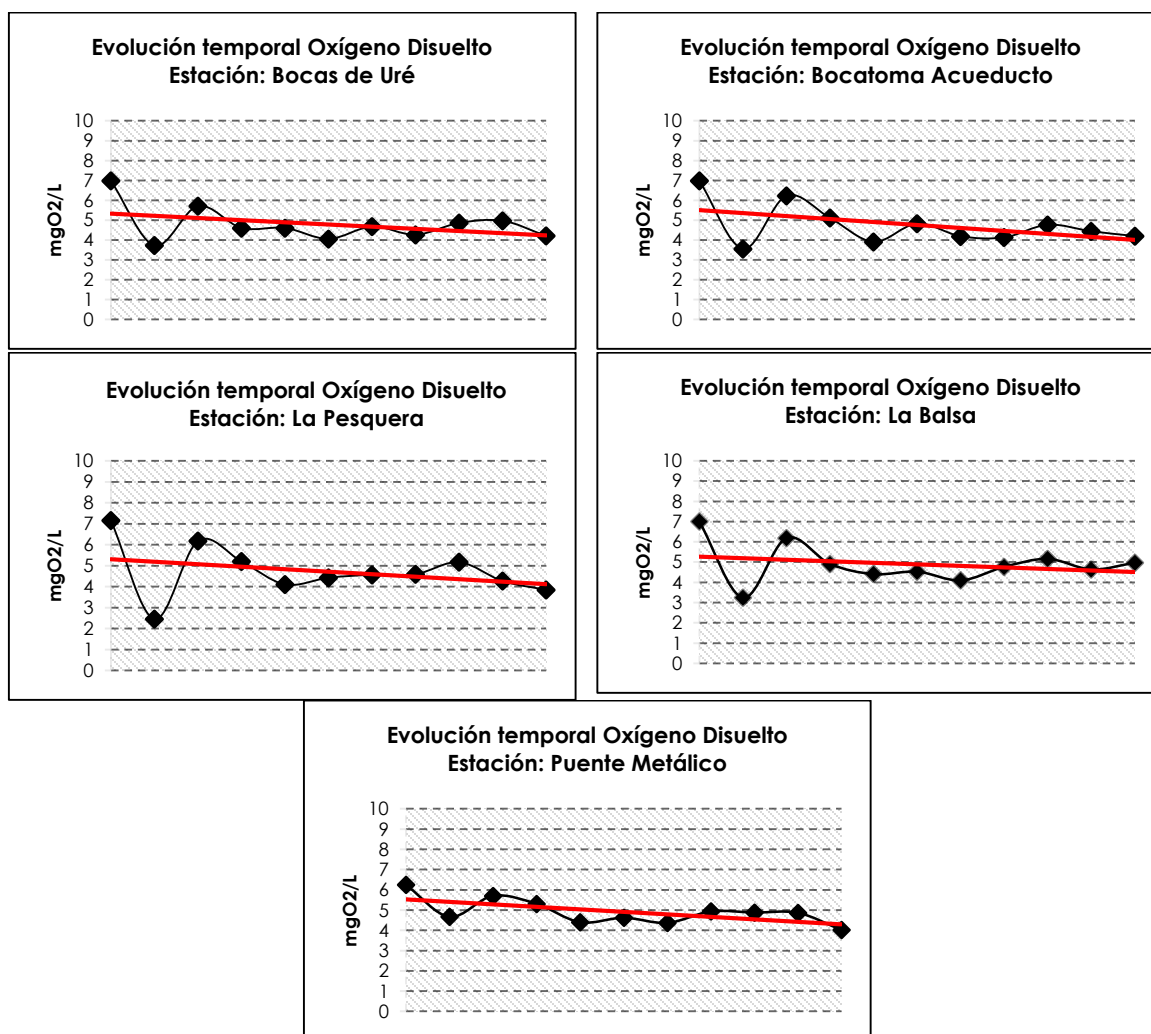
La concentración de oxígeno disuelto en el agua del Río San Jorge es siempre inferior a límite de 6,0 mgO₂/L, fijado en la Resolución 1-6906 del 26 de febrero de 2013 de la CAR-CVS. Siendo un objetivo de calidad imposible de cumplir en el estado actual de calidad del agua en la cuenca en todos sus tramos.

A lo largo de la estación de la Red de Monitoreo de la Calidad del Agua no se evidencia evolución significativa de una estación a la otra; y las mediciones tienen agruparse cerca al límite inferior de 5 mgO₂/L.

Se registran valores de oxígeno disuelto por encima de los 7 mgO₂/L, pero la gráfica confirma que son valores atípicos que no corresponden a la condición normal del Río.

La afirmación anterior se confirma con la evolución temporal de este parámetro para cada estación de monitoreo. Correspondiendo todos los valores atípicos a la primera campaña de monitoreo en agosto de 2016.

Figura 45. Evolución temporal del Oxígeno Disuelto por estación de la Cuenca del Río San Jorge

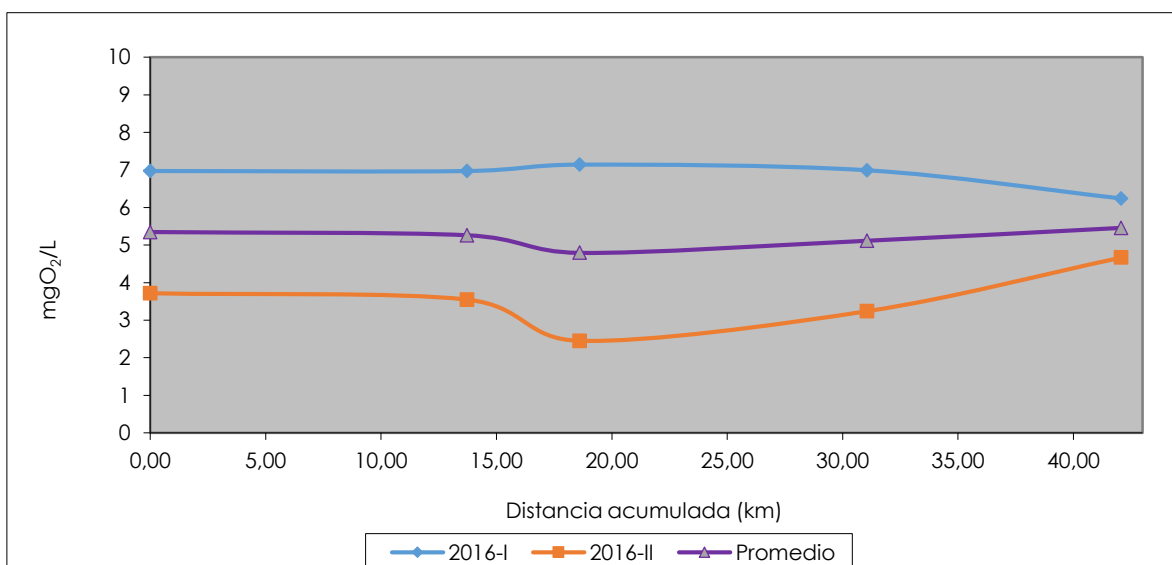


Fuente: Elaboración equipo técnico

La evolución temporal del oxígeno disuelto en cada estación indica tendencia a la baja considerando los valores de al inicio de operación de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua. Más allá de los valores iniciales, la tendencia en el Río San Jorge es a mantenerse alrededor de los 5 mgO₂/L. Reafirmando lo mostrado en la gráfica de evolución multianual (Figura 44. **Evolución multianual del oxígeno disuelto en el Río San Jorge.**

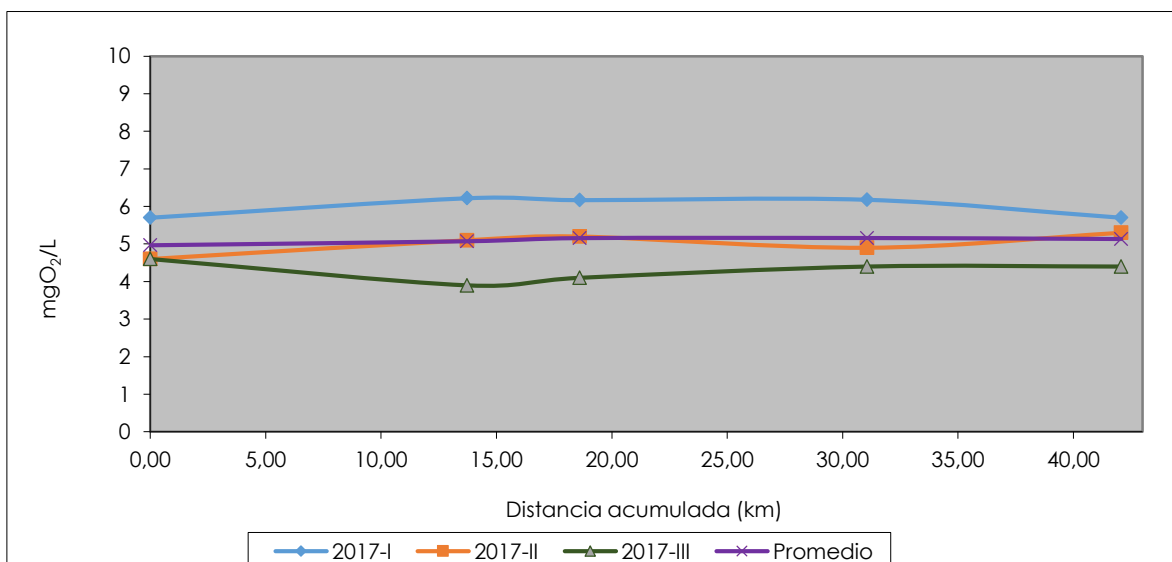
Los valores atípicos se analizan a la luz de los perfiles longitudinales del Río, obteniendo que no fueron valores atípicos por estación; sino que responden a valores atípicos para la cuenca. Similar a ciertas variaciones que se presentan cada tanto en las lluvias totales del año.

Figura 46. Perfiles longitudinales de oxígeno disuelto para monitoreos realizados durante el año 2016 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba



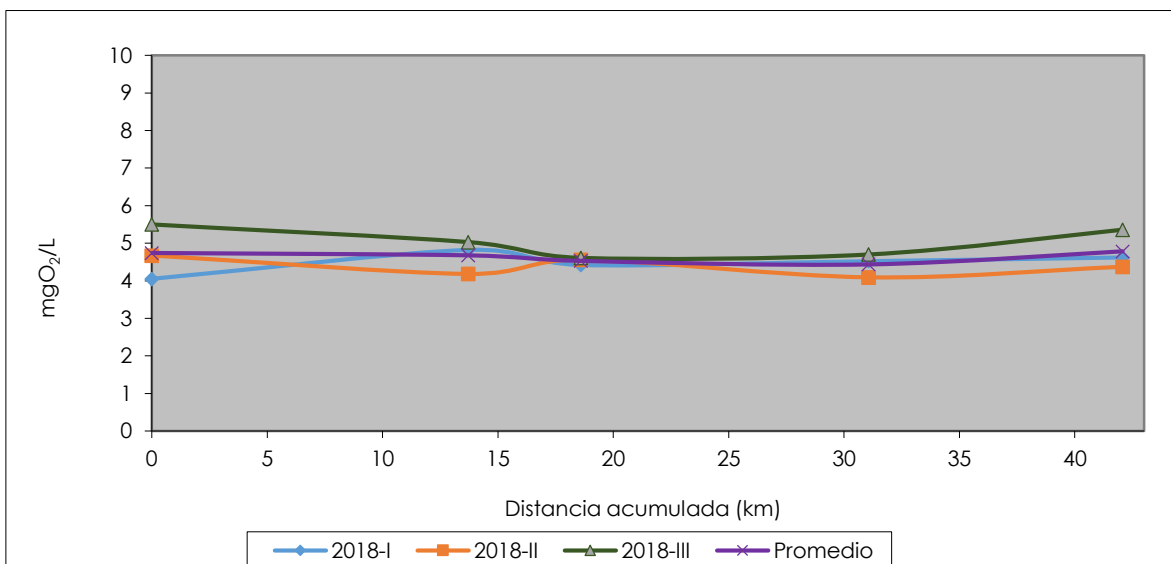
Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 47. Perfiles longitudinales de oxígeno disuelto para monitoreos realizados durante el año 2017 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba



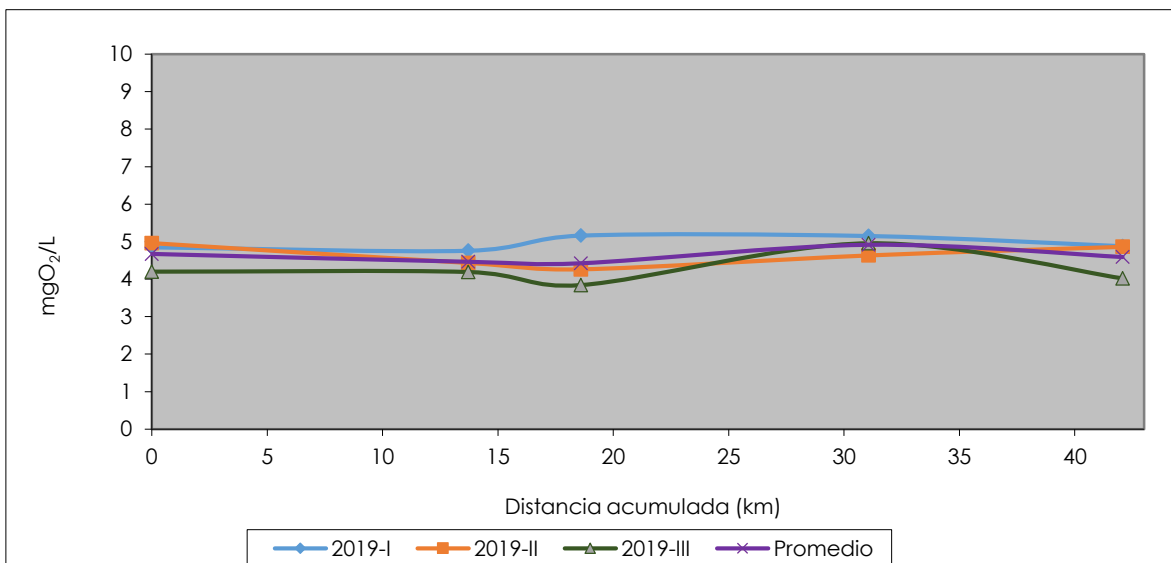
Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 48. Perfiles longitudinales de oxígeno disuelto para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 49. Perfiles longitudinales de oxígeno disuelto para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	--	---

Las gráficas de los perfiles longitudinales muestran que no hay un tramo del río que muestre un comportamiento desigual que amerite la formulación de un OCA específico, al menos en cuanto al oxígeno disuelto.

1.15.3 Propuesta de OCA de oxígeno disuelto para el Río San Jorge

A partir del perfil de calidad del agua se proponen objetivos de calidad de oxígeno disuelto para las aguas del Río San Jorge las cuales aplicarán para el cauce principal del Río en toda su extensión.

Evaluando los registros históricos de oxígeno disuelto del Río San Jorge respecto al anterior OCA se obtiene:

Tabla 26. Resumen de Cumplimiento de OCA de Oxígeno Disuelto en el Río San Jorge.

Estación de Monitoreo	OD > 6 mg/L
Bocas de Uré	9%
Bocatoma Acueducto	18%
La Pesquera	18%
La Balsa	18%
Puente Metálico	9%

En la fijación del nuevo OCA es inviable plantear el mantener o hacer más estricto el anterior OCA. Se debe buscar una meta más flexible que de manera gradual permita alcanzar lo que antes se esperaba como estándar de calidad para este río.

En consecuencia, el OCA para oxígeno disuelto en el Río San Jorge durante el periodo 2020 – 2029 se propone:

Tabla 27. Objetivos de Calidad para el Oxígeno Disuelto Río San Jorge

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
$\geq 5 \text{ mgO}_2/\text{L}$	$\geq 5,5 \text{ mgO}_2/\text{L}$	$\geq 6 \text{ mgO}_2/\text{L}$

1.16 DBO₅

1.16.1 OCA Anterior

La Resolución 1-6906 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para la **DBO₅** en el Río San Jorge para el periodo 2012-2016:

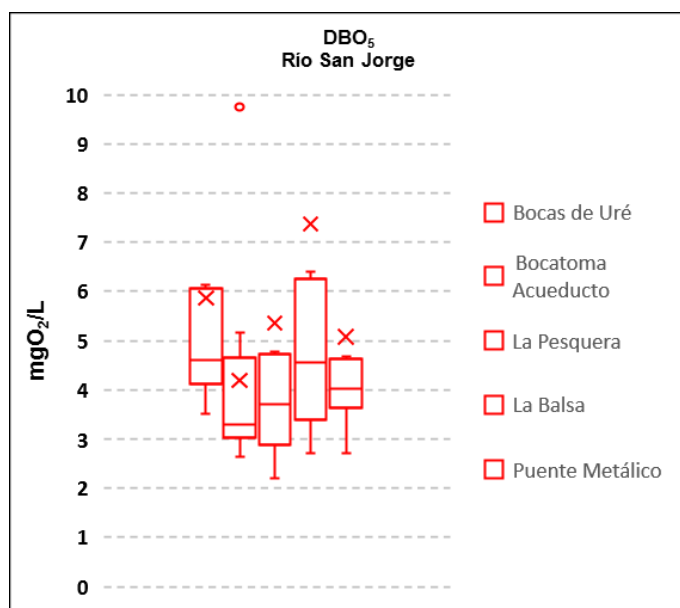
$$DBO_5 < 5 \text{ mgO}_2/\text{L}$$

1.16.2 Perfil de calidad de la DBO_5 en las aguas del San Jorge.

La evolución temporal de la DBO_5 para cada estación de monitoreo del Río San Jorge indica que se registraron valores atípicos durante la segunda campaña de monitoreo de 2016. Dando mediciones por encima de 10 mg/L. Dichos resultados atípicos se descartan para el posterior análisis de tendencia de DBO_5 en el Río.

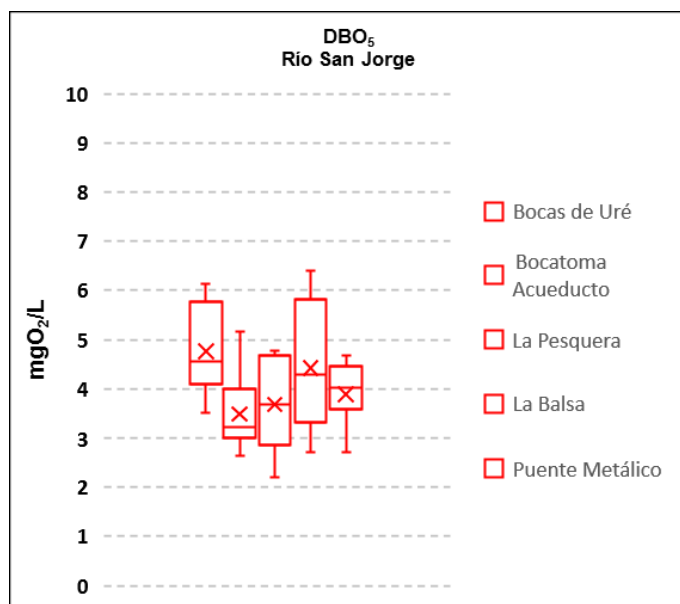
A continuación, se compara la evolución multianual con y sin los valores atípicos mencionados.

Figura 50. Evolución multianual de la DBO_5 en el San Jorge, incluyendo valores atípicos.



Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 51. Evolución multianual de la DBO₅ en el San Jorge, excluyendo valores atípicos.



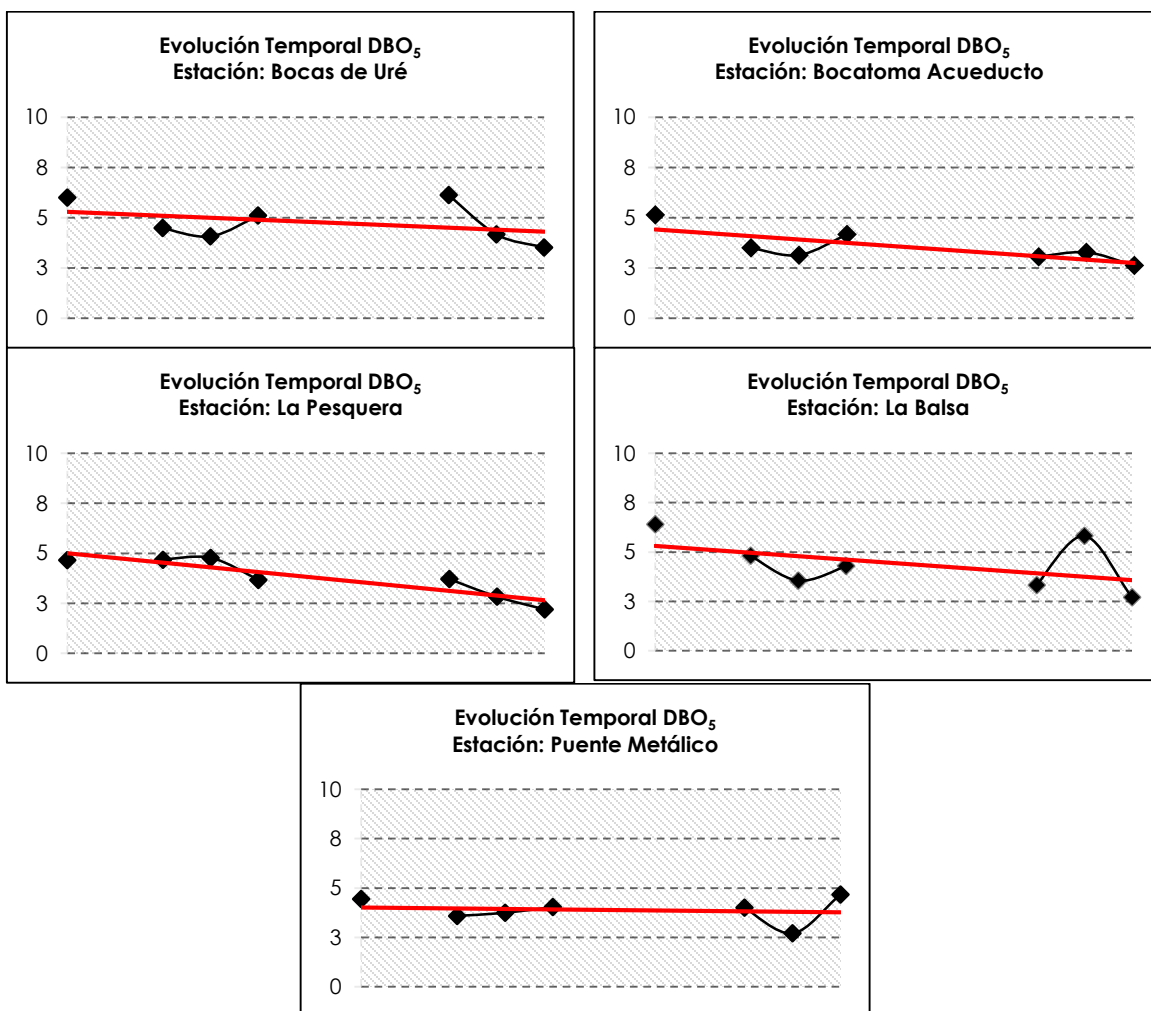
Fuente: Elaboración equipo técnico

Los valores medio de la DBO₅ en el Río San Jorge bajan claramente al excluir los mencionados valores atípicos. Aunque, la distribución de concentración a lo largo del cauce permanece idéntica.

En general el Río San Jorge cumple con el anterior OCA al tener valores promedio por debajo de 5 mgO₂/L. Solo las estaciones Bocas de Uré y La Balsa superan en algunos momentos este límite superior.

A pesar de no contar con registros del parámetro DBO₅ para todos los años, ya que en 2018 no se midió, se hizo de igual forma el análisis de tendencia por medio de graficas de evolución temporal.

Figura 52. Evolución temporal de la DBO₅ por estación en la Cuenca del Río San Jorge

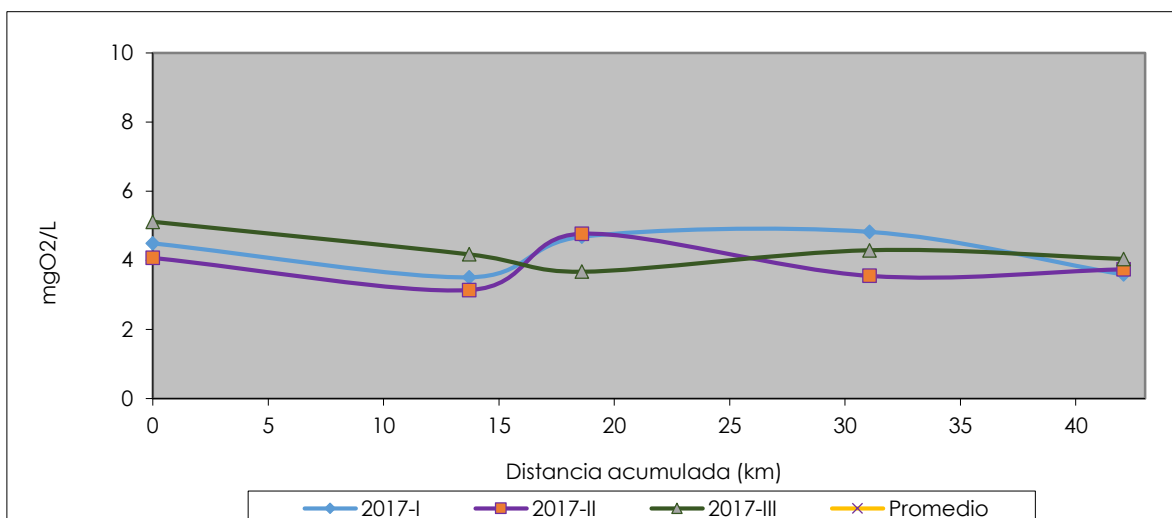


Fuente: Elaboración equipo técnico

El Río San Jorge presenta una tendencia a la baja en la concentración de DBO₅ en todo el tramo monitoreado.

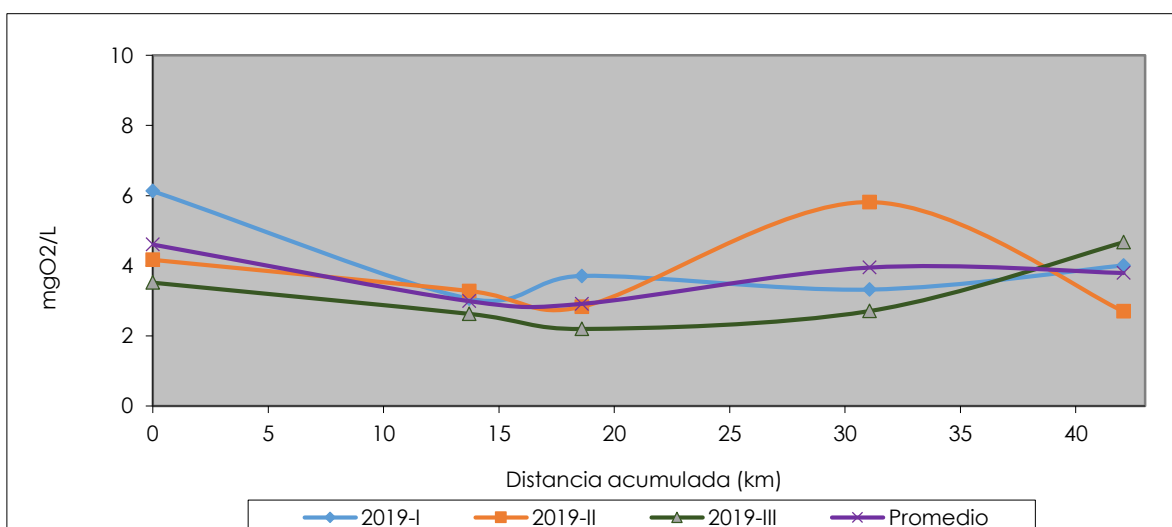
Se graficaron los perfiles longitudinales de DBO₅ solo para 2017 y 2019. Los dos únicos años con campañas completas que midieron esta variable.

Figura 53. Perfiles longitudinales de DBO₅ para monitoreos realizados durante el año 2017 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 54. Perfiles longitudinales de DBO₅ para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Se observa un cambio de comportamiento entre las estaciones 2 y 3. Ubicada una antes y otra después del casco urbano de Montelíbano. Explicándose el cambio por los vertimientos provenientes de la urbe. Aún así, ese vertimiento pocas veces causa que se supere la barrera de los 5 mgO₂/L. Incluso en algunas

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

campañas de monitoreo la DBO5 sigue aumentando hasta la siguiente estación (La Balsa).

1.16.3 Propuesta de OCA de DBO₅ para el Río San Jorge

Evaluando los resultados de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua en el Río San Jorge, y evaluando el grado de cumplimiento del anterior OCA de DBO₅; se propone mantener la misma meta durante la próxima década.

Tabla 28. Resumen de Cumplimiento de OCA de DBO₅ en el Río San Jorge.

Estación de Monitoreo	DBO ₅ < 5 mg/L
Bocas de Uré	57%
Bocatoma Acueducto	86%
La Pesquera	100%
La Balsa	71%
Puente Metálico	100%

Fuente: Elaboración equipo técnico

Tabla 29. Objetivos de Calidad para DBO₅ Río San Jorge

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
< 5 mgO ₂ /L	< 5 mgO ₂ /L	< 5 mgO ₂ /L

1.17 DQO

1.17.1 OCA Anterior

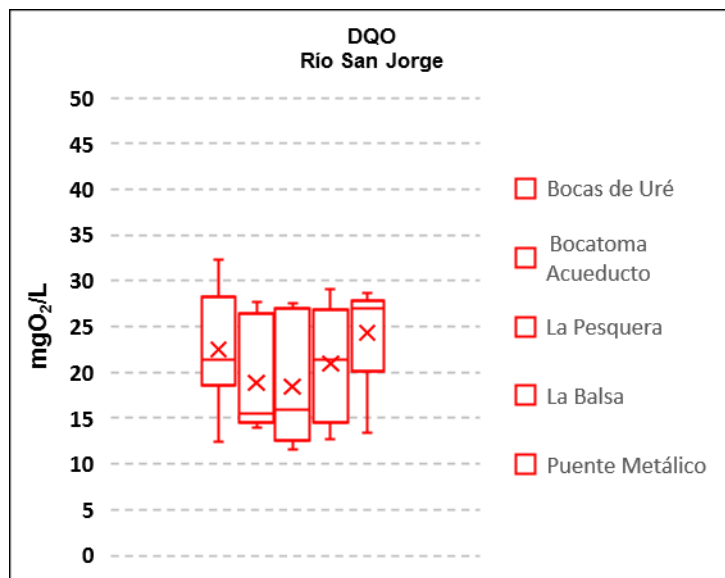
La Resolución 1-6906 del 26 de febrero de 2013 **no incluyó el parámetro DQO entre** los objetivos de calidad del agua para el Río San Jorge.

Se considera para esta nueva generación de OCA's del departamento de Córdoba que la DQO debe ser una variable a considerar para fijar metas de calidad al corto, mediano y largo plazo.

1.17.2 Perfil de calidad de la DQO en las aguas del Río San Jorge.

La evolución temporal de la DQO para cada estación de monitoreo del Río San Jorge se observa en la siguiente gráfica:

Figura 55. Evolución multianual de la DQO en el Río San Jorge.



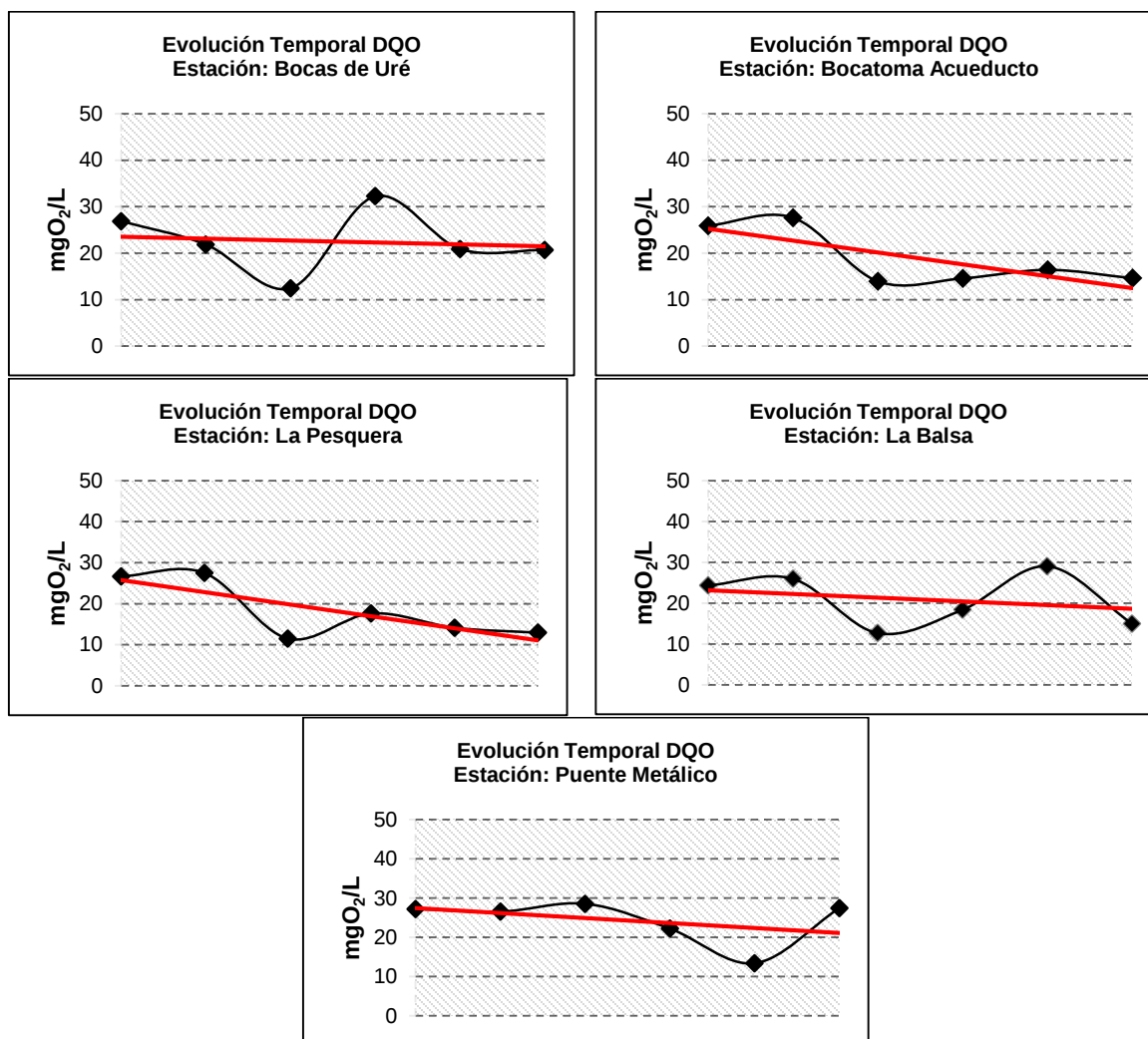
Fuente: Elaboración equipo técnico

Los valores de DQO en el Río San Jorge casi siempre son inferiores a 30 mgO₂/L, y los valores promedios para cada estación de monitoreo son todos inferiores a 25 mgO₂/L. IDEAM (2011) considera que valores de DQO en el rango 20 – 25 mgO₂/L le dan al agua una categoría de calidad aceptable. Ofreciendo buenos indicios para esta cuenca en cuanto a este parámetro.

Contrario a la DBO, la DQO disminuye en las estaciones sobre el municipio de Montelíbano, para luego aumentar. Al calcular la relación DBO/DQO da valores cercanos a 0,2. Indicando que la mayor parte de sustancias consumidoras de oxígeno en el agua del San Jorge no son biodegradables.

Se analiza a continuación la evolución temporal de este parámetro en cada estación de monitoreo para vislumbrar las posibles oscilaciones y tendencias en diferentes épocas del año.

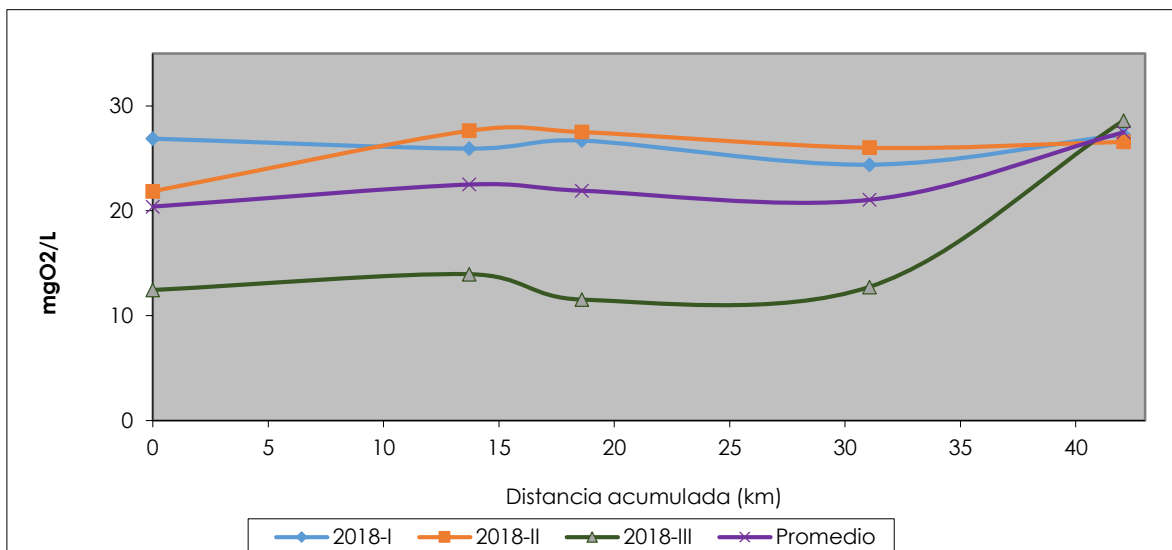
Figura 56. Evolución temporal de la DQO por estación en la Cuenca del Río San Jorge



Fuente: Elaboración equipo técnico

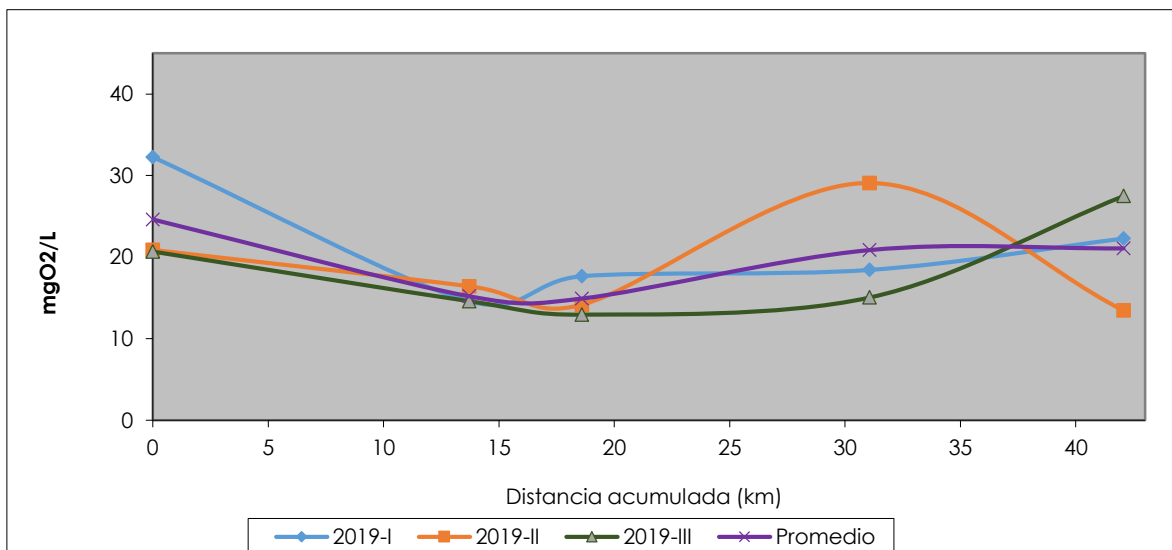
La tendencia de la DQO es generalizada a la baja. Apuntando en todas las estaciones a valores por debajo de los 20 mgO₂/L.

Figura 57. Perfiles longitudinales de DQO para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 58. Perfiles longitudinales de DQO para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

La variación de concentración de DQO a lo largo del cauce principal del Río San Jorge confirman la disminución a la altura del Municipio de Montelíbano, para continuar con un incremento hasta llegar a valores pico en el Municipio de La Apartada.



Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.



1.17.3 Propuesta de OCA de DQO para el Río San Jorge

Considerando la tendencia actual a la baja de la DQO se deben buscar políticas que permitan llevar este parámetro por debajo de los 20 mgO₂/L. Aunque de manera gradual, pero con acciones inmediatas.

Así las cosas, la propuesta de OCA para DQO en el Río San Jorge durante el periodo 2020 – 2029 es:

Tabla 30. Objetivos de Calidad para DQO Río San Jorge

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
< 25 mgO ₂ /L	< 20 mgO ₂ /L	< 20 mgO ₂ /L

1.18 PH

1.18.1 OCA Anterior

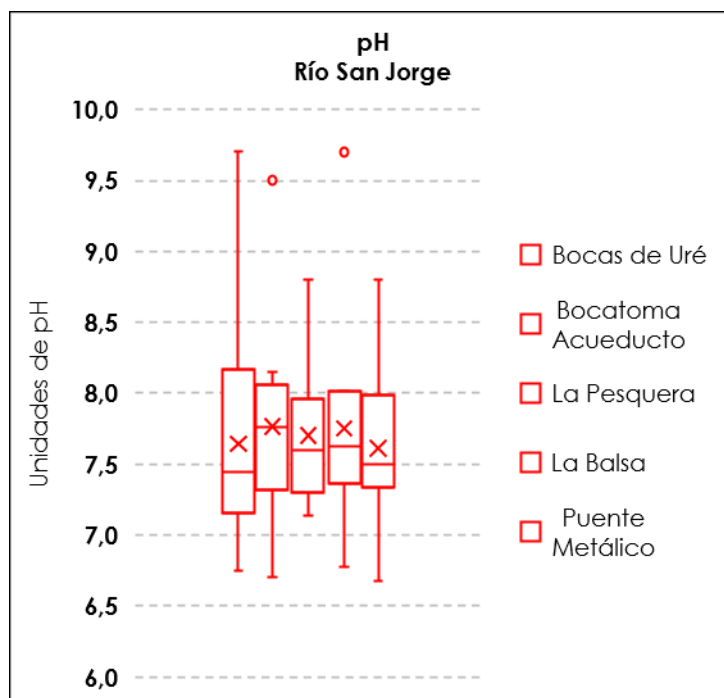
La Resolución 1-6906 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para el pH en el Río San Jorge para el periodo 2012-2016:

$$6,5 \leq pH \leq 8$$

1.18.2 Perfil de calidad del pH en las aguas del Río San Jorge.

La evolución temporal del pH para cada estación de monitoreo del Río San Jorge se observa en la siguiente gráfica:

Figura 59. Evolución multianual de pH en el Río San Jorge.

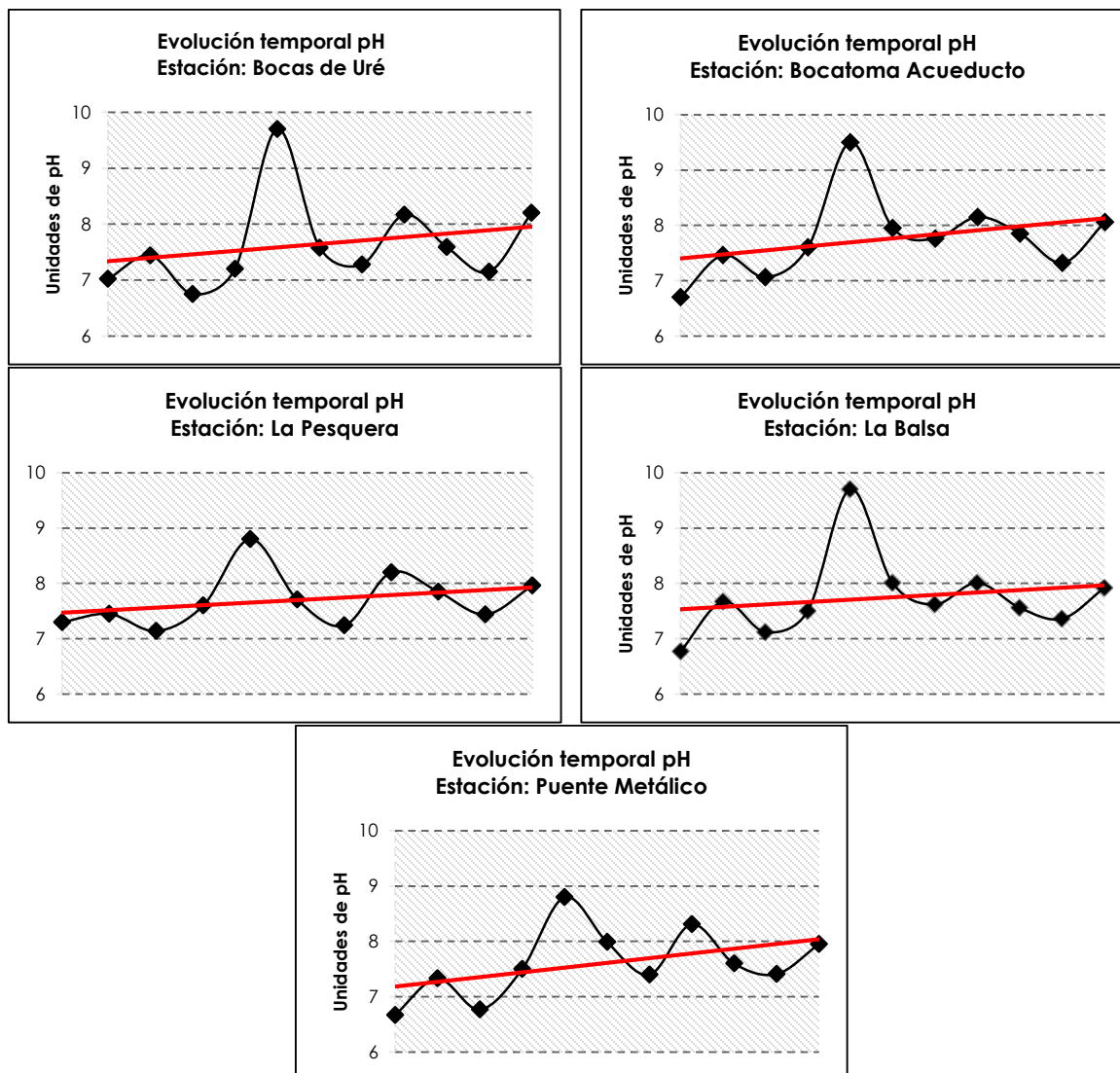


Fuente: Elaboración equipo técnico

Los valores de promedio multianual de pH en las estaciones de monitoreo sobre el Río Sinú se ubican en el rango de 6,5 – 8. Sin embargo, todas las estaciones registran valores máximos por encima del límite de 8,0 e incluso la Estación Montería registra un valor superior a 8,5 y la mayoría de sus mediciones se agrupan por encima de 8. En la Estación Tierralta se da lo contrario al poseer un valor mínimo inferior a 6,5; aunque sus valores se concentran entre 7,0 - 7,8.

A continuación, se analiza a continuación la evolución temporal de este parámetro en cada estación de monitoreo para vislumbrar las posibles oscilaciones y tendencias en diferentes épocas del año.

Figura 60. Evolución temporal de pH por estación en la Cuenca del Río San Jorge

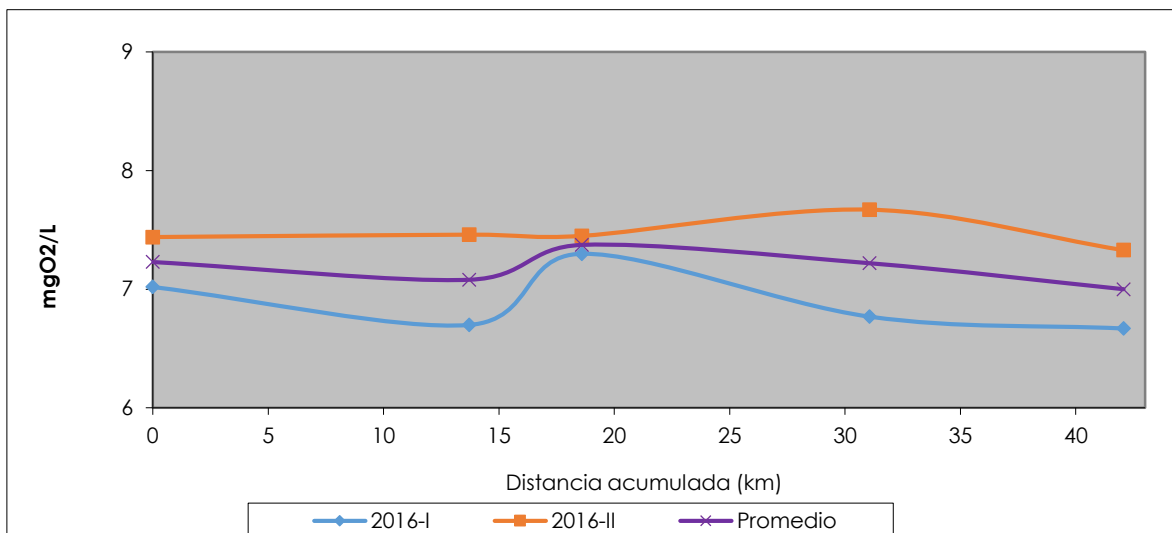


Fuente: Elaboración equipo técnico

Hay una tendencia generalizada a la disminución en los valores de pH en la cuenca, casi siempre por debajo de la escala de 8,0.

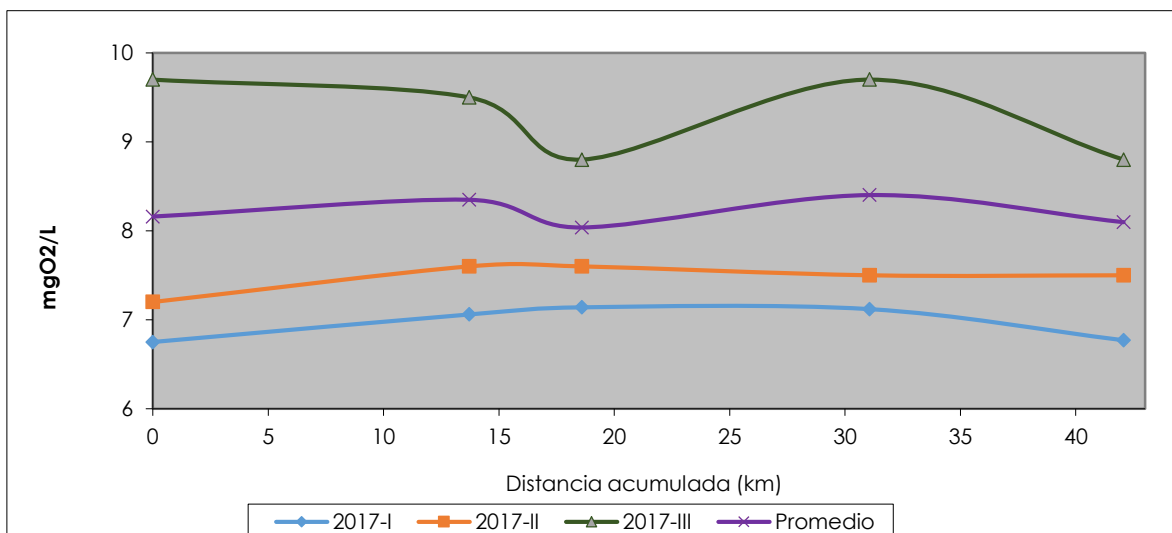
Los perfiles longitudinales de pH muestran un incremento de este parámetro a lo largo del cauce principal del Río, con una caída a la altura del Municipio de Cereté. Sin embargo, no se visualizan tramos que ameriten definir objetivos propios distintos a los de la cuenca.

Figura 61. Perfiles longitudinales de pH para monitoreos realizados durante el año 2016 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba



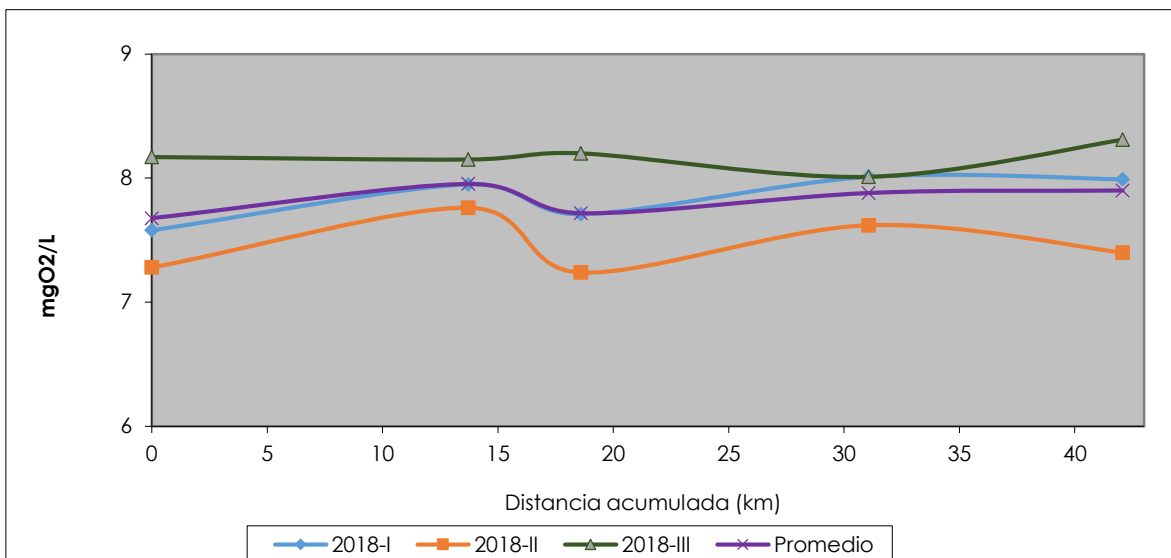
Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 62. Perfiles longitudinales de pH para monitoreos realizados durante el año 2017 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba



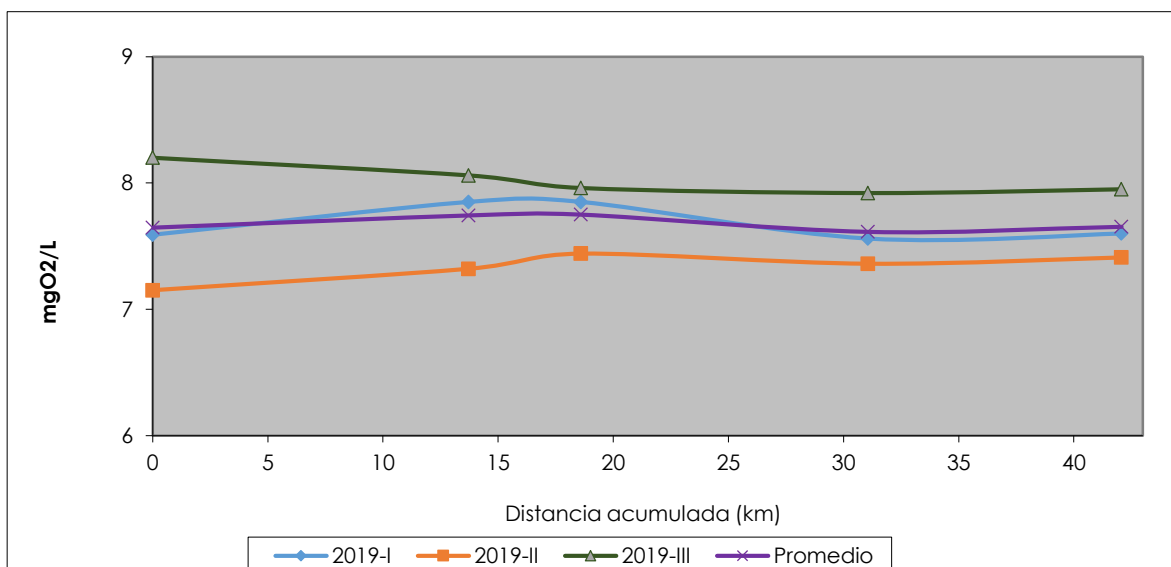
Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 63. Perfiles longitudinales de pH para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 64. Perfiles longitudinales de pH para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

1.18.3 Propuesta de OCA de pH para el Río San Jorge

Evaluando los resultados de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua en el Río Sinú a la luz del anterior OCA de pH las estaciones que menos cumplen son las de la parte alta de la cuenca (Pasacaballos y Tierralta). Mientras que en las demás en cumplimiento es regular a aceptable.

Tabla 31. Resumen de Cumplimiento de OCA de pH en el Río San Jorge.

Estación de Monitoreo	pH 6,5 - 8
Pasacaballos	50%
Tierralta	50%
Montería	67%
Cereté	67%
San Pelayo	67%
Lorica	83%

Fuente: Elaboración equipo técnico

Sí bien se registran muchos valores por encima de 8 unidades de pH, la tendencia general a la disminución y el escenario no negativo de cumplimiento respecto al objetivo de la vigencia anterior invitan a mantener el mismo objetivo para la próxima década. Descartando hacer más flexible el objetivo de calidad en el corto plazo para luego retomarlo en los horizontes de mediano y largo.

En consecuencia, el OCA para pH en el Río Sinú durante el periodo 2020 – 2029 se propone:

Tabla 32. Objetivos de Calidad para pH Río San Jorge

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
6,5 – 8,0	6,5 – 8,0	6,5 – 8,0

1.19 SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

1.19.1 OCA Anterior

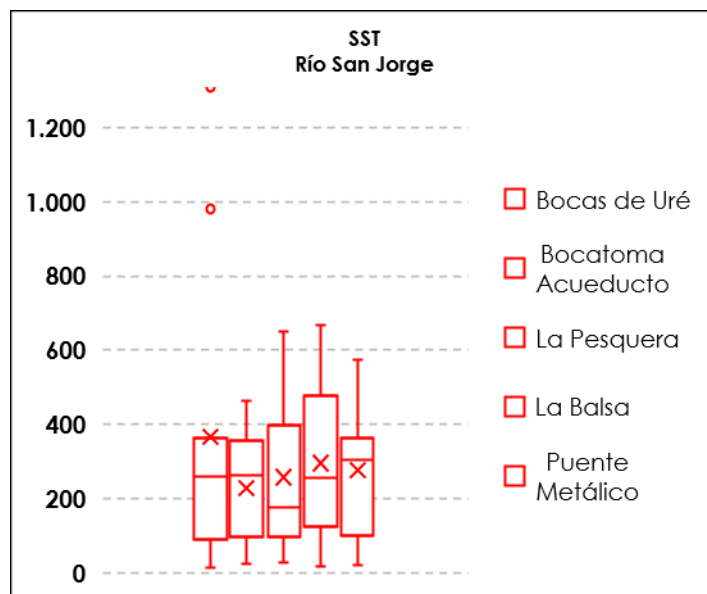
La Resolución 1-6906 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para los SST en el Río Sinú para el periodo 2012-2016:

$$SST \leq 90 \text{ mg/L}$$

1.19.2 Perfil de calidad de SST en las aguas del Río San Jorge.

La evolución temporal del SST para cada estación de monitoreo del Río San Jorge se observa en la siguiente gráfica:

Figura 65. Evolución multianual de SST en el Río San Jorge.

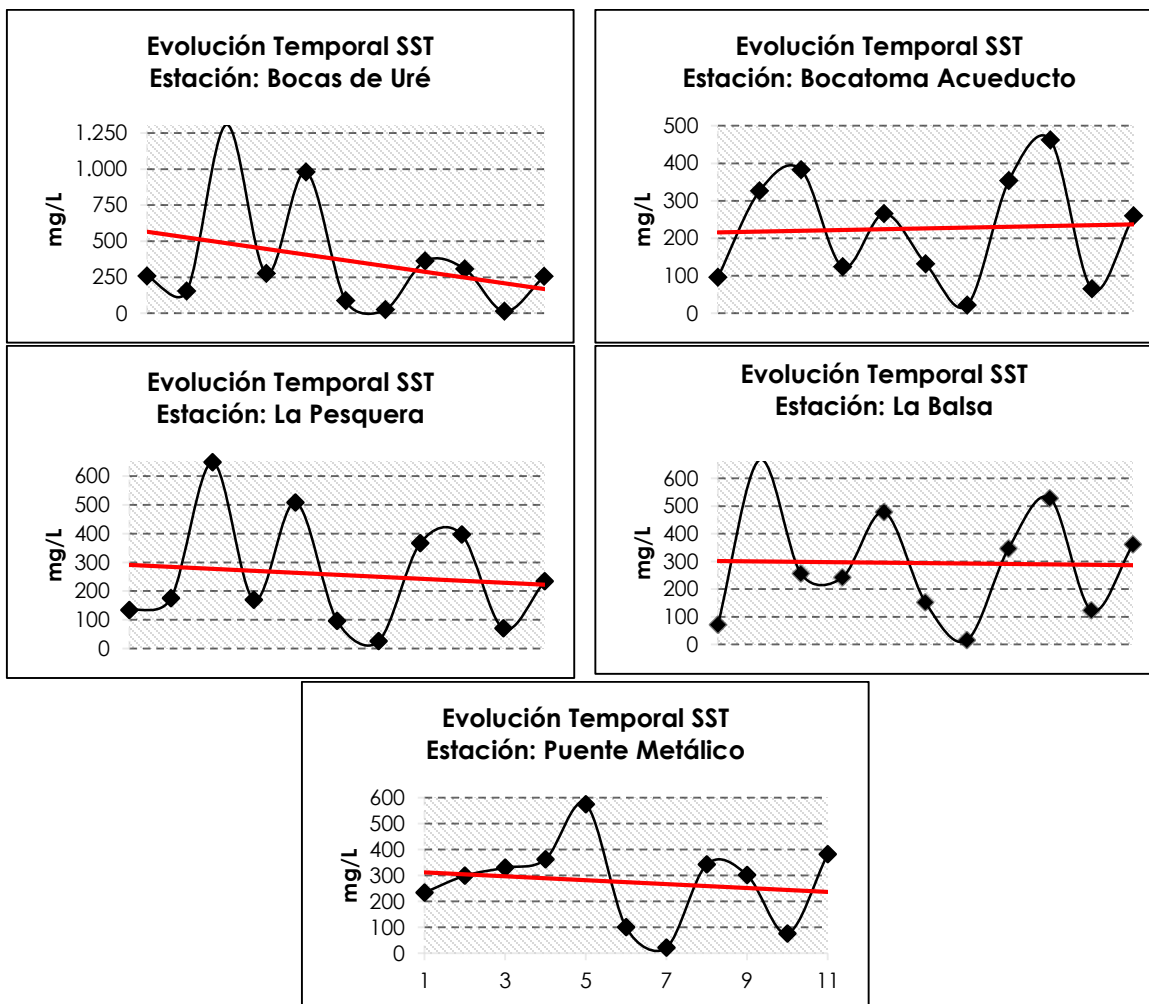


Fuente: Elaboración equipo técnico

Los SST tienden a incrementar en aquellas estaciones influenciadas por vertimientos urbanos. Los valores promedios se ubican por debajo de 80 mg/L para todas las estaciones de la red de monitoreo. Sin embargo, se supera el valor máximo fijado de 90 mg/L, también en todas las estaciones.

A continuación, se analiza a continuación la evolución temporal de este parámetro en cada estación de monitoreo para vislumbrar las posibles oscilaciones y tendencias en diferentes épocas del año.

Figura 66. Evolución temporal de SST por estación en la Cuenca del Río San Jorge



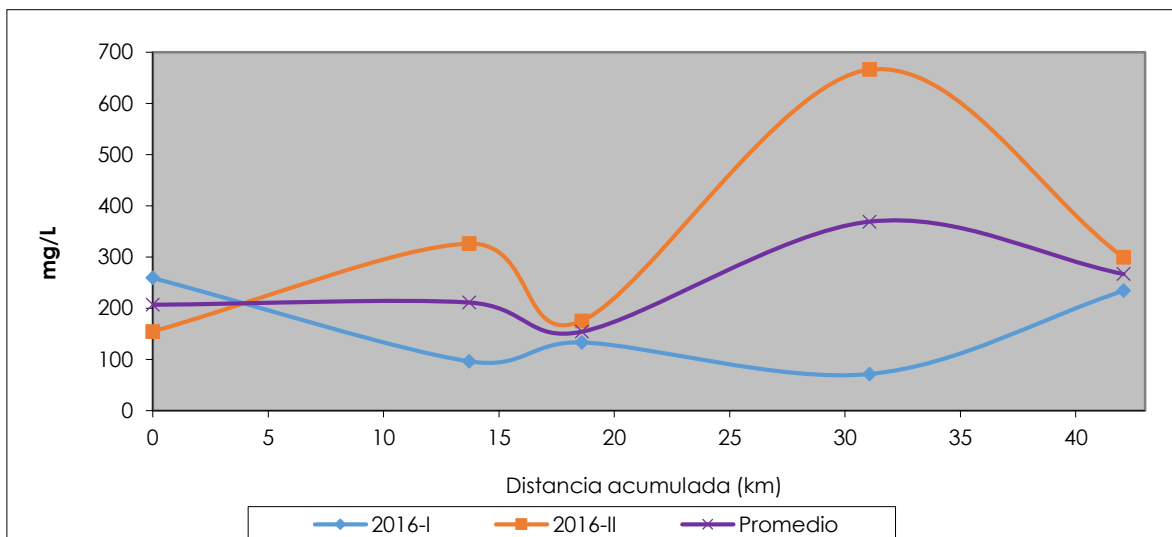
Fuente: Elaboración equipo técnico

Hay una tendencia generalizada al incremento, apuntando a concentraciones por encima de los 100 mg/L para las estaciones sobre el Río Sinú. En los caños la tendencia también es generalizada al incremento, aunque la tendencia no es igual para todas las cuencas. Preocupan los caños de la parte baja de la cuenca con valores de SST superiores a los 400 mg/L.

Los perfiles longitudinales de SST muestran un incremento de este parámetro a lo largo del cauce principal del Río, con una caída a la altura del Municipio de Cereté para el año 2018. Presentándose una dinámica inversa en los monitoreos de 2019. Constituyéndose la Estación Cereté en un punto de inflexión para el perfil longitudinal de SST en el Río Sinú.

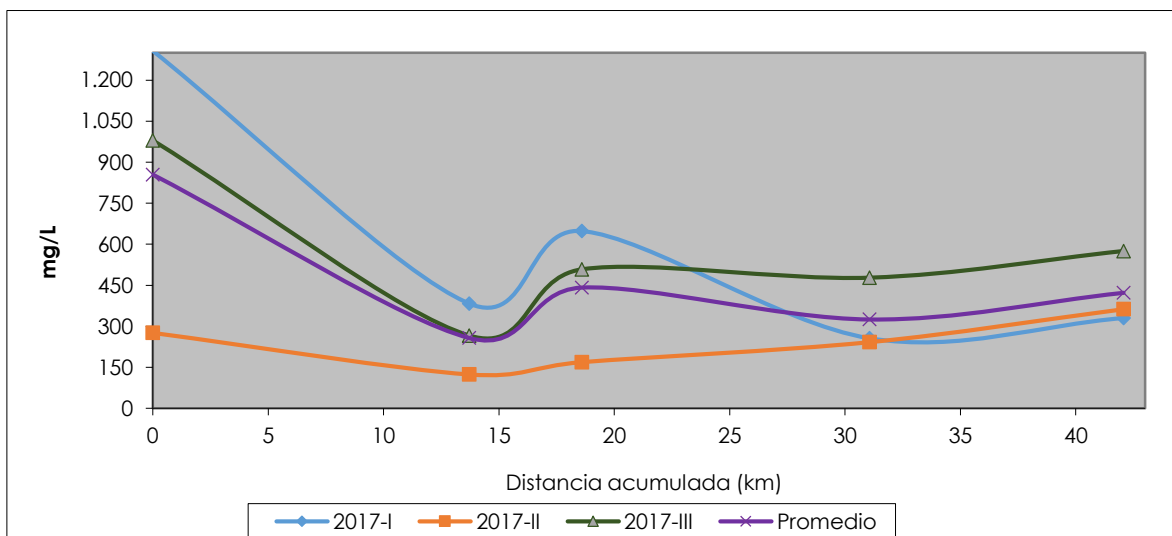
A pesar de lo anterior, no se visualizan tramos que ameriten definir objetivos propios distintos a los de la cuenca.

Figura 67. Perfiles longitudinales de SST para monitoreos realizados durante el año 2016 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba



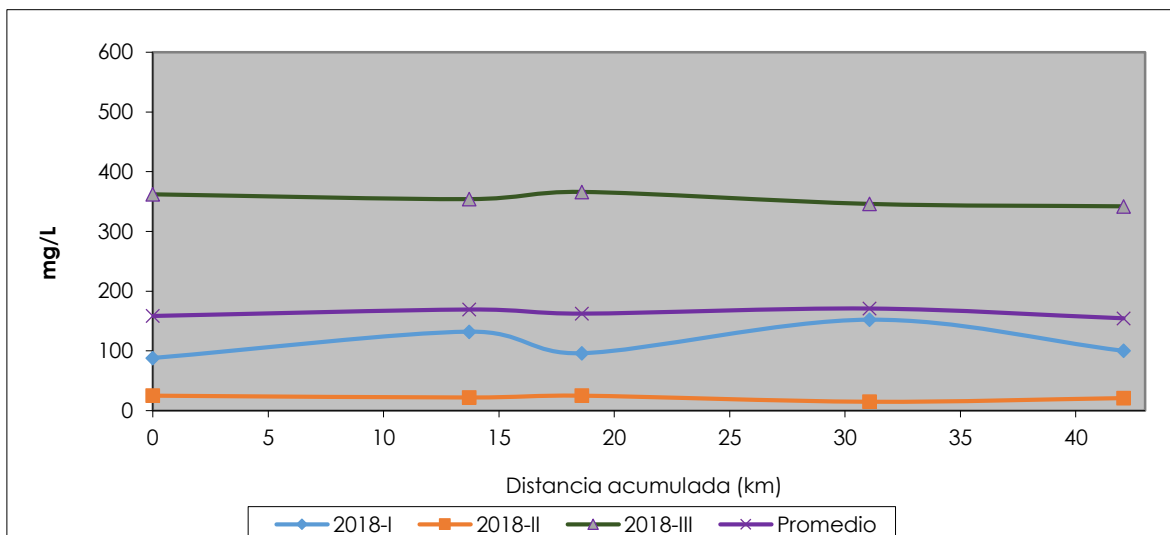
Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 68. Perfiles longitudinales de SST para monitoreos realizados durante el año 2017 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba



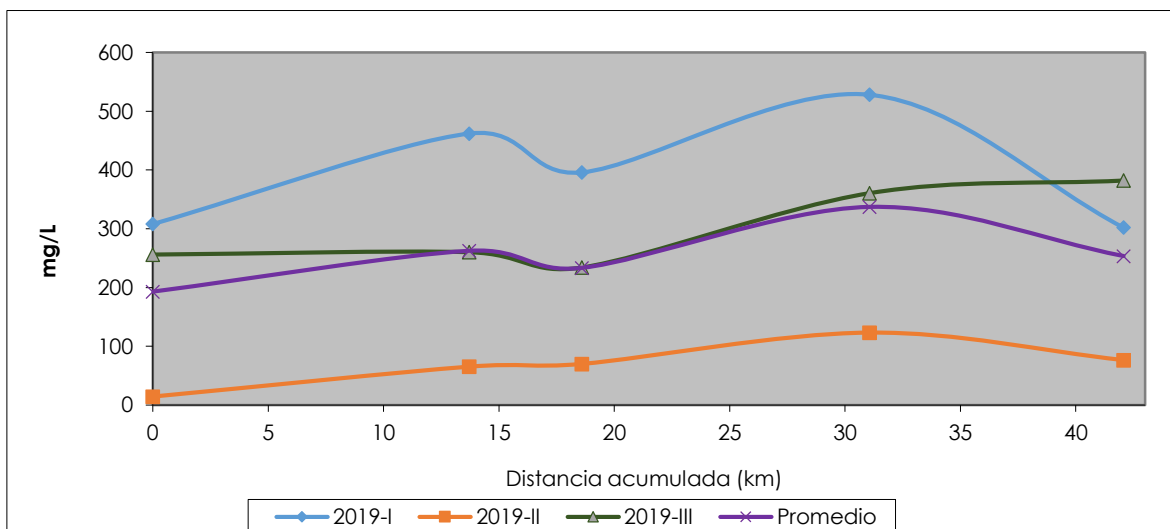
Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 69. Perfiles longitudinales de SST para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 70. Perfiles longitudinales de SST para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

1.19.3 Propuesta de OCA de SST para el Río San Jorge

Evaluando los resultados de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua en el Río Sinú a la luz del anterior OCA de SST las estaciones que menos cumplen son las de la parte media de la cuenca (Montería, Cereté y San Pelayo), para luego

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	--	---

recuperarse a la altura del Municipio de Loricá. Indicando que el Río en condiciones poco intervenidas es capaz de cumplir con el objetivo de calidad propuesta, pero se deben mejorar la gestión de vertimientos urbanos en la parte media de la cuenca para este parámetro.

Tabla 33. Resumen de Cumplimiento de OCA de SST en el Río San Jorge.

Estación de Monitoreo	SST $\leq$ 90 mg/L
Bocas de Uré	27%
Bocatoma Acueducto	18%
La Pesquera	18%
La Balsa	18%
Puente Metálico	18%

Fuente: Elaboración equipo técnico

A falta de una modelación que permita observar el comportamiento de los SST en distintos escenarios futuros, y partiendo del perfil de calidad se propone mantener el mismo OCA para esta variable en todo el tramo principal. Recomendándose llevar a cabo ejercicios de modelación en los próximos años para ajustar dicho valor a la capacidad de asimilación del Río.

Para los caños afluentes se propone un objetivo de calidad más flexible que permita avanzar en la gestión de los vertimientos urbanos que se efectúan sobre las subcuencas del Sinú, pero sin asfixiar a los entes territoriales con medidas incumplibles.

En consecuencia, el OCA para SST en el Río Sinú durante el periodo 2020 – 2029 se propone:

Tabla 34. Objetivos de Calidad para SST Río San Jorge

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
$\leq$ 250 mg/L	$\leq$ 200 mg/L	$\leq$ 200 mg/L

1.20 SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES

1.20.1 OCA Anterior

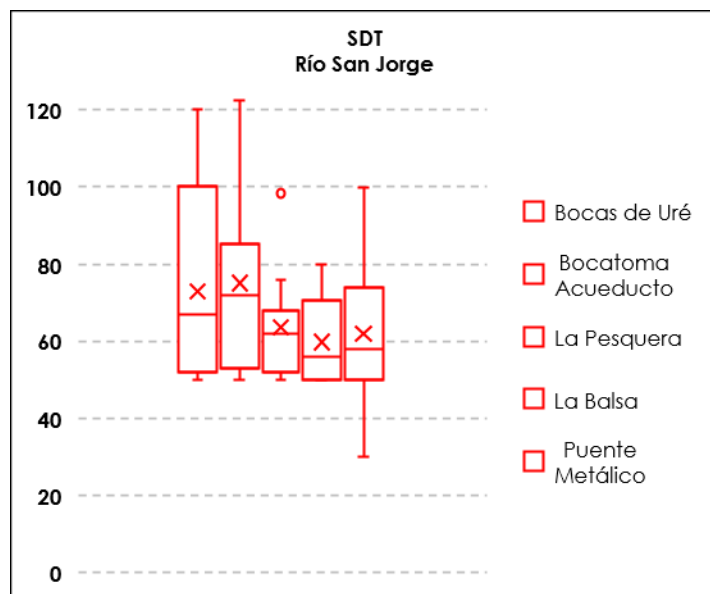
La Resolución 1-6906 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para los SDT en el Río San Jorge para el periodo 2012-2016:

$$SDT \leq 90 \text{ mg/L}$$

1.20.2 Perfil de calidad de SDT en las aguas del Río San Jorge.

La evolución temporal de los SDT para cada estación de monitoreo del Río Sinú se observa en la siguiente gráfica:

Figura 71. Evolución multianual de SDT en el Río San Jorge.



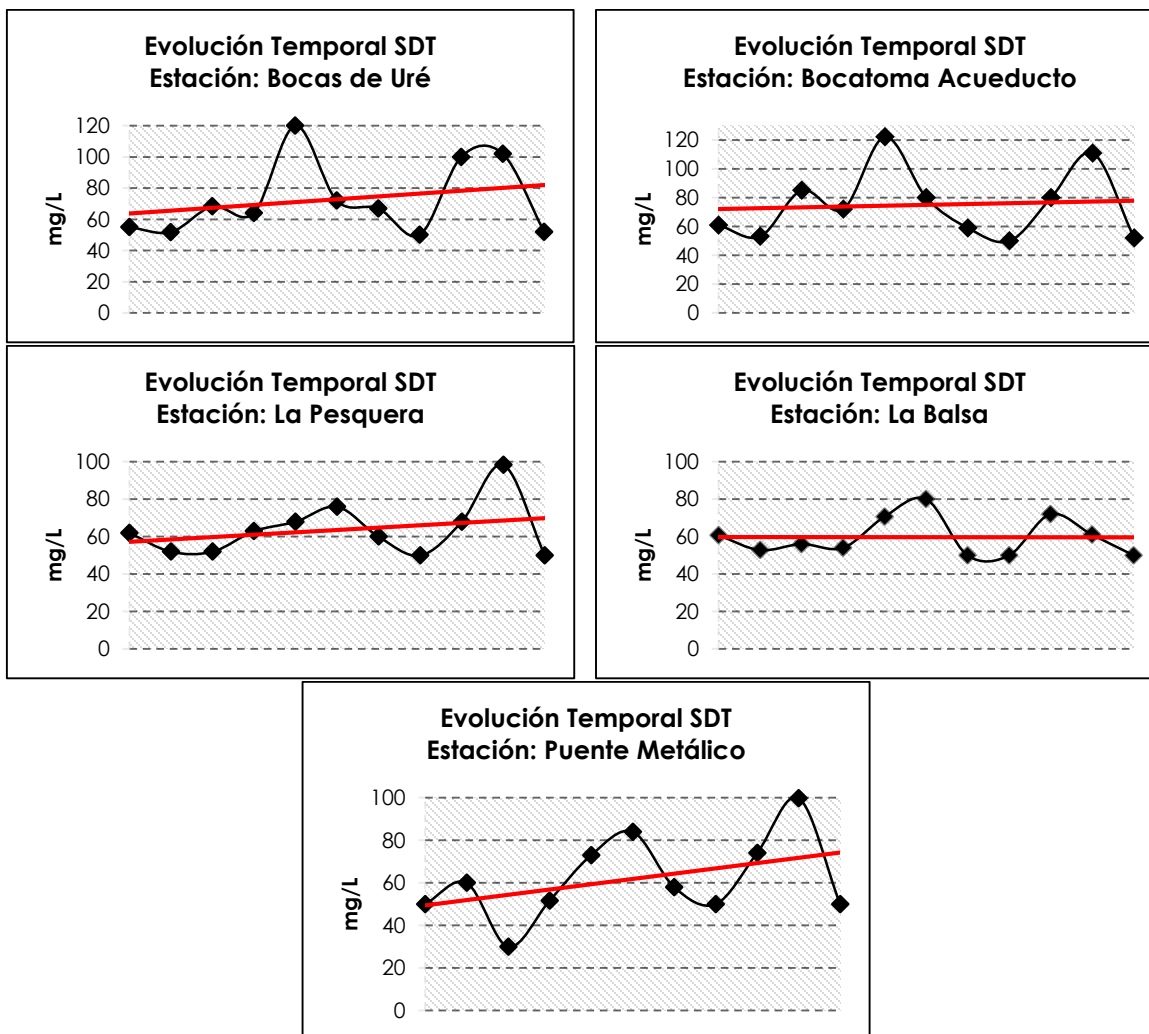
Fuente: Elaboración equipo técnico

Los SDT tienden a disminuir a lo largo de la cuenca, para repuntar en la parte baja a la altura del Municipio de Lórica. Se puede inferir que su presencia no está determinada por los vertimientos urbanos, como sí los es para el caso de los SST. La disminución sostenida a lo largo de la cuenca se puede explicar por fenómenos de dilución a media que incrementa el caudal del Río. El repunto en Lórica se entiende por la confluencia del Río con el Caño Aguas Prietas.

En promedio los SDT se ubican por debajo de la línea de los 90 mg/L. Incluso en la parte media no llegan a superar los 80 mg/L.

A continuación, se analiza a continuación la evolución temporal de este parámetro en cada estación de monitoreo para vislumbrar las posibles oscilaciones y tendencias en diferentes épocas del año.

Figura 72. Evolución temporal de SDT por estación en la Cuenca del Río San Jorge

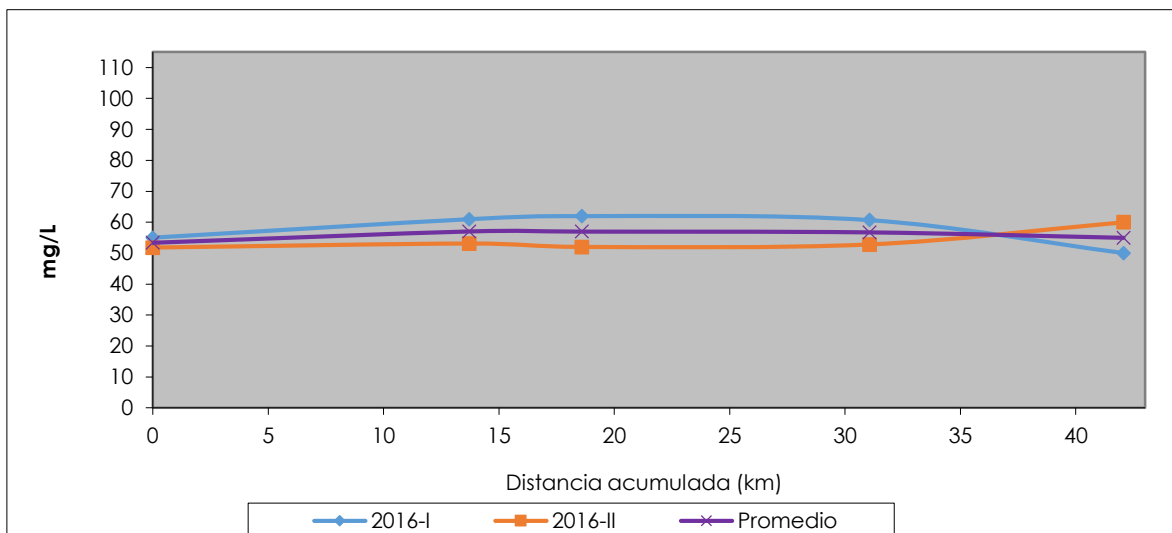


Fuente: Elaboración equipo técnico

En la parte alta de la cuenca la evolución temporal de los SDT muestra una tendencia al incremento. Al llegar a la parte media este parámetro tiende a mantenerse en un rango muy estrecho. Y en la parte baja la tendencia es a la disminución.

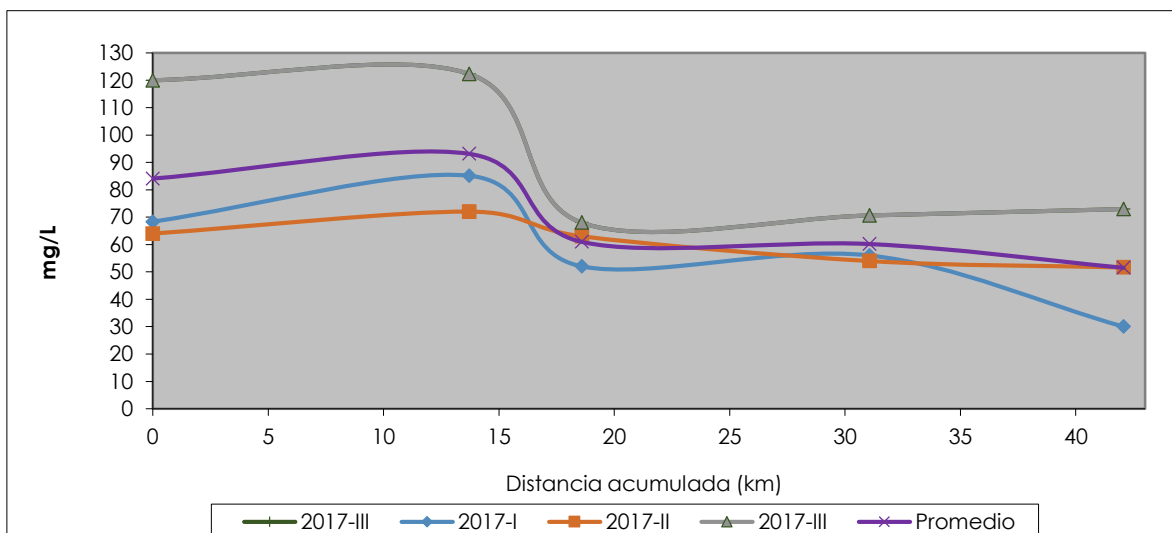
Las Estaciones Cereté y San Pelayo presenta un comportamiento de SDT diferentes al resto de la cuenca. Al observar los perfiles longitudinales se observa que este tramo del Río amerita la fijación de un OCA diferente al del resto de la cuenca.

Figura 73. Perfiles longitudinales de SDT para monitoreos realizados durante el año 2016 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba



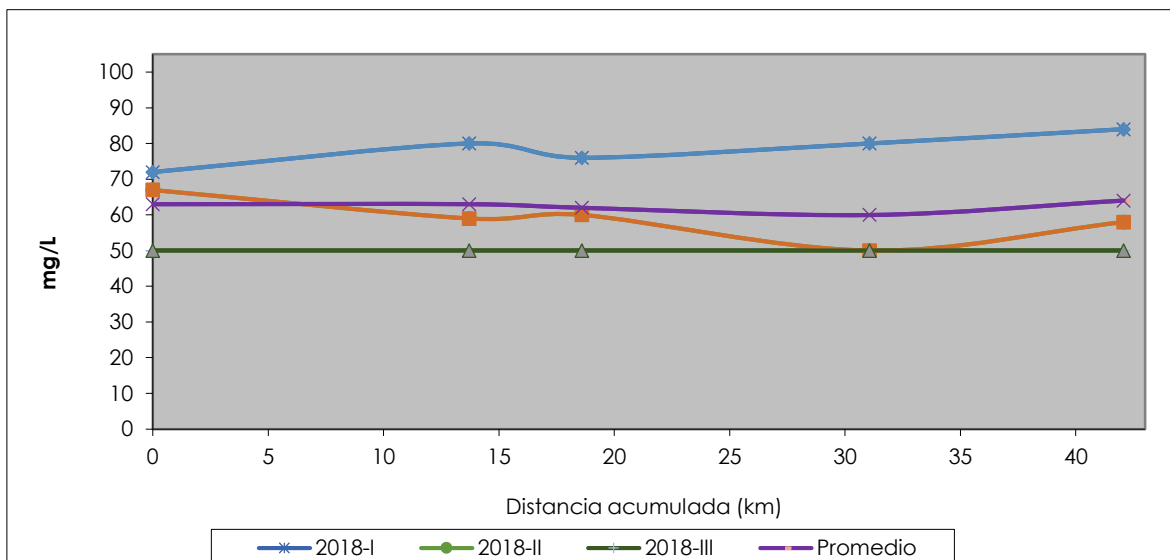
Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 74. Perfiles longitudinales de SDT para monitoreos realizados durante el año 2017 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba



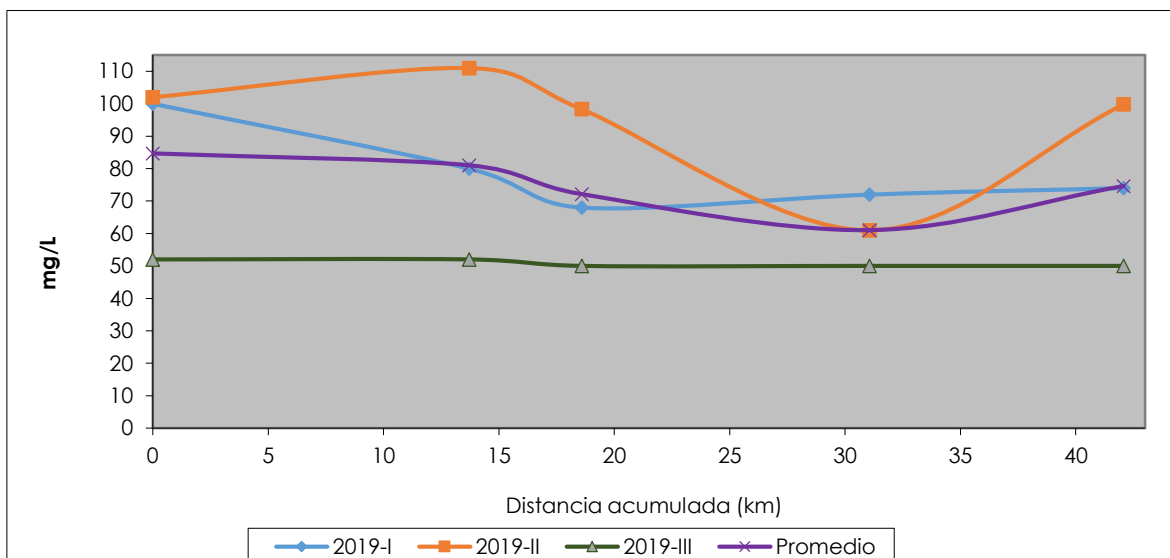
Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 75. Perfiles longitudinales de SDT para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 76. Perfiles longitudinales de SDT para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río San Jorge, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

1.20.3 Propuesta de OCA de SDT para el Río San Jorge

Evaluando los resultados de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua en el Río Sinú a la luz del anterior OCA de SDT las estaciones que más cumple son las de la parte media de la cuenca (Cereté y San Pelayo) con un 100% de sus mediciones dentro del rango fijado.

Tabla 35. Resumen de Cumplimiento de OCA de SDT en el Río San Jorge.

Estación de Monitoreo	SST ≤ 90 mg/L
Bocas de Uré	73%
Bocatoma Acueducto	82%
La Pesquera	91%
La Balsa	100%
Puente Metálico	91%

Fuente: Elaboración equipo técnico

Al igual que los SST, se necesita fortalecer el análisis anterior con modelaciones que permiten tener mejor información respecto a la capacidad de respuesta del Río Sinú ante distintos escenarios futuros.

Con la información actual, sin embargo, es posible asumir que en la parte media de la cuenca el OCA se puede hacer más estricto. Dado el buen cumplimiento, y para incentivar la acción por parte de las autoridades locales en pro de la mejora.

En consecuencia, el OCA para SDT en el Río Sinú durante el periodo 2020 – 2029 se propone:

Tabla 36. Objetivos de Calidad para SDT Río San Jorge

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
≤ 80 mg/L	≤ 80 mg/L	≤ 80 mg/L

1.21 COLIFORMES FECALES

1.21.1 OCA Anterior

La Resolución 1-6906 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para los coliformes fecales en el Río San Jorge para el periodo 2012-2016:

$$\text{Coliformes Fecales} \leq 1.000 \text{ NMP/ml}$$

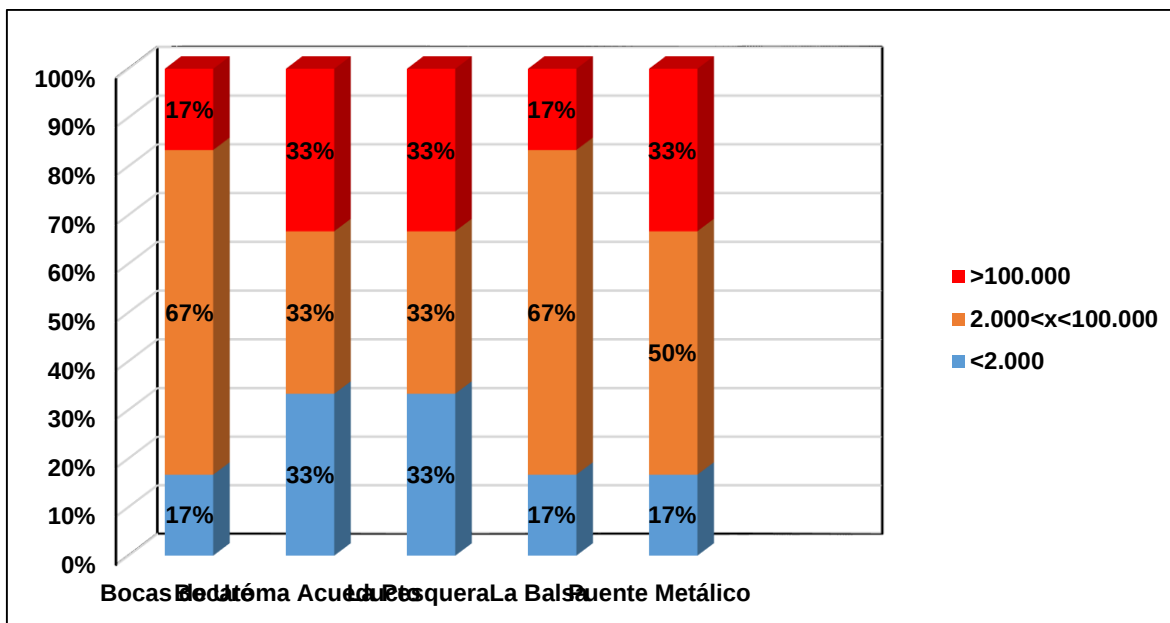
1.21.2 Perfil de calidad de Coliformes Fecales en las aguas del Río San Jorge.

Dado que este parámetro registra valores tan disimiles, pasando de centenares a decenas de miles y luego cientos de miles, representarlo gráficamente es infructuoso al momento de interpretar gráficamente el comportamiento de la variable en la cuenca.

Por lo anterior, el perfil de calidad de este parámetro no se efectuó conforme a los lineamientos de la Guía PORH; sino que se agruparon los resultados de mediciones en rangos. Para luego comparar porcentualmente en que rango se ubican los valores de coliformes fecales para cada estación. Los rangos utilizados fueron:

Los resultados del método anterior aplicado sobre el Río Sinú fueron:

Figura 77. Perfil de calidad de coliformes fecales en el Río San Jorge.



Fuente: Elaboración equipo técnico

El perfil de calidad muestra problemas de contaminación generalizada por coliformes fecales. Siendo los casos más preocupantes la Estaciones Tierralta y San Pelayo. Ambas muestran un comportamiento idéntico y se infiere que este se debe al vertimiento de aguas residuales domesticas sin tratamiento previo. Es bien sabido que ante de la Estación San Pelayo se ubica el vertimiento del sistema de alcantarillado del Municipio de Cereté, el cual no cuenta con una PTAR. Lo anterior, se reafirma al ver que la estación Cereté ubica a menos de 15 Km aguas

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

arriba es la segunda menos contaminada por coliformes fecales; estando ubicada antes del vertimiento del alcantarillado de este municipio.

Aunque la tercera parte de sus registros superan el valor de 100.000 NMP/100 mL, la Estación Pasacaballos es la que mayor parte del tiempo logra cumplir con el Objetivo de Calidad para este parámetro.

1.21.3 Propuesta de OCA de coliformes fecales para el Río San Jorge

Más allá de los problemas que muestra la cuenca para estabilizar la concentración de coliformes fecales en cumplimiento al anterior OCA; no se considera pertinente proponer un OCA más flexible. Incluso al evaluar los registros respecto al valor típico de <2.000 NMP/100 mL, no cambia en nada lo obtenido para < 1.000 NMP/100 mL.

Así las cosas, el OCA propuesto para coliformes fecales en el Río Sinú es:

Tabla 37. Objetivos de Calidad para coliformes fecales Río San Jorge

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
< 1.000 NMP/100 mL	< 1.000 NMP/100 mL	< 1.000 NMP/100 mL

1.22 COLIFORMES TOTALES

1.22.1 OCA Anterior

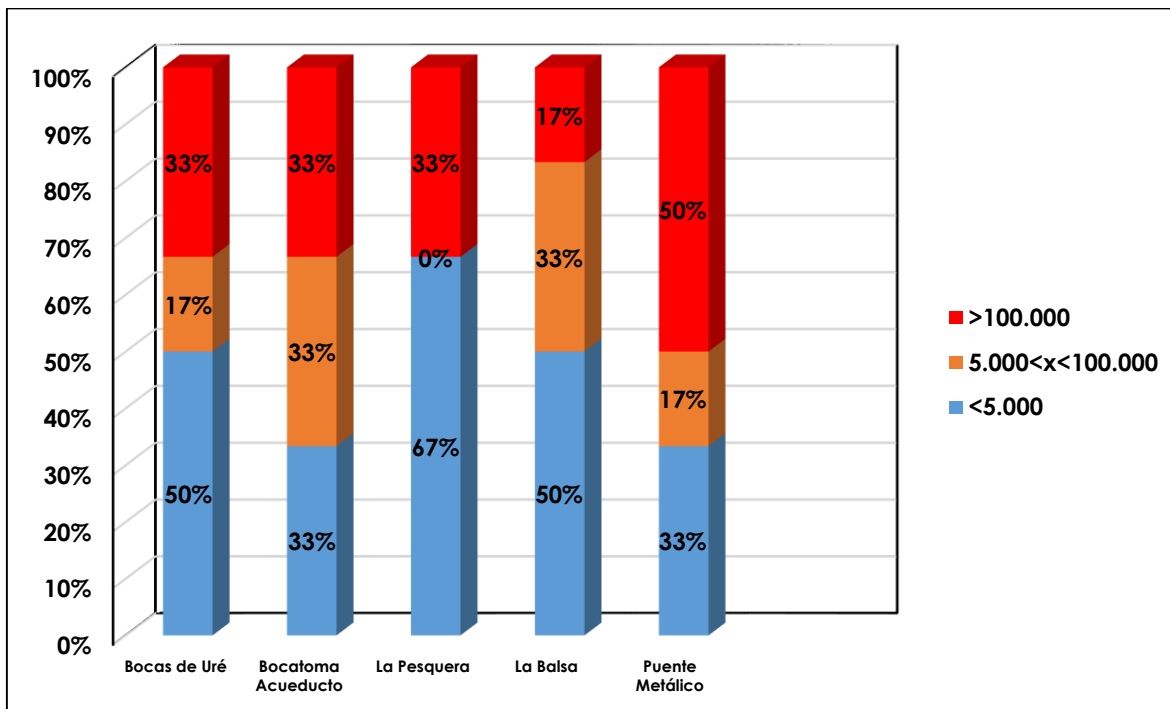
La Resolución 1-6906 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para los coliformes fecales en el Río Sinú para el periodo 2012-2016:

$$\text{Coliformes Fecales} \leq 5.000 \text{ NMP/ml}$$

1.22.2 Perfil de calidad de Coliformes Totales en las aguas del Río San Jorge.

Se aplicó el mismo método utilizado para interpretar gráficamente los coliformes fecales. Con la diferencia que los rangos se ajustaron al valor del anterior OCA para este parámetro.

Figura 78. Perfil de calidad de coliformes totales en el Río San Jorge.



Fuente: Elaboración equipo técnico

El resultado grafico obtenido es casi calcado al de los coliformes fecales. Las Estaciones Tierralta y San Pelayo siguen siendo las más comprometidas. Y en el resto de la cuenca se puede calificar como de calidad media.

1.22.3 Propuesta de OCA de coliformes fecales para el Río San Jorge

Se aplica la misma lógica que en los coliformes fecales, y se entiende que lo mejor es mantener el OCA anterior. Quedando el siguiente OCA para la próxima década.

Tabla 38. Objetivos de Calidad para coliformes fecales Río San Jorge

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
< 5.000 NMP/100 mL	< 5.000 NMP/100 mL	< 5.000 NMP/100 mL

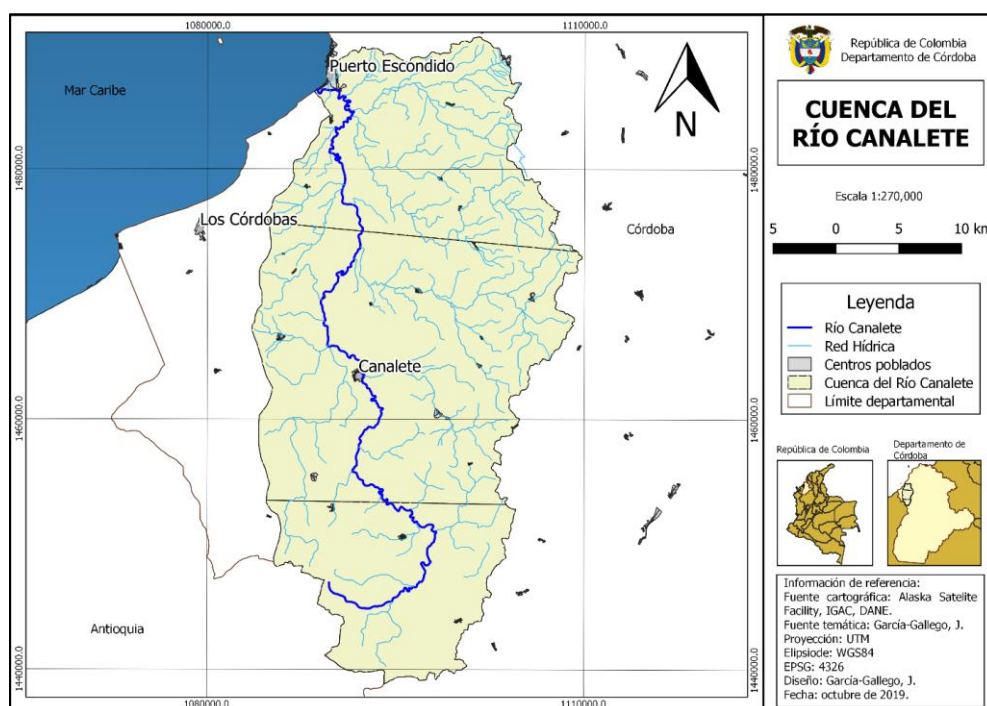
CUENCA RÍO CANALETE

1.23 GENERALIDADES DE LA CUENCA

El Río Canalete, corre de Sur a Norte en el lado Noroccidental en el departamento de Córdoba, nace en la Serranía de Abibe, más exactamente en el Cerro La Gloria a 320 m.s.n.m. cerca de la población de Buena Vista y se encañona en la Serranía de Las Palomas. La cuenca está delimitada al Noroccidente por el Cerro de la Soledad y por el Oriente por La Loma del Tigre y la Cuchilla, administrativamente, esta limita al norte con el municipio de Puerto Escondido y el mar Caribe, al oriente y sur con el municipio de Montería y al occidente con los municipios de Arboletes (Antioquia), Canalete y Los Córdoba (Figura 79).

El cauce principal tiene una longitud aproximada de 90,2 km desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Mar Caribe, completando un perímetro de 157,25 km y atravesando corrientes principales como la quebrada Aguas Prietas, El Ají, El Limón, El Guineo, Sabalito y Morindó a lo largo de su recorrido.

Figura 79. Cuenca del río Canalete.



	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

Fuente: Elaboración equipo técnico

Más específicamente, el río Canalete en su curso inferior margen derecha, recibe las aguas de las Quebradas El Cocuelo, El Brillante, Boca Al Revés, Prisco, Garrapata, Los Ángeles, Caracolí, El Tomate, Jericó, La Lorencita, Armenia, El Guineo. La Quebrada El Guineo recibe las aguas de las quebradas Las Pavas, La Mona, La Vaca, La Ciega, Las Pulgas, El Águila, Morrocoy y Urango; en la margen izquierda recibe las aguas de las quebradas Siseván, Viejo Loco, Juan Tauth, El Ají, La Culebra, Colomboy, El Limón, Pachacal, Arroyo Cadillo, Aguas Prietas y Aguas Blancas.

De acuerdo con el sistema de clasificación de Horton el río Canalete es una corriente de orden seis a escala 1:25.000. El área de la Cuenca hidrográfica es de 91.940,7 Hectáreas que representan el 3,7% del departamento de Córdoba. Comprende territorio de los municipios de Canalete, Puerto Escondido, Los Córdoba y Montería (UPB & CVS, 2008).

El ancho de banca llena del río Canalete varía con valores entre los 20 a 30 metros y profundidades promedio de 3 a 4 metros. Su sección transversal tiende a ser triangular en sitios aguas arriba de la quebrada del Limón, mientras que se va transformando lentamente en sección trapezoidal en cercanías al Municipio de Canalete y un poco más profunda a medida que llega a su desembocadura.

Se le conoce por la capacidad de agua que tiende a almacenar cuando se presenta el periodo de lluvias intensas, y que recurrentemente produce desbordamientos. Análisis efectuados de eventos extremos demuestran que los caudales con períodos de retorno mayores a los 10 años, son excesivamente altos, mayores a los 100 m³/s y que dada la baja capacidad que tiene el río para almacenarlos, produce fuertes desbordamientos. Por otro lado, en los periodos de sequía, principalmente entre los meses de diciembre y abril, en los que se presenta una disminución notable de los caudales en la cuenca, hacen que se considere el almacenamiento temporal durante la temporada de lluvias (CORDECOR, 2012).

1.24 LÍNEA BASE DE CALIDAD DEL AGUA

Tomando como insumo los registros de mediciones de distintos parámetros físico-químicos y biológicos, se levanta la actual **Línea Base de Calidad del Agua para la Cuenca del Río Canalete**.

La información sobre calidad del agua del Río San Jorge proviene de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua para el Departamento de Córdoba implementada por CVS desde el año 2016. Para el río San Jorge la Red estableció

cuatro (4) puntos de monitoreo de calidad del agua superficial sobre el cauce del río. Los puntos de monitoreo incluidos son:

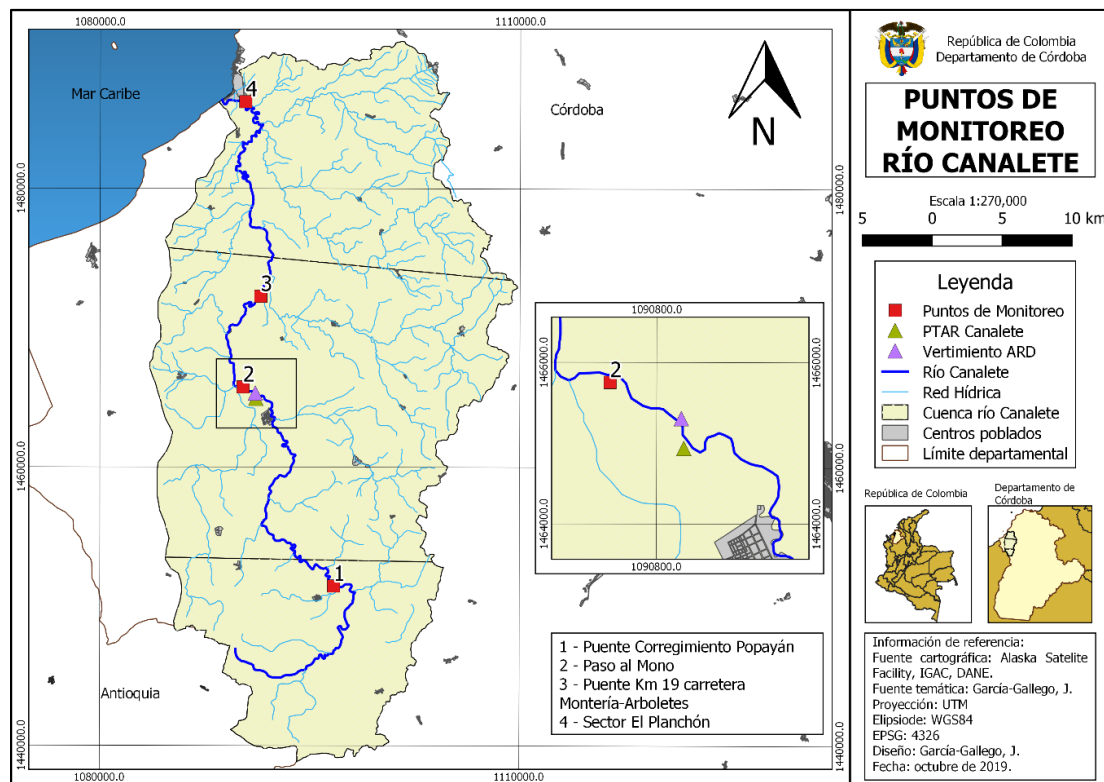
Tabla 39. Puntos de monitoreo Río Canalete.

CUENCA SAN JORGE	Punto de Monitoreo	Coordenadas Geográficas	
		Latitud	Longitud
	Puente Corregimiento de Popayán	N 08°40'39,0''	WO 76°11'55,3''
	Paso del mono	N 08°48'24,6''	WO 76°15'26,7''
	Puente Km 19 Carretera Montería - Arboletes	N 08°51'56,4''	WO 76°14'45,1''
	Sector El Planchón	N 08°59'31,2''	WO 76°15'20,3''

Fuente: Elaboración equipo técnico

En la siguiente figura se ilustra la ubicación de los puntos de monitoreo de calidad del agua del Río San Canalete mediante un mapa.

Figura 80. Representación espacial de la Red de Monitoreo de la Calidad del Agua del Río Canalete en el Departamento de Córdoba.



Fuente: Elaboración equipo técnico



Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.



Entre los antes del Punto de Monitoreo N° 2 se ubica el vertimiento de aguas residuales domésticas del sistema de alcantarillado del Municipio de Canalete. Así, el tramo entre los puntos 2 y 3 es de gran relevancia para observar la asimilación de la carga contaminante proveniente de la urbe. Cabe destacar, que Canalete es el único centro poblado sobre la cuenca con alcantarillado; y por tanto representa el mayor vertimiento al río.

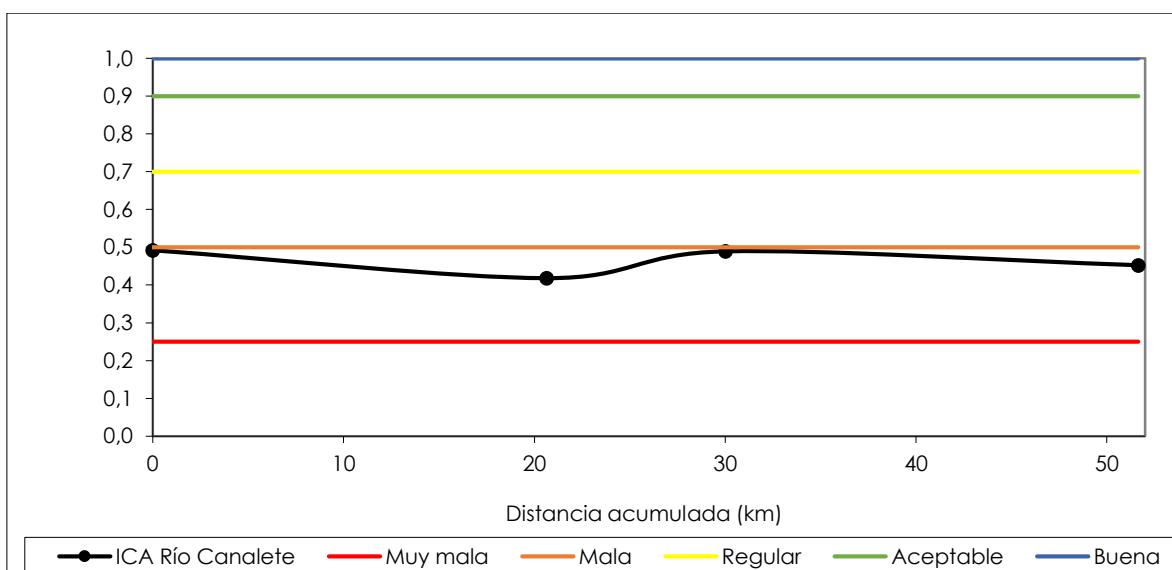
La parámetros fisicoquímicos y biológicos que se han registrado desde 2016 a la fecha por la Red de Monitoreo de Calidad del Agua del Departamento de Córdoba son:

Oxígeno disuelto	Zinc
Conductividad eléctrica	Cromo
pH	Mercurio
Color real	Sulfuros
DQO	Cromo hexavalente
DBO ₅	Coliformes totales
Fosfatos	Coliformes fecales
Fósforo Total	
Nitratos	
Nitrógeno Total	
Grasas y aceites	
Sólidos totales	
SDT	
SST	
Cadmio	
Cobre	
Plomo	

1.24.1 Índices de calidad físico-química del agua

A lo largo del tramo de 52 Km de Río monitoreados, Canalete presenta calidad mala. Las variables del ICA IDEAM que más empobrecen la calidad del agua en el Río San Jorge son las elevadas concentraciones de sólidos suspendidos y relaciones NT/PT superiores a 20. La relación entre los dos grupos de nutrientes indica que el agua del San Jorge es deficitaria en fósforo. Este resultado sugiere que el fósforo pudiera limitar el desarrollo de los productores primarios en el cuerpo de agua.

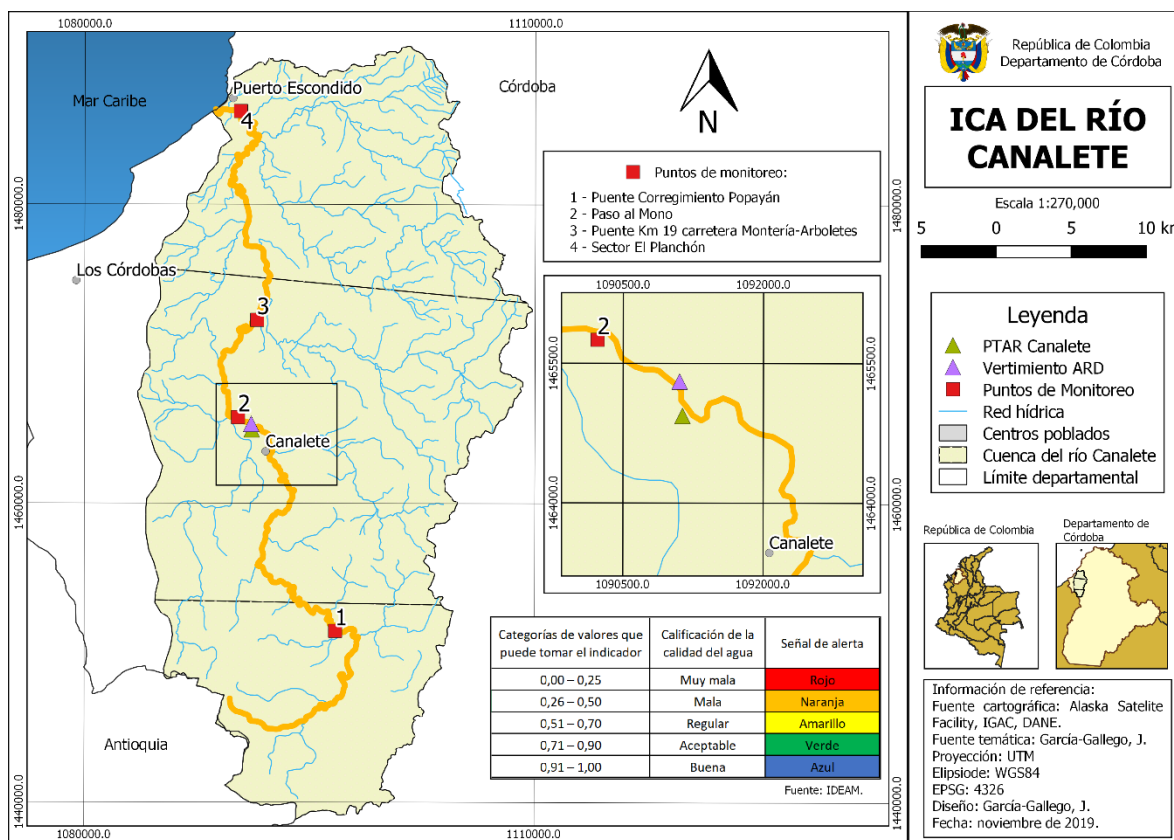
Figura 81. Promedio histórico ICA IDEAM para cada Estación de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua del Río Canalete.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

Los índices de calidad del agua incluyen la clasificación por colores según rangos de valores para facilitar la representación cartográfica de la calidad del agua por tramos. A continuación, se muestra el mapa de calidad del agua para el Río San Jorge de acuerdo al promedio del ICA IDEAM.

Figura 82. Representación cartográfica del ICA IDEAM para la Cuenca del Río Canalete



Fuente: Elaboración equipo técnico

1.25 OXIGENO DISUELTO

Los registros históricos de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua del Río Sinú muestran que la deficiencia de oxígeno disuelto es una problemática común a toda la cuenca. Los niveles de saturación de oxígeno casi nunca supera el valor de 70%, estando más cerca del nivel de saturación medio (50%) que de acercarse a un valor óptimo (>70%). La saturación de oxígeno disuelto en el agua viene dada por la concentración de oxígeno (mgO_2/L) y la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) del agua. Al ser la temperatura del agua en la cuenca del Río Sinú una variable con variación temporal y espacial poco significativa, es la concentración de oxígeno quien viene determinando los niveles de saturación en las aguas.

Siguiendo la lógica anterior, el OCA para el Río Sinú más reciente (vigencia 2012 a 2016) se expresaba en mgO_2/L .

1.25.1 OCA Anterior

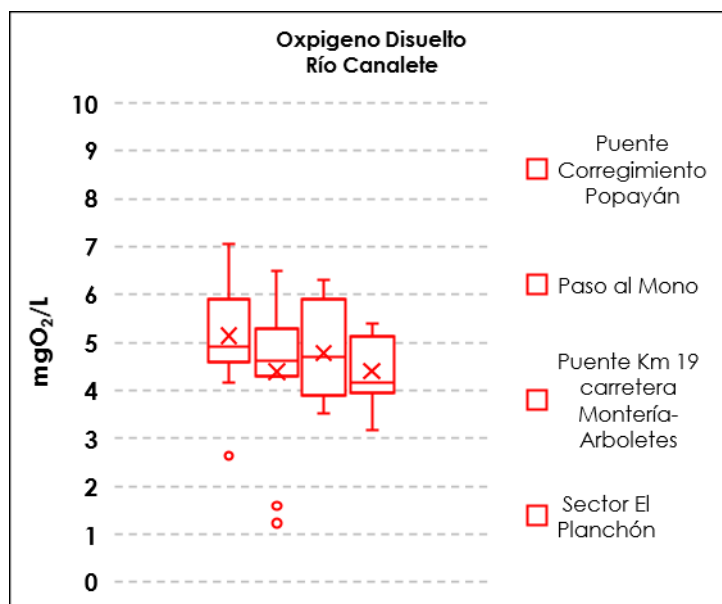
La Resolución 1-6907 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para el **oxígeno disuelto** en el Río Canalete para el periodo 2012-2016:

$$\text{Oxígeno Disuelto} > 6 \text{ mgO}_2/\text{L}$$

1.25.2 Perfil de calidad del oxígeno disuelto en las aguas del Río Canalete.

La evolución temporal del oxígeno disuelto para cada estación de monitoreo del Río San Jorge se observa en la siguiente gráfica:

Figura 83. Evolución multianual del oxígeno disuelto en el Río Canalete.



Fuente: Elaboración equipo técnico

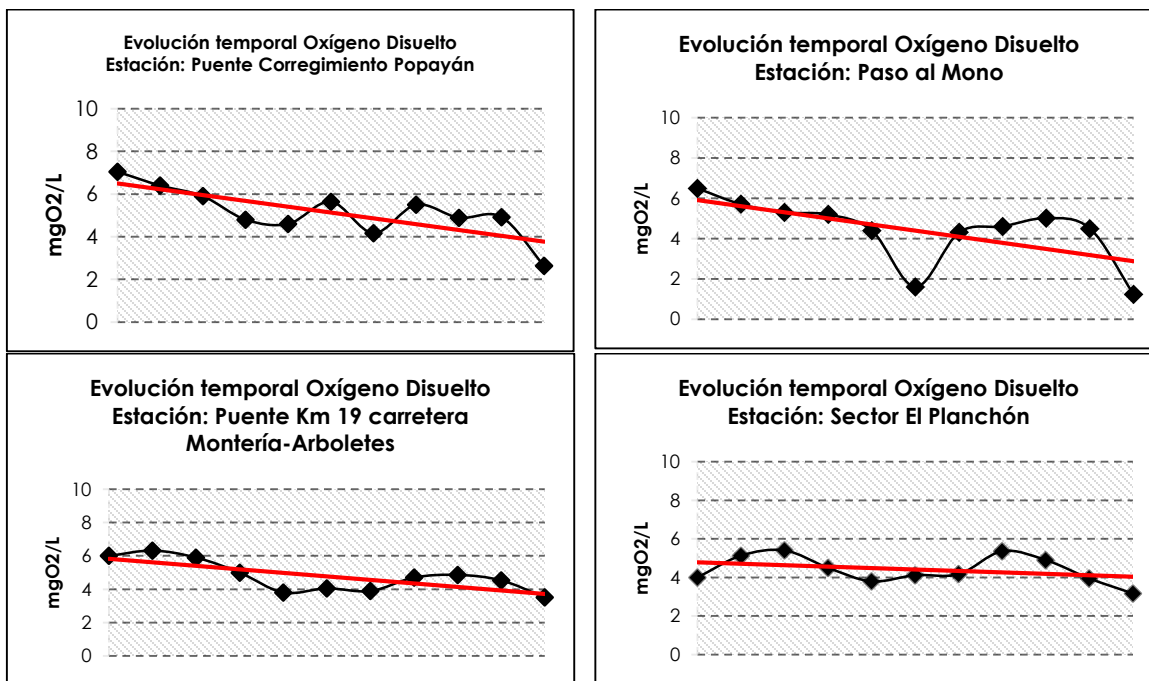
La concentración de oxígeno disuelto en el agua del Río San Jorge es siempre inferior al límite de 6,0 mgO₂/L, fijado en la Resolución 1-6906 del 26 de febrero de 2013 de la CAR-CVS. Siendo un objetivo de calidad imposible de cumplir en el estado actual de calidad del agua en la cuenca en todos sus tramos.

A lo largo de la estación de la Red de Monitoreo de la Calidad del Agua no se evidencia evolución significativa de una estación a la otra; y las mediciones tienen agruparse cerca al límite inferior de 5 mgO₂/L.

Se registran valores de oxígeno disuelto por encima de los 7 mgO₂/L, pero la gráfica confirma que son valores atípicos que no corresponden a la condición normal del Río.

La afirmación anterior se confirma con la evolución temporal de este parámetro para cada estación de monitoreo. Correspondiendo todos los valores atípicos a la primera campaña de monitoreo en agosto de 2016.

Figura 84. Evolución temporal del Oxígeno Disuelto por estación de la Cuenca del Río Canalete

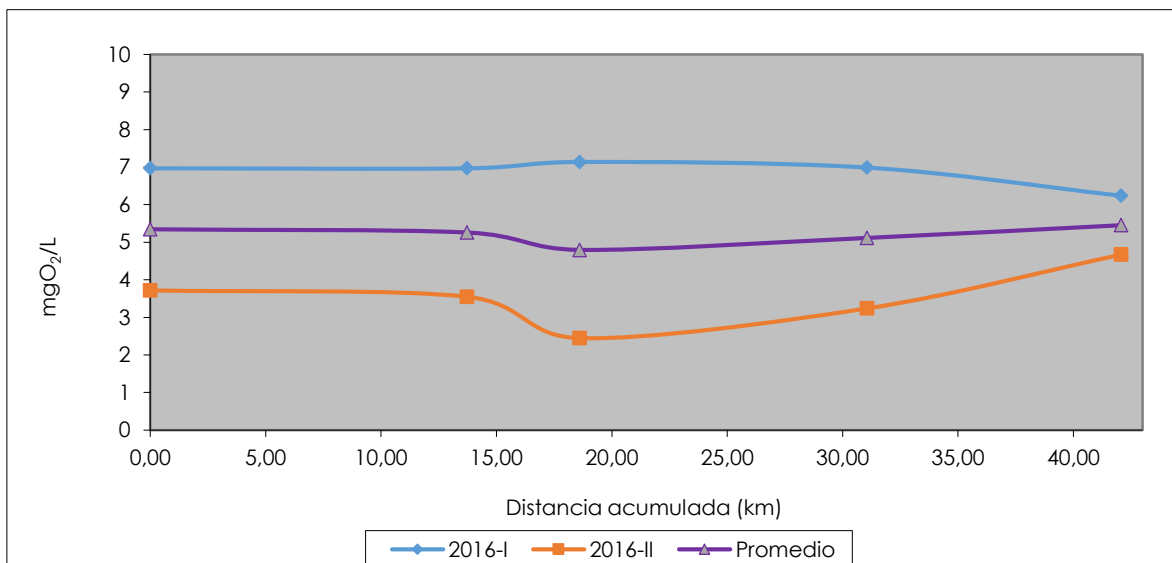


Fuente: Elaboración equipo técnico

La evolución temporal del oxígeno disuelto en cada estación indica tendencia a la baja considerando los valores de al inicio de operación de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua. Más allá de los valores iniciales, la tendencia en el Río San Jorge es a mantenerse alrededor de los 5 mgO₂/L. Reafirmando lo mostrado en la gráfica de evolución multianual (Figura 44. **Evolución multianual del oxígeno disuelto en el Río San Jorge.**

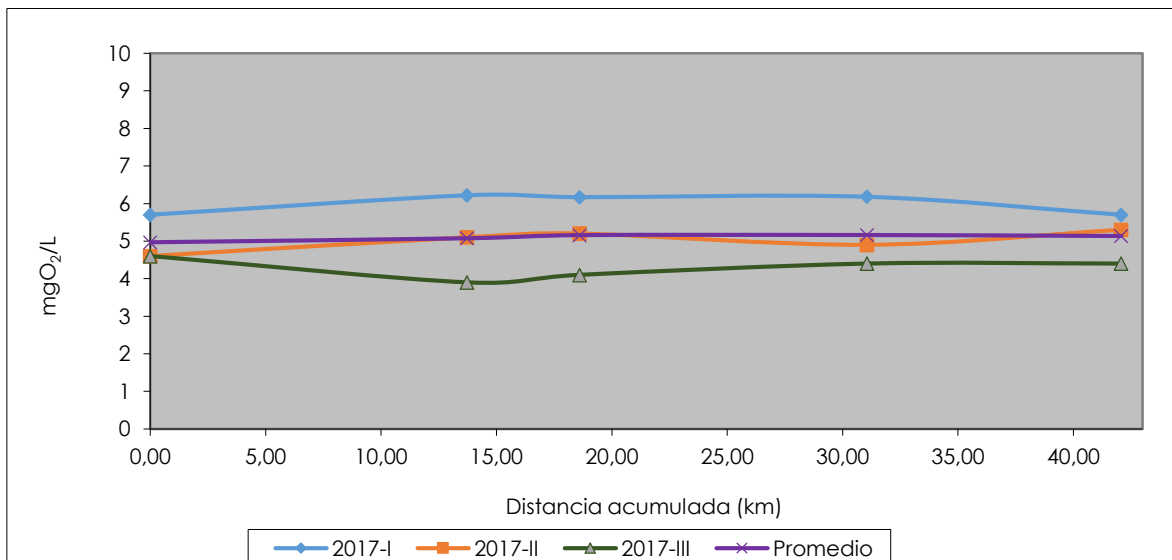
Los valores atípicos se analizan a la luz de los perfiles longitudinales del Río, obteniendo que no fueron valores atípicos por estación; sino que responden a valores atípicos para la cuenca. Similar a ciertas variaciones que se presentan cada tanto en las lluvias totales del año.

Figura 85. Perfiles longitudinales de oxígeno disuelto para monitoreos realizados durante el año 2016 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba



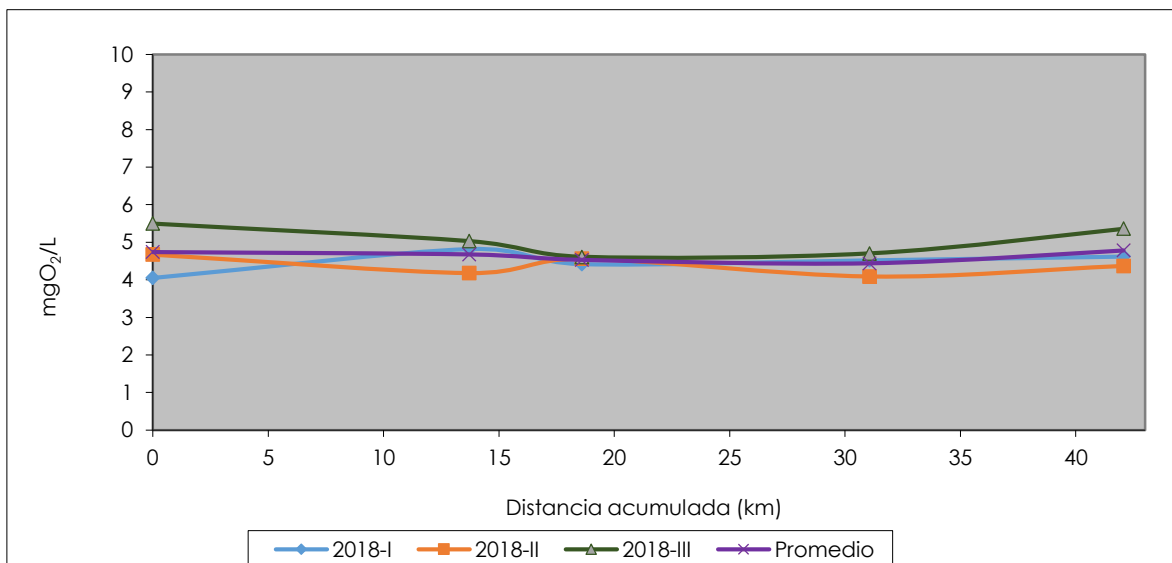
Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 86. Perfiles longitudinales de oxígeno disuelto para monitoreos realizados durante el año 2017 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba



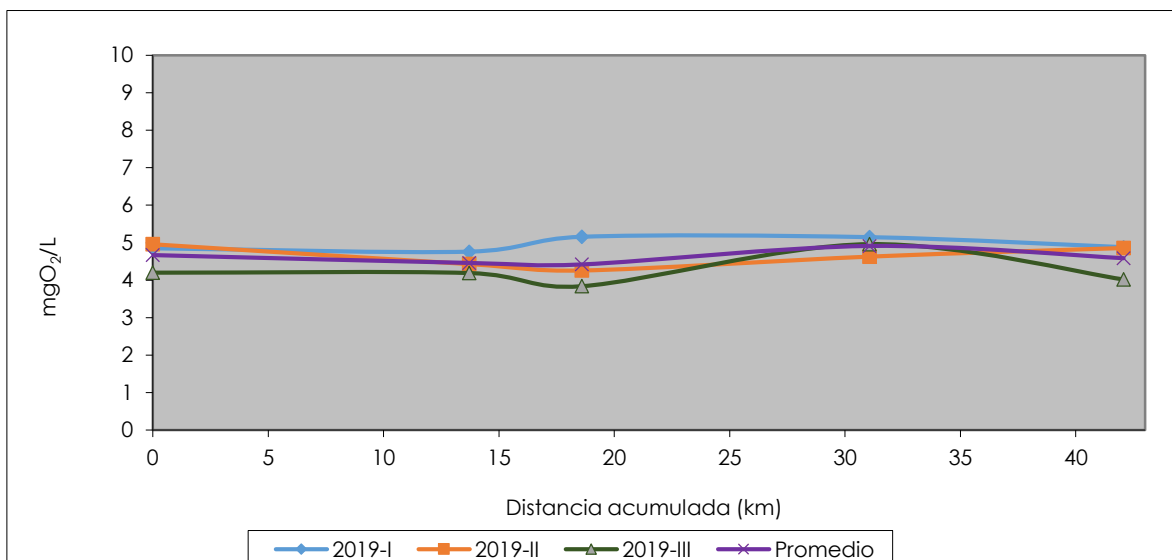
Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 87. Perfiles longitudinales de oxígeno disuelto para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 88. Perfiles longitudinales de oxígeno disuelto para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Las gráficas de los perfiles longitudinales muestran que no hay un tramo del río que muestre un comportamiento desigual que amerite la formulación de un OCA específico, al menos en cuanto al oxígeno disuelto.

1.25.3 Propuesta de OCA de oxígeno disuelto para el Río Canalete

A partir del perfil de calidad del agua se proponen objetivos de calidad de oxígeno disuelto para las aguas del Río San Jorge las cuales aplicarán para el cauce principal del Río en toda su extensión.

Evaluando los registros históricos de oxígeno disuelto del Río San Jorge respecto al anterior OCA se obtiene:

Tabla 40. Resumen de Cumplimiento de OCA de Oxígeno Disuelto en el Río Canalete.

Estación de Monitoreo	OD > 6 mg/L
Puente Corregimiento Popayán	18%
Paso al Mono	9%
Puente Km 19 carretera Montería-Arboletes	9%
Sector El Planchón	0%

En la fijación del nuevo OCA es inviable plantear el mantener o hacer más estricto el anterior OCA. Se debe buscar una meta más flexible que de manera gradual permita alcanzar lo que antes se esperaba como estándar de calidad para este río.

En consecuencia, el OCA para oxígeno disuelto en el Río San Jorge durante el periodo 2020 – 2029 se propone:

Tabla 41. Objetivos de Calidad para el Oxígeno Disuelto Río Canalete

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
$\geq 4,5 \text{ mgO}_2/\text{L}$	$\geq 5,3 \text{ mgO}_2/\text{L}$	$\geq 6 \text{ mgO}_2/\text{L}$

1.26 DBO₅

1.26.1 OCA Anterior

La Resolución 1-6907 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para la **DBO₅** en el Río San Jorge para el periodo 2012-2016:

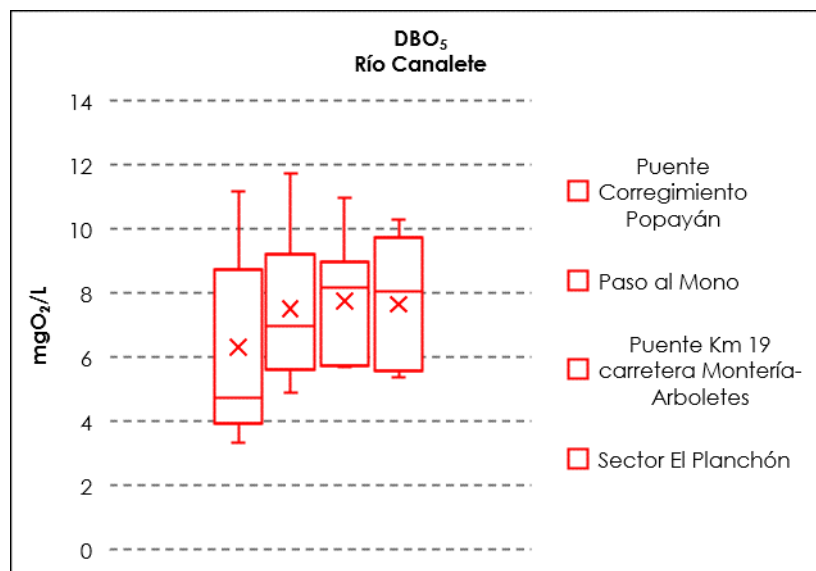
$$DBO_5 < 5 \text{ mgO}_2/\text{L}$$

1.26.2 Perfil de calidad de la DBO₅ en las aguas del Canalete.

La evolución temporal de la DBO₅ para cada estación de monitoreo del Río San Jorge indica que se registraron valores atípicos durante la segunda campaña de monitoreo de 2016. Dando mediciones por encima de 10 mg/L. Dichos resultados atípicos se descartan para el posterior análisis de tendencia de DBO₅ en el Río.

A continuación, se compara la evolución multianual con y sin los valores atípicos mencionados.

Figura 89. Evolución multianual de la DBO₅ en el Canalete.



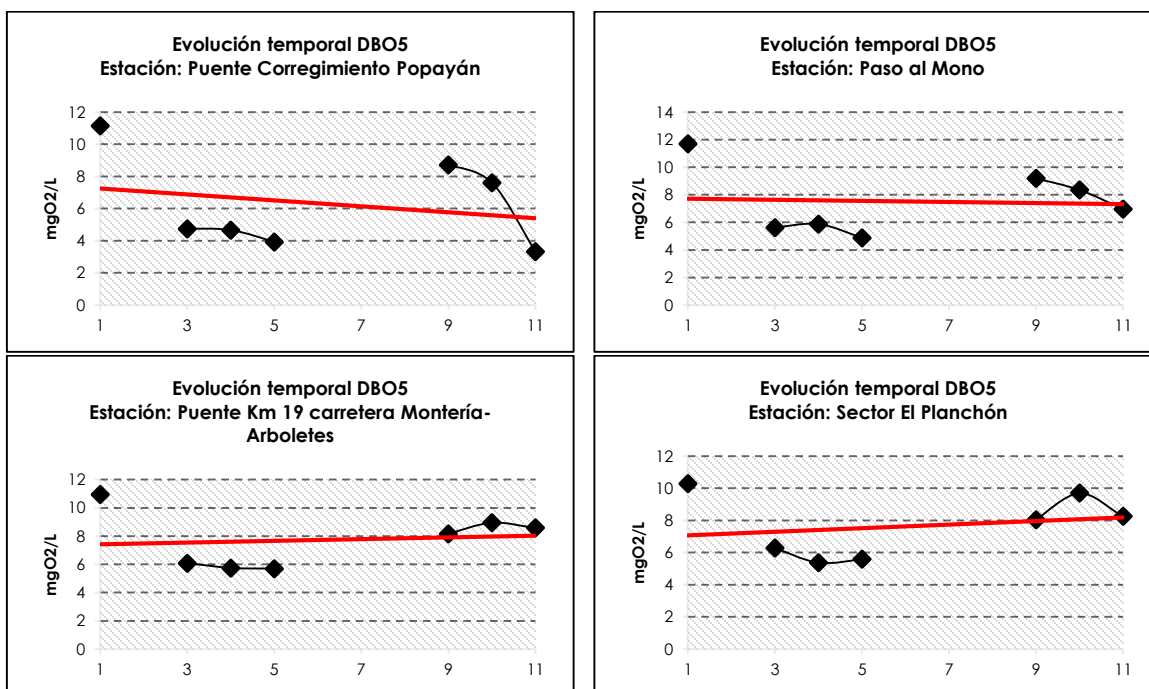
Fuente: Elaboración equipo técnico

Los valores medio de la DBO₅ en el Río San Jorge bajan claramente al excluir los mencionados valores atípicos. Aunque, la distribución de concentración a lo largo del cauce permanece idéntica.

En general el Río San Jorge cumple con el anterior OCA al tener valores promedio por debajo de 5 mgO₂/L. Solo las estaciones Bocas de Uré y La Balsa superan en algunos momentos este límite superior.

A pesar de no contar con registros del parámetro DBO₅ para todos los años, ya que en 2018 no se midió, se hizo de igual forma el análisis de tendencia por medio de graficas de evolución temporal.

Figura 90. Evolución temporal de la DBO₅ por estación en la Cuenca del Río Canalete

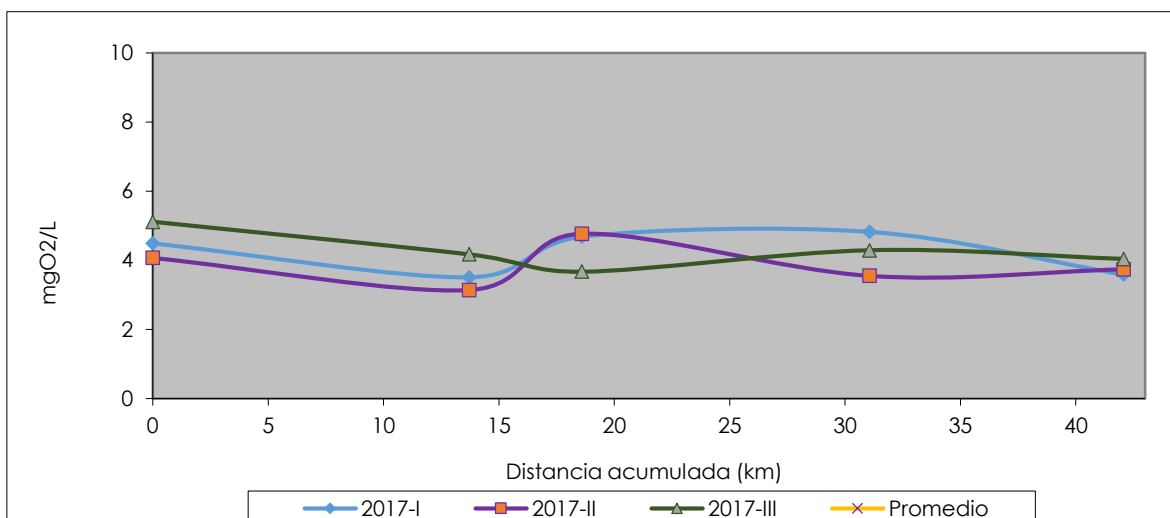


Fuente: Elaboración equipo técnico

El Río San Jorge presenta una tendencia a la baja en la concentración de DBO₅ en todo el tramo monitoreado.

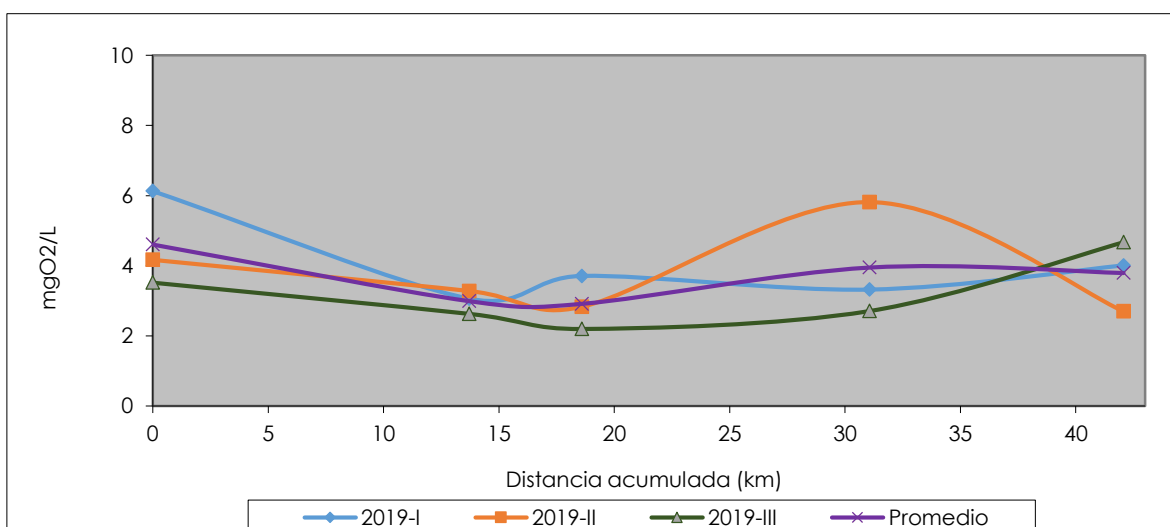
Se graficaron los perfiles longitudinales de DBO₅ solo para 2017 y 2019. Los dos únicos años con campañas completas que midieron esta variable.

Figura 91. Perfiles longitudinales de DBO₅ para monitoreos realizados durante el año 2017 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 92. Perfiles longitudinales de DBO₅ para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Se observa un cambio de comportamiento entre las estaciones 2 y 3. Ubicada una antes y otra después del casco urbano de Montelíbano. Explicándose el cambio por los vertimientos provenientes de la urbe. Aun así, ese vertimiento pocas veces causa que se supere la barrera de los 5 mgO₂/L. Incluso en algunas

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	--	---

campañas de monitoreo la DBO5 sigue aumentando hasta la siguiente estación (La Balsa).

1.26.3 Propuesta de OCA de DBO₅ para el Río Canalete

Evaluando los resultados de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua en el Río San Jorge, y evaluando el grado de cumplimiento del anterior OCA de DBO₅; se propone mantener la misma meta durante la próxima década.

Tabla 42. Resumen de Cumplimiento de OCA de DBO₅ en el Río Canalete.

Estación de Monitoreo	DBO ₅ < 5 mg/L
Puente Corregimiento Popayán	57%
Paso al Mono	14%
Puente Km 19 carretera Montería-Arboletes	0%
Sector El Planchón	0%

Fuente: Elaboración equipo técnico

Tabla 43. Objetivos de Calidad para DBO₅ Río Canalete

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
< 8 mgO ₂ /L	< 5 mgO ₂ /L	< 5 mgO ₂ /L

1.27 DQO

1.27.1 OCA Anterior

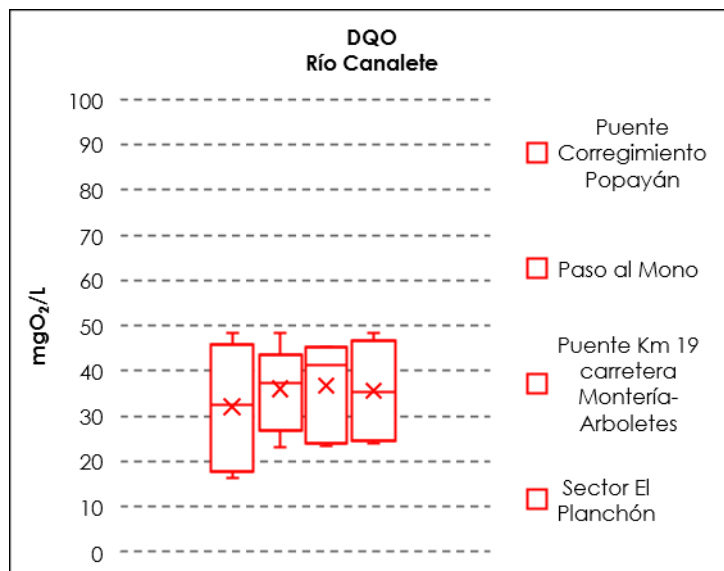
La Resolución 1-6907 del 26 de febrero de 2013 **no incluyó el parámetro DQO entre** los objetivos de calidad del agua para el Río San Jorge.

Se considera para esta nueva generación de OCA's del departamento de Córdoba que la DQO debe ser una variable a considerar para fijar metas de calidad al corto, mediano y largo plazo.

1.27.2 Perfil de calidad de la DQO en las aguas del Río Canalete.

La evolución temporal de la DQO para cada estación de monitoreo del Río San Jorge se observa en la siguiente gráfica:

Figura 93. Evolución multianual de la DQO en el Río Canalete.



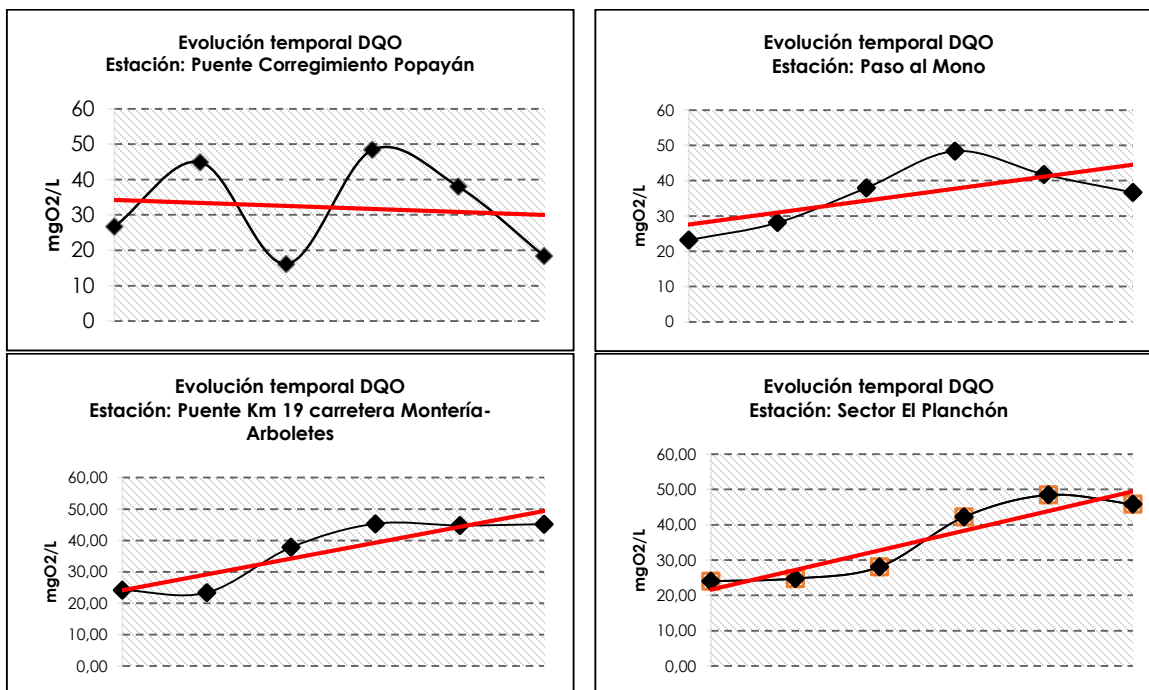
Fuente: Elaboración equipo técnico

Los valores de DQO en el Río San Jorge casi siempre son inferiores a 30 mgO₂/L, y los valores promedios para cada estación de monitoreo son todos inferiores a 25 mgO₂/L. IDEAM (2011) considera que valores de DQO en el rango 20 – 25 mgO₂/L le dan al agua una categoría de calidad aceptable. Ofreciendo buenos indicios para esta cuenca en cuanto a este parámetro.

Contrario a la DBO, la DQO disminuye en las estaciones sobre el municipio de Montelíbano, para luego aumentar. Al calcular la relación DBO/DQO da valores cercanos a 0,2. Indicando que la mayor parte de sustancias consumidoras de oxígeno en el agua del San Jorge no son biodegradables.

Se analiza a continuación la evolución temporal de este parámetro en cada estación de monitoreo para vislumbrar las posibles oscilaciones y tendencias en diferentes épocas del año.

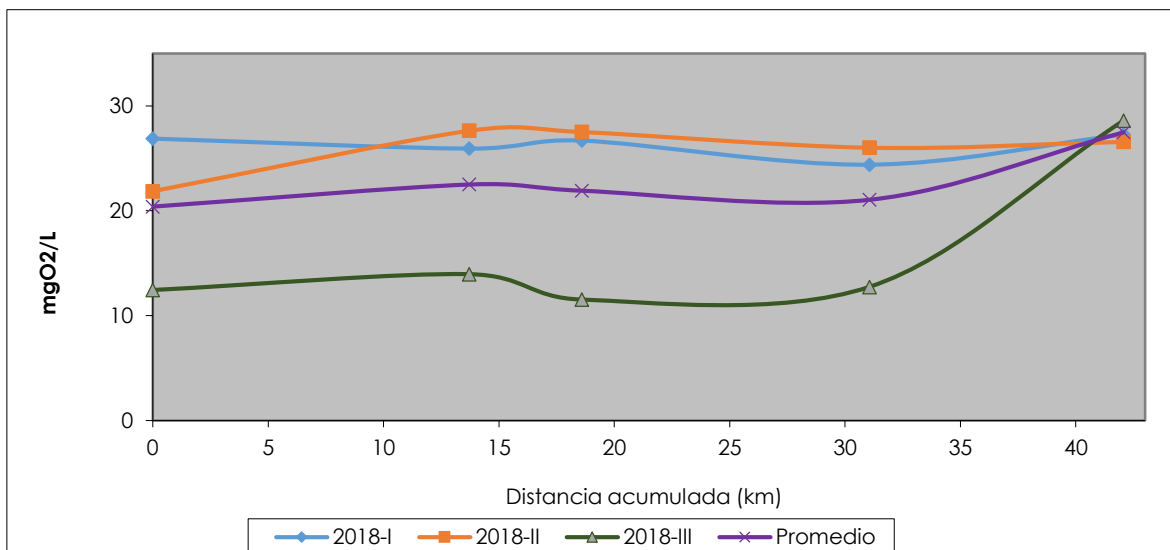
Figura 94. Evolución temporal de la DQO por estación en la Cuenca del Río Canalete



Fuente: Elaboración equipo técnico

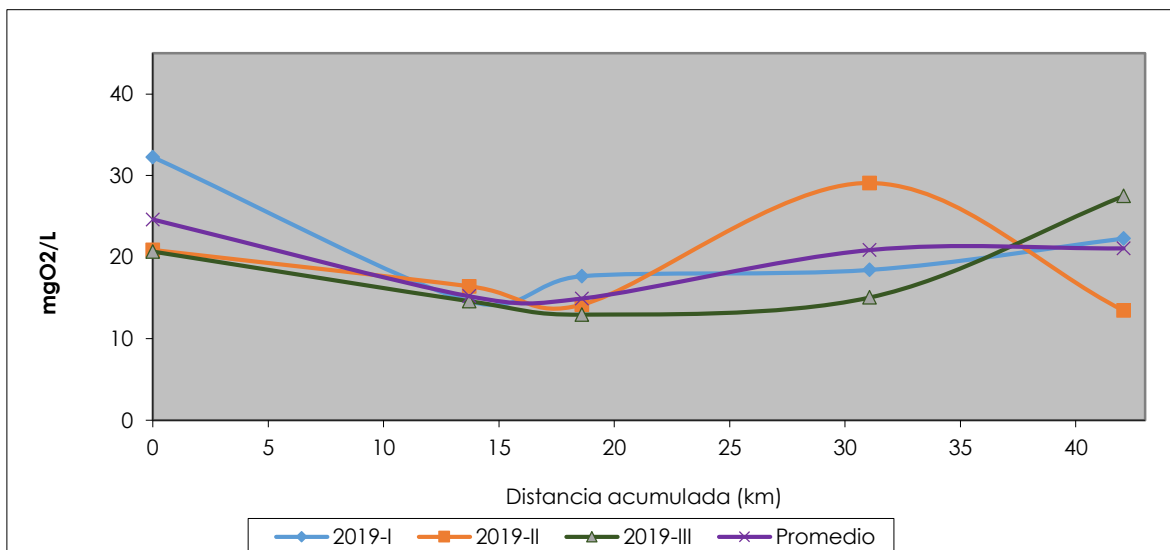
La tendencia de la DQO es generalizada a la baja. Apuntando en todas las estaciones a valores por debajo de los 20 mgO₂/L.

Figura 95. Perfiles longitudinales de DQO para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 96. Perfiles longitudinales de DQO para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

La variación de concentración de DQO a lo largo del cauce principal del Río San Jorge confirman la disminución a la altura del Municipio de Montelíbano, para continuar con un incremento hasta llegar a valores pico en el Municipio de La Apartada.



Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.



1.27.3 Propuesta de OCA de DQO para el Río Canalete

Considerando la tendencia actual a la baja de la DQO se deben buscar políticas que permitan llevar este parámetro por debajo de los 20 mgO₂/L. Aunque de manera gradual, pero con acciones inmediatas.

Así las cosas, la propuesta de OCA para DQO en el Río San Jorge durante el periodo 2020 – 2029 es:

Tabla 44. Objetivos de Calidad para DQO Río Canalete

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
< 40 mgO ₂ /L	< 30 mgO ₂ /L	< 30 mgO ₂ /L

1.28 PH

1.28.1 OCA Anterior

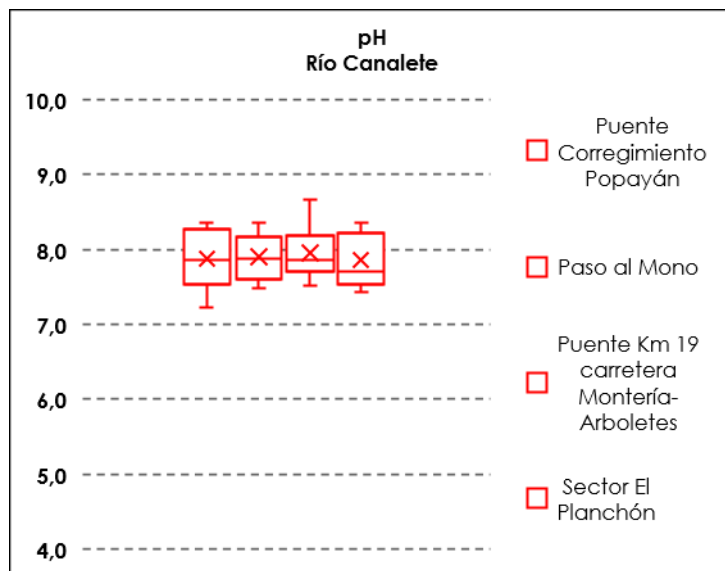
La Resolución 1-6906 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para el pH en el Río San Jorge para el periodo 2012-2016:

$$6,5 \leq pH \leq 8$$

1.28.2 Perfil de calidad del pH en las aguas del Río Canalete.

La evolución temporal del pH para cada estación de monitoreo del Río San Jorge se observa en la siguiente gráfica:

Figura 97. Evolución multianual de pH en el Río Canalete.

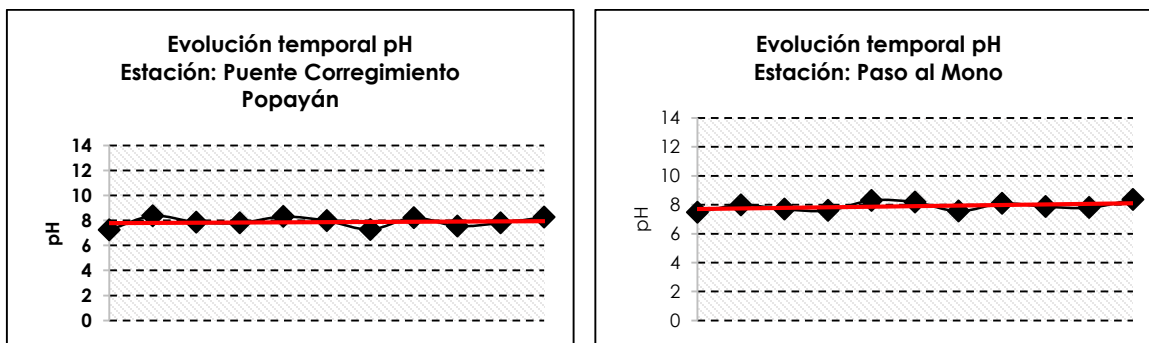


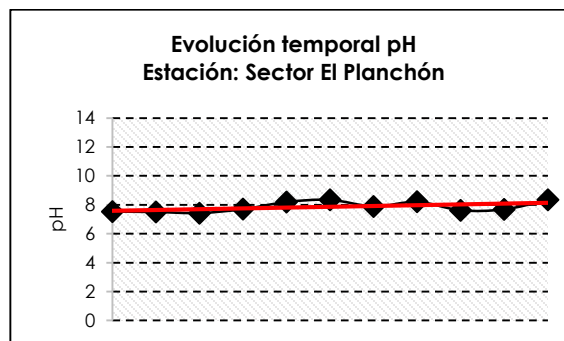
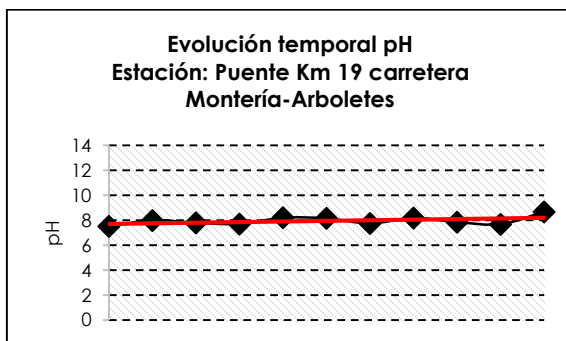
Fuente: Elaboración equipo técnico

Los valores de promedio multianual de pH en las estaciones de monitoreo sobre el Río Sinú se ubican en el rango de 6,5 – 8. Sin embargo, todas las estaciones registran valores máximos por encima del límite de 8,0 e incluso la Estación Montería registra un valor superior a 8,5 y la mayoría de sus mediciones se agrupan por encima de 8. En la Estación Tierralta se da lo contrario al poseer un valor mínimo inferior a 6,5; aunque sus valores se concentran entre 7,0 - 7,8.

A continuación, se analiza a continuación la evolución temporal de este parámetro en cada estación de monitoreo para vislumbrar las posibles oscilaciones y tendencias en diferentes épocas del año.

Figura 98. Evolución temporal de pH por estación en la Cuenca del Río Canalete



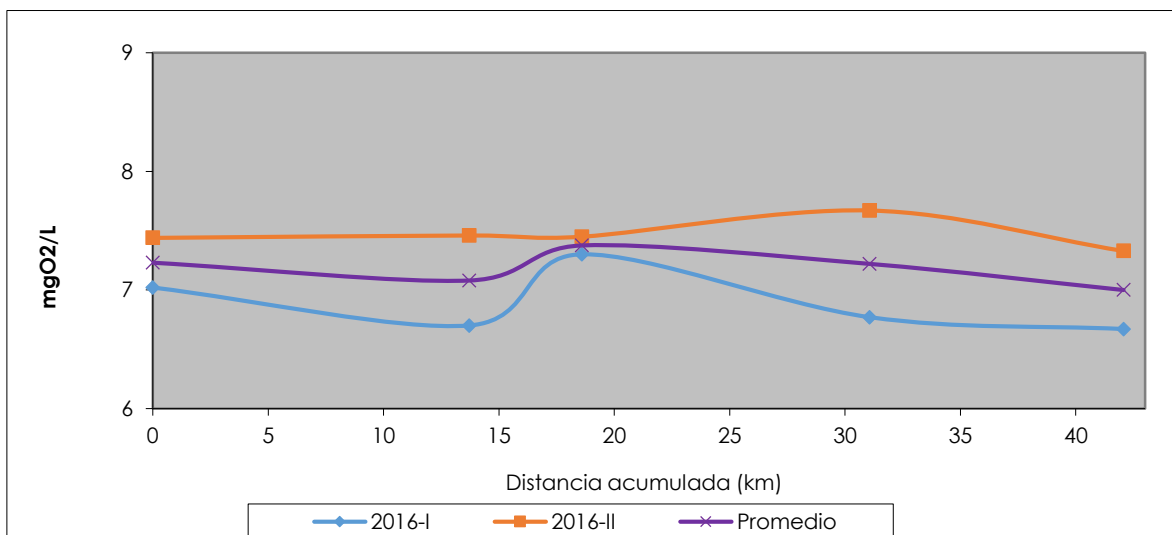


Fuente: Elaboración equipo técnico

Hay una tendencia generalizada a la disminución en los valores de pH en la cuenca, casi siempre por debajo de la escala de 8,0.

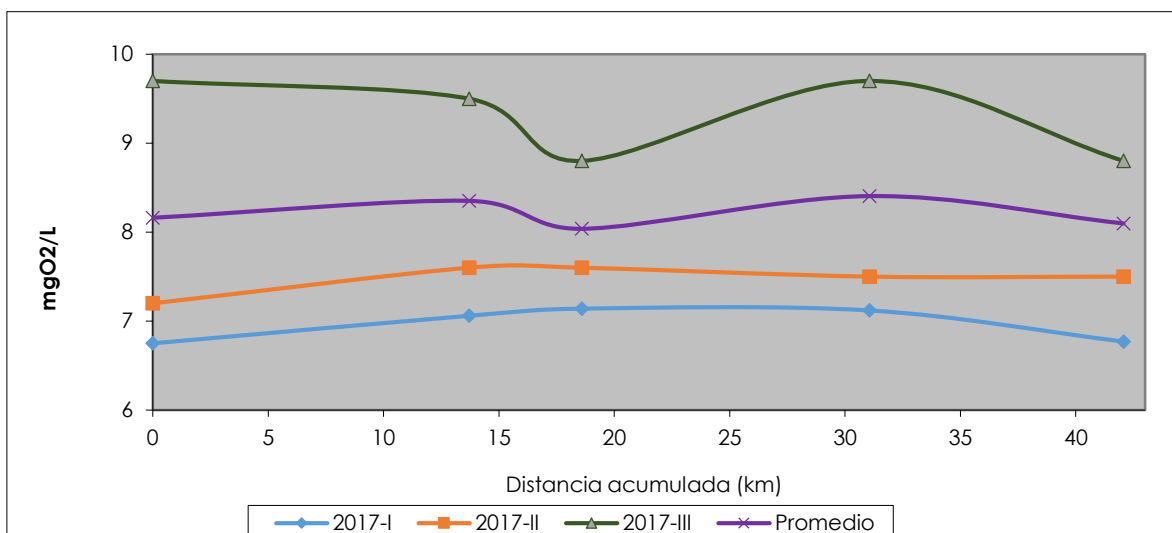
Los perfiles longitudinales de pH muestran un incremento de este parámetro a lo largo del cauce principal del Río, con una caída a la altura del Municipio de Cereté. Sin embargo, no se visualizan tramos que ameriten definir objetivos propios distintos a los de la cuenca.

Figura 99. Perfiles longitudinales de pH para monitoreos realizados durante el año 2016 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba



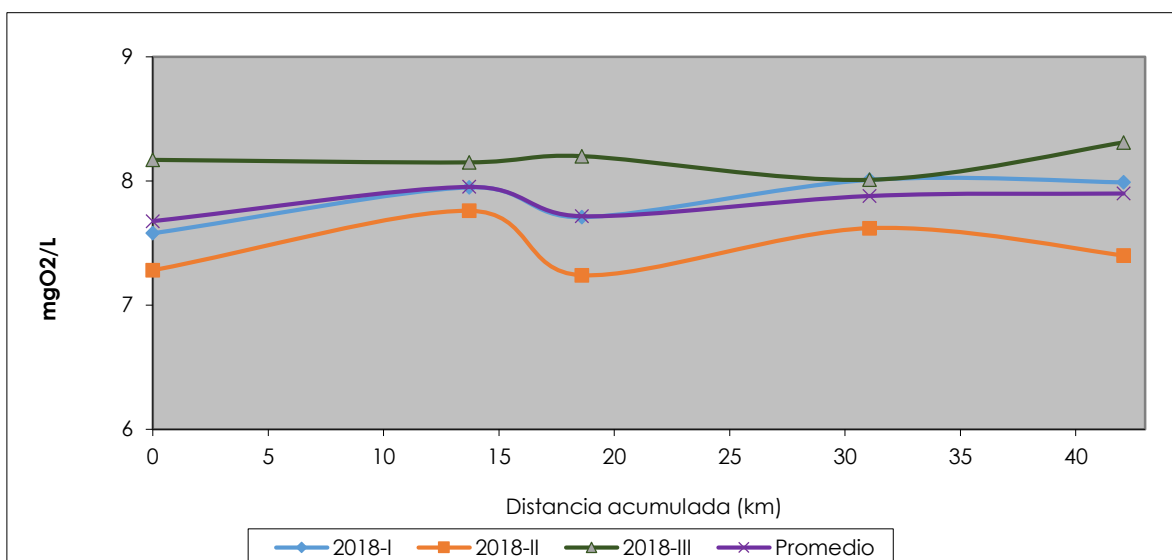
Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 100. Perfiles longitudinales de pH para monitoreos realizados durante el año 2017 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba



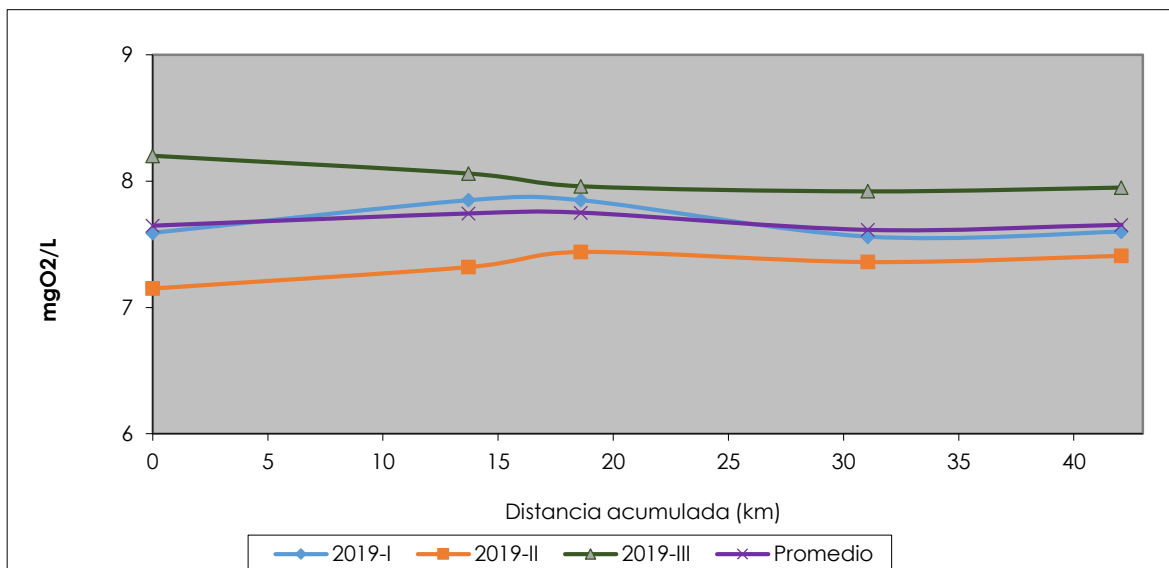
Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 101. Perfiles longitudinales de pH para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 102. Perfiles longitudinales de pH para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

1.28.3 Propuesta de OCA de pH para el Río Canalete

Evaluando los resultados de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua en el Río Sinú a la luz del anterior OCA de pH las estaciones que menos cumplen son las de la parte alta de la cuenca (Pasacaballos y Tierralta). Mientras que en las demás en cumplimiento es regular a aceptable.

Tabla 45. Resumen de Cumplimiento de OCA de pH en el Río Canalete.

Estación de Monitoreo	pH 6,5 - 8
Puente Corregimiento Popayán	64%
Paso al Mono	64%
Puente Km 19 carretera Montería-Arboletes	64%
Sector El Planchón	64%

Fuente: Elaboración equipo técnico

Sí bien se registran muchos valores por encima de 8 unidades de pH, la tendencia general a la disminución y el escenario no negativo de cumplimiento respecto al objetivo de la vigencia anterior invitan a mantener el mismo objetivo para la próxima década. Descartando hacer más flexible el objetivo de calidad en el corto plazo para luego retomarlo en los horizontes de mediano y largo.

En consecuencia, el OCA para pH en el Río Sinú durante el periodo 2020 – 2029 se propone:

Tabla 46. Objetivos de Calidad para pH Río Canalete

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
6,5 – 8,0	6,5 – 8,0	6,5 – 8,0

1.29 SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

1.29.1 OCA Anterior

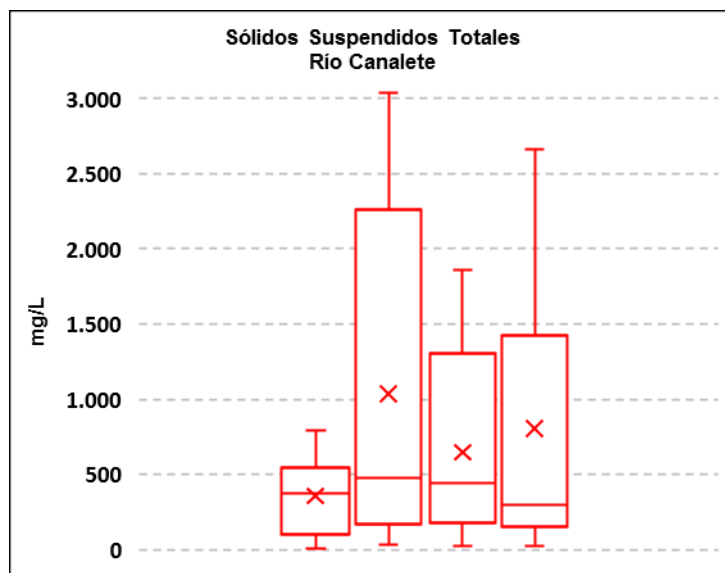
La Resolución 1-6907 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para los SST en el Río Sinú para el periodo 2012-2016:

$$SST \leq 90 \text{ mg/L}$$

1.29.2 Perfil de calidad de SST en las aguas del Río Canalete.

La evolución temporal del SST para cada estación de monitoreo del Río San Jorge se observa en la siguiente gráfica:

Figura 103. Evolución multianual de SST en el Río Canalete.

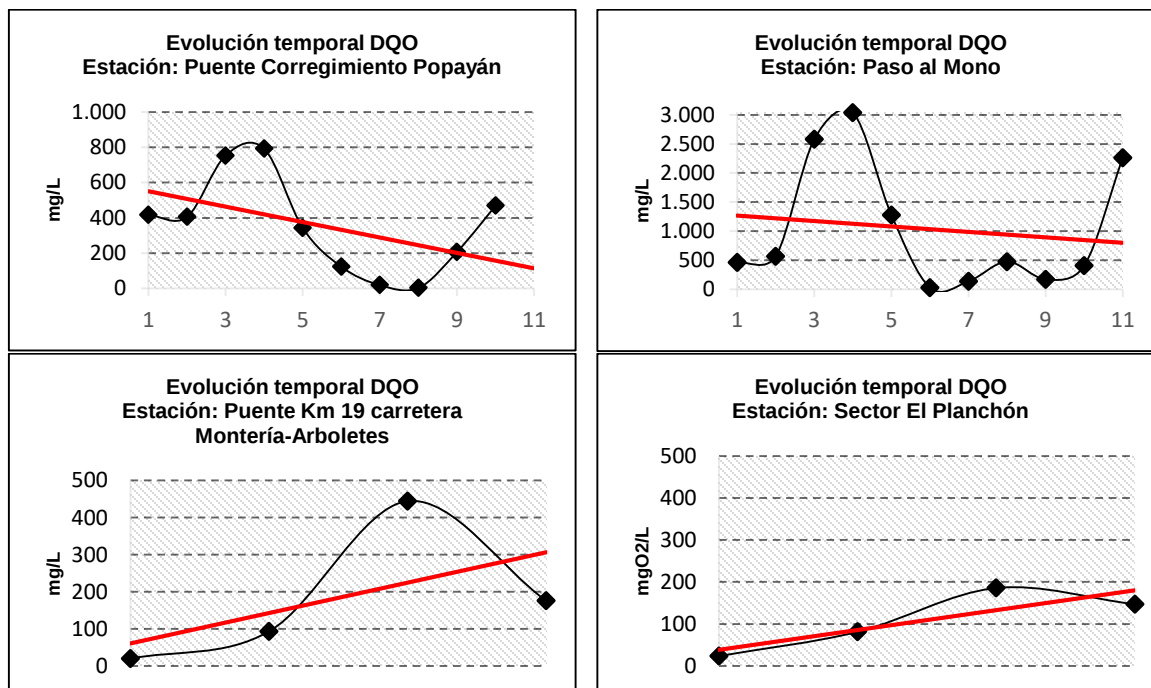


Fuente: Elaboración equipo técnico

Los SST tienden a incrementar en aquellas estaciones influenciadas por vertimientos urbanos. Los valores promedios se ubican por debajo de 80 mg/L para todas las estaciones de la red de monitoreo. Sin embargo, se supera el valor máximo fijado de 90 mg/L, también en todas las estaciones.

A continuación, se analiza a continuación la evolución temporal de este parámetro en cada estación de monitoreo para vislumbrar las posibles oscilaciones y tendencias en diferentes épocas del año.

Figura 104. Evolución temporal de SST por estación en la Cuenca del Río Canalete



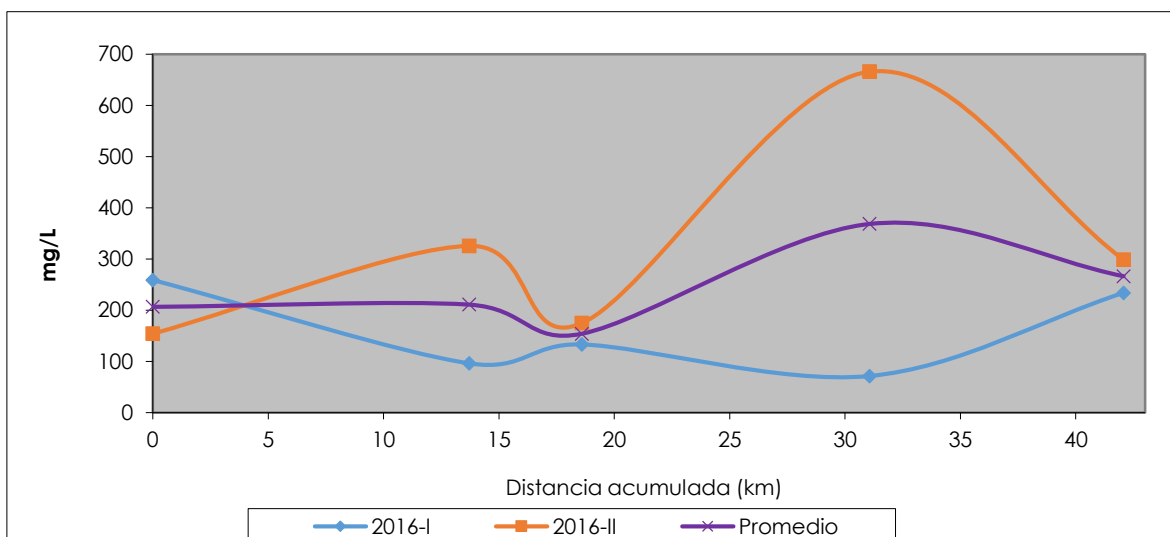
Fuente: Elaboración equipo técnico

Hay una tendencia generalizada al incremento, apuntando a concentraciones por encima de los 100 mg/L para las estaciones sobre el Río Sinú. En los caños la tendencia también es generalizada al incremento, aunque la tendencia no es igual para todas las cuencas. Preocupan los caños de la parte baja de la cuenca con valores de SST superiores a los 400 mg/L.

Los perfiles longitudinales de SST muestran un incremento de este parámetro a lo largo del cauce principal del Río, con una caída a la altura del Municipio de Cereté para el año 2018. Presentándose una dinámica inversa en los monitoreos de 2019. Constituyéndose la Estación Cereté en un punto de inflexión para el perfil longitudinal de SST en el Río Sinú.

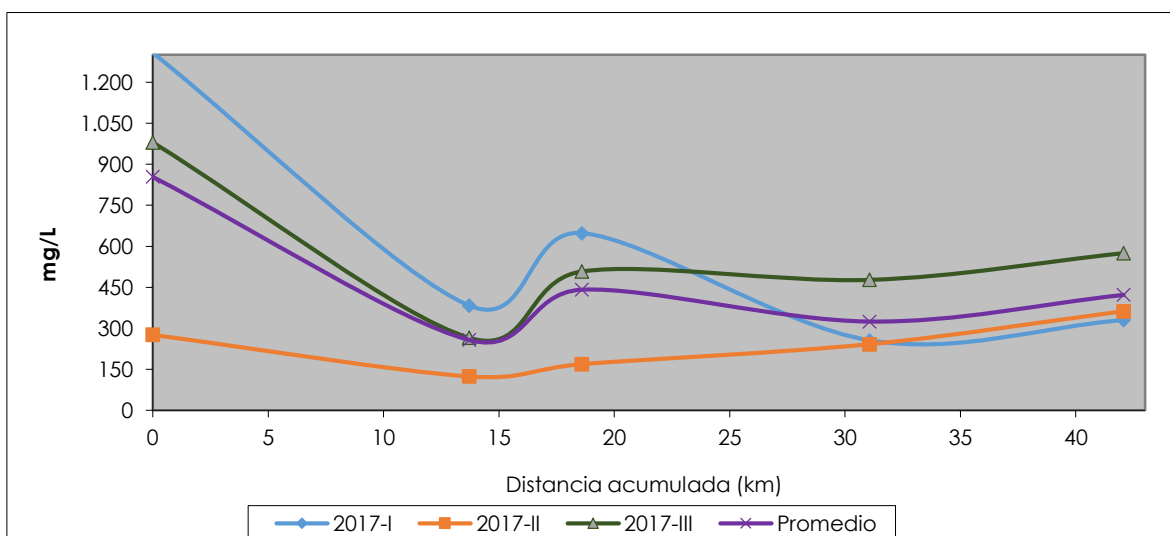
A pesar de lo anterior, no se visualizan tramos que ameriten definir objetivos propios distintos a los de la cuenca.

Figura 105. Perfiles longitudinales de SST para monitoreos realizados durante el año 2016 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba



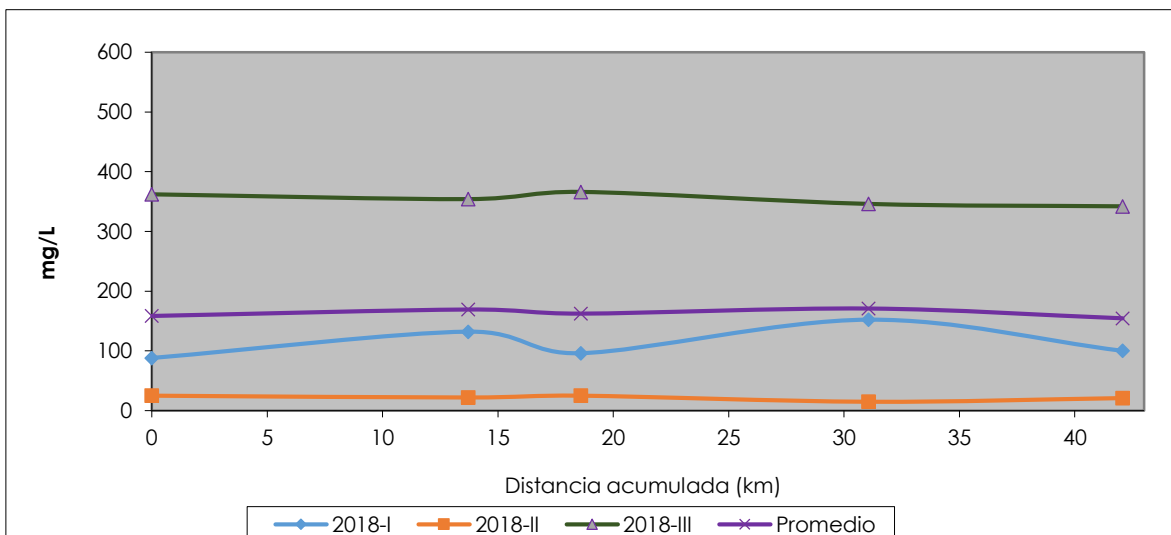
Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 106. Perfiles longitudinales de SST para monitoreos realizados durante el año 2017 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba



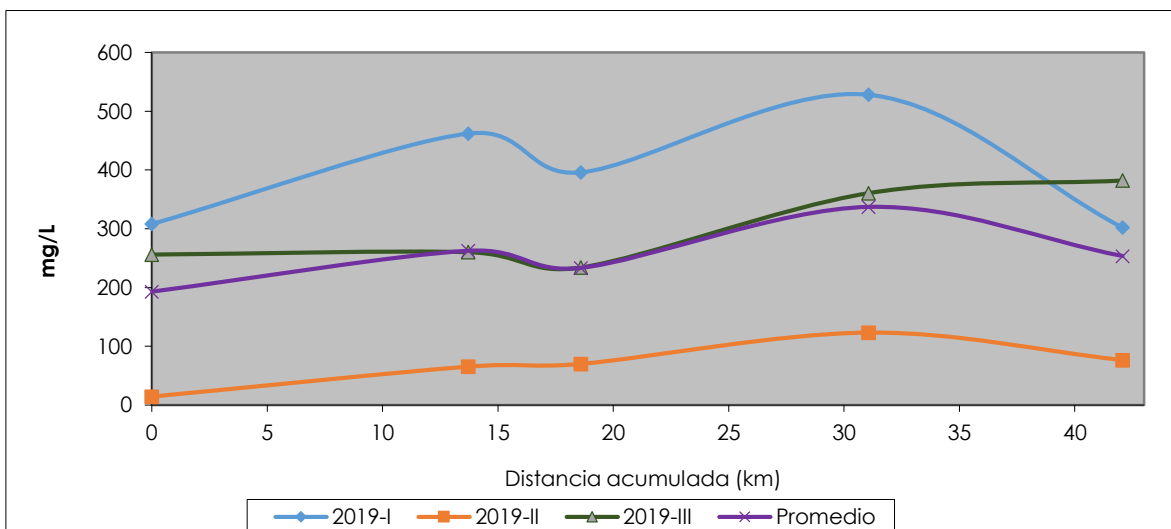
Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 107. Perfiles longitudinales de SST para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 108. Perfiles longitudinales de SST para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

1.29.3 Propuesta de OCA de SST para el Río Canalete

Evaluando los resultados de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua en el Río Sinú a la luz del anterior OCA de SST las estaciones que menos cumplen son las de la parte media de la cuenca (Montería, Cereté y San Pelayo), para luego

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	--	---

recuperarse a la altura del Municipio de Loricá. Indicando que el Río en condiciones poco intervenidas es capaz de cumplir con el objetivo de calidad propuesta, pero se deben mejorar la gestión de vertimientos urbanos en la parte media de la cuenca para este parámetro.

Tabla 47. Resumen de Cumplimiento de OCA de SST en el Río Canalete.

Estación de Monitoreo	SST ≤ 90 mg/L
Puente Corregimiento Popayán	18%
Paso al Mono	9%
Puente Km 19 carretera Montería-Arboletes	9%
Sector El Planchón	18%

Fuente: Elaboración equipo técnico

A falta de una modelación que permita observar el comportamiento de los SST en distintos escenarios futuros, y partiendo del perfil de calidad se propone mantener el mismo OCA para esta variable en todo el tramo principal. Recomendándose llevar a cabo ejercicios de modelación en los próximos años para ajustar dicho valor a la capacidad de asimilación del Río.

Para los caños afluentes se propone un objetivo de calidad más flexible que permita avanzar en la gestión de los vertimientos urbanos que se efectúan sobre las subcuencas del Sinú, pero sin asfixiar a los entes territoriales con medidas incumplibles.

En consecuencia, el OCA para SST en el Río Sinú durante el periodo 2020 – 2029 se propone:

Tabla 48. Objetivos de Calidad para SST Río Canalete

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
≤ 400 mg/L	≤ 400 mg/L	≤ 400 mg/L

1.30 SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES

1.30.1 OCA Anterior

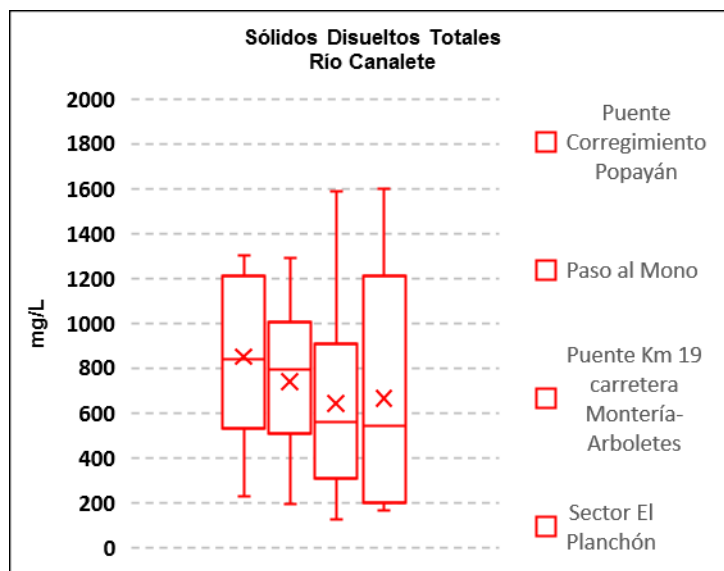
La Resolución 1-6906 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para los SDT en el Río San Jorge para el periodo 2012-2016:

$$SDT \leq 90 \text{ mg/L}$$

1.30.2 Perfil de calidad de SDT en las aguas del Río Canalete.

La evolución temporal de los SDT para cada estación de monitoreo del Río Sinú se observa en la siguiente gráfica:

Figura 109. Evolución multianual de SDT en el Río Canalete.



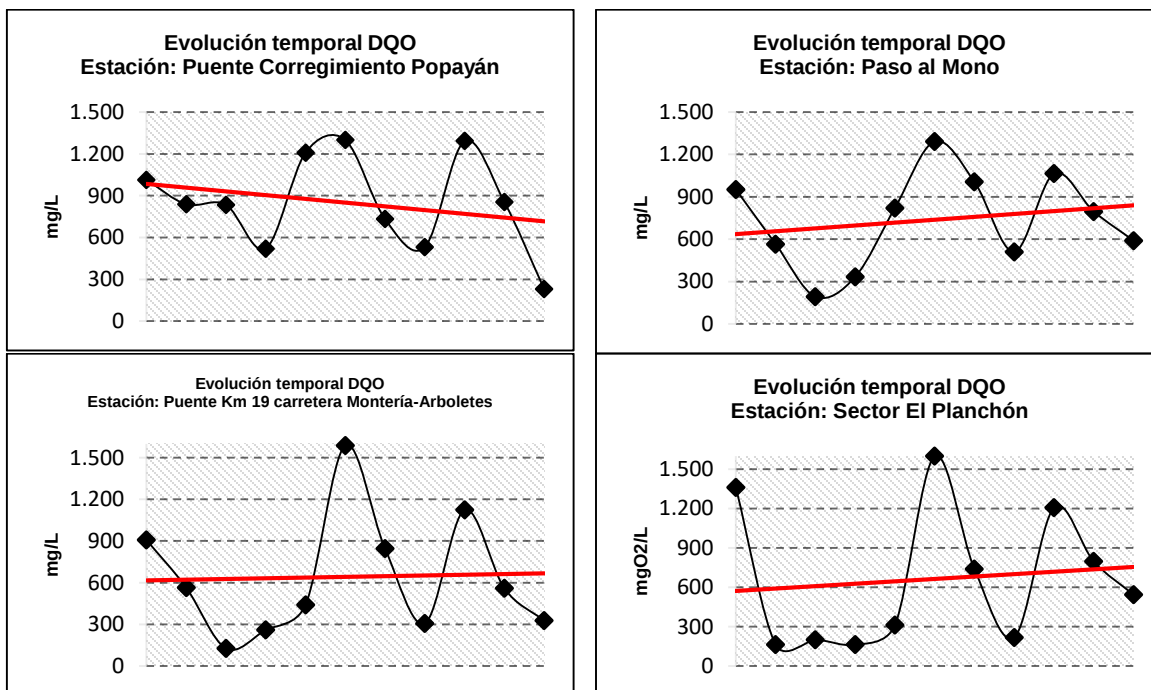
Fuente: Elaboración equipo técnico

Los SDT tienden a disminuir a lo largo de la cuenca, para repuntar en la parte baja a la altura del Municipio de Lórica. Se puede inferir que su presencia no está determinada por los vertimientos urbanos, como sí los es para el caso de los SST. La disminución sostenida a lo largo de la cuenca se puede explicar por fenómenos de dilución a media que incrementa el caudal del Río. El repunto en Lórica se entiende por la confluencia del Río con el Caño Aguas Prietas.

En promedio los SDT se ubican por debajo de la línea de los 90 mg/L. Incluso en la parte media no llegan a superar los 80 mg/L.

A continuación, se analiza a continuación la evolución temporal de este parámetro en cada estación de monitoreo para vislumbrar las posibles oscilaciones y tendencias en diferentes épocas del año.

Figura 110. Evolución temporal de SDT por estación en la Cuenca del Río Canalete

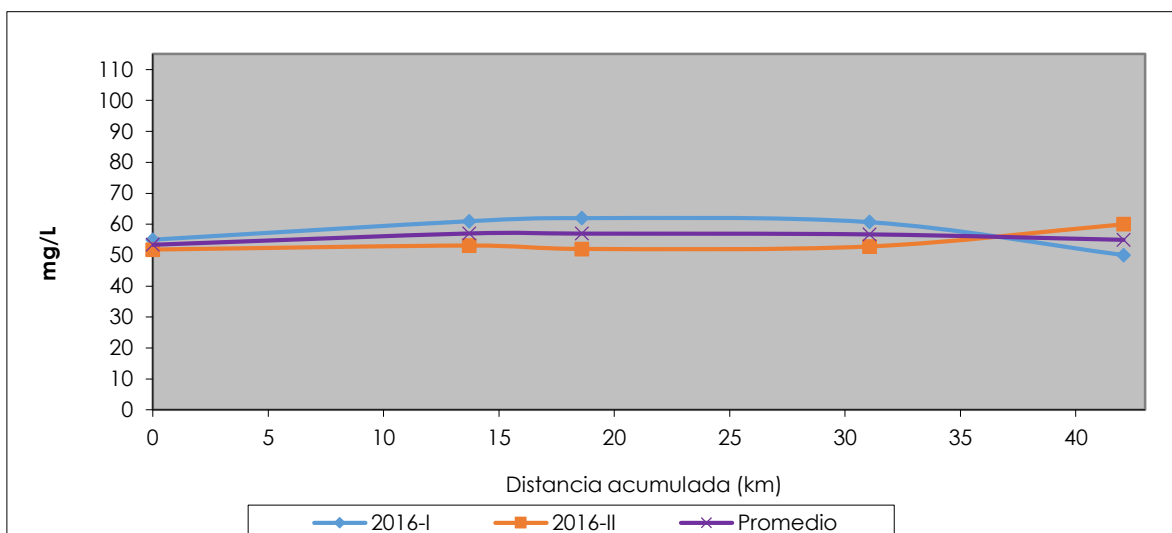


Fuente: Elaboración equipo técnico

En la parte alta de la cuenca la evolución temporal de los SDT muestra una tendencia al incremento. Al llegar a la parte media este parámetro tiende a mantenerse en un rango muy estrecho. Y en la parte baja la tendencia es a la disminución.

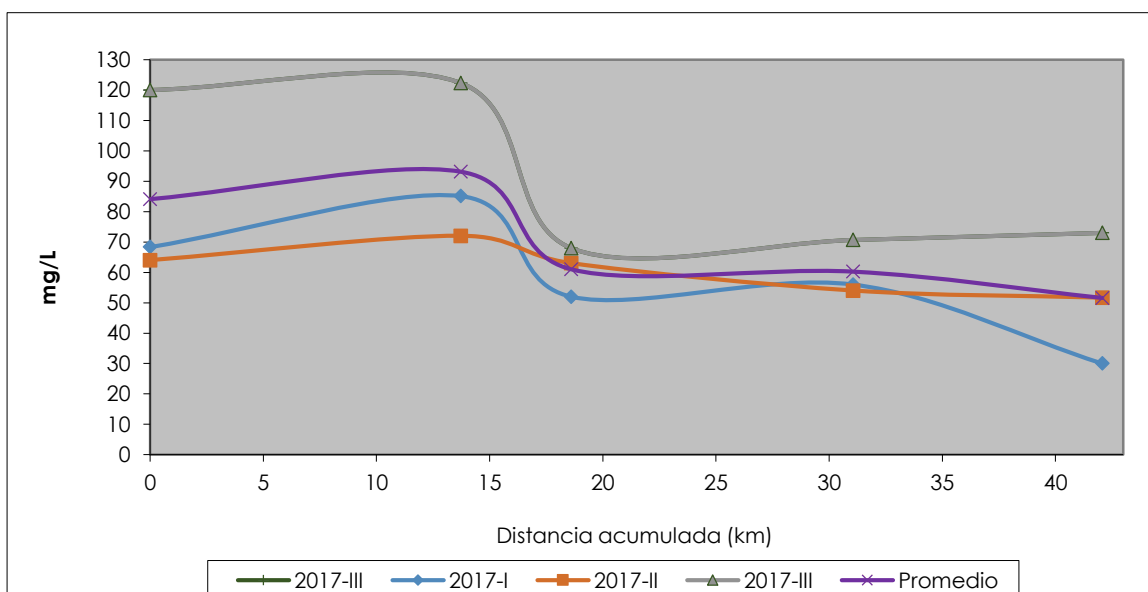
Las Estaciones Cereté y San Pelayo presenta un comportamiento de SDT diferentes al resto de la cuenca. Al observar los perfiles longitudinales se observa que este tramo del Río amerita la fijación de un OCA diferente al del resto de la cuenca.

Figura 111. Perfiles longitudinales de SDT para monitoreos realizados durante el año 2016 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba



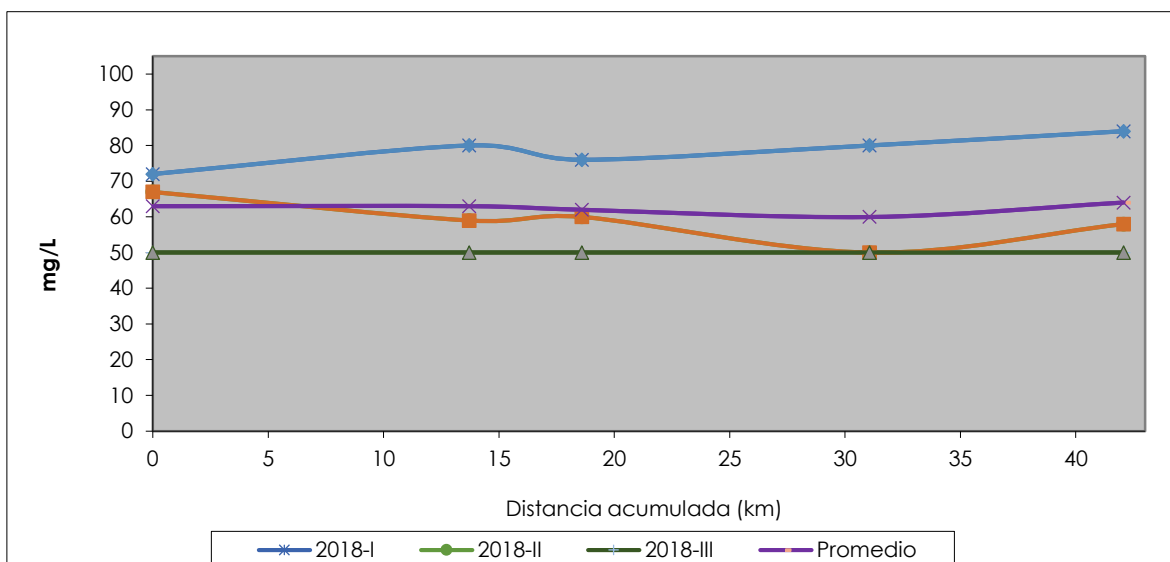
Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 112. Perfiles longitudinales de SDT para monitoreos realizados durante el año 2017 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba



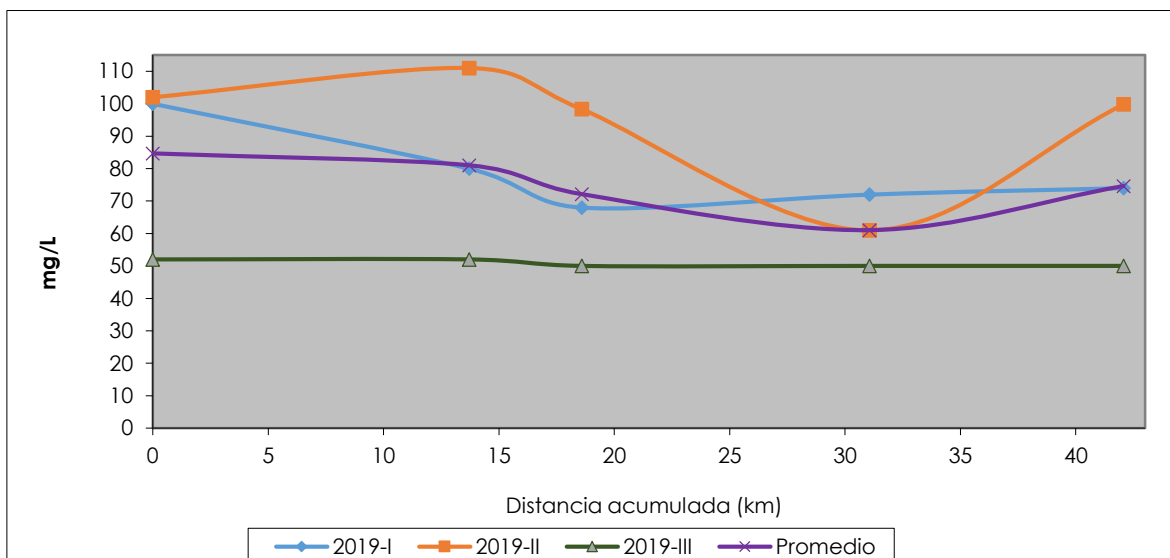
Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 113. Perfiles longitudinales de SDT para monitoreos realizados durante el año 2018 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico

Figura 114. Perfiles longitudinales de SDT para monitoreos realizados durante el año 2019 en el Río Canalete, Departamento de Córdoba



Fuente: Elaboración equipo técnico



Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.



1.30.3 Propuesta de OCA de SDT para el Río Canalete

Evaluando los resultados de la Red de Monitoreo de Calidad del Agua en el Río Sinú a la luz del anterior OCA de SDT las estaciones que más cumple son las de la parte media de la cuenca (Cereté y San Pelayo) con un 100% de sus mediciones dentro del rango fijado.

Al igual que los SST, se necesita fortalecer el análisis anterior con modelaciones que permiten tener mejor información respecto a la capacidad de respuesta del Río Sinú ante distintos escenarios futuros.

Con la información actual, sin embargo, es posible asumir que en la parte media de la cuenca el OCA se puede hacer más estricto. Dado el buen cumplimiento, y para incentivar la acción por parte de las autoridades locales en pro de la mejora.

En consecuencia, el OCA para SDT en el Río Sinú durante el periodo 2020 – 2029 se propone:

Tabla 49. Objetivos de Calidad para SDT Río Canalete

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
≤ 650 mg/L	≤ 500 mg/L	≤ 400 mg/L

1.31 COLIFORMES FECALES

1.31.1 OCA Anterior

La Resolución 1-6907 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para los coliformes fecales en el Río San Jorge para el periodo 2012-2016:

$$\text{Coliformes Fecales} \leq 1.000 \text{ NMP/ml}$$

1.31.2 Perfil de calidad de Coliformes Fecales en las aguas del Río Canalete.

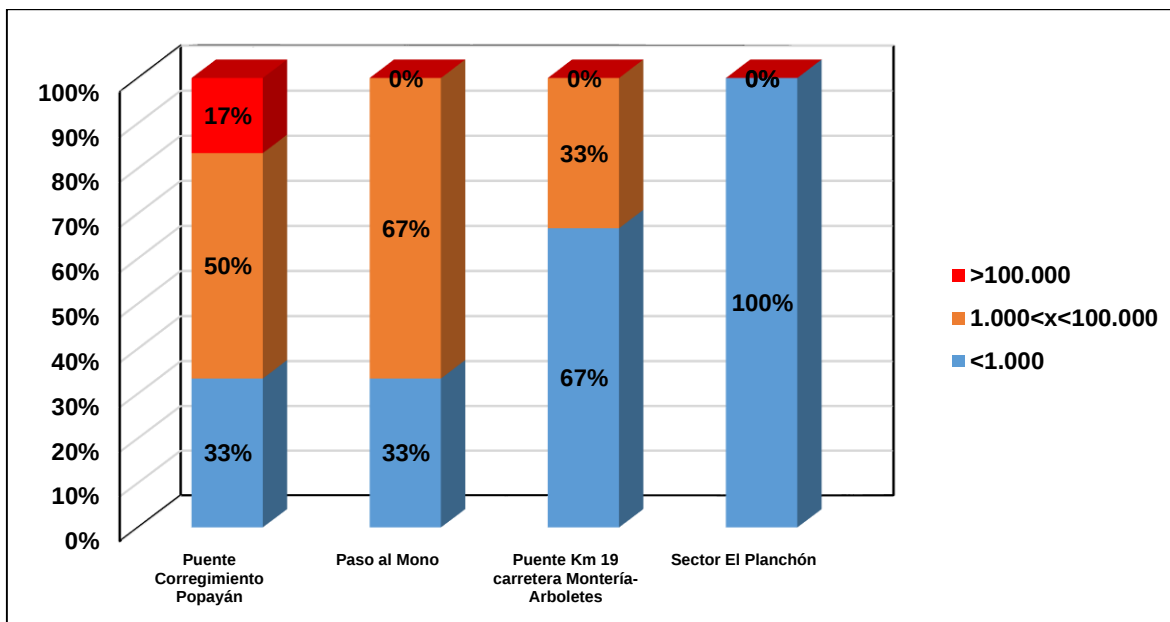
Dado que este parámetro registra valores tan disimiles, pasando de centenares a decenas de miles y luego cientos de miles, representarlo gráficamente es infructuoso al momento de interpretar gráficamente el comportamiento de la variable en la cuenca.

Por lo anterior, el perfil de calidad de este parámetro no se efectuó conforme a los lineamientos de la Guía PORH; sino que se agruparon los resultados de mediciones en rangos. Para luego comparar porcentualmente en que rango se

ubican los valores de coliformes fecales para cada estación. Los rangos utilizados fueron:

Los resultados del método anterior aplicado sobre el Río Sinú fueron:

Figura 115. Perfil de calidad de coliformes fecales en el Río Canalete.



Fuente: Elaboración equipo técnico

El perfil de calidad muestra problemas de contaminación generalizada por coliformes fecales. Siendo los casos más preocupantes la Estaciones Tierralta y San Pelayo. Ambas muestran un comportamiento idéntico y se infiere que este se debe al vertimiento de aguas residuales domesticas sin tratamiento previo. Es bien sabido que ante de la Estación San Pelayo se ubica el vertimiento del sistema de alcantarillado del Municipio de Cereté, el cual no cuenta con una PTAR. Lo anterior, se reafirma al ver que la estación Cereté ubica a menos de 15 Km aguas arriba es la segunda menos contaminada por coliformes fecales; estando ubicada antes del vertimiento del alcantarillado de este municipio.

Aunque la tercera parte de sus registros superan el valor de 100.000 NMP/100 mL, la Estación Pasacaballos es la que mayor parte del tiempo logra cumplir con el Objetivo de Calidad para este parámetro.

1.31.3 Propuesta de OCA de coliformes fecales para el Río Canalete

Más allá de los problemas que muestra la cuenca para estabilizar la concentración de coliformes fecales en cumplimiento al anterior OCA; no se

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

considera pertinente proponer un OCA más flexible. Incluso al evaluar los registros respecto al valor típico de <2.000 NMP/100 mL, no cambia en nada lo obtenido para < 1.000 NMP/100 mL.

Así las cosas, el OCA propuesto para coliformes fecales en el Río Sinú es:

Tabla 50. Objetivos de Calidad para coliformes fecales Río Canalete

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
< 1.000 NMP/100 mL	< 1.000 NMP/100 mL	< 1.000 NMP/100 mL

1.32 COLIFORMES TOTALES

1.32.1 OCA Anterior

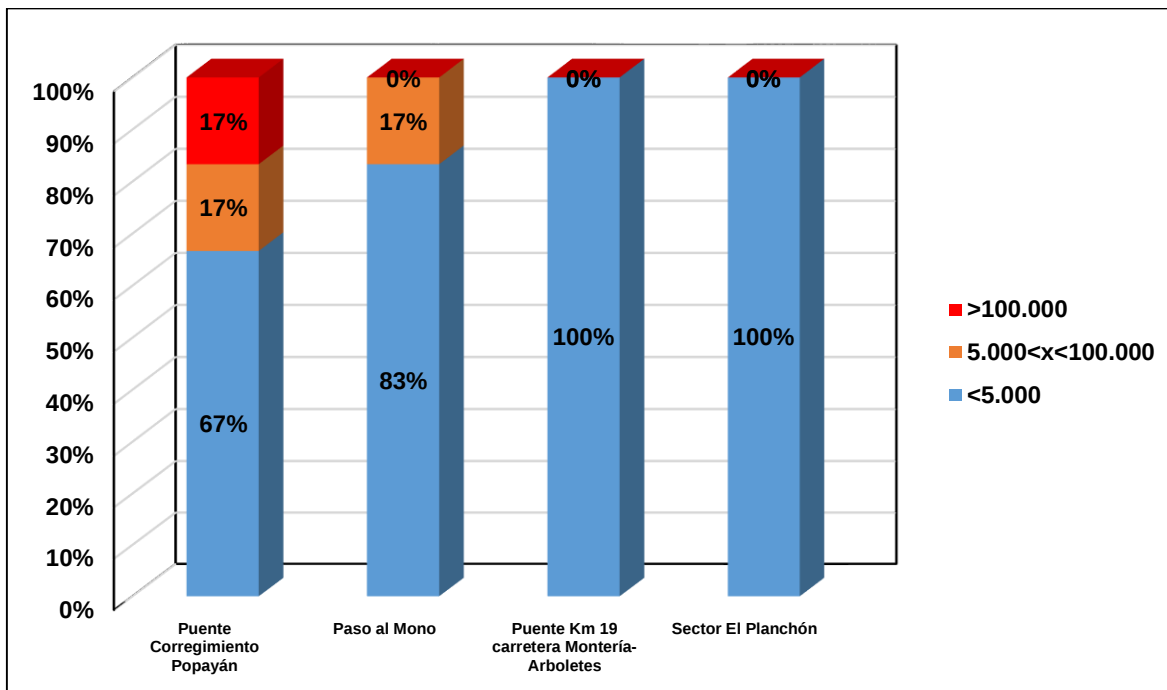
La Resolución 1-6907 del 26 de febrero de 2013 adoptó el siguiente objetivo de calidad para los coliformes fecales en el Río Sinú para el periodo 2012-2016:

$$\text{Coliformes Fecales} \leq 5.000 \text{ NMP/ml}$$

1.32.2 Perfil de calidad de Coliformes Totales en las aguas del Río Canalete.

Se aplicó el mismo método utilizado para interpretar gráficamente los coliformes fecales. Con la diferencia que los rangos se ajustaron al valor del anterior OCA para este parámetro.

Figura 116. Perfil de calidad de coliformes totales en el Río Canalete.



Fuente: Elaboración equipo técnico

El resultado grafico obtenido es casi calcado al de los coliformes fecales. Las Estaciones Tierralta y San Pelayo siguen siendo las más comprometidas. Y en el resto de la cuenca se puede calificar como de calidad media.

1.32.3 Propuesta de OCA de coliformes fecales para el Río Canalete

Se aplica la misma lógica que en los coliformes fecales, y se entiende que lo mejor es mantener el OCA anterior. Quedando el siguiente OCA para la próxima década.

Tabla 51. Objetivos de Calidad para coliformes fecales Río Canalete

OCA 2 años	OCA 5 años	OCA 10 años
< 5.000 NMP/100 mL	< 5.000 NMP/100 mL	< 5.000 NMP/100 mL

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

TABLAS RESUMEN DE OBJETIVOS DE CALIDAD POR CUENCAS

Tabla 52. Objetivos de Calidad del Agua del Río Sinú 2020-2029

OBJETIVOS DE CALIDAD RÍO SINÚ					
Parámetro		Tramo	Meta		
			2 años	5 años	10 años
Oxígeno Disuelto	mgO ₂ /L	Todo el Río	≥ 4,5	≥ 5	≥ 6
Temperatura	°C	Todo el Río	< 35	< 35	< 35
DBO ₅	mgO ₂ /L	Todo el Río	< 5	< 5	< 5
DQO	mgO ₂ /L	Todo el Río	< 30	< 25	< 25
pH	U pH	Todo el Río	6,5 – 8,0	6,5 – 8,0	6,5 – 8,0
SST	mg/L	Todo el Río	≤ 90	≤ 90	≤ 90
SDT	mg/L	Nacimiento - Montería	≤ 90	≤ 90	≤ 90
		Montería – Lórica	≤ 75	≤ 75	≤ 75
		Lórica - Desembocadura	≤ 90	≤ 90	≤ 90
Grasas y Aceites		Todo el Río	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Coliformes Totales	NMP/100 mL	Todo el Río	< 5.000	< 5.000	< 5.000
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	Todo el Río	< 1.000	< 1.000	< 1.000

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

Tabla 53. Objetivos de Calidad del Agua de los caños afluentes al Río Sinú 2020-2029

OBJETIVOS DE CALIDAD CAÑOS AFLUENTES AL RÍO SINÚ				
Parámetro		Meta		
		2 años	5 años	10 años
Oxígeno Disuelto	mgO ₂ /L	≥ 4	≥ 4,5	≥ 5
Temperatura	°C	< 35	< 35	< 35
DBO ₅	mgO ₂ /L	< 8	< 7	< 5
DQO	mgO ₂ /L	< 30	< 25	< 25
pH	U pH	6,5 – 8,0	6,5 – 8,0	6,5 – 8,0
SST	mg/L	≤ 150	≤ 150	≤ 150
SDT	mg/L	≤ 200	≤ 200	≤ 150
Grasas y Aceites		Ausentes	Ausentes	Ausentes
Coliformes Totales	NMP/100 mL	< 5.000	< 5.000	< 5.000
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	< 1.000	< 1.000	< 1.000

Tabla 54. Objetivos de Calidad del Agua del Río San Jorge 2020-2029

OBJETIVOS DE CALIDAD RÍO SAN JORGE				
Parámetro		Meta		
		2 años	5 años	10 años
Oxígeno Disuelto	mgO ₂ /L	≥ 5	≥ 5,5	≥ 6
Temperatura	°C	< 35	< 35	< 35
DBO ₅	mgO ₂ /L	< 5	< 5	< 5
DQO	mgO ₂ /L	< 25	< 20	< 20
pH	U pH	6,5 – 8,0	6,5 – 8,0	6,5 – 8,0
SST	mg/L	≤ 250	≤ 200	≤ 200
SDT	mg/L	≤ 80	≤ 80	≤ 80
Grasas y Aceites		Ausentes	Ausentes	Ausentes
Coliformes Totales	NMP/100 mL	< 5.000	< 5.000	< 5.000
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	< 1.000	< 1.000	< 1.000

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

Tabla 55. Objetivos de Calidad del Agua del Río Canalete 2020-2029

OBJETIVOS DE CALIDAD RÍO CANALETE				
Parámetro		Meta		
		2 años	5 años	10 años
Oxígeno Disuelto	mgO ₂ /L	≥ 4,5	≥ 5	≥ 6
Temperatura	°C	< 35	< 35	< 35
DBO5	mgO ₂ /L	< 8	< 5	< 5
DQO	mgO ₂ /L	< 40	< 30	< 30
pH	U pH	6,5 – 8,0	6,5 – 8,0	6,5 – 8,0
SST	mg/L	≤ 400	≤ 400	≤ 400
SDT	mg/L	≤ 650	≤ 500	≤ 400
Grasas y Aceites		Ausentes	Ausentes	Ausentes
Coliformes Totales	NMP/100 mL	< 5.000	< 5.000	< 5.000
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	< 1.000	< 1.000	< 1.000

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

RECOMENDACIONES

- Es imperativo complementar los resultados del presente documento con modelaciones de calidad del agua y simulación de escenarios, tal como dicta la Guía PORH.
- Mantener en funcionamiento la Red de Monitoreo de Calidad del Agua del Departamento de Córdoba, y estandarizar las fechas de realización de las campañas de monitoreo. En lo posible ampliar a cuatro (4) los muestreos anuales.
- Los aumentos en el pH de las tres (3) grandes cuencas del Departamento de Córdoba ameritan la inclusión de nuevos parámetros como son: Alcalinidad y Dureza Total. Con el propósito de estudiar la naturaleza del incremento en el pH.
- Ampliar la medición de más compuestos de nitrógeno y fósforo. Considerando los parámetros sugeridos en la **Tabla 2** de la Guía PORH.
- Empezar acciones inmediatas de definición o ajuste de metas quinquenales de reducción de cargas contaminantes.
- Ampliar el número de subcuencas del Departamento que cuentan con instrumento de ordenamiento del recurso hídrico. Priorizando aquellas subcuencas que reciben descargas de aguas residuales domésticas en los municipios que no vierten directamente a los ríos.

	Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.	
---	---	---

CONCLUSIONES

- i. Aumentar los niveles de oxígeno disuelto en el agua y reducir la concentración de DBO es el principal reto para la cuenca del Río Sinú durante la próxima década.
- ii. Sí bien el Río Sinú muestra suficiente capacidad para asimilar las cargas contaminantes de las distintas urbes que se asientan sobre sus riberas, los Municipio de Tierralta y Cereté exigen la planificación de acciones inmediatas para la mejora en la gestión de sus vertimientos urbanos. Puesto que están limitando los usos del recurso aguas debajo de sus descargas.
- iii. Nivelar el pH del agua, y reducir las elevadas concentraciones de SST y coliformes es el principal reto para la cuenca del Río San Jorge.
- iv. Gran parte de la carga contaminante presente en el Río San Jorge proviene de aguas arriba del Municipio de Montelíbano. Debiéndose ampliar el monitoreo sobre la Quebrada Uré y el Río San Pedro.
- v. Los vertimientos urbanos del Municipio de Montelíbano no afectan de sobremanera el cumplimiento de los objetivos de calidad de la cuenca.
- vi. El Río Canalete es por lejos el cuerpo de agua de orden 1 que peor calidad presenta en el Departamento de Córdoba. A pesar de ser el río con mejores niveles de oxígeno, sus exageradas concentraciones de sólidos y coliformes invitan a reconsiderar los usos actuales en ciertos sectores.
- vii. Los problemas de calidad del Río Canalete provienen de la parte alta de la cuenca y del vertimiento de aguas residuales del casco urbano del Municipio que lleva el mismo nombre.
- viii. Aunque no es claro el origen de las pésimas condiciones de calidad en la parte alta de la cuenca. El presentarse las mayores concentraciones de coliformes fecales incluso antes del casco urbano de Canalete, invitan a considerar que gran parte del problema proviene de los vertimientos de los asentamientos rurales ubicados en la parte alta de la cuenca; de la mano con acciones de deforestación.
- ix. Por lo anterior, el cumplimiento de OCA's para el Río Canalete no solo pasa por planificar acciones de mejora en la gestión de vertimientos urbanos; sino que también requiere buscar soluciones individuales o colectivas para las aguas residuales rurales.



Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.



BIBLIOGRAFÍA

- ASPROCIG- Asociación de productores para el desarrollo comunitario de la Ciénaga Grande del Bajo Sinú & Corporación Grupo Semillas. (19 de Agosto de 2005). *Experiencias locales: El Plan Maestro de Desarrollo Integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Sinú (Córdoba)*. Recuperado el 16 de Abril de 2018, de Generalidades sobre la cuenca baja del río Sinú: <http://www.semillas.org.co/es/el-plan-maestro-de-desarrollo-integral-de-la-cuenca-hidrogrfica-del-ro-sin-crdoba>
- AZNAR, A. (2000). *Determinación de los parámetros físico-químicos de la calidad de las aguas*. Recuperado el 14 de Junio de 2018, de UNIVERSIDAD CARLOS III. Instituto Tecnológico de Química y Materiales "Álvaro Alonso Barba": <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>
- Carbotecnia. (3 de Octubre de 2014). *pH de agua*. Recuperado el 22 de Marzo de 2018, de <https://www.carbotecnia.info/encyclopedia/que-es-el-ph-del-agua/>
- CARO, O. (15 de Junio de 2018). Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/15120/1/CaroVelascoOrlando2015..pdf>
- CVS & Fundación Bosques Humedales. (2016). *CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA ENTRE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL SINÚ Y DEL SAN JORGE – CVS Y LA FUNDACIÓN BOSQUES Y HUMEDALES PARA DISEÑAR E IMPLEMENTAR UNA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA*. Montería: CVS.
- CVS & FUNSOSTENIBLE. (2017). *Convenio No. 012-2017. cooperación científica y tecnológica para Implementar la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea en las principales cuencas del Departamento de Córdoba*.
- CVS & FUNSOSTENIBLE. (2018). *Convenio No. 017-2018. cooperación científica y tecnológica para Implementar la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea en las principales cuencas del Departamento de Córdoba*.
- CVS & UNINORTE. (2005). *Estudios y diseños de las obras de Ingeniería para la protección contra la erosión lateral causada por el río Sinú en Tierralta - Córdoba*. Grupo de investigación, Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge - CVS & Universidad del Norte - UNINORTE, Córdoba. Recuperado el 22 de Mayo de 2018, de <https://guayacan.uninorte.edu.co/divisiones/Ingenierias/IDS/upload/File/Ponencias/Pdf/PROCESO%20DE%20EROSION%20EN%20EL%20RIO%20SINU,%20CASO%20TIERRA%20ALTA.pdf>



Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.



- CVS. (2004). *Diagnóstico Ambiental de la Cuenca Hidrográfica del Río Sinú*. Montería: CVS.
- CVS. (2005). *Evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación en los municipios de Sahagún y Chinú en el departamento de Córdoba*. Montería: Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge - CVS.
- CVS. (2007). *ESTUDIOS Y DISEÑOS HIDRÁULICOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LOS CAÑOS AGUAS PRIETAS Y BUGRE*. Montería.
- CVS. (2018). *Plan de acción para la atención de la temporada de lluvias en el Departamento de Córdoba*. Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge - CVS, Córdoba. Grupo de Gestión del Riesgo GGR-CVS.
- CVS, PNNC, CAR-SUCRE & UniCor. (2006). *FASES DE PROSPECCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO Y MANEJO INTEGRAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SINÚ (POMCA-RS)*. Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge - CVS, Parques Nacionales Naturales de Colombia, CAR-SUCRE & Universidad de Córdoba.
- FAO. (2015). *Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura*. Colombia. Obtenido de http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/col/indexesp.stm
- IDEAM. (25 de Febrero de 2014). *Aguas Superficiales*. Recuperado el 3 de septiembre de 2018, de *Aguas Superficiales*: <http://www.ideam.gov.co/web/agua/aguas-superficiales>
- IDEAM. (17 de Octubre de 2017). *Redes de monitoreo de calidad de agua*. Recuperado el 22 de Marzo de 2018, de *Redes de monitoreo de calidad de agua*: <http://www.ideam.gov.co/web/agua/redes-monitoreo-calidad-agua>
- INGEOMINAS. (2004). *Mapa hidrogeológico de Córdoba. Escala 1:250.000*. Instituto Colombiano de Geología y Minería - INGEOMINAS, Córdoba. Recuperado el 22 de Mayo de 2018, de <http://recordcenter.sgc.gov.co/B3/12006025002784/documento/pdf/0101027841101000.pdf>
- MADS & IDEAM. (2015). *Estudio Nacional del Agua-ENA*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- MADS. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- MARC. (2008). *Sedimentos*. Recuperado el 22 de Marzo de 2018, de http://marc.org/Environment/Water-Resources/pdfs/brochures/sediment_espanol.aspx
- Ministerio de Ambiente Desarrollo Sostenible - MADS. (2012). *Decreto 1640*. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT. (2010). *Decreto 3930*. Bogotá, Colombia.



Desarrollar servicios científicos y tecnológicos para la obtención de información del recurso hídrico relacionada con la implementación de la red de monitoreo de calidad de agua superficial y subterránea a las principales cuencas del departamento de Córdoba y fortalecer la gobernabilidad para la gestión integral del recurso hídrico en el departamento de Córdoba.



- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS. (2012). *Decreto 2667*. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS. (18 de Octubre de 2013). *Diagnóstico de las Aguas Subterráneas*. Recuperado el 26 de Marzo de 2018, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/1631-plantilla-gestion-integral-del-recurso-hidrico-37>
- Ministerio de la Protección Social. (2007). *Decreto 1575*. Bogotá, Colombia.
- Núñez, e. a. (2011). *Evaluación de Metales Pesados en los sedimentos superficiales del río Pirro*. Heredia.
- Republica de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Guía Nacional de Modelación del Recurso Hídrico para Aguas Superficiales Continentales*. Bogotá, D.C.: MinAmbiente.
- Republica de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Guía para el Ordenamiento del Recurso Hídrico Continental Superficial*. Bogotá, D.C.: MinAmbiente.
- Republica de Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2006). *Guía Metodologica para el establecimiento de Objetivos de Calidad del Agua de los cuerpos de agua en Ausencia de los Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico -PORH-*. Bogotá, Colombia: MAVDT.
- SAHED. (2015). *EL MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA EN EL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA MEDIANTE DE DATOS, MUESTREO Y ANÁLISIS DE LABORATORIO*. MONTERÍA: CVS & SAHED.
- UPB, L. d. (2015). *INFORME CONSOLIDADO 2015*. Monteria: UPB.