



**Corpoboyacá**

**INFORMACIÓN PREVIA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA META DE CARGA  
GLOBAL CONTAMINANTE PARA EL TERCER QUINQUENIO DE LA SUBCUENCA  
DE LOS RÍOS SUTAMARCHÁN – MONQUIRÁ Y SUÁREZ AD EN LA  
JURISDICCIÓN DE CORPOBOYACÁ**

**Informe Final  
(Junio de 2024)**

<b>ELABORÓ</b>	<b>REVISÓ</b>	<b>APROBÓ</b>
Jenny Alarcón María Eugenia Daza Paola Hernández Nathalia López Eduardo Patiño Camila Wilches Nicolas Mojica Camila Naranjo	Carlos Alberto Alfonso Amanda Medina Bermúdez	Amanda Medina Bermúdez

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. JUSTIFICACIÓN.....	13
3. OBJETIVOS.....	15
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
4. MARCO REFERENCIAL.....	16
4.1. MARCO GEOGRÁFICO.....	16
4.2. MARCO LEGAL.....	17
4.3. MARCO CONCEPTUAL.....	20
4.3.1. <i>Definición de tasa retributiva</i> .....	21
4.3.2. <i>Tasa retributiva como instrumento económico</i> .....	21
4.3.3. <i>Características y ventajas de los instrumentos</i> .....	21
4.3.4. <i>Impactos de contaminación con materia orgánica y sólidos en suspensión</i> .....	22
4.3.5. <i>Usos del agua según el Decreto 1076 de 2015 del MADS</i> .....	23
4.3.6. <i>Aspectos socioeconómicos de la cuenca del Río Suárez</i> .....	25
5. DEFINICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PROPIAS DE LA CUENCA.....	27
5.1. CLIMATOLOGÍA DE LA CUENCA.....	30
5.1.1. <i>Temperatura</i> .....	30
5.1.2. <i>Precipitación</i> .....	31
5.2. PUNTOS Y ESTACIONES DE MONITOREO.....	33
5.3. TRAMOS DEFINIDOS PARA LA CUENCA.....	39
5.3.1. <i>Tramo 1 – Cuenca Río Suárez</i> .....	40
5.3.2. <i>Tramo 2 – Cuenca Río Suárez</i> .....	40
5.3.3. <i>Tramo 3 – Cuenca Río Suárez</i> .....	41
5.3.4. <i>Tramo 1S – Cuenca Río Suárez</i> .....	41
5.3.5. <i>Tramo 2S – Cuenca Río Suárez</i> .....	42
5.4. HIDROLOGÍA DE LA CUENCA DEL RÍO SUÁREZ.....	43
5.4.1. <i>Perfil Longitudinal de la corriente principal del Río Suárez</i> .....	46
5.4.2. <i>Topología De La Corriente Del Río Suárez</i> .....	48
6. CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO.....	53

6.1. METODOLOGÍA .....	53
6.2. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL .....	54
6.3. MONITOREO DE CALIDAD.....	61
6.4. RESULTADOS DE CALIDAD.....	69
6.4.1. Tramo 1.....	70
6.4.2. Tramo 1S.....	81
6.4.3. Tramo 2.....	89
6.4.4. Tramo 2S .....	98
6.4.5. Tramo 3.....	107
6.5 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE CALIDAD EN LA CUENCA.....	114
6.5.1. Modelo QUAL2K.....	114
6.5.2. Resultados y análisis de resultados del modelo. ....	125
7. ÍNDICES DE CALIDAD E ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA –RÍO SUÁREZ.....	152
7.1. DISEÑO DE LOS INDICES .....	152
7.2. ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA).....	153
7.2.1. Cálculo de valor del ICA para cada variable. ....	154
7.2.2. Resultados para el Índice de Calidad del Agua (ICA). ....	157
7.3. ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA (ICO’S). ....	162
7.3.1. Cálculo de valor del ICO’s para cada variable. ....	162
7.3.2. Resultados para el Índice de Contaminación del Agua (ICO’s). ....	165
8. ESTADO ACTUAL DE LAS PTAR EN LA CUENCA DEL RÍO SUÁREZ.....	171
8.1. PTAR MUNICIPIO DE SAMACÁ.....	171
8.2. PTAR MUNICIPIO DE ARCABUCO.....	172
8.3. PTAR MUNICIPIO DE CHÍQUIZA.....	173
8.4. PTAR MUNICIPIO DE TOGÜÍ.....	175
9. USOS DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO SUÁREZ .....	178
9.1. USOS DEL AGUA DE ACUERDO CON LA REVISIÓN DE BASES DE DATOS....	178
9.1.1. Revisión de bases de datos asociadas a Concesiones de agua .....	178
9.1.2. Revisión de las bases de datos asociadas a Vertimientos .....	182
9.1.3. Revisión de bases de datos asociadas a Licencias Ambientales .....	184



10. ESTADO DE LEGALIDAD DE LOS USUARIOS EN LA CUENCA.....	187
11. LINEA BASE DE CARGA CONTAMINANTE (SST Y DBO <sub>5</sub> ) AÑO 2024.....	192
12. CONCLUSIONES.....	195
13. REFERENCIAS .....	196



## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Municipios que conforman la cuenca del Río Suárez en jurisdicción de Corpoboyacá.	27
.....	
<b>Tabla 2.</b> Zonificación hidrográfica en la cuenca. ....	29
<b>Tabla 3.</b> Estaciones y puntos de monitoreo en la cuenca del Río Suárez. ....	33
<b>Tabla 4.</b> Descripción de las estaciones y punto de monitoreo en la cuenca del Río Suárez. ....	35
<b>Tabla 5.</b> División de los municipios de la cuenca del Río Suárez en los tramos establecidos según los objetivos de calidad.....	39
<b>Tabla 6.</b> Descripción Tramo 1 – cuenca Río Suárez.....	40
<b>Tabla 7.</b> Estaciones y puntos de monitoreo del Tramo 1.....	40
<b>Tabla 8.</b> Descripción Tramo 2 - cuenca Río Suárez. ....	40
<b>Tabla 9.</b> Estaciones y puntos de monitoreo del Tramo 2.....	40
<b>Tabla 10.</b> Descripción Tramo 3 - cuenca Río Suárez. ....	41
<b>Tabla 11.</b> Estaciones y puntos de monitoreo del Tramo 3.....	41
<b>Tabla 12.</b> Descripción Tramo 1S – cuenca Río Suárez.....	41
<b>Tabla 13.</b> Estaciones y puntos de monitoreo del Tramo 1S.....	41
<b>Tabla 14.</b> Descripción Tramo 2S - cuenca Río Suárez. ....	42
<b>Tabla 15.</b> Estaciones y puntos de monitoreo del Tramo 2S.....	42
<b>Tabla 16.</b> Microcuencas Río Suárez en jurisdicción de Corpoboyacá.....	44
<b>Tabla 17.</b> Equipos para medición de parámetros In-Situ. ....	53
<b>Tabla 18.</b> Resultados de caudal para el Río Sutamarchán - Río Moniquirá - Río Suárez. ....	56
<b>Tabla 19.</b> Caudal de estaciones de monitoreo en la corriente principal.....	58
<b>Tabla 20.</b> Caudal en los puntos de monitoreo de la corriente principal del Río Sutamarchán - Río Moniquirá - Río Suárez.....	58
<b>Tabla 21.</b> Caudal de estaciones de monitoreo en los diferentes afluentes (Tramo 1S).....	59
<b>Tabla 22.</b> Caudal de puntos de monitoreo en los diferentes afluentes (Tramo 1S) .....	60
<b>Tabla 23.</b> Caudal de estaciones de monitoreo en los diferentes afluentes (Tramo 2S).....	61
<b>Tabla 24.</b> Sección transversal de las estaciones y puntos de monitoreo en la cuenca del Río Sutamarchán - Río Moniquirá - Río Suárez.....	62
<b>Tabla 25.</b> Resultados de unidades de PH de las campañas de monitoreo realizado en los años 2017 – 2024.....	71
<b>Tabla 26.</b> Resultados de OD de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.....	72
<b>Tabla 27.</b> Resultados de Nitratos de las campañas de monitoreos realizados de los años 2017-2024.....	74
<b>Tabla 28.</b> Resultado de Coliformes Termotolerantes de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024. ....	75
<b>Tabla 29.</b> Resultados de Nitritos de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.....	76
<b>Tabla 30.</b> Resultados de DBO <sub>5</sub> de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.....	78
.....	

<b>Tabla 31.</b> Resultados de DQO de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	79
<b>Tabla 32.</b> Resultados de SST de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	80
<b>Tabla 33.</b> Resultados de pH de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	82
<b>Tabla 34.</b> Resultados de OD de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	83
<b>Tabla 35.</b> Resultados de Nitritos de las campañas de monitoreos realizados de los años 2017-2024.	84
<b>Tabla 36.</b> Resultado de Nitratos de las campañas de monitoreos realizados de los años 2017-2024.	85
<b>Tabla 37.</b> Resultado de Coliformes Termotolerantes de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	86
<b>Tabla 38.</b> Resultados de DBO <sub>5</sub> de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	87
<b>Tabla 39.</b> Resultados de SST de las campañas de monitoreo realizados de los años 2021-2024.	88
<b>Tabla 40.</b> Resultados de pH de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	89
<b>Tabla 41.</b> Resultados de DBO <sub>5</sub> de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	90
<b>Tabla 42.</b> Resultados de OD de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	91
<b>Tabla 43.</b> Resultados de Nitratos de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	93
<b>Tabla 44.</b> Resultados de Nitritos de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	94
<b>Tabla 45.</b> Resultados de Nitritos de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	95
<b>Tabla 46.</b> Resultados de Coliformes Termotolerantes de las campañas de monitoreo realizados de los Años 2017-2024.	96
<b>Tabla 47.</b> Resultados de SST de las campañas de monitoreo realizados de los Años 2017-2024.	97
<b>Tabla 48.</b> Resultados de pH de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	99
<b>Tabla 49.</b> Resultados de OD de monitoreos realizados de los años 2017-2024.	100
<b>Tabla 50.</b> Resultado de Coliformes Totales de las campañas de monitoreos realizados de los años 2017-2024.	101
<b>Tabla 51.</b> Resultados de Nitritos de las Campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	102
<b>Tabla 52.</b> Resultados de Nitritos de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	103
<b>Tabla 53.</b> Resultados Coliformes Termotolerantes de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	104



<b>Tabla 54.</b> Resultados DBO <sub>5</sub> de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	105
<b>Tabla 55.</b> Resultados SST de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	106
<b>Tabla 56.</b> Resultados de pH de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	107
<b>Tabla 57.</b> Resultados de OD de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	108
<b>Tabla 58.</b> Resultado de Nitritos de las Campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	109
<b>Tabla 59.</b> Resultados de Nitratos de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	110
<b>Tabla 60.</b> Resultados de Coliformes Totales de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	111
<b>Tabla 61.</b> Resultados de DBO <sub>5</sub> de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	112
<b>Tabla 62.</b> Resultados de SST de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.	113
<b>Tabla 63.</b> Estaciones y Puntos de monitoreo de la corriente principal del Río Sutamarchán - Moniquirá – Suárez.	118
<b>Tabla 64.</b> Criterios a modelar en el escenario base de la Corriente Principal.	123
<b>Tabla 65.</b> Valores para el Índice de Calidad del Agua para SST.	155
<b>Tabla 66.</b> Valores para el Índice de Calidad del Agua para DQO.	155
<b>Tabla 67.</b> Valores para el Índice de Calidad del Agua para pH.	156
<b>Tabla 68.</b> Valores para el Índice de Calidad del Agua para Nitrógeno Total/Fósforo total. ....	156
<b>Tabla 69.</b> Variables y ponderaciones para el caso de 6 variables. ....	157
<b>Tabla 70.</b> Calificación de la calidad del agua según el valor que puede tomar el indicador ICA.	157
<b>Tabla 71.</b> Índice de Calidad de Agua de la Subcuenca Sutamarchán - Moniquirá - Suárez AD.	158
<b>Tabla 72.</b> Calificación de la calidad del agua según el valor que puede tomar el indicador ICO's.	165
<b>Tabla 73.</b> Índice de ICOMO de Agua de la Subcuenca Sutamarchán - Moniquirá y Suárez AD.	166
<b>Tabla 74.</b> Índice de ICOSUS de la Subcuenca Sutamarchán - Moniquirá - Suárez AD. ....	167
<b>Tabla 75.</b> Índice de ICOTRO de Agua de la Subcuenca Sutamarchán - Moniquirá - Suárez AD.	168
<b>Tabla 76.</b> Índice de ICOMI de Agua de la Subcuenca Sutamarchán - Moniquirá - Suárez AD.	169
<b>Tabla 77.</b> Caracterización del Monitoreo del año 2023 en el Municipio de Samacá. ....	171
<b>Tabla 78.</b> Caracterización del Monitoreo del año 2023 en el Municipio de Arcabuco. ....	172

<b>Tabla 79.</b> Caracterización del Monitoreo del año 2023 en el Municipio de Chíquiza. ....	174
<b>Tabla 80.</b> Caracterización del Monitoreo del año 2023 en el Municipio de Toguií. ....	176
<b>Tabla 81.</b> Uso del Agua de Acuerdo a los usuarios del Tramo 1 de la Cuenca del río Suárez. ....	179
<b>Tabla 82.</b> Uso del Agua de acuerdo a los Usuarios del Tramo 1S de la Cuenca del Río Suárez .....	179
<b>Tabla 83.</b> Uso del Agua de acuerdo a los Usuarios del Tramo 2 de la Cuenca del Río Suárez	180
<b>Tabla 84.</b> Uso del Agua de acuerdo a los Usuarios del Tramo 2S de la Cuenca del Río Suárez .....	180
<b>Tabla 85.</b> Uso del Agua de acuerdo a los Usuarios del Tramo 3 de la Cuenca del Río Suárez	181
<b>Tabla 86.</b> Uso del Agua de acuerdo a los Usuarios de la Cuenca del Río Suárez .....	181
<b>Tabla 87.</b> Permisos de vertimientos asociados a los usuarios en la cuenca del Río Sutamarchán- Moniquirá y Suárez AD. ....	182
<b>Tabla 88.</b> Expedientes de Licencias Ambientales Presentes en la Cuenca del Río Suárez. ....	185
<b>Tabla 89.</b> Estado de legalidad de los usuarios de la cuenca del Río Sutamarchán - Moniquirá y Suárez AD. ....	187
<b>Tabla 90.</b> Proyección de la línea base de la carga contaminante año 2024 para el tramo 1. ....	192
<b>Tabla 91.</b> Proyección de la línea base de la carga contaminante año 2024 para el tramo 1S. ...	192
<b>Tabla 92.</b> Proyección de la línea base de la carga contaminante año 2024 para el tramo 2. ....	193
<b>Tabla 93.</b> Proyección de la línea base de la carga contaminante año 2024 para el tramo 2S. ...	194
<b>Tabla 94.</b> Proyección de la línea base de la carga contaminante año 2024 para el tramo 3. ....	194



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa político de la cuenca del Río Suárez. ....	28
<b>Figura 2.</b> Zonificación hidrográfica en la cuenca. ....	29
<b>Figura 3.</b> Isotermas en la cuenca del Río Suárez. ....	31
<b>Figura 4.</b> Isoyetas en la cuenca del Río Suárez.....	32
<b>Figura 5.</b> Estaciones y puntos de monitoreo en la cuenca del Río Suárez.....	34
<b>Figura 6.</b> Mapa división de tramos cuenca Río Suárez.....	43
<b>Figura 7.</b> Perfil longitudinal de la cuenca del Río Suárez. ....	47
<b>Figura 8.</b> Distribución de puntos de monitoreo Río Sutamarchán, Río Moniquirá y Río Suárez. .....	49
<b>Figura 9.</b> Topología cuenca del Río Suárez - Tramo 1.....	50
<b>Figura 10.</b> Topología cuenca del Río Suárez - Tramo 2.....	50
<b>Figura 11.</b> Topología cuenca del Río Suárez - Tramo 3.....	51
<b>Figura 12.</b> Topología cuenca del Río Suárez - Tramo 1S.....	51
<b>Figura 13.</b> Topología cuenca del Río Suárez - Tramo 2S.....	52
<b>Figura 14.</b> Caudal en la corriente principal del Río Sutamarchán - Río Moniquirá - Río Suárez. .....	57
<b>Figura 15.</b> Caudal en los puntos de monitoreo de la corriente principal del Río Sutamarchán - Río Moniquirá - Río Suárez.....	58
<b>Figura 16.</b> Caudal de estaciones de monitoreo en los diferentes afluentes (tramo 1S) .....	59
<b>Figura 17.</b> Caudal de puntos de monitoreo en los diferentes afluentes (Tramo 1S).....	60
<b>Figura 18.</b> Caudal de estaciones de monitoreo en los diferentes afluentes (Tramo 2S).....	60
<b>Figura 19.</b> Comportamiento del PH en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1. ....	71
<b>Figura 20.</b> Comportamiento del Oxígeno Disuelto en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1.....	73
<b>Figura 21.</b> Comportamiento de Nitratos en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1. ....	74
<b>Figura 22.</b> Comportamiento de Coliformes Totales en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1.....	75
<b>Figura 23.</b> Comportamiento de Nitritos en los diferentes monitoreo anuales Tramo 1.....	77
<b>Figura 24.</b> Comportamiento de DBO <sub>5</sub> en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1.....	78
<b>Figura 25.</b> Comportamiento de DQO en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1.....	79
<b>Figura 26.</b> Comportamiento de SST en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1. ....	81
<b>Figura 27.</b> Comportamiento de pH en los diferentes monitoreos realizados del tramo 1S. ....	82
<b>Figura 28.</b> Comportamiento Oxígeno Disuelto en los Diferentes Monitoreos Anuales del Tramo 1S. ....	83
<b>Figura 29.</b> Comportamiento de Nitritos en los diferentes monitoreos anuales del tramo 1S. ....	84
<b>Figura 30.</b> Comportamiento de Nitratos en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1S. ..	85
<b>Figura 31.</b> Comportamiento de Coliformes Termotolerantes en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1S.....	86
<b>Figura 32.</b> Comportamiento de DBO <sub>5</sub> en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1.....	87

<b>Figura 33.</b> Comportamiento de SST en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1S. ....	88
<b>Figura 34.</b> Comportamiento de pH en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2. ....	90
<b>Figura 35.</b> Comportamiento de DBO <sub>5</sub> en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2.....	91
<b>Figura 36.</b> Comportamiento de Oxígeno Disuelto en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2.....	92
<b>Figura 37.</b> Comportamiento de Nitratos en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2. ...	93
<b>Figura 38.</b> Comportamiento de Nitritos en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2. ....	94
<b>Figura 39.</b> Comportamiento de Coliformes Totales en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2. ....	95
<b>Figura 40.</b> Comportamiento de Coliformes Termotolerantes en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2. ....	96
<b>Figura 41.</b> Comportamiento de SST en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2. ....	98
<b>Figura 42.</b> Comportamiento del pH en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2S. ....	99
<b>Figura 43.</b> Comportamiento Oxígeno Disuelto en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2S. ....	100
<b>Figura 44.</b> Comportamiento de Coliformes Totales en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2S.....	101
<b>Figura 45.</b> Comportamiento de Nitritos en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2S..	102
<b>Figura 46.</b> Comportamiento de Nitratos en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2S.	103
<b>Figura 47.</b> Comportamiento de Coliformes Termotolerantes en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2S.....	104
<b>Figura 48.</b> Comportamiento de DBO <sub>5</sub> en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2S. ...	105
<b>Figura 49.</b> Comportamiento de SST en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2S. ....	106
<b>Figura 50.</b> Comportamiento de pH en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 3. ....	108
<b>Figura 51.</b> Comportamiento de Oxígeno Disuelto en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 3. ....	109
<b>Figura 52.</b> Comportamiento de Nitritos en los diferentes monitoreos anuales del tramo 3. ....	110
<b>Figura 53.</b> Comportamiento de Nitratos en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 3. ..	111
<b>Figura 54.</b> Comportamiento de Coliformes Totales en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 3.....	112
<b>Figura 55.</b> Comportamiento de DBO <sub>5</sub> en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 3.....	113
<b>Figura 56.</b> Comportamiento de SST en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 3. ....	114
<b>Figura 57.</b> Balance de masas.....	117
<b>Figura 58.</b> Factores que intervienen en la transformación de energía. ....	117
<b>Figura 59.</b> Etapas de modelación de calidad del agua de la corriente principal del Río Sutamarchán - Moniquirá – Suárez.....	119
<b>Figura 60.</b> Modelo de la corriente principal Hoja Headwater del programa Qual2k. ....	125
<b>Figura 61.</b> Modelo de calidad Tramo 2S Hoja Headwater del programa Qual2k. ....	126
<b>Figura 62.</b> Hoja Reach programa Qual2k del modelo de la Corriente Principal. ....	127
<b>Figura 63.</b> Hoja Reach programa Qual2k del modelo del tramo 1S.....	127

<b>Figura 64.</b> Hoja Reach programa Qual2k del modelo del tramo 2S.....	127
<b>Figura 65.</b> Hoja Point Source de la Corriente Principal. ....	128
<b>Figura 66.</b> Hoja Point Source del tramo 1S. ....	129
<b>Figura 67.</b> Hoja Point Source del tramo 2S. ....	129
<b>Figura 68.</b> Hoja meteorológica de temperatura del aire.....	130
<b>Figura 69.</b> Hoja temperatura de punto de rocío. ....	130
<b>Figura 70.</b> Hoja meteorológica de velocidad del viento. ....	130
<b>Figura 71.</b> Hoja cobertura de nubes. ....	130
<b>Figura 72.</b> <i>Hoja de resumen programa Qual2K WQDATA Corriente principal.....</i>	131
<b>Figura 73.</b> Hoja de resumen programa Qual2K WQDATA Tramo 1S. ....	131
<b>Figura 74.</b> Hoja de resumen programa Qual2K WQDATA Tramo 2S. ....	131
<b>Figura 75.</b> DBO <sub>5</sub> de la corriente principal subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez AD. 133	
<b>Figura 76.</b> SST de la corriente principal subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez AD... 135	
<b>Figura 77.</b> Oxígeno Disuelto de la corriente principal subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez AD..... 136	
<b>Figura 78.</b> Nitrito de la corriente principal subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez AD. .... 137	
<b>Figura 79.</b> Fósforo Orgánico de la corriente principal subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez..... 138	
<b>Figura 80.</b> Coliformes totales de la corriente principal subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez..... 139	
<b>Figura 81.</b> pH de la corriente principal subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez..... 140	
<b>Figura 82.</b> DBO <sub>5</sub> del tramo 1s subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez. .... 141	
<b>Figura 83.</b> SST del tramo 1S subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez. .... 142	
<b>Figura 84.</b> OD del tramo 1s subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez. .... 143	
<b>Figura 85.</b> Nitratos del tramo 1S subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez. .... 144	
<b>Figura 86.</b> Fósforo Total del tramo 1S subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez. .... 145	
<b>Figura 87.</b> pH del tramo 1S subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez. .... 146	
<b>Figura 88.</b> DBO <sub>5</sub> del tramo 2s subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez. .... 147	
<b>Figura 89.</b> SST del tramo 2s subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez. .... 148	
<b>Figura 90.</b> OD del tramo 2s subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez. .... 149	
<b>Figura 91.</b> Nitratos del tramo 2s subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez. .... 150	
<b>Figura 92.</b> pH del tramo 2S subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez. .... 151	
<b>Figura 93.</b> Índice de calidad de Agua de la Subcuenca Sutamarchán - Moniquirá - Suárez AD en la corriente principal. .... 159	
<b>Figura 94.</b> Índice de calidad de Agua de la Subcuenca Sutamarchán - Moniquirá - Suárez AD por tramos. .... 160	
<b>Figura 95.</b> Índice de calidad de Agua de la Subcuenca Sutamarchán - Moniquirá - Suárez AD Tramos 1s y 2s. .... 161	

## 1. INTRODUCCIÓN

La Corporación Autónoma Regional de Boyacá - CORPOBOYACÁ, en dirección con la Política Nacional para la Gestión del Recurso Hídrico involucra diversos instrumentos, informativos, reguladores de planificación, y de regulación, para la administración eficiente de este recurso.

Así mismo se ejecutan las acciones necesarias, para la implementación de las políticas que garantizan y promueven el uso adecuado, del recurso hídrico por parte de todos los usuarios de la jurisdicción. En este sentido CORPOBOYACÁ busca establecer la línea base para la formulación de las Metas de Carga Global Contaminante para la Cuenca Sutamarchán-Moniquirá y Suárez AD.

Los objetivos de calidad propuestos son el insumo para establecer la línea base para formular la meta global de carga contaminante, para el tercer quinquenio de la corriente principal de la Cuenca Sutamarchán - Moniquirá y Suárez AD. De esta manera se realiza un diagnóstico de la calidad hídrica de la fuente en estudio, se analizan las características propias de la cuenca, la oferta, la demanda, los usos del recurso hídrico de acuerdo a los tramos definidos, mediante la utilización de los diferentes estudios existentes, así como de la información recopilada en campo. Adicionalmente se toman los datos de los monitores, que se han realizado por las diferentes consultorías contratadas por la Corporación, los documentos de planificación, como los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA), Permisos de Vertimientos y los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) de los municipios que hacen parte de la Subcuenca, ya sea que estén vigentes o en proceso de actualización.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Para Corpoboyacá como ente regulador y administrador de los recursos naturales es importante formular proyectos en pro de la conservación y protección de las fuentes hídricas superficiales y subterráneas, mediante instrumentos de regulación como los permisos de vertimientos o autorizaciones para el uso y aprovechamientos de los recursos y demás regulaciones para el control de la contaminación.

La meta de carga global contaminante es establecida por la autoridad ambiental competente cada cinco años para cada cuerpo de agua o tramo del mismo, de conformidad con el procedimiento establecido del Decreto 2667 de 2012 compilado en el Decreto 1076 de 2015, la cual será igual a la suma de las metas quinquenales individuales y grupales. La meta global según la norma, será definida para cada uno de los elementos, sustancias o parámetros, objeto del cobro de la tasa retributiva, reglamentada mediante el mismo decreto 2667 de 2012 y la cual corresponde a la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, se expresará como la carga total contaminante a ser vertida al final del quinquenio, expresada en términos de kilogramos/año.

CORPOBOYACÁ, establece la meta global de carga contaminante, que conduzca a los usuarios al cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos por dicha autoridad, los objetivos de calidad se consideran como un conjunto de variables, parámetros o elementos que se utilizan para definir la idoneidad y calidad del recurso hídrico para un determinado uso. Por lo que, para los entes reguladores y administradores de los recursos naturales es importante formular proyectos en pro de la conservación, protección y monitoreo de las fuentes hídricas superficiales y subterráneas mediante instrumentos de regulación como las concesiones,



permisos o autorizaciones para el uso y aprovechamientos de los recursos naturales renovables y demás regulaciones para el control de la contaminación.





### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer la línea Base para formular las Metas de Carga Global Contaminante para la Cuenca Sutamarchán - Moniquirá y Suárez AD, de la jurisdicción de CORPOBOYACÁ.

#### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Diagnosticar el estado actual de la calidad del recurso hídrico a través del cálculo de índices de calidad – ICA.
- b. Revisar los usos actuales y potenciales del recurso hídrico en la zona de estudio, basado en visitas de identificación de sujetos pasivos y revisión de expedientes.
- c. Revisar los objetivos de calidad para la corriente principal de las Subcuencas Moniquirá – Sutamarchán y Suárez AD.
- d. Determinar el perfil de calidad de la corriente principal de las Subcuencas Moniquirá – Sutamarchán y Suárez AD.
- e. Documentar el estado del cuerpo de agua en términos de calidad y cantidad.
- f. Establecer un diagnóstico de la situación de calidad actual en la cuenca del río Minero mediante una modelación en QUAL2KW de calidad hídrica.
- g. Identificar los usuarios que realizan vertimientos en el cuerpo de agua y determinar el estado de legalidad de los usuarios identificados.

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1. MARCO GEOGRÁFICO

La cuenca alta del Río Suárez se encuentra ubicada en una de las zonas hidrográficas más importantes de la región, ya que debido a su extensión atraviesa tres departamentos, Cundinamarca, Boyacá y Santander, el departamento de Boyacá con un área aproximada de 9.823 km<sup>2</sup>.

En jurisdicción de CORPOBOYACÁ se encuentran las Subcuencas Sutamarchán-Moniquirá y Suárez , esta involucra las corrientes nacidas en los municipios de Tinjacá, Samacá y Arcabuco que riegan las tierras del departamento de Boyacá y que desembocan en el Río Suárez, a través de la formación de las corrientes principales como son el Río Moniquirá, el Río Sáchica, el Río Ubazá y el Lenguaruco, los cuales son receptores de los vertimientos generados por las actividades económicas que se desarrollan en los municipios que se encuentran dentro de esta cuenca.

Este cuerpo hídrico se caracteriza por su fuerte encañonamiento y su topografía quebrada que genera un alto índice de torrencialidad en su cauce, con una variación altitudinal que va desde los 3.850 m.s.n.m. hasta los 1.050 m.s.n.m.

Esta cuenca la componen 17 municipios entre los que se encuentran Tinjacá, Sutamarchán, Sáchica, Santa Sofía, Gachantivá, Samacá, Cucaita, Sora, Sáchica, Villa de Leyva, Moniquirá, Centro Poblado de Palermo – Paipa, Santana, Chitaraque, Arcabuco y Togüí. Su cabecera se encuentra en la confluencia del río Funza y la quebrada las peñas en Tinjacá y desemboca en la unión del Río Lenguaruco con el Río Suárez.

## 4.2. MARCO LEGAL

La Constitución Política de Colombia y los Tratados Internacionales debidamente ratificados, siendo estos los que fijan las reglas y premisas bajo las cuales se deben realizar las actividades en el territorio nacional, propendiendo en todo caso por la protección del Ambiente y de los recursos naturales.

El Decreto 2811 de 1974 “Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.”, este es fundamental dentro de la protección del Ambiente y los Recursos Naturales.

La ley 99 de 1993, “Por la cual se crea el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental –SINA y se dictan otras disposiciones”, este es carta de navegación fundamental para la Autoridad Ambiental, siendo de especial relevancia para el asunto objeto de estudio el Artículo 42 del título VII “de las Rentas de las Corporaciones Autónomas Regionales”, de la norma ibidem:

*ARTÍCULO 42.- Tasas Retributivas y Compensatorias. La utilización directa o indirecta de la atmósfera, del agua y del suelo, para introducir o arrojar desechos o desperdicios agrícolas, mineros o industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen, humos, vapores y sustancias nocivas que sean resultado de actividades antrópicas o propiciadas por el hombre, o actividades económicas o de servicio, sean o no lucrativas, se sujetará al pago de tasas retributivas por las consecuencias nocivas de las actividades expresadas.*

La Resolución 1433 de 2004, “Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones”, al respecto establece:

*ARTÍCULO 1.1. Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV... El Plan deberá formularse teniendo en cuenta la información disponible sobre calidad y uso de las corrientes, tramos o cuerpos de agua receptores. los criterios de priorización de proyectos definidos en el Reglamento Técnico del sector RAS 2000 o la norma que lo modifique o sustituya y lo dispuesto en el Plan de Ordenamiento y Territorial, POT, Plan Básico de Ordenamiento Territorial o Esquema de Ordenamiento Territorial. El Plan será ejecutado por las personas prestadoras del servicio de alcantarillado y sus actividades complementarias. (Subrayado fuera de texto).*

El Decreto No. 2667 de 2012, compilado en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible No. 1076 de 2015, por el cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y dispone en el Artículo 2.2.9.7.2.3 que las Autoridades Ambientales son competentes para cobrar y recaudar la tasa retributiva por vertimientos puntuales al recurso hídrico y así mismo, decreta lo siguiente:

*“Artículo 2.2.9.7.3.1, ordena a la autoridad ambiental competente establecer cada cinco años una meta global de carga contaminante para cada cuerpo de agua a tramo del mismo, la cual será la suma de las cargas meta individual a grupales establecidas en este capítulo. La meta global será definida para cada uno de los elementos, sustancias o parámetros, objeto del cobro*

*de la tasa y se expresará como la carga total de contaminante a ser vertida al final del quinquenio, expresada en términos de kilogramos/año (...)*

*Artículo 2.2.9.7.3.3. Meta de carga contaminante para los prestadores del servicio de alcantarillado. “La meta individual de carga contaminante para los prestadores del servicio de alcantarillado, corresponderá a la contenida en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), presentado por el prestador del servicio y aprobado por la autoridad ambiental competente de conformidad con la Resolución 1433 de 2004 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible la cual continúa vigente y podrá ser modificada o sustituida.*

Dicho plan contemplará las actividades e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos y el cumplimiento de la meta individual establecida, así como los indicadores de seguimiento de las mismas. Para efectos del ajuste del factor regional se considerará el indicador de número de vertimientos puntuales eliminados por cuerpo de agua, de acuerdo a lo establecido en el parágrafo 2° del artículo 2.2.9.7.4.4. del presente capítulo.

*Parágrafo 1°. Aquellos usuarios prestadores del servicio de alcantarillado que no cuenten con Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV aprobado al iniciar el proceso de consulta, podrán presentar sus propuestas de meta individual de carga contaminante para el quinquenio y el indicador de número de vertimientos puntuales a eliminar por cuerpo de agua, los cuales deberán ser discriminados anualmente. Lo anterior sin perjuicio de lo que disponga sobre la materia la autoridad ambiental competente en el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico y en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos*

*cuando sea aprobado, así como de la imposición de las medidas preventivas y sancionatorias a que haya lugar.*

*Parágrafo 2°. Para aquellos usuarios prestadores del servicio de alcantarillado que no cuenten con Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV aprobado y, que a su vez no presenten durante el proceso de consulta su propuesta de meta individual de carga contaminante y el número de vertimientos puntuales eliminados por cuerpo de agua, la autoridad ambiental competente, con base en la mejor información disponible, establecerá la meta de carga contaminante para dicho usuario, especificando anualmente para el quinquenio tanto la carga total contaminante como el número total de vertimientos puntuales eliminados por cuerpo de agua. Lo anterior, sin perjuicio de lo que disponga sobre la materia la autoridad ambiental competente en el Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico y en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos cuando sea probado, y de la imposición de las medidas preventivas y sancionatorias a que haya lugar.”*

Es así, como del Decreto 1076 de 2015 “*Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*”, entre otros contiene normas regulatorias de los residuos líquidos y de la Tasa Retributiva, se destacan especialmente las disposiciones dadas en el Libro 2 “*Régimen Reglamentario del Sector Ambiente Parte*” 2 “*Reglamentaciones*” Título 9 “*Instrumentos Financieros, Económicos y Tributarios*” Capítulo 7. “*Tasas Retributivas Por Vertimientos Puntuales al Agua*”.

### **4.3. MARCO CONCEPTUAL**

CORPOBOYACÁ siendo la autoridad ambiental en este caso, tiene el deber de cumplir la normatividad presentada anteriormente respecto a la implementación de la Tasa Retributiva



como herramienta económica y legal para la minimización del costo ambiental de acuerdo a la disminución de las cargas de DBO Y SST (Las cuales son aportadas al recurso hídrico por actividades antrópicas) a través de metas de descontaminación.

#### ***4.3.1. Definición de tasa retributiva***

Consiste en un instrumento económico que es cobrado por la autoridad ambiental competente a los usuarios que incurran en la utilización del recurso hídrico como receptor de vertimientos puntuales directos o indirectos, esta tasa se cobra por la totalidad de la carga contaminante descargada por el usuario al recurso hídrico.

#### ***4.3.2. Tasa retributiva como instrumento económico***

La tasa retributiva se plantea principalmente para la disminución del costo respecto a los niveles específicos de calidad ambiental establecidos en la instrumentación de Comando y Control, permitiendo un mayor crecimiento económico.

#### ***4.3.3. Características y ventajas de los instrumentos***

Los instrumentos de regulación directa o bien de comando y control se fundamentan en la divulgación y obligatoriedad de normas en lo que concierne al medio ambiente (calidad ambiental, manejo y conservación de recursos naturales renovables). El estado constituye formas de intervención directa, para ejercer control normativo respecto a tales ámbitos.

Dichos instrumentos son los encargados de sensibilizar a las personas y/o empresas (públicas o privadas) que afectan el recurso hídrico de tal manera que enmienden las decisiones tomadas a partir de la reducción de contaminación, buscando la reducción de sus costos hasta que el valor de control interno sea igual a pagar la tasa.

Respecto a la tasa por kilogramo de contaminante vertido debe ser equitativa para los productores, por tal razón las empresas realizan cierta comparación de costos de descontaminación con el pago de tasas, reevaluando con el comité de cuenca regional la meta de contaminación cada cinco años. Y así tomen las decisiones económicas más acertadas cumpliendo con el programa de descontaminación hídrica.

Otra ventaja de la implementación de la tasa retributiva es la nueva generación de empleo y mercado, a partir de esta se adaptan modelos económicos ambientales implementando sistemas de tratamiento de aguas residuales, procesos de reconversión industrial hacia tecnologías más limpias y productivas, cambio y reciclaje de insumos, reutilización de aguas servidas, sistemas de monitoreo y medición de la calidad del recurso hídrico, investigaciones y consultorías en medio ambiente, maquinaria, equipos y software especializado en aspectos relacionados, generando un amplia demanda de servicios profesionales.

Al incentivar la adopción de tecnologías más limpias, las empresas o sectores regulados buscaran nuevas alternativas que permitan reducir su contaminación en forma costo – efectiva. De esta forma el contaminador puede estimar el valor presente de pagar el flujo de cinco años de tasas sobre su contaminación actual y compararlo con un portafolio de opciones de inversión en tecnologías y métodos de reducción de contaminación, y seleccionar las opciones que minimizar su costo total.

#### ***4.3.4. Impactos de contaminación con materia orgánica y sólidos en suspensión***

Teniendo en cuenta que la Demanda Bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ) mide la cantidad de oxígeno extraído del agua, el material orgánico contenido se degrada y se descompone; junto con los sólidos suspendidos (SST) restringen el uso del agua y crean la necesidad de un tratamiento

adecuado. Las aguas residuales industriales y domésticas por lo general son descargadas en extensiones de agua cercanas afectando el recurso hídrico en general, ya que, el oxígeno disminuye debido a la descomposición de materia orgánica, siendo este de vital importancia para el equilibrio ecosistémico y para la vida acuática.

#### ***4.3.5. Usos del agua según el Decreto 1076 de 2015 del MADS***

Respecto al Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la Destinación Genérica De Las Aguas Superficiales, Subterráneas Y Marinas se estable el siguiente artículo relacionado a los usos del agua:

***ARTÍCULO 2.2.3.3.2.1. Usos del agua.*** Para los efectos del presente decreto se tendrán en cuenta los siguientes usos del agua:

- ***Consumo humano y doméstico.*** Considerada como bebida directa, preparación de alimentos para consumo inmediato, de igual manera implementada en la higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios.
- ***Preservación de flora y fauna.*** Destinadas para conservar la vida natural de los ecosistemas, sin causar alteraciones sensibles en ellos.
- ***Agrícola.*** Utilizada principalmente para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias.
- ***Pecuario.*** El consumo es netamente para el consumo de animales (ganado y diferentes especies), así como para otras actividades conexas y complementarias.

- **Recreativo.** *Se entiende por uso del agua para fines recreativos, su utilización, cuando se produce:*
  - *Contacto primario, como en la natación, buceo y baños medicinales.*
  - *Contacto secundario, como en los deportes náuticos y la pesca.*
- **Industrial.** *Se entiende por uso industrial del agua, su utilización en actividades tales como: procesos manufactureros de transformación, generación de energía, minería, hidrocarburos, fabricación o procesamiento de drogas, medicamentos, cosméticos, aditivos y productos similares y elaboración de alimentos en general y en especial los destinados a su comercialización o distribución.*
- **Estético.** *Es aplicado este concepto para el uso estético, el uso del agua, armonización y embellecimiento del paisaje.*
- **Pesca, Maricultura y Acuicultura.** *Se entiende por uso para pesca, maricultura y acuicultura su utilización en actividades de reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies hidrobiológicas en cualquiera de sus formas, sin causar alteraciones en los ecosistemas en los que se desarrollan estas actividades.*
- **Navegación y Transporte Acuático.** *Se entiende por uso del agua para transporte su utilización para la navegación de cualquier tipo de embarcación o para la movilización de materiales por contacto directo.*

#### **4.3.6. Aspectos socioeconómicos de la cuenca del Río Suárez**

El uso actual del suelo de la Provincia de acuerdo con información de la Unidad Regional de Planificación Agropecuaria de Boyacá está dedicado en un 45% a la agricultura especialmente de cultivos permanentes y semipermanentes, un 36% a Pastos y un 19% a bosques y otros usos. En el sector de Ricaurte Alto al cual pertenece Gachantivá, el uso predominante es pastos en un 45%, seguido por el uso agrícola (19%) y en bosques y otros usos un 36%. Las actividades agrícolas se concentran en el sector bajo de la provincia y la actividad ganadera en el sector alto. Se evidencia un deterioro progresivo del suelo especialmente en el sector alto ( 54.6%), (Escuela Superior de Administración Pública, 2024), motivado por el intensivo uso en ganadería de bajo nivel poco representativa para el departamento, lo que conlleva a concluir que la población deteriora los recursos naturales a cambio de beneficios económicos exiguos, pues no se aprecia mejoramiento de razas y producción ganadera óptima. La producción agrícola de la provincia es casi silvestre limitada a la oferta natural, a excepción de la caña de azúcar, el café, el tomate de árbol, la mora y la yuca los cuales se siembran y se atienden con labores culturales. Sin embargo su producción es buena y su calidad aceptable pese a la baja dedicación a los cultivos y a la tecnología utilizada. La distribución de la tierra varía, el 79% de los predios de la región tiene menos de 5 hectáreas y ocupan menos de la tercera parte de la provincia (31.4%), frente a un 0.68% de predios mayores de 50 hectáreas que ocupan el 15.5% de la extensión territorial provincial. El 28% de la extensión territorial (415.8 km<sup>2</sup>) está dedicado a cultivos diferentes a la caña de azúcar como son el cultivo de la papa, cebolla, mora, tomate de árbol y otros de menor importancia. Se evidencia el cultivo de la caña como promisorio, especialmente en el sector bajo, pues la producción por hectárea es buena (14.040 kg/ha) y superior al promedio departamental (11.000 kg/ha). Otro renglón importante de la economía de Ricaurte es el Turismo, el cual se ha

venido fortaleciendo lentamente en ambos sectores y se proyecta como uno de los renglones fuertes para la economía provincial. La riqueza cultural, artesanal, histórica y natural de la provincia le permiten tener una oferta permanente de lugares y atractivos turísticos para diferentes gustos, así como para la realización de diferentes actividades recreativas y atrayentes de inversión.

Samacá es un municipio donde sus principales actividades son la agricultura, la ganadería y la extracción de carbón, razón por la cual, el municipio se reconoce como uno de los principales exportadores de este mineral en la región. Los habitantes alegan que esto ocurre debido a la sequía, por un lado, y a las acciones mineras que se presentan en la zona de jurisdicción del páramo de Rabanal. Estas, afectan al campesinado alterando las fuentes hídricas que abastecen al territorio, y con ello, generan cambios dentro de las dinámicas de uso del suelo, así como transformaciones en los cultivos. (Prieto Ramírez & Dinas Chinchilla, 2019)



## 5. DEFINICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS PROPIAS DE LA CUENCA

El área que abarca la cuenca Suárez comprende un total de diecisiete (17) municipios, entre los cuales se encuentran: Tinjacá, Sutamarchán, Santa Sofía, Gachantivá, Samacá, Sora, Cucaita, Chíquiza, Sáchica, Villa de Leyva, Moniquirá, Arcabuco, Togüí, Centro Poblado Palermo – Paipa, San José de Pare, Santana y Chitaraque, su cauce principal (Río Suárez), tiene una longitud aproximada de 172 Km, hasta el punto donde desemboca al Río Chicamocha, en el departamento de Santander. Por otra parte, dicha cuenca, tiene un área de 192.157,83 Ha aproximadamente en jurisdicción de Corpoboyacá y posee un total de 4 Subcuencas (Río Ubazá, Río Suárez AD, Río Lenguaruco y Río Moniquirá - Sutamarchán), 78 Microcuencas y una variación altitudinal que va desde los 3.850 m.s.n.m. hasta los 1.050 m.s.n.m.

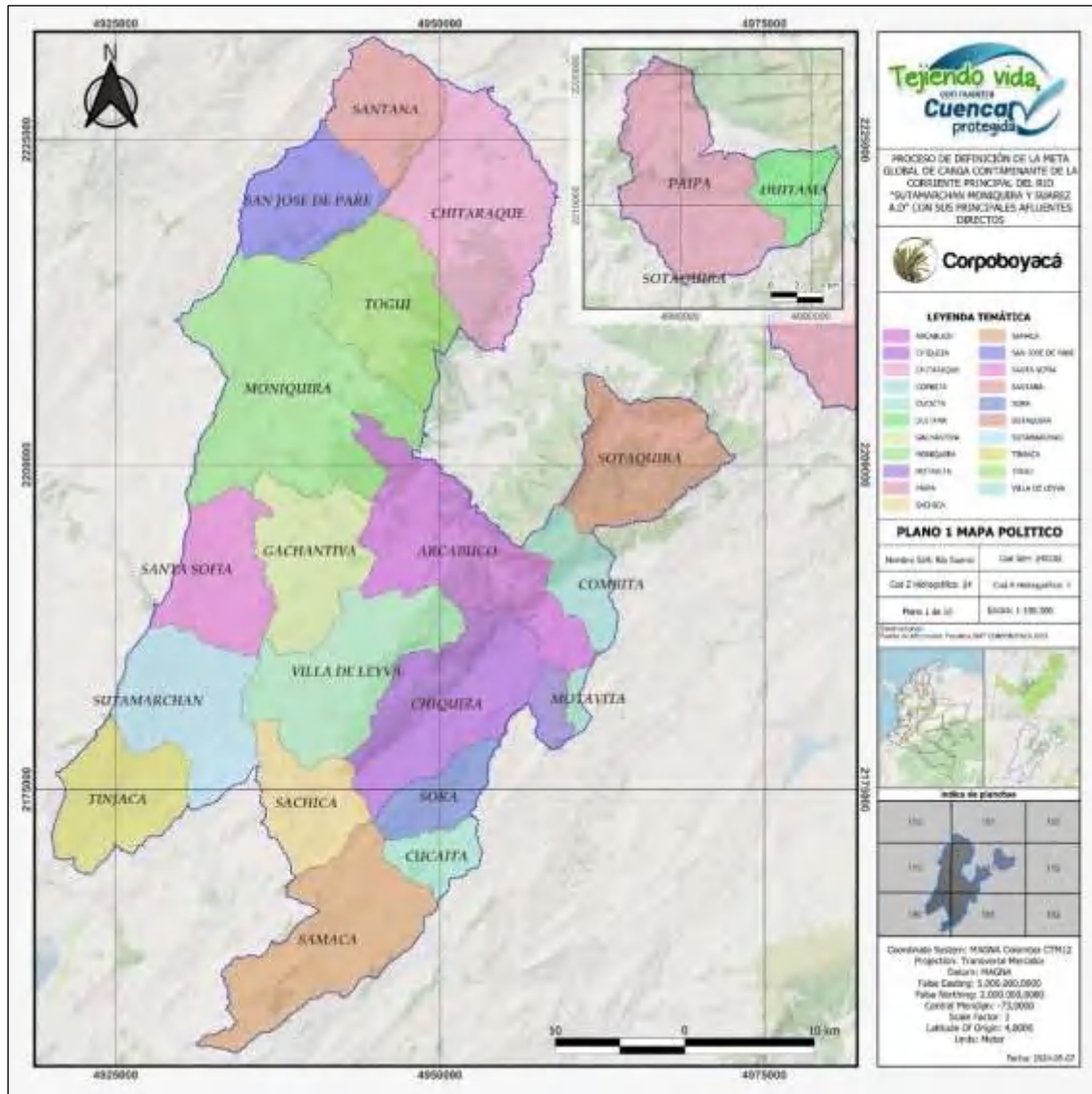
### **Tabla 1.**

*Municipios que conforman la cuenca del Río Suárez en jurisdicción de Corpoboyacá.*

<b>MUNICIPIOS QUE CONFORMAN LA CUENCA DEL RÍO SUÁREZ EN JURISDICCIÓN DE CORPOBOYACÁ</b>		
Tinjacá	Cucaita	Togüí
Sutamarchán	Chíquiza	Centro Poblado – Palermo
Santa Sofía	Sáchica	San José de Pare
Gachantivá	Villa de Leyva	Chitaraque
Samacá	Moniquirá	Santana
Sora	Arcabuco	

***Fuente: Corpoboyacá***

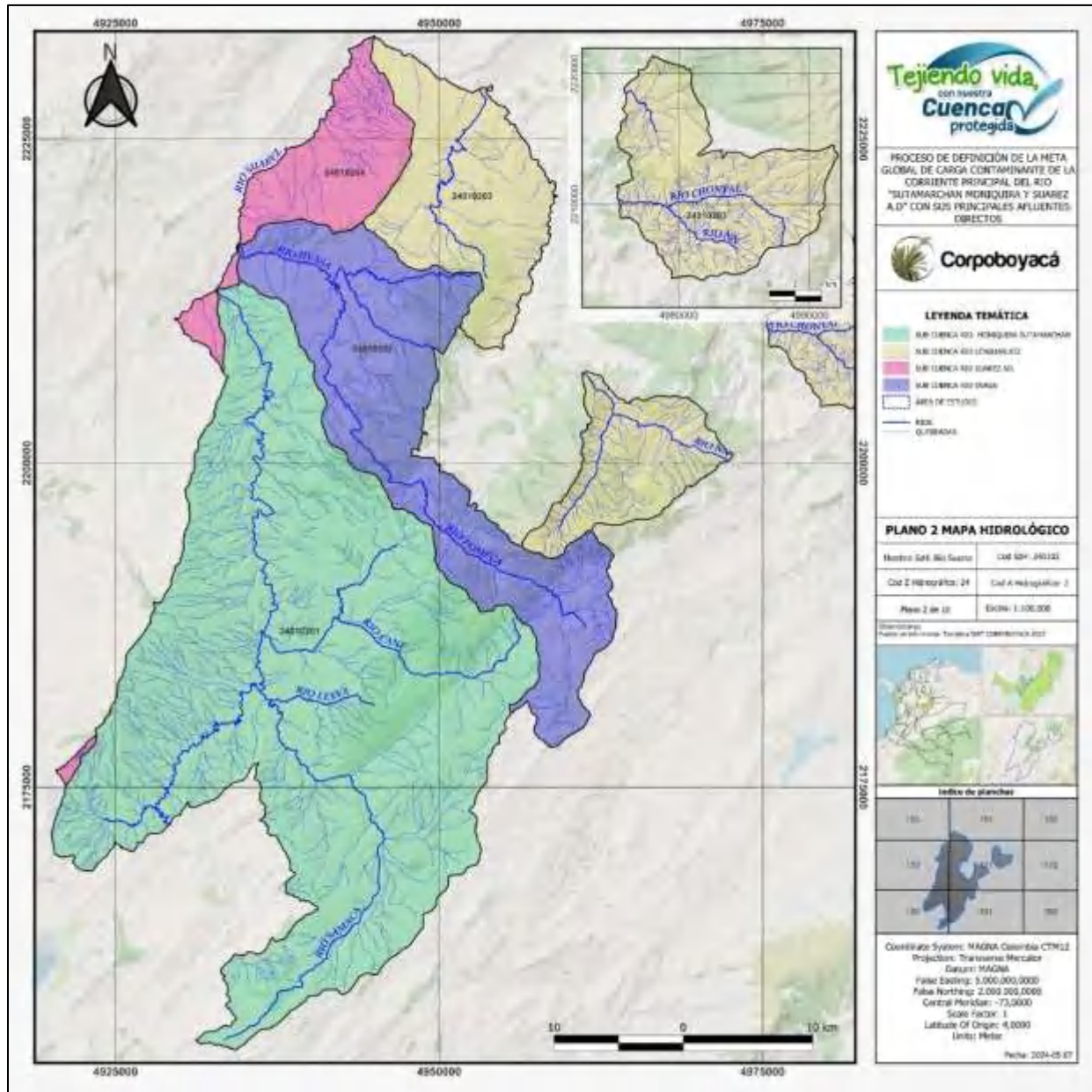
**Figura 1.**  
 Mapa político de la cuenca del Río Suárez.



*Fuente: Corpoboyacá.*

Según la zonificación hidrográfica establecida por el IDEAM y con el soporte del sistema de información geográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, se definió la siguiente codificación de cuencas para el Río Suárez en la jurisdicción de la Corporación.

**Figura 2.**  
 Zonificación hidrográfica en la cuenca.



Fuente: Corpoboyacá.

**Tabla 2.**  
 Zonificación hidrográfica en la cuenca.

ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	SUBCUENCA	MUNICIPIOS
MAGDALENA - CAUCA 2	RÍO SOGAMOSO 24	RÍO SUÁREZ 2401	Río Sutamarchán – Monquirá 2401-001	Monquirá Santa Sofía Sutamarchán Tinjacá

ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	SUBCUENCA	MUNICIPIOS
				Gachantivá Villa de Leyva Sáchica Samacá Cucaita Sora Chíquiza Arcabuco
			Río Ubazá 2401-002	Arcabuco Togüí San José de Pare Palermo centro poblado
			Río Lenguarucu 2401-003	Chitaraque Santana
			Río Suárez AD 2401-000	San José de Pare Santana Moniquirá

*Fuente: Corpoboyacá.*

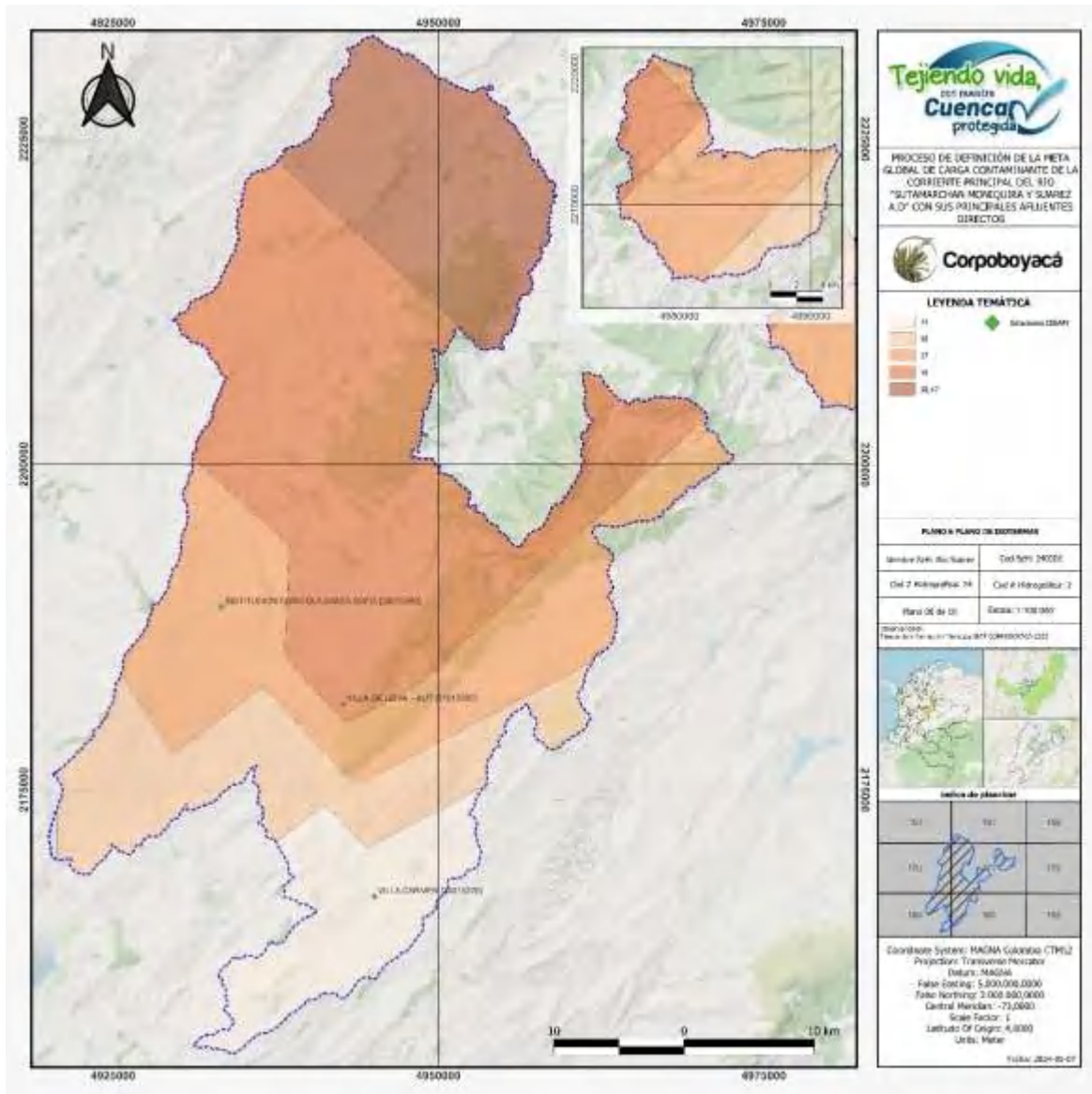
## 5.1. CLIMATOLOGÍA DE LA CUENCA

### 5.1.1. Temperatura

La temperatura en la cuenca del Río Suárez presenta un gradiente positivo en dirección al departamento de Santander cerca del Cañón del Chicamocha. Según la gráfica, el rango de temperatura media que predomina en la cuenca es la de los 18°C con una clasificación de “templado”. Los menores valores registrados de 15°C se presentan en la zona sudoeste de la cuenca en las montañas, en las partes altas de los municipios de Samacá, Sáchica y Cucaita, cerca de la cuenca del Río Chicamocha y en dirección al Páramo Rabanal.



**Figura 3.**  
*Isotermas en la cuenca del Río Suárez.*



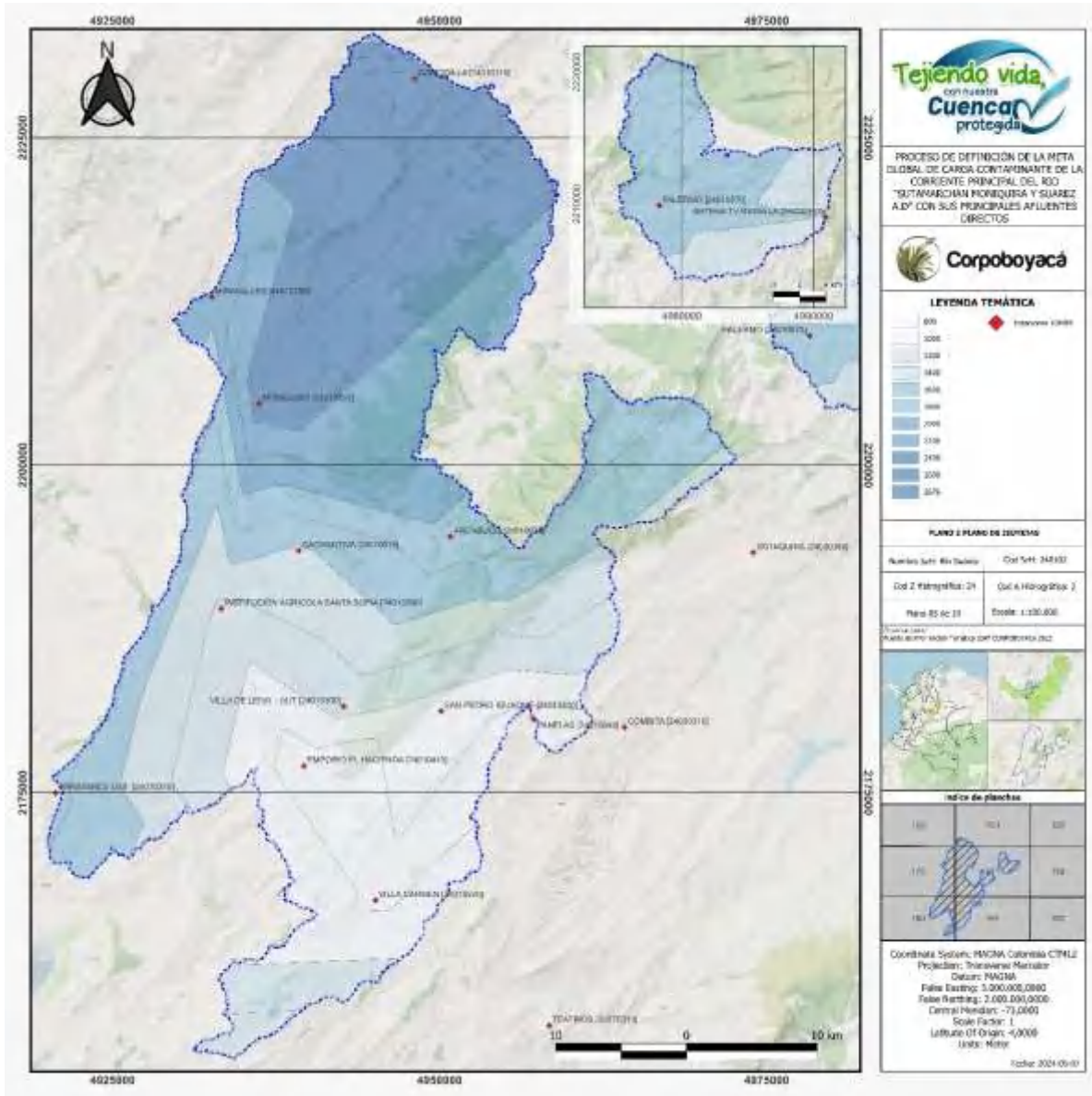
*Fuente: Corpoboyacá.*

### 5.1.2. Precipitación

En cuanto a la precipitación, en la cuenca del Río Suárez predomina una forma concéntrica, donde las precipitaciones más bajas de entre los 800 y 1.200 mm de lluvia al año, se encuentran en los municipios de Cucaita, Sora, Sáchica y parte de Samacá. Por otro lado, después de la Serranía del Peligro en los límites entre los municipios de Arcabuco y Moniquirá

umentan las precipitaciones en dirección al departamento de Santander en los municipios de Toguí, Chitaraque, San José de Pare y Santana con precipitaciones de entre 2.000 y 2.600 mm de lluvia al año.

**Figura 4.**  
*Isoyetas en la cuenca del Río Suárez.*



*Fuente: Corpoboyacá.*



## 5.2. PUNTOS Y ESTACIONES DE MONITOREO

Para realizar el diagnóstico de la calidad de la fuente hídrica, de las características físicas y usos actuales del Río Suárez en jurisdicción de Corpoboyacá, se definieron 24 sitios para realizar campañas de monitoreo en la corriente principal (Estaciones de monitoreo) y afluentes (Puntos de monitoreo). Estas estaciones y puntos se establecieron de acuerdo a los lugares en la cuenca del Río Suárez donde las pendientes eran aptas y también que dichos puntos sean lo más accesibles para la toma de monitoreos como lo son puentes o zonas donde la vía se encuentra con el río. Además, se definieron teniendo en cuenta los principales aportes de cargas contaminantes y usuarios que existen en la corriente principal del Río Suárez.

En la siguiente tabla se representa la ubicación georreferenciada de los puntos y estaciones monitoreadas en el mes de febrero del año 2024:

**Tabla 3.**  
*Estaciones y puntos de monitoreo en la cuenca del Río Suárez.*

ID	NOMBRE DEL PUNTO	PUNTO/ ESTACIÓN	LATITUD N	LONGITUD W
<b>TRAMO 1</b>				
1	Río Tinjacá	Estación	5° 33'39.7"	73° 41'6.69"
2	Río Tinjacá - Descarga Tinjacá	Estación	5° 34'45.0"	73° 38'36.4"
24	Río Cane	Punto	5° 51'41.06"	73° 34'23.95"
3	Río Moniquirá - Puente Gachantivá	Estación	5° 44'38.9"	73° 34'39.8"
4	Río Moniquirá - Coper	Estación	5° 48'26.53"	73° 34'37.48"
<b>TRAMO 2</b>				
5	Río Moniquirá - COMFABOY	Estación	5° 51'41.06"	73° 34'23.95"
6	Río Moniquirá - PTAR COMFABOY	Estación	5° 51'52.7"	73° 34'18.0"
13	Río Suárez - Puente Barbosa	Punto	5° 55'38.74"	73° 36'50.85"
7	Río Moniquirá - Final	Estación	5° 57'32.47"	73° 35'36.30"
<b>TRAMO 3</b>				
12	Río Suárez - Puente San José	Estación	5° 57'32.47"	73° 35'36.30"
11	Río Suárez - Puente Santana	Estación	6° 01'19.3"	73° 33'46.2"
10	Río Suárez - Final	Estación	6° 6'23.8"	73° 30'3.8"
9	Río Lenguaruco	Punto	6° 6'29.67"	73° 29'51.26"
<b>TRAMO 1S</b>				
20	Río Gachaneca	Estación	5° 27'19.71"	73° 32'30.10"
19	Canal Vallado	Punto	5° 30'30.3"	73° 29'31.5"
21	Río Leyva	Punto	5° 38'37.09"	73° 32'23"
14	Río Sáchica	Estación	5° 57'32.47"	73° 35'36.30"

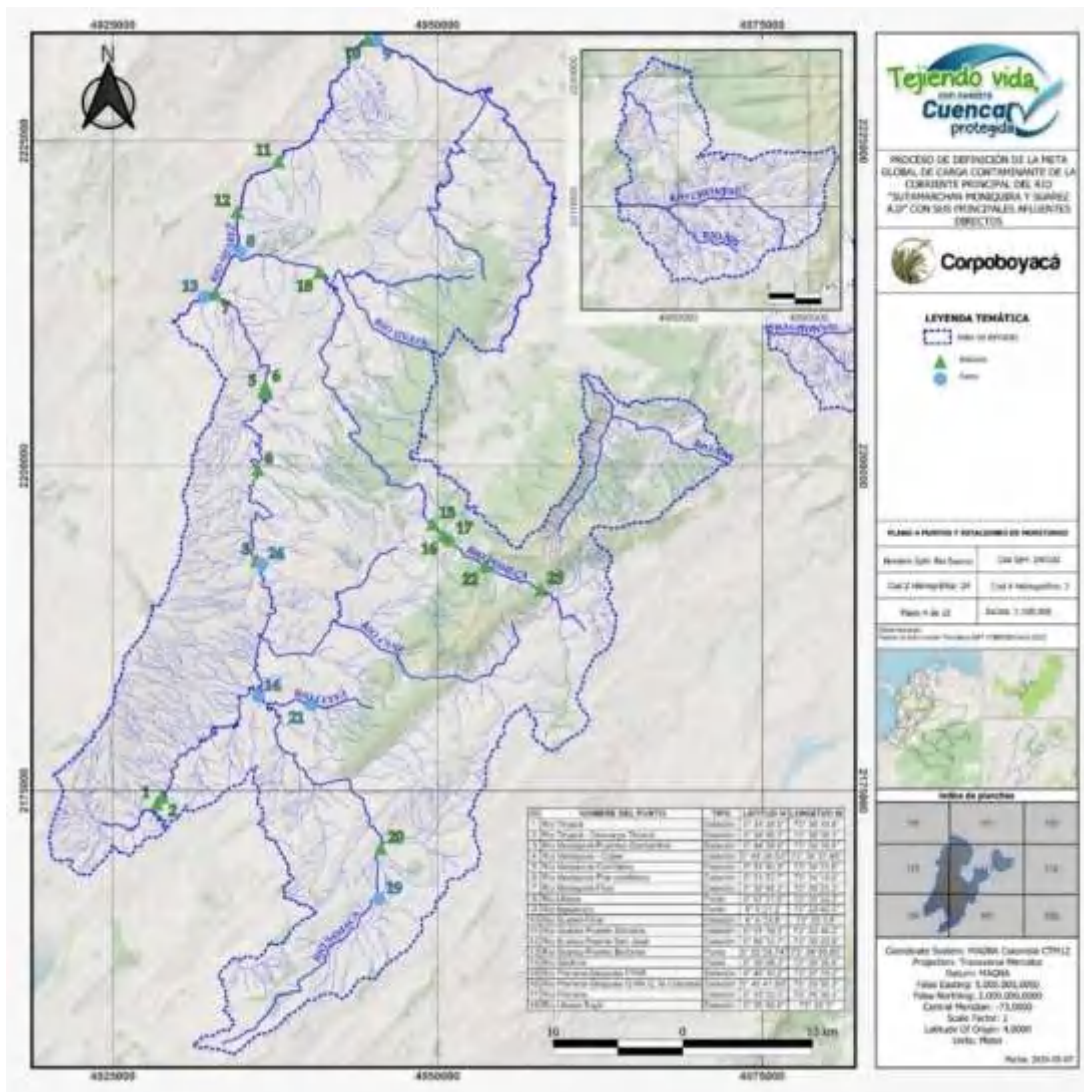
ID	NOMBRE DEL PUNTO	PUNTO/ ESTACIÓN	LATITUD N	LONGITUD W
<b>TRAMO 2S</b>				
23	Río Pomeca - Inicio Tramo 2S	Estación	5° 42'13.59"	73° 21'54.70"
22	Río Pomeca - Antes Arcabuco	Estación	5° 44'25.2"	73° 25'07.1"
17	Río Pomeca	Estación	5° 45'32.0"	73° 26'36.4"
16	Río Pomeca - Después Quebrada NN y después de quebrada la Colorada	Estación	5° 45'41.69"	73° 26'50.3"
15	Río Pomeca - Después PTAR	Estación	5° 46'10.2"	73° 27'19.2"
18	Río Ubazá - Togüí	Estación	5° 56'40.6"	73° 32'3"
8	Río Ubazá	Estación	5° 57'32.47"	73° 35'36.30"

*Fuente: Corpoboyacá.*

En la siguiente figura se presenta la distribución espacial de los sitios de monitoreo.

**Figura 5.**

*Estaciones y puntos de monitoreo en la cuenca del Río Suárez.*



*Fuente: Corpoboyacá.*

A continuación, se presentará una descripción de cada uno de las estaciones y puntos de monitoreo sobre el Río Suárez y sus principales afluentes.

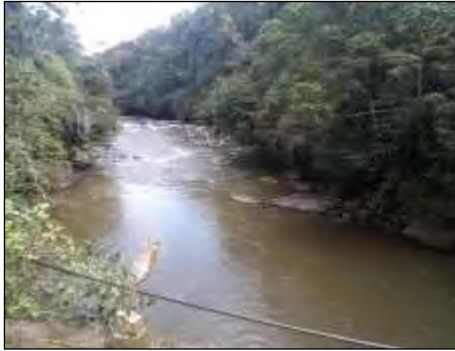
**Tabla 4.**

*Descripción de las estaciones y punto de monitoreo en la cuenca del Río Suárez.*

<b>PUNTO 1. RÍO TINJACA</b>	<b>PUNTO 2. RÍO TINJACA – DESCARGA TINJACA</b>
	
<p>Este punto se encuentra antes de pasar por el municipio de Tinjacá.</p>	<p>Este punto se encuentra ubicado en donde se lleva a cabo una de las descargas del municipio de Tinjacá.</p>
<b>PUNTO 24. RÍO CANE</b>	<b>PUNTO 3. RÍO MONIQUIRÁ – PUENTE GACHANTIVA</b>
	
<p>El punto se ubica antes de confluencia con el Río Sutamarchán - Moniquirá</p>	<p>El Punto se ubica exactamente debajo del puente Gachantivá y Santa Sofia, en donde se encuentra delimitado por zona boscosa en ambos lados del río.</p>



**PUNTO 4. RÍO MONIQUIRÁ - COPER**



El punto se encuentra debajo del puente Moniquirá y la vereda de Coper del Municipio de Boyacá

**PUNTO 5. RÍO MONIQUIRÁ - COMFABOY**



Se ubica en municipio de Moniquirá, en el Río Moniquirá antes de llegar a las instalaciones de COMFABOY

**PUNTO 6. RÍO MONIQUIRÁ - PTAR COMFABOY**



El punto se ubica justo en la descarga de la planta de tratamiento de agua residual de COMFABOY, sobre el Río Moniquirá

**PUNTO 13. RÍO SUÁREZ – PUENTE BARBOSA**



Se encuentra sobre el Río Suárez, en el puente vial del Municipio de Barbosa, Santander

**PUNTO 7. RÍO MONIQUIRÁ FINAL**



El punto Río Moniquirá Final, se encuentra al final del Río Moniquirá antes de unirse con la confluencia del Río Suárez

**PUNTO 12. RÍO SUÁREZ – PUENTE SAN JOSE**



Se ubica sobre el Río Suárez, en el puente vial del Municipio de San José.

---

**PUNTO 11. RÍO SUÁREZ – PUENTE SANTANA**



El punto se localiza debajo del puente principal del municipio de Santana.

---

**PUNTO 10. RÍO SUÁREZ FINAL**



Este punto se encuentra después de la confluencia con el Río Lenguaruco, uniéndose con el Río Suárez

---

**PUNTO 9. RÍO LENGUARUCO**



El punto se ubica sobre el Río Lenguaruco, cerca al municipio de Santana.

---

**PUNTO 19. RÍO GACHANECA**



El punto se ubica sobre Río Gachaneca antes de Confluencia con el Río Suárez.  
*NOTA: La foto es del monitoreo realizado en el año 2021.*

---

**PUNTO 18. CANAL VALLADO**



El punto se encuentra sobre el Canal vallado después de vertimiento del municipio de Samacá.

---

**PUNTO 20. RÍO LEYVA**



Se localiza sobre el Río Leyva, después la descarga del vertimiento del Municipio de Villa de Leyva



**PUNTO 14. RÍO SÁCHICA**



EL punto se ubica antes de la unión del Río Sutamarchán y el Río Sáchica.

**PUNTO 23. RÍO POMECA – INICIO TRAMO 2S**



Se localiza al inicio de tramo 2S sobre el Río Pomeca hacia la vía del Municipio de Sotaquirá.

**PUNTO 22. RÍO POMECA – ANTES ARCABUCO**



El punto se encuentra sobre el Río Pomeca antes del paso por el Municipio de Arcabuco

**PUNTO 16. RÍO POMECA**



El punto se ubica sobre el Río Pomeca antes de la confluencia con la quebrada colorada, se encuentra cerca al Municipio de Arcabuco

**PUNTO 15. RÍO POMECA – DESPUES DE QDA NN Y DESPUES DE QDA COLORADA**



Se ubica después de confluencia de quebrada colorada con la quebrada NN entre los municipios de Arcabuco y Moniquirá.

**PUNTO 14. RÍO POMECA – DESPUÉS DE PTAR**



El punto se encuentra después del vertimiento de la planta de tratamiento de agua residual del Municipio de Arcabuco, sobre el Río Pomeca.

**PUNTO 17. RÍO UBAZÁ – TOGÜÍ**



El punto se ubica pasando por el Municipio de Togüí sobre el Río Ubazá.

**PUNTO 8. RÍO UBAZÁ**



El punto se encuentra al inicio del Río Ubazá, después del municipio de Barbosa, Santander.

*Fuente: Corpoboyacá*

**5.3. TRAMOS DEFINIDOS PARA LA CUENCA**

Los tramos fueron establecidos basados, principalmente, en las actividades económicas de los municipios, así como en la interacción entre los mismos y la información topográfica, esta determina hacia donde fluye el agua, teniendo en cuenta que las Subcuencas son el área en la que un drenaje-afluente fluye directamente al río principal de una cuenca. Se consideraron dos tramos adicionales el tramo 1S y 2S que son afluentes que se conectan a la fuente principal de la cuenca Suárez.

**Tabla 5.**

*División de los municipios de la cuenca del Río Suárez en los tramos establecidos según los objetivos de calidad.*

MUNICIPIOS - TRAMO 1	MUNICIPIOS - TRAMO 1S	MUNICIPIOS - TRAMO 2	MUNICIPIOS - TRAMO 2S	MUNICIPIOS - TRAMO 3
Tinjacá	Samacá	Moniquirá	Togüí	Santana
Sutamarchán	Cucaita		Arcabuco	San José de Pare
Santa Sofía	Sora		San José de Pare	Chitaraque
Gachantivá	Chíquiza			Centro poblado Palermo – Paipa
Moniquirá	Sáchica			
Villa de Leyva	Villa de Leyva			

*Fuente: Corpoboyacá.*



### 5.3.1. Tramo 1 – Cuenca Río Suárez

**Tabla 6.**

*Descripción Tramo 1 – cuenca Río Suárez.*

TRAMO 1				
<b>Desde</b>	Río Tinjacá	5° 33'39.70N	73°41'6.69" W	Confluencia Río Funza y Quebrada Las Peñas en Tinjacá hasta el sector el Guamo en Moniquirá
<b>Hasta</b>	Río Moniquirá - Coper	5° 48'26.53"	73° 34'37.48"	

**Fuente:** Corpoboyacá

**Tabla 7.**

*Estaciones y puntos de monitoreo del Tramo 1.*

No	NOMBRE ESTACIONES - TRAMO 1
E1	Río Tinjacá
E2	Río Tinjacá - Descarga Tinjacá
P1	Río Cane
E3	Río Moniquirá-Puentes Gachantivá
E4	Río Moniquirá - Coper

**Fuente:** Corpoboyacá

### 5.3.2. Tramo 2 – Cuenca Río Suárez

**Tabla 8.**

*Descripción Tramo 2 - cuenca Río Suárez.*

TRAMO 2				
<b>Desde</b>	Río Moniquirá- Comfaboy	5° 51'41.06" N	73° 34'23.95" W	Desde Sector el Agrícola - Guamo en Moniquirá hasta la unión del Río Moniquirá - Río Ubazá y Río Suarez entre los municipios de Moniquirá y San José de Pare
<b>Hasta</b>	Río Moniquirá – Final	5° 57'32.47" N	73° 35'36.30" W	

**Fuente:** Corpoboyacá

**Tabla 9.**

*Estaciones y puntos de monitoreo del Tramo 2.*

No	NOMBRE ESTACIONES - TRAMO 2
E5	Río Moniquirá - COMFABOY
E6	Río Moniquirá - PTAR COMFABOY
P2	Río Suarez – Puente Barbosa
E7	Río Moniquirá - Final

**Fuente:** Corpoboyacá

### 5.3.3. Tramo 3 – Cuenca Río Suárez

**Tabla 10.**

*Descripción Tramo 3 - cuenca Río Suárez.*

TRAMO 3				
<b>Desde</b>	Río Suárez – Puente San José	5° 57'32.47" N	73° 35'36.30" W	Desde la unión del Río Moniquirá - Río Ubazá y Río Suárez en los municipios de Moniquirá y San José de Pare, hasta la unión del Río Suárez con el Río Lenguaruco en el municipio de Santana.
<b>Hasta</b>	Río Lenguaruco	6° 6'29.67" N	73° 29'51.26" W	

*Fuente: Corpoboyacá*

**Tabla 11.**

*Estaciones y puntos de monitoreo del Tramo 3.*

No	NOMBRE ESTACIONES - TRAMO 3
E8	Río Suárez-Puente San José
E9	Río Suárez-Puente Santana
E10	Río Suarez-Final
P3	Río Lenguaruco

*Fuente: Corpoboyacá*

### 5.3.4. Tramo 1S – Cuenca Río Suárez

**Tabla 12.**

*Descripción Tramo 1S – cuenca Río Suárez.*

TRAMO 1S				
<b>Desde</b>	Río Gachaneca	5° 27'19.71" N	73° 32'30.10" W	Desde la salida de la Represa Gachaneca en Samacá con el Río Sutamarchán en Moniquirá
<b>Hasta</b>	Río Sáchica	5° 57'32.47" N	73° 35'36.30" W	

*Fuente: Corpoboyacá*

**Tabla 13.**

*Estaciones y puntos de monitoreo del Tramo 1S.*

No	NOMBRE ESTACIONES - TRAMO 1S
E11	Río Gachaneca
P4	Canal Vallado
P5	Río Leyva
E12	Río Sáchica

*Fuente: Corpoboyacá*

### 5.3.5. Tramo 2S – Cuenca Río Suárez

**Tabla 14.**

*Descripción Tramo 2S - cuenca Río Suárez.*

TRAMO 2S				
<b>Desde</b>	Río Pomeca – Inicio Tramo 2S	5° 42' 13.59" N	73° 21' 54.70" W	Desde la desembocadura de la Quebrada El Roble en el Río Pomeca entre los municipios de Cómbita y Arcabuco hasta la desembocadura del Río Ubazá en el Río Suárez entre los municipios de Monquirá y San José de Pare
<b>Hasta</b>	Río Ubazá	5° 57' 32.47" N	73° 35' 36.30" W	

***Fuente:*** Corpoboyacá

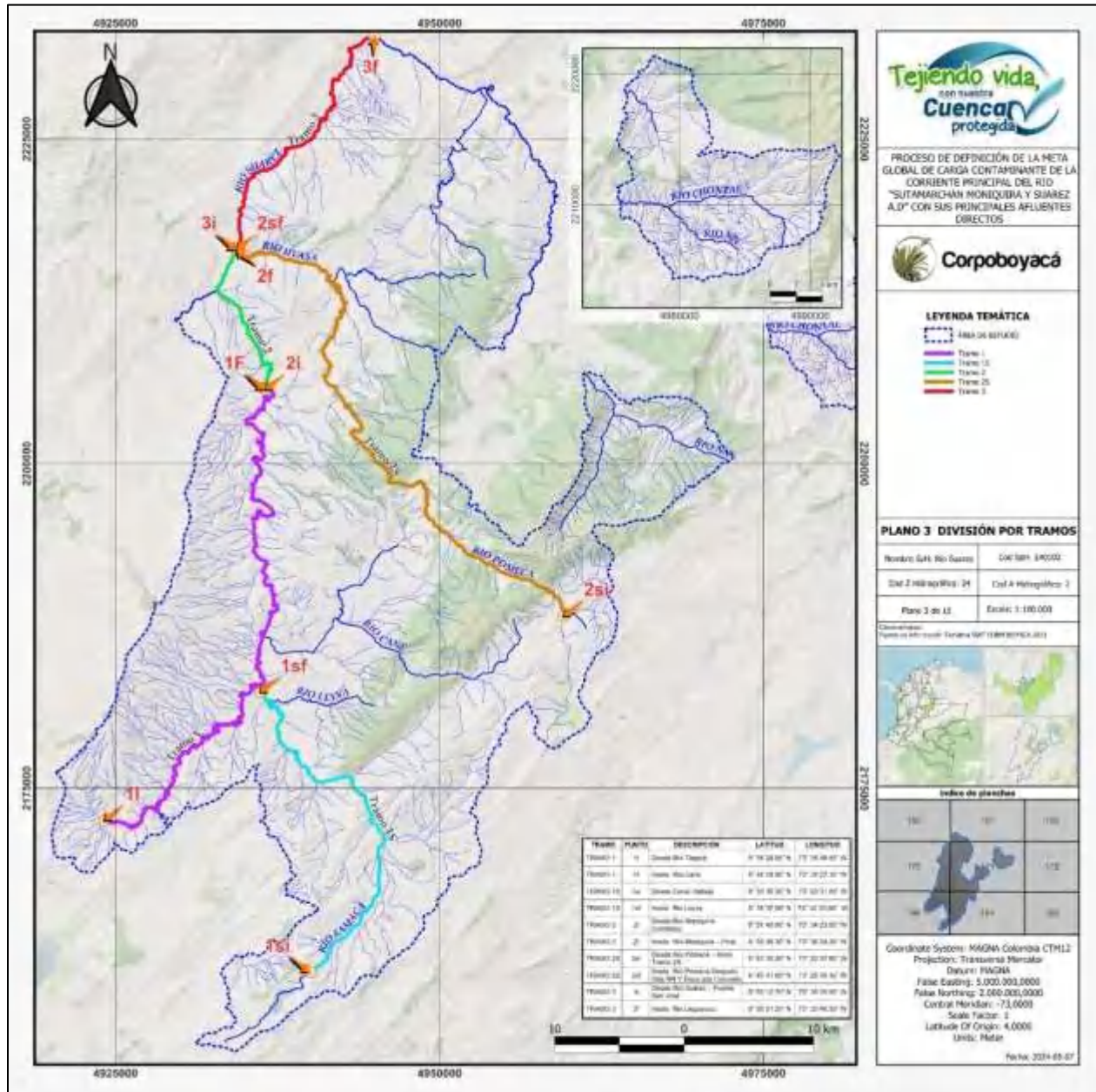
**Tabla 15.**

*Estaciones y puntos de monitoreo del Tramo 2S.*

No	NOMBRE ESTACIONES - TRAMO 2S
E9	Río Pomeca - Inicio Tramo 2S
E10	Río Pomeca - Antes Arcabuco
E11	Río Pomeca
E12	Río Pomeca - Después PTAR
E13	Río Ubazá - Togüí
P5	Río Ubazá
E14	Río Pomeca-Después Qda NN y después qda Colorada

***Fuente:*** Corpoboyacá

**Figura 6.**  
*Mapa división de tramos cuenca Río Suárez.*



*Fuente: Corpoboyacá*

#### 5.4. HIDROLOGÍA DE LA CUENCA DEL RÍO SUÁREZ

Dentro del área de estudio se encuentran 4 Subcuencas principales, se dividen en 78 microcuencas donde se pueden observar los drenajes que se derivan, estos transportan el recurso

hídrico y a medida que van avanzando su recorrido cambian de orden formando nuevos cuerpos hídricos que desembocan en la corriente principal, del Río Suárez. En la siguiente tabla se relaciona la información básica de las subcuencas y microcuencas del area en estudio.

**Tabla 16.**  
*Microcuencas Río Suárez en jurisdicción de Corpoboyacá.*

SUBCUENCA	MICROCUENCA	AREA (Ha)
RÍO UBAZÁ - 24010202	Q. Portachuelo - 2401020217	792,91
	Q. Negra - 2401020205	1.270,27
	Q. Pescadero - 2401020208	2.012,99
	Río Pomeca - 2401020204	9.311,18
	Río Ubazá - 2401020209	7.341,86
	Q. La Cascada - 2401020211	449,13
	Q. la Lajita - 2401020213	618,87
	Q. Colorada - 2401020210	759,03
	Río Toguií - 2401020212	2.464,91
	Q. Salitre - 2401020214	635,66
	Q. Raizal - 2401020218	506,76
	Q. Hormas - 2401020215	603,32
	Q. Pozos Negro - 2401020207	481,4
	Q. Pedregal - 2401020206	797,36
	Q. Agua Tendida o La Serranía - 2401020203	1.731,17
	Q. Los muñecos - 2401020201	3.500,71
	Q. El Roble - 2401020202	966,47
Q. El Chuscal - 2401020216	376,66	
RÍO SUÁREZ AD. - 24010204	Río Suárez AD. - 2401020402	6.504,07
	Q. Santana - 2401020403	1.134,25
	Q. Salitre - 2401020401	2.268,91
	Q. El Resguardo - 2401020405	1.652,66
	Q. de Medellín - 2401020404	373,24
RÍO LENGUARUCO - 24010203	Río Lenguaruco - 2401020306	2.899,84
	Río Riachuelo - 2401020305	8.095,56
	Q. Honda - 2401020307	1.987,53
	Río Huertas - 2401020304	5.371,02
	Río el Valle - 2401020301	10.477,68
	Río chontal - 2401020302	11.499,6
RIO MONQUIRÁ SUTAMARCHÁN - 24010201	Río Tolota - 2401020303	4.687,35
	Q. Güitoque - 2401020140	658,57
	Q. San Joaquín - 2401020123	976,87
	Q. La Providencia - 2401020125	1.088,73
	Q. Los Cerezos - 2401020128	1.142,09
Q. Los Salitrillos (La Romera) - 2401020117	2.245,64	



SUBCUENCA	MICROCUENCA	AREA (Ha)
RIO MONIQUIRÁ SUTAMARCHÁN - 24010201	Q. Los Alisos (Periquitos) - 2401020119	601,29
	Q. El Valle El Mane - 2401020118	734,88
	Q. Del Coche - 2401020122	1.253,37
	Q. Burriquito - 2401020145	487,7
	Q. La Zambra - 2401020124	411,14
	Q. Resaca - 2401020146	470,56
	Q. Cucarachera - 2401020126	1.320,24
	Q. El arzobispo - 2401020127	1.688,23
	Río Ráquira - 2401020129	286,64
	Q. Pollejas - 2401020130	1.171,47
	Río Sáchica - 2401020147	1.696,84
	Q. Rivera - 2401020121	1.049,7
	Q. Grande - 2401020136	2.533,36
	Q. Ritoque - 2401020137	437,99
	Q. El Espinal - 2401020133	909,86
	Río Samacá - 2401020101	2.2075,8
	Q. Barranco hondo - 2401020132	638,2
	Q. Saraza - 2401020109	291,65
	Q. Socha (El Molino) - 2401020141	1.302,06
	Q. Vacas - 2401020108	505,82
	Q. La Caña - 2401020110	517,97
	Q. El Colorado - 2401020106	1.206,12
	Q. La Sicha - 2401020105	1.535,79
	Cañada. San Miguel - 2401020111	234,15
	Q. La Naranja - 2401020112	1.057,25
	Q. De Piedras - 2401020115	809,3
	Q. Guatoque - 2401020116	1.563,71
	Q. La Honda - 2401020142	1.892,53
	Q. Yuca (El Aro) - 2401020120	1.105,43
	Q. Honda - 2401020143	1.144,66
	Q. Negra - 2401020144	332,69
	Q. Chiquita - 2401020114	1.201,01
	Q. El Tejar - 2401020148	346,3
	Q. Las Huertas - 2401020134	722,42
	Q. Las Minas - 2401020131	690,17
	Q. Capona - 2401020113	902,45
	Q. El Arrayan - 2401020135	2.157,39
	Río Cane - 2401020102	10.304,52
	Río La Cebada - 2401020104	4.847,25
	Río Leyva - 2401020138	3.369,23
Q. Colorada - 2401020103	3.382,04	
Q. El Roble - 2401020139	1.886,78	
Rio Moniquirá Sutamarchán - 2401020107	13.609,69	

**Fuente:** Corpoboyacá.

### 5.4.1. Perfil Longitudinal de la corriente principal del Río Suárez

La corriente principal del Río Suárez tiene una longitud aproximada de 111 km (111.000 m), el kilómetro  $\pm 0.00$  se encuentra localizado en las coordenadas  $5^{\circ}33'39.70''$  N -  $73^{\circ}41'6.69''$  W a una altura de 2.102 m.s.n.m, en la jurisdicción de Tinjacá, el kilómetro  $\pm 111.00$  se encuentra localizado en las coordenadas  $6^{\circ}6'29.67''$  N -  $73^{\circ}29'51.26''$  W a una altura de 1.047 m.s.n.m.

Se presenta una diferencia de altura de 1.055 m, desde el primer punto de inicio del tramo 1 con el Río Tinjacá, hasta la unión del Río Lenguaruco con el Río Suárez, además, el Río presenta un pendiente promedio calculada de la siguiente manera:

Donde:

S: Pendiente    CM: Cota Mayor    Cm: Cota Menor    L: Longitud

$$S (\%) = \frac{CM - Cm}{L} \times 100$$

$$S (\%) = \frac{2102 \text{ m} - 1047 \text{ m}}{111000 \text{ m}} \times 100$$

$$S = 0.95 \% \text{ o } 0.0095 \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

La corriente principal del Río Sutamarchán, Río Monquirá y Río Suárez presenta a lo largo del curso, varias zonas, segmentos o regiones, atendiendo a la variación espacial de ciertas características como son: pendiente, velocidad de corriente, temperatura del agua y otros factores fisicoquímicos y microbiológicos, entre estos segmentos podemos establecer tres tramos o segmentos principales (3) los cuales son tramo uno, tramo dos y tramo tres.

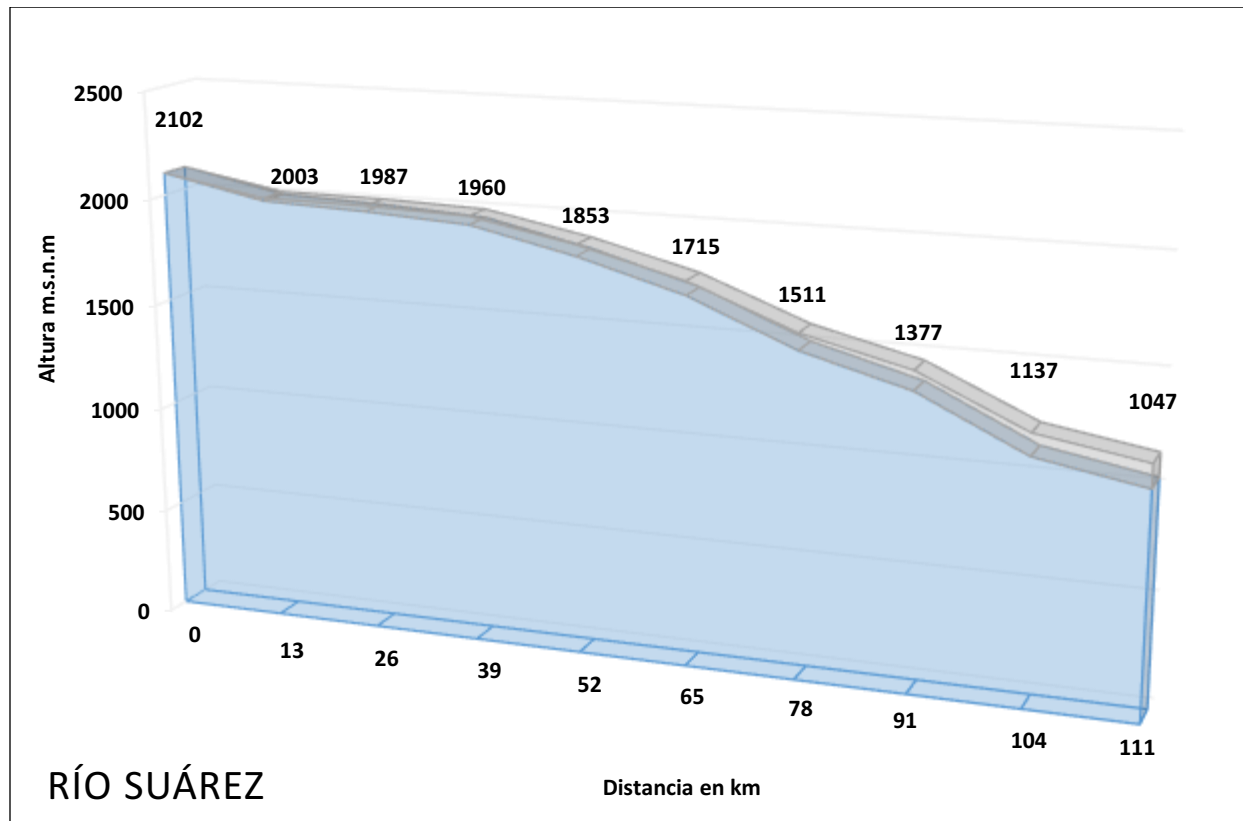
**Tramo uno:** Está comprendido entre el tramo inicial  $\pm 0.00$  km hasta  $\pm 70.50$  km el Río Cane en el sector del Guamo jurisdicción del municipio de Monquirá. En este tramo podemos denotar flujos laminares, partículas de fino tamaño y corrientes lentas.



**Tramo dos:** Está comprendido entre el tramo  $\pm 70.50$  km hasta  $\pm 86.14$  km desde el Río Cane en el sector del guamo en Monquirá hasta la confluencia del Río Ubazá con el Río Suárez la inclinación del curso se incrementa y se encañona el relieve del Río con flujos turbulentos, partículas del fondo con tamaños gruesos y temperatura del agua baja

**Tramo tres:** Está comprendido entre el tramo  $\pm 86.14$  km en la confluencia del Río Ubazá y el Río Suárez hasta  $\pm 111.00$  km en la unión del Río Lenguaruco con el Río Suárez presentando flujos turbulentos e incrementando su caudal con partículas de tamaño grueso en el fondo.

**Figura 7.**  
*Perfil longitudinal de la cuenca del Río Suárez.*



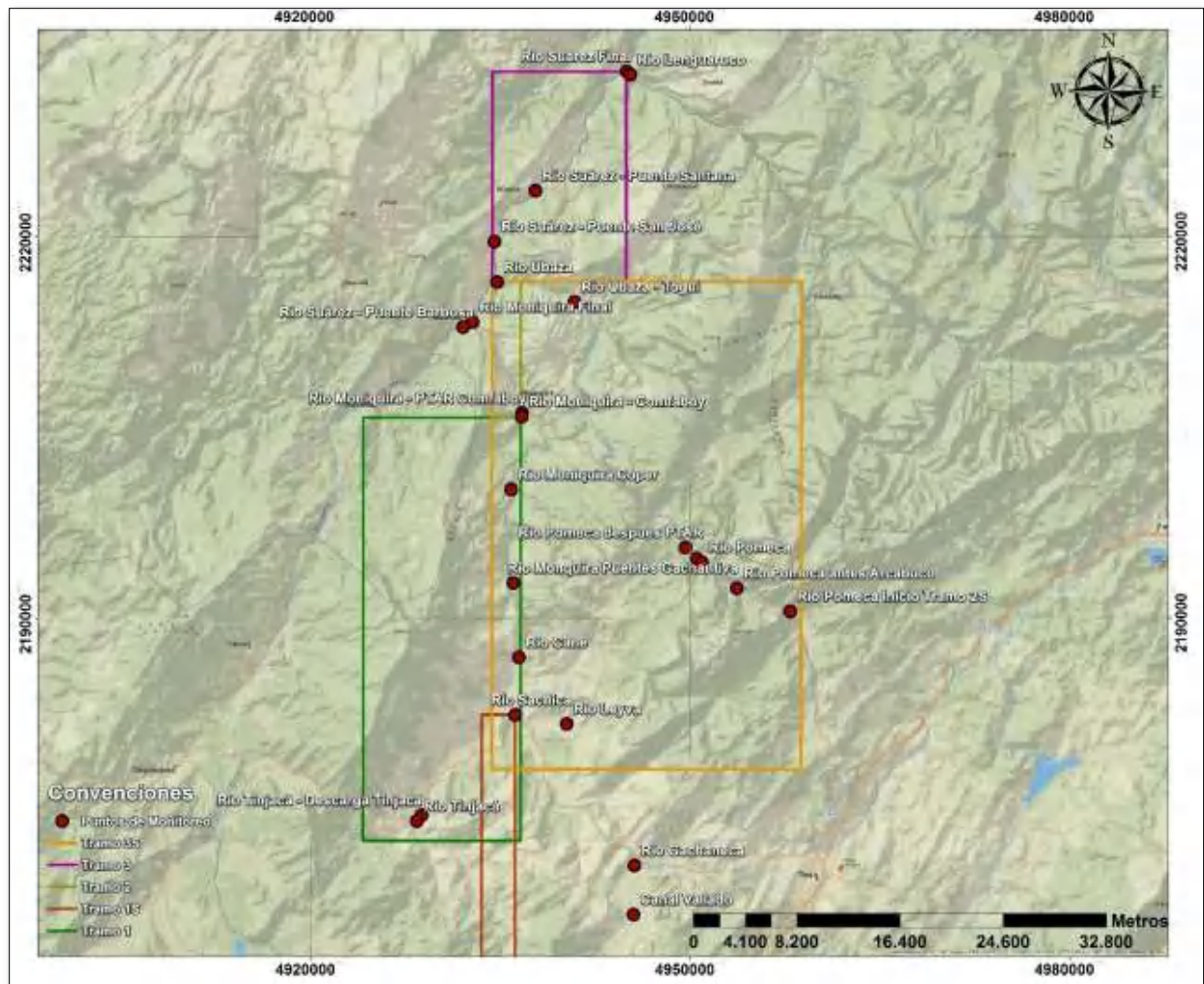
*Fuente: Corpoboyacá*

#### ***5.4.2. Topología De La Corriente Del Río Suárez***

La topología del Río Suárez relaciona la distribución espacial de los diferentes puntos de monitoreo a lo largo de la corriente principal y de sus principales afluentes. El área en estudio posee unas condiciones únicas en los cuales las situaciones topográficas, hidromorfológicas y de la ubicación de los municipios a lo largo de la cuenca y de sus afluentes principales hace que la mayoría de los puntos de monitoreo se realicen en la corriente principal teniendo en cuenta los principales aportes de cargas contaminantes y usuarios que existen.

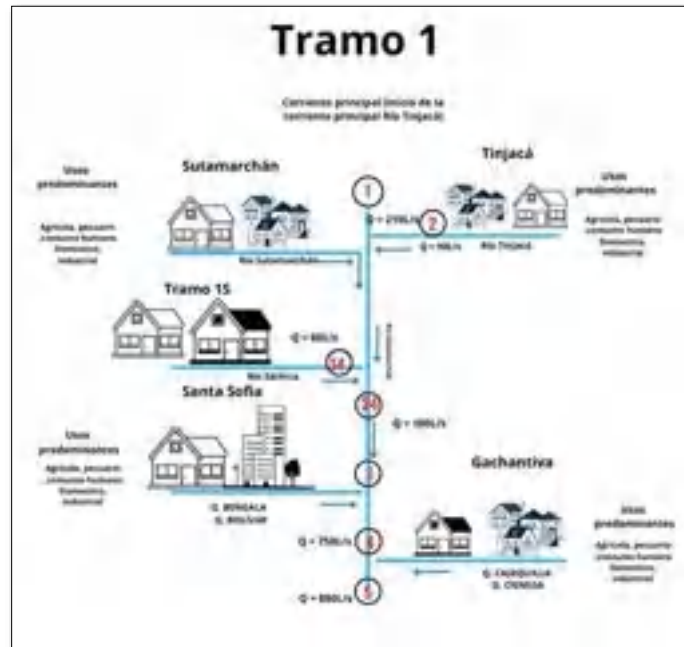
De los 24 puntos de monitoreo establecidas por Corpoboyacá para realizar levantamientos hidrométricos, 15 se encuentran sobre la corriente principal de la cuenca del Río Sutamarchán, Río Moniquirá y Río Suárez a este se conectan los otros 9 puntos de monitoreo que se distribuyen en 4 afluentes principales que posteriormente depositan sus aguas a la corriente principal estos afluentes reciben los vertimientos de los municipios de Cucaita, Sora, Sáchica, Chíquiza, Villa de Leiva, Arcabuco, Togüí y Chitaraque. En la siguiente figura se puede observar la distribución y ubicación de los puntos de monitoreos.

**Figura 8.**  
*Distribución de puntos de monitoreo Río Sutamarchán, Río Monquirá y Río Suárez.*



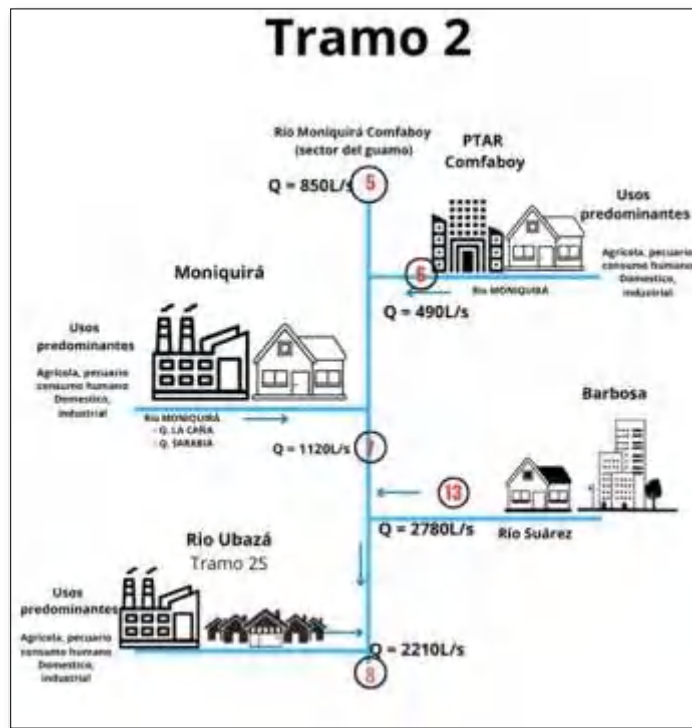
*Fuente: Informe Monitoreo Sutamarchán Monquirá-Suárez AD*

**Figura 9.**  
 Topología cuenca del Río Suárez - Tramo 1.



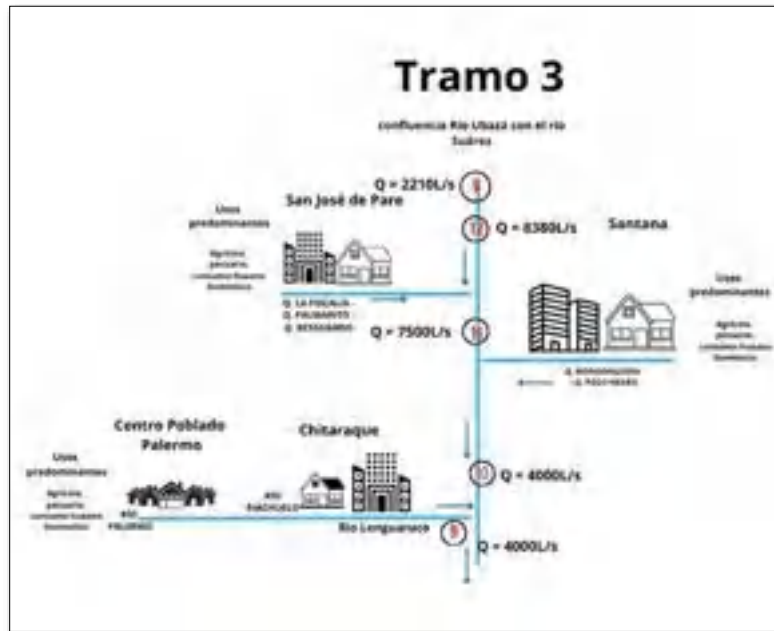
*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 10.**  
 Topología cuenca del Río Suárez - Tramo 2.



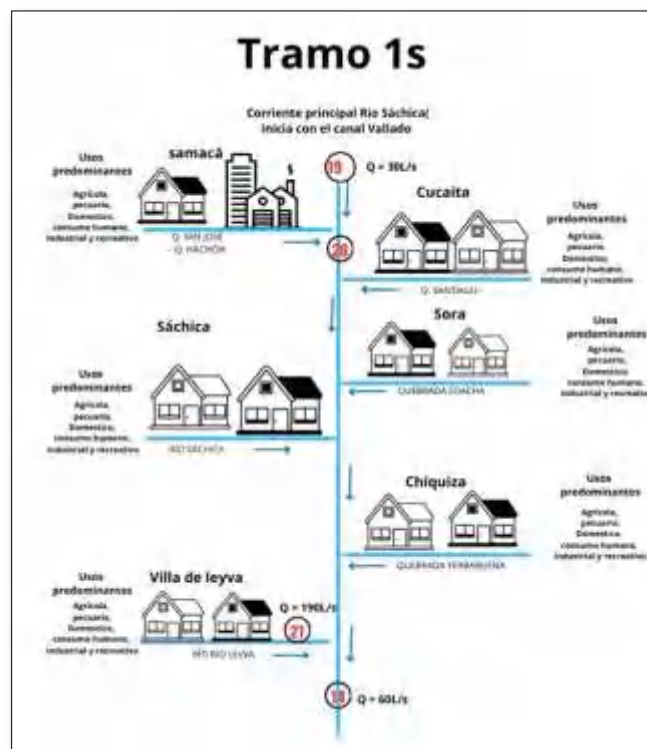
*Fuente: Corpoboyacá.*

**Figura 11.**  
 Topología cuenca del Río Suárez - Tramo 3.



*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 12.**  
 Topología cuenca del Río Suárez - Tramo 1s.



*Fuente: Corpoboyacá*



**Figura 13.**  
*Topología cuenca del Río Suárez - Tramo 2S.*



*Fuente: Corpoboyacá.*

## 6. CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO




### 6.1. METODOLOGÍA

La empresa Consultoría e Ingeniería Integral S.A.S CONINTEGRAL S.A.S realizó monitoreos y caracterizaciones a los diferentes puntos y cuerpos de agua del Río Sutamarchán, Monquirá y Río Suárez. Para lo cual, se establecieron veinticuatro (24) estaciones y puntos de monitoreo a lo largo de la cuenca. Se determinaron parámetros *in situ* (Caudal, pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y sólidos sedimentables). Para la determinación de los parámetros se utilizaron los siguientes equipos:

**Tabla 17.**  
*Equipos para medición de parámetros In-Situ.*

EQUIPO	MARCA	PARÁMETRO A MEDIR
ADCP 	River Surveyor de SonTek	Caudal
CORRENTÓMETRO O MOLINETE 	Contador OTT Z400 + Molinete	Caudal
MICROMOLINETE UNIVERSAL 	Rickly Hidrological	Caudal



EQUIPO	MARCA	PARÁMETRO A MEDIR
ANEMÓMETRO		
	Vantage vue	Estación meteorológica
MULTIPARAMETRO HI98129		
	HANNA	CONDUCTIVIDAD PH OXIGENO DISUELTO %DE SATURACION DE OXIGENO TEMPERATURA
CONOS DE IMHOFF		
	Kartell	Sólidos sedimentables

**Fuente:** *CONINTEGRAL S.A.S - CDS 2022-641.*

## 6.2. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL

Teniendo en cuenta que el caudal se considera como el volumen de agua o de un fluido que atraviesa por una superficie (tubería, cañería, oleoducto, río, canal...) en un tiempo determinado (Según la RAE). En el Río Suárez utilizaron los siguientes métodos para la medición de caudales: Método acústico Doppler y el aforo con correntómetro o molinete.

Matemáticamente se puede determinar el caudal a través de la ecuación de continuidad de flujo o se puede expresar de la siguiente forma, así:

$$Q = A * V$$

Donde:

$Q = \text{Caudal (m}^3/\text{s)}$

$A = \text{Área transversal (m}^2\text{)}$

$V = \text{Velocidad (m/s)}$

De acuerdo a la profundidad del cuerpo de agua se implementó el respectivo método; para las corrientes de agua bajas determinaron el caudal a partir del aforo con molinete por vadeo, para el método de vadeo generalmente se emplea el correntómetro o molinete, este es un sistema de hélice que presenta mayor precisión y versatilidad para las diferentes condiciones de flujo; la turbulencia y la presencia de sedimentos en el agua, esto afecta en menor grado al molinete de hélice (Torres Ramos, 2018). Este método se utiliza cuando la profundidad es menor a un (1) metro y la velocidad de la corriente no supera un metro por segundo ( $1_{\text{m/s}}$ ). En dichas condiciones los técnicos y equipos respectivos ingresan al cauce con seguridad, garantizando que la medición se realice con comodidad y sin riesgo. (INVEMAR, IDEAM, MINAMBIENTE, 2017)

Luego para corrientes medias y altas con profundidades mayores a un (1) metro se utilizó el método acústico Doppler. El cual, se caracteriza por tener la capacidad de medir caudales en un campo en 3D adquiriendo de esta manera información que no es posible obtener por otros métodos convencionales como lo son por ejemplo los molinetes. (Flores Nieto, 2016).

El ADCP a través del programa SonTek River Surveyor Live4 mide simultáneamente la profundidad y velocidad del cauce, el instrumento determina el caudal parcial a medida que la embarcación atraviesa el río esto equivale a una travesía. Por ende, para obtener un valor más exacto del caudal promedio es necesario hacer mínimo seis travesías (de izquierda a derecha o viceversa). (INVEMAR, IDEAM, MINAMBIENTE, 2017)

Esta tecnología se basa en el efecto Doppler, el cual consiste en el cambio de frecuencia que produce una partícula transportada por un flujo ante el rebote acústico; este equipamiento acústico transmite pulsos sonoros con una frecuencia fija y se escucha el eco que rebota de las partículas suspendidas pueden ser sedimentos o plancton. (Muniz Gamaro, 2012)

A continuación, se presentan los datos de caudal obtenidos por el grupo de Consultoría e Ingeniería CONINTEGRAL S.A.S, en el cual se enuncian las estaciones y puntos de muestreo, la georreferenciación y el caudal en unidades de L/s.

**Tabla 18.**  
*Resultados de caudal para el Río Sutamarchán - Río Moniquirá - Río Suárez.*

No	NOMBRE DEL PUNTO	COORDENADAS		CAUDAL (L/s)
		N	W	
<b>TRAMO 1</b>				
1	Río Tinjacá	5° 33'39.7"	73° 41'6.69"	206,9
2	Río Tinjacá - Descarga Tinjacá	5° 34'45.0"	73° 38'36.4"	87,26
24	Río Cane	5° 51'41.06"	73° 34'23.95"	175,17
3	Río Moniquirá - Puente Gachantivá	5° 44'38.9"	73° 34'39.8"	262,13
4	Río Moniquirá – Coper	5° 48'26.53"	73° 34'37.48"	752,96
<b>TRAMO 2</b>				
5	Río Moniquirá - COMFABOY	5° 51'41.06"	73° 34'23.95"	846,94
6	Río Moniquirá - PTAR COMFABOY	5° 51'52.7"	73° 34'18.0"	492,47
13	Río Suárez - Puente Barbosa	5° 55'38.74"	73° 36'50.85"	2780,35
7	Río Moniquirá - Final	5° 57'32.47"	73° 35'36.30"	1119,77
<b>TRAMO 3</b>				
12	Río Suárez - Puente San José	5° 57'32.47"	73° 35'36.30"	8380,25
11	Río Suárez - Puente Santana	6° 01'19.3"	73° 33'46.2"	7503,58
10	Río Suárez - Final	6° 6'23.8"	73° 30'3.8"	4340
9	Río Lenguaruco	6° 6'29.67"	73° 29'51.26"	4400
<b>TRAMO 1S</b>				
20	Río Gachaneca	5° 27'19.71"	73° 32'30.10"	927,87 *
19	Canal Vallado	5° 30'30.3"	73° 29'31.5"	390,28
21	Río Leyva	5° 38'37.09"	73° 32'23"	240,84
14	Río Sáchica	5° 57'32.47"	73° 35'36.30"	1764
<b>TRAMO 2S</b>				
23	Río Pomeca - Inicio Tramo 2S	5° 42'13.59"	73° 21'54.70"	119,48
22	Río Pomeca - Antes Arcabuco	5° 44'25.2"	73° 25'07.1"	321,13
17	Río Pomeca	5° 45'32.0"	73° 26'36.4"	330,39

No	NOMBRE DEL PUNTO	COORDENADAS		CAUDAL (L/s)
		N	W	
16	Río Pomeca-Después Qda NN Y Deps qda Colorada	5° 45'41.69"	73° 26'50.3"	321,25
15	Río Pomeca-Después PTAR	5° 46'10.2"	73° 27'19.2"	319,95
18	Río Ubazá -Togüí	5° 56'40.6"	73° 32'3"	2612,5
8	Río Ubazá	5° 57'32.47"	73° 35'36.30"	2205,61

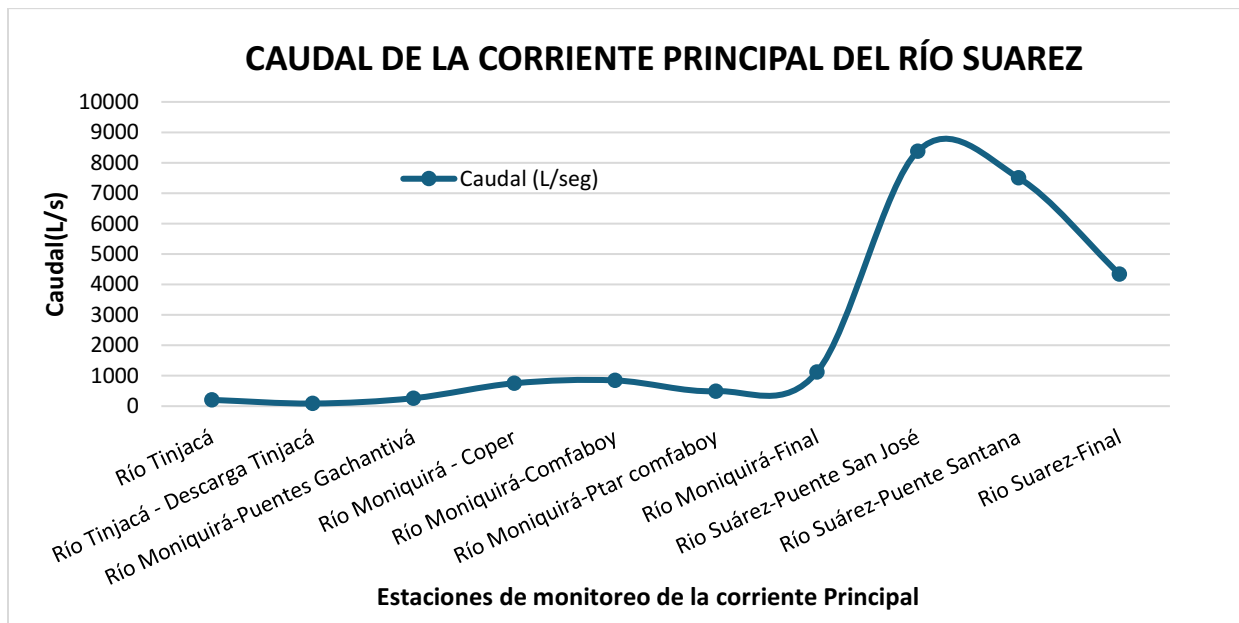
**Fuente:** CONINTEGRAL S.A.S - CDS 2022-641.

\* *NOTA:* En la tabla anterior para el punto Río Gachaneca se presenta un caudal de los monitoreos realizados en el año 2021, debido a que en el año 2024 no se pudo monitorear a causa de la época seca que hubo a inicio del año y generó que el punto se encontrará seco al momento de realizar la toma de caudales.

Los caudales analizados en cada punto de monitoreo evidencia bajos caudales en los tributarios y al iniciar los tramos 1, 1S y 2S pero a medida que va avanzando el recorrido de cada tramo se evidencia un incremento de caudales lo que significa la recepción de las microcuencas dentro de los mismos que finalmente descargan en la corriente principal del Río Sutamarchán, Río Moniquirá y Río Suárez y se refleja en los valores de caudales de mayor tamaño.

**Figura 14.**

*Caudal en la corriente principal del Río Sutamarchán - Río Moniquirá - Río Suárez.*



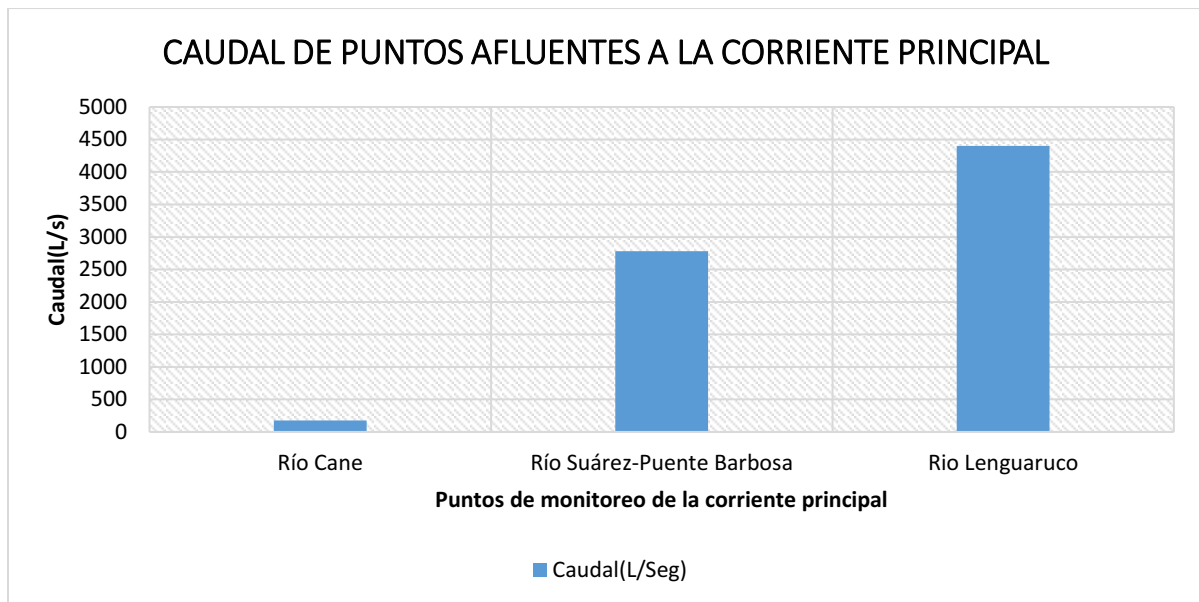
**Fuente:** CONINTEGRAL S.A.S - CDS 2022-641.

**Tabla 19.**  
*Caudal de estaciones de monitoreo en la corriente principal.*

ITEM	NOMBRE DEL PUNTO	CAUDAL (L <sup>3</sup> /s)
1	Río Tinjacá	206,9
2	Tinjacá - Descarga Tinjacá	87,26
3	Río Moniquirá - Puentes Gachantivá	262,13
4	Río Moniquirá - Coper	752,96
5	Río Moniquirá - COMFABOY	846,94
6	Río Moniquirá - PTAR COMFABOY	492,47
7	Río Moniquirá - Final	1.119,77
12	Río Suárez - Puente San José	8.380,25
11	Río Suárez - Puente Santana	7.503,58
10	Río Suárez - Final	4.340

**Fuente:** CONINTEGRAL S.A.S - CDS 2022-641.

**Figura 15.**  
*Caudal en los puntos de monitoreo de la corriente principal del Río Sutamarchán - Río Moniquirá - Río Suárez.*



**Fuente:** CONINTEGRAL S.A.S - CDS 2022-641.

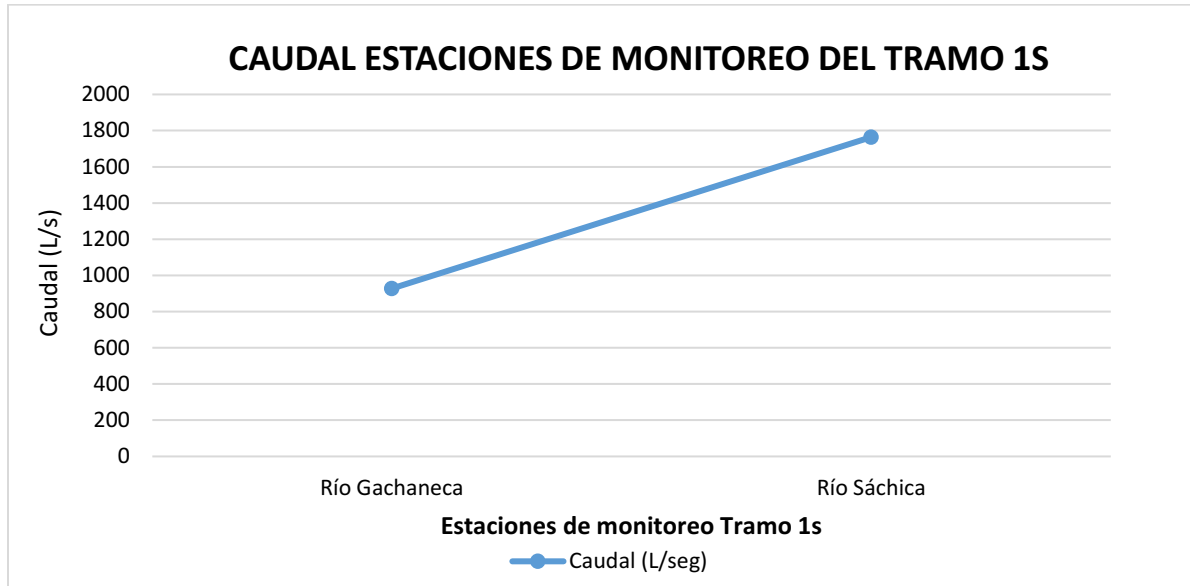
**Tabla 20.**  
*Caudal en los puntos de monitoreo de la corriente principal del Río Sutamarchán - Río Moniquirá - Río Suárez.*

ítem	NOMBRE DEL PUNTO	Caudal L/s	Tramo
24	Río Cane	175,17	Tramo 1
13	Río Suárez – Puente Barbosa	2.780,35	Tramo 2
9	Río Lenguaruco	4.400	Tramo 3

**Fuente:** Corpoboyacá

**Figura 16.**

*Caudal de estaciones de monitoreo en los diferentes afluentes (tramo 1S)*



**Fuente:** CONINTEGRAL S.A.S - CDS 2022-641.

**Tabla 21.**

*Caudal de estaciones de monitoreo en los diferentes afluentes (Tramo 1S)*

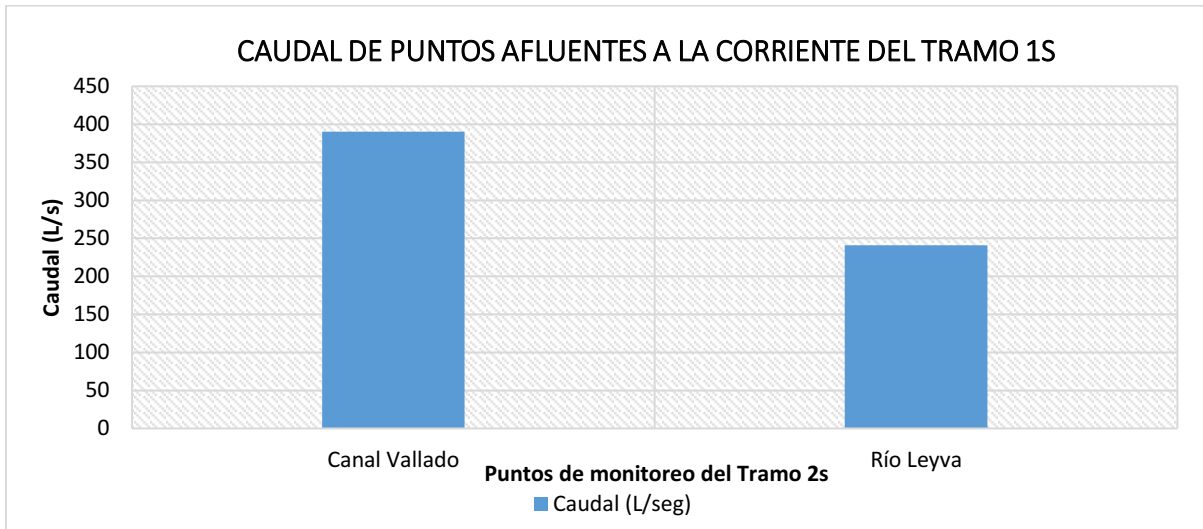
ítem	NOMBRE DEL PUNTO	Caudal L/s	Tramo
20	Río Gachaneca	927,87*	tramo 1s
14	Río Sáchica	1.764	

**Fuente:** Corpoboyacá

\* **NOTA:** En la tabla anterior para el punto Río Gachaneca se presenta un caudal de los monitoreos realizados en el año 2021, debido a que en el año 2024 no se pudo monitorear a causa de la época seca que hubo a inicio del año y generó que el punto se encontrará seco al momento de realizar la toma de caudales.



**Figura 17.**  
 Caudal de puntos de monitoreo en los diferentes afluentes (Tramo 1S)

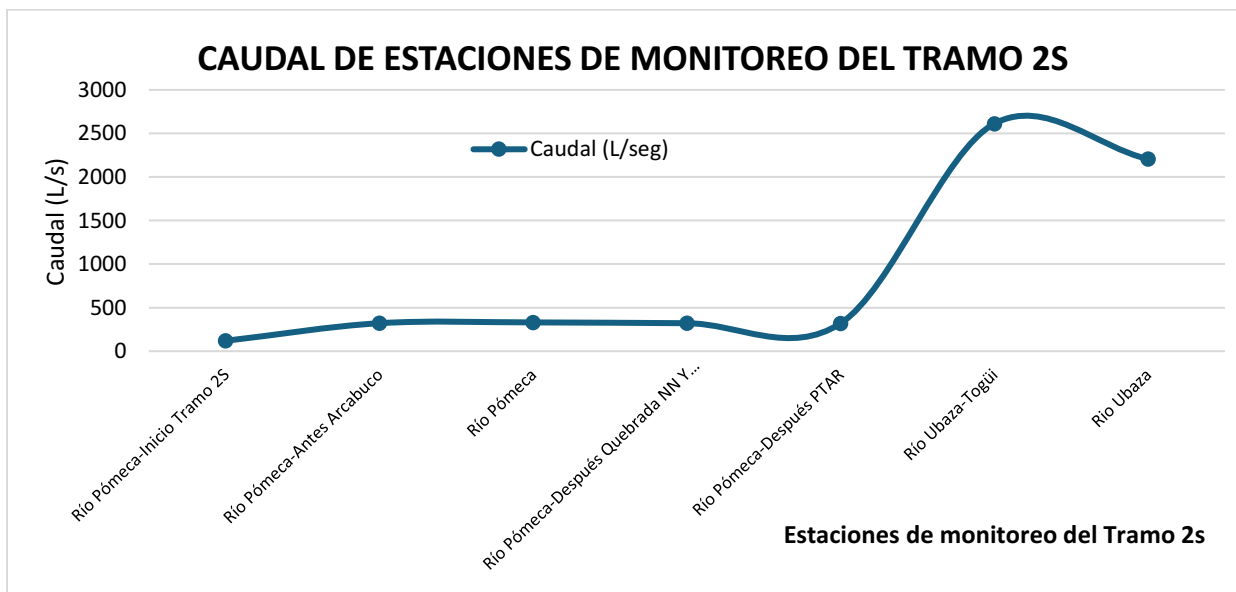


**Tabla 22.**  
 Caudal de puntos de monitoreo en los diferentes afluentes (Tramo 1S)

ítem	NOMBRE DEL PUNTO	Caudal L/s	Tramo
19	Canal Vallado	390,28	tramo 1S
21	Río Leyva	240,84	

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 18.**  
 Caudal de estaciones de monitoreo en los diferentes afluentes (Tramo 2S)



*Fuente: CONINTEGRAL S.A.S - CDS 2022-641.*

**Tabla 23.**

*Caudal de estaciones de monitoreo en los diferentes afluentes (Tramo 2S)*

ítem	NOMBRE DEL PUNTO	Caudal L/s	Tramo
23	Río Pomeca – Inicio Tramo 2S	119,48	
22	Río Pomeca - Antes de Arcabuco	321,13	
17	Río Pomeca	330,39	
16	Río Pomeca - Des Quebrada NN Y después de Quebrada la Colorada	321,95	tramo 2s
15	Río Pomeca - Desp PTAR	319,95	
18	Río Ubazá - Toguií	2.612,5	
8	Rio Ubazá	2.205,61	

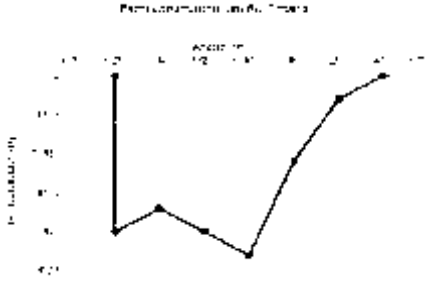

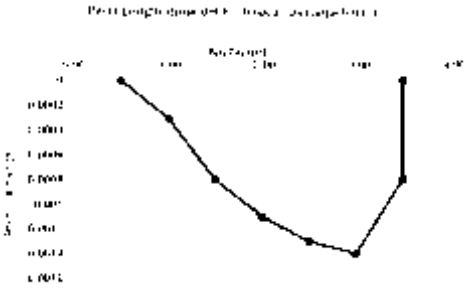

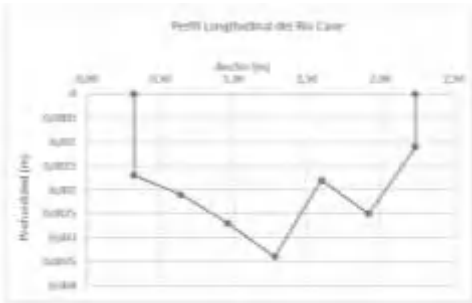

***Fuente:*** Corpoboyacá

### 6.3. MONITOREO DE CALIDAD

Los monitoreos realizados para la calidad Hídrica del Río Sutamarchán, Río Moniquirá y Río Suárez, se realizaron en 6 comisiones del 20/02/2024 al 25/02/2024 en época de poca lluvia (verano). En los monitoreos de calidad se determinaron los siguientes parámetros: caudal, conductividad, pH, temperatura, oxígeno disuelto, sólidos suspendidos Totales, las muestras tomadas que se tomaron fueron sencillas para el análisis en laboratorio. En la siguiente tabla se presenta la descripción de las condiciones de las estaciones y puntos de monitoreo de la cuenca del Río Sutamarchán, Río Moniquirá y Río Suárez con sus afluentes principales, en una totalidad de veintitrés (23).

**Tabla 24.**

*Sección transversal de las estaciones y puntos de monitoreo en la cuenca del Río Sutamarchán - Río Moniquirá - Río Suárez.*

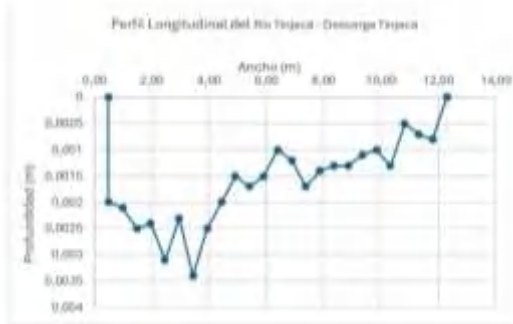
PTO	SECCIÓN LEVANTADA	FOTO
1		
	<p><b>OBSERVACIONES ESTACIÓN 1:</b> Río Tinjacá - Estación de inicio.</p> <p><b>Descripción:</b> Punto de fácil acceso, fuente con un tono gris oscuro casi incoloro, leve olor a orina, lecho rocoso con sedimentación de tonalidad café, vegetación riparia en ambas márgenes de la fuente, arboles de más de 2 metros de altura. Sobre la fuente se encuentran residuos plásticos y maderables, cerca al punto de muestreo pasa un puente vehicular sobre la fuente.</p>	
2		
	<p><b>OBSERVACIONES ESTACIÓN 2:</b> Río Tinjacá - Descarga Tinjacá.</p> <p><b>Descripción:</b> Punto de monitoreo de fácil acceso, ubicado cerca de la secundaria, el cuerpo hídrico presenta características de contaminación, se evidencian aguas negras con olor fuerte, corrientes leves, lecho rocoso, vegetación en ambas márgenes</p>	
24		
	<p><b>OBSERVACIONES PUNTO 6:</b> Río Cane.</p> <p><b>Descripción:</b> El Punto de fácil acceso, ubicado a 100 metros de distancia de la vía. Agua incolora e inodora, lecho rocoso con presencia de rocas al interior de la fuente y en sus márgenes. Se observan pastos y árboles de gran tamaño en ambas márgenes de la fuente. En la margen izquierda había presencia de semovientes y zona de pastoreo. El aforo se realiza con un tiempo de revoluciones de 30 segundos.</p>	

PTO

SECCIÓN LEVANTADA

FOTO

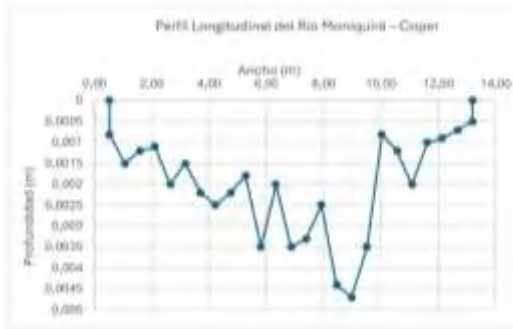
3



**OBSERVACIONES ESTACIÓN 3: Río Moniquirá- puente Gachantivá.**

**Descripción:** El Punto de fácil acceso, se encuentra cerca de un puente vehicular de flujo regular, se cuenta con vegetación rraparia y arbustiva, se evidencian presencia de peces, algas y lama en las piedras dentro del flujo.

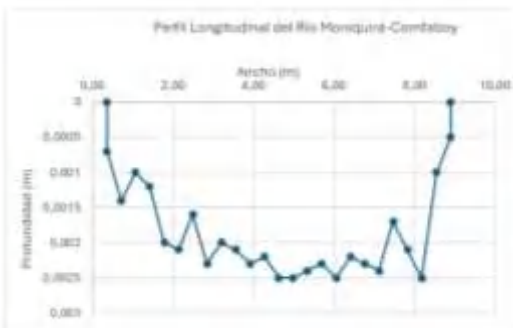
4



**OBSERVACIONES ESTACIÓN 4: Río Moniquirá- Coper.**

**Descripción:** El Punto de acceso limitado, debido a que no se pudo ingresar el vehículo por mal estado en un tramo de la carretera, se cuenta con pendientes pronunciadas a ambos costados, así como un lecho rocoso con presencia de espumas, algas, vectores (moscos) y hojarasca.

5



**OBSERVACIONES ESTACIÓN 5: Río Moniquirá - COMFABOY.**

**Descripción:** El Acceso a punto por centro recreacional COMFABOY, paso por zona de caña brava, punto de fácil acceso, lecho rocoso con lama y sedimentos color verde, el agua no presenta color ni olor, se observan pequeñas burbujas en la fuente, también se observa la presencia de macroinvertebrados tipo "patinadores" y renacuajos, en ambos costados de la fuente se observa vegetación tipo "caña brava" de altura mayor de 2 metros, la fuente presenta flujo sin restricciones.

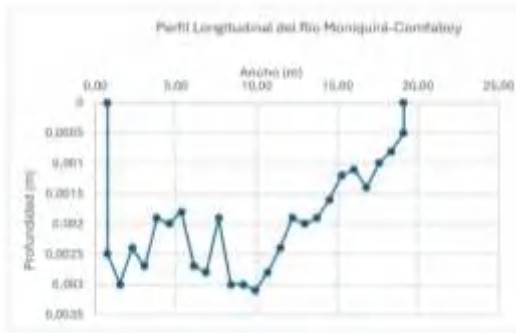


**PTO**

**SECCIÓN LEVANTADA**

**FOTO**

6



**OBSERVACIONES ESTACIÓN 6: Río Moniquirá – PTAR COMFABOY.**

**Descripción:** Punto de fácil acceso, cercano al centro vacacional Moniquirá. El lecho es rocoso con presencia de vegetación raparia en las dos márgenes del cauce, el agua era incolora e inodora.

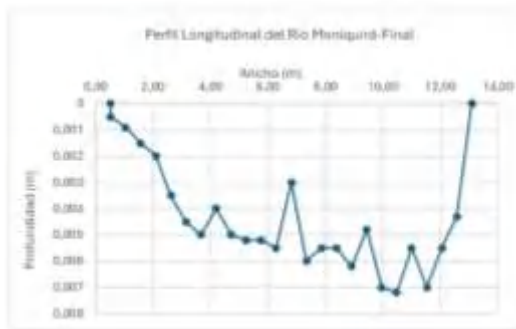
13



**OBSERVACIONES PUNTO 3: Río Suárez – Puente Barbosa.**

**Descripción:** El Punto de monitoreo de fácil acceso, a unos 100 metros de la vía secundaria, se observa vegetación en ambas márgenes, lecho rocoso y arenoso, sus corrientes son leves, aguas inodoras e incoloras.

7



**OBSERVACIONES ESTACIÓN 7: Río Moniquirá - Final.**

**Descripción:** El Punto de difícil acceso, para ingresar cruzar un condominio privado y descender por pendientes pronunciadas. El agua es incolora e inodora, presencia de peces y vegetación raparia, el lecho es rocoso en gran proporción.

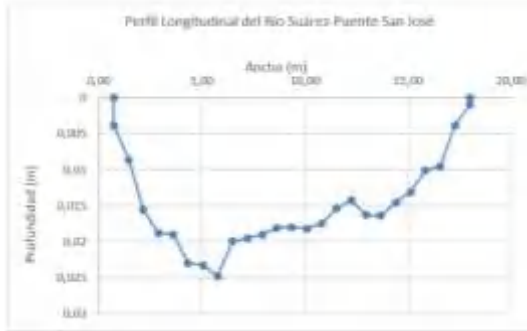


PTO

SECCIÓN LEVANTADA

FOTO

12



**OBSERVACIONES ESTACIÓN 10: Río Suárez – Puente San José.**

**Descripción:** El Color de agua verde claro, presencia de lama verdosa, vegetación riparia principalmente arboles de gran tamaño, lecho rocoso - arenoso, paisaje bosque tropical, presencia de rocas de gran tamaño.

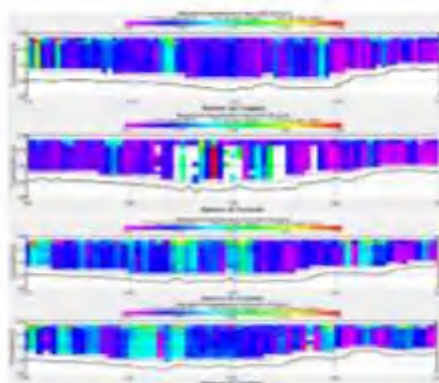
11



**OBSERVACIONES ESTACIÓN 9: Río Suárez – Puente Santana.**

**Descripción:** El Punto de fácil acceso, cerca de un puente vehicular de flujo permanente, se cuenta con un lecho rocoso-arenoso, vegetación riparia y arbustiva, dentro del cuerpo de agua se tienen rocas grandes que albergan algas, renacuajos, peces y se observan presencia de espumas.

10

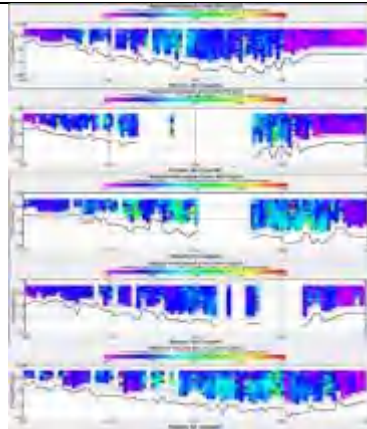


**OBSERVACIONES ESTACIÓN 8: Río Suárez - Final.**

**Descripción:** El Punto de fácil acceso, agua de un tono verde casi incoloro, lecho rocoso con gran cantidad de sedimento, vegetación como arboles de gran tamaño en ambas márgenes, aguas abajo sobre la margen izquierda presencia de potreros y semovientes.

PTO	SECCIÓN LEVANTADA	FOTO
-----	-------------------	------

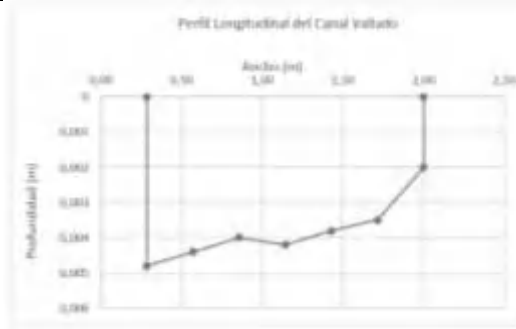
9



**OBSERVACIONES PUNTO 2: Río Lenguaruco.**

**Descripción:** El Punto de fácil acceso, agua incolora e inodora, lecho rocoso, rocas de gran tamaño sobre la fuente y en ambas márgenes, arboles de gran tamaño, aguas abajo del punto en su margen izquierda se observa un vertimiento de trapiche.

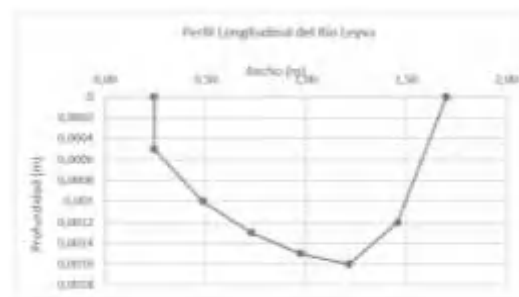
19



**OBSERVACIONES PUNTO 5: Canal Vallado.**

**Descripción:** El Agua de color verde oscuro, lecho limoso, sobre la fuente gran cantidad de materia orgánica (heces de vaca), vegetación riparia en ambas márgenes, la fuente se divide por dos pequeñas colinas, en ambas márgenes hay presencia de cultivos, sobre su margen izquierda hay una laguna artificial con la que riegan los cultivos, presencia de semovientes cerca de la laguna.

21



**OBSERVACIONES PUNTO 5: Río Leyva.**

**Descripción:** El Punto de fácil acceso debajo del puente vehicular. Agua color verdoso, sin olor, sobre la margen derecha se encuentra zona de pastoreo, presencia de ganado y estacionamiento de vehículos de carga pesada. el cauce se encuentra encañonado por pequeñas colinas. Sobre la fuente se evidencia presencia de macrófitas. Lecho rocoso - arenoso.

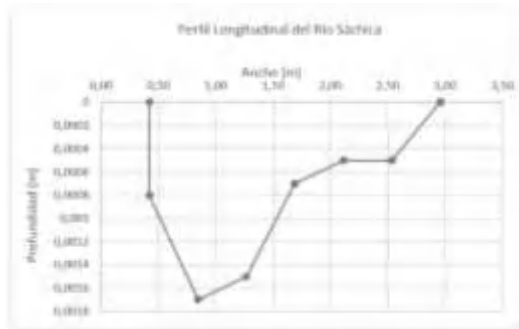


PTO

SECCIÓN LEVANTADA

FOTO

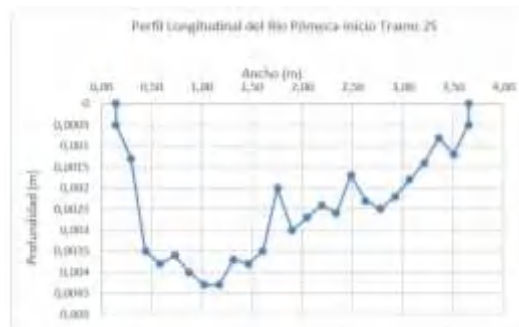
14



**OBSERVACIONES PUNTO 4: Río Sáchica.**

**Descripción:** El Punto de fácil acceso, agua de color gris claro, olor fuerte, el punto se encuentra ubicado aproximadamente a unos 100 metros de la carretera principal, lecho rocoso-limoso, presenta vegetación riparia y árboles de más de 2 metros de altura, se debe ingresar por predio privado para llegar a la coordenada exacta; sobre la fuente hídrica se observa gran cantidad de ramas y espuma.

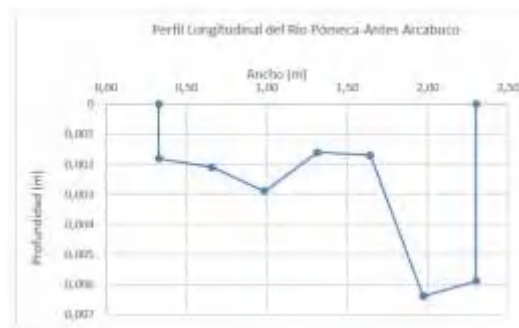
23



**OBSERVACIONES ESTACIÓN 17: Río Pomeca – Inicio Tramo 2S.**

**Descripción:** El Punto de fácil acceso, ubicado cerca de la vía secundaria. El cuerpo hídrico con lecho rocoso y limoso, vegetación en ambas márgenes, aguas color café claro, olor leve, corrientes leves.

22



**OBSERVACIONES ESTACIÓN 16: Río Pomeca - Antes de Arcabuco.**

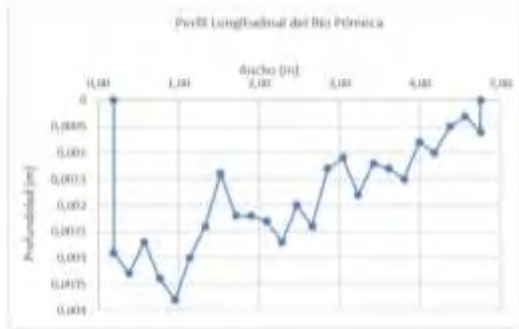
**Descripción:** El Punto de fácil acceso, agua inodora e incolora, lecho rocoso. Sobre la fuente hay rocas de gran tamaño y pastos, sobre el punto se encuentra el puente de la vía Tunja - Arcabuco, sobre la margen derecha se encuentra una vía secundaria.

PTO

SECCIÓN LEVANTADA

FOTO

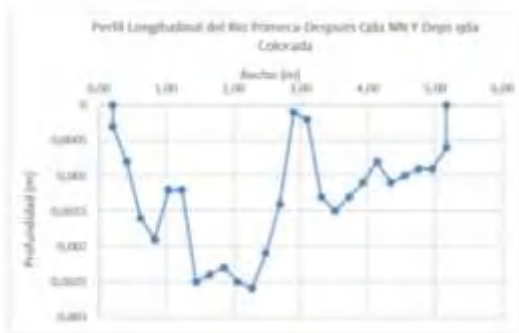
17



**OBSERVACIONES ESTACIÓN 13: Río Pomeca.**

**Descripción:** El Punto de fácil acceso, cercano a la vía principal del Municipio de Arcabuco. El lecho de la fuente hídrica es rocoso-limoso con presencia de vegetación riparia, en las dos márgenes del cauce se observa la presencia de viviendas en el lugar del monitoreo.

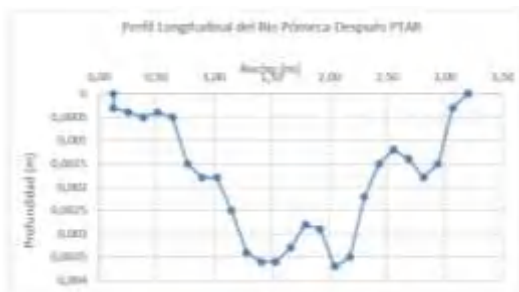
16



**OBSERVACIONES ESTACIÓN 12: Río Pomeca - Des Quebrada NN Y después de Quebrada la Colorada**

**Descripción:** El Punto de monitoreo con fácil acceso, cerca de vía principal, se observan viviendas cerca, cuerpo hídrico tiene su lecho rocoso con corrientes leves, aguas color café claro con olor leve, en ambas márgenes hay vegetación compuesta por árboles de gran tamaño y arbustos.

15



**OBSERVACIONES ESTACIÓN 11: Río Pomeca – Después PTAR.**

**Descripción:** El Punto de fácil acceso, agua incolora e inodora, lecho rocoso en ambas márgenes hay presencia de pastos y árboles de más de 2 metros, sobre su margen izquierda hay presencia de ganado y zona de pastoreo, obre su margen derecha a unos 20 metros se encuentran viviendas.

**PTO**

**SECCIÓN LEVANTADA**

**FOTO**

18



**OBSERVACIONES ESTACIÓN 14: Río Ubazá - Toguií.**

**Descripción:** El Punto de fácil acceso, agua inodora e incolora, lecho rocoso con lama café, el punto se ubica debajo del puente vía Toguií - Monquirá como vía terciaria; vegetación riparia y árboles de gran tamaño en ambas márgenes, sobre su margen izquierda se presentan cultivos de caña y sobre su margen derecha a unos 20 metros pasa una vía hacia aguas arriba que lleva a un lugar donde las personas realizan actividades recreativas.

8



**OBSERVACIONES PUNTO 1: Río Ubazá**

**Descripción:** El Punto de fácil acceso, ubicado cerca de vía principal, aledaño a puente que comunica al municipio de Barbosa; en el punto de monitoreo se observa vegetación en ambos costados, lecho rocoso, corrientes fuertes con aguas color verde claro, sin olor, a escasos metros se observa un vertimiento de aguas residuales.

**Fuente:** CONINTEGRAL S.A.S - CDS 2022-641.

**6.4. RESULTADOS DE CALIDAD**

El establecimiento de los Objetivos de calidad es uno de los principales componentes del ordenamiento del recurso hídrico que busca la protección y mejora de la calidad de los cuerpos de agua, por lo cual se ha convertido en una herramienta para la planificación, formulación e implementación en la gestión de la calidad hídrica. Los objetivos de calidad dan una visión de calidad hídrica a futuro en el que se tiene en cuenta aspectos como: Las características



hidrográficas, las cargas contaminantes vertidas en la actualidad, los usos y destinos que se están generando, la normatividad ambiental y los índices de calidad obtenidos en la corriente principal de las cuencas.

En el presente ítem, se relaciona y se comparan los resultados obtenidos durante los monitoreos de los años 2017, 2019, 2021 y 2024 con relación a los objetivos de calidad establecidos por Corpoboyacá para la corriente principal del río Sutamarchán- Monquirá y Río Suarez AD bajo la Resolución No. 1433 del 2019 que corrige el artículo primero de la Resolución No. 4736 de 2018 las cuales establecen los tramos y objetivos de calidad definiendo los usos genéricos del recurso hídrico como valores máximos permisibles en función para cada uno de los usos estipulados y la resolución No.1315 del 12 de agosto de 2020” Por medio de la cual se modifica parcialmente la Resolución 3382 del 01 de octubre de 2015, y se dictan otras disposiciones”, en la cual se establecen los criterios de calidad para las diferentes destinaciones del recurso hídrico.

#### **6.4.1. Tramo 1**

El Primer tramo inicia en la Confluencia Río Funza y Quebrada Las Peñas en Tinjacá hasta el sector el Guamo en Monquirá cuyo objetivo de calidad definido a largo plazo es de consumo humano con contacto primario, los parámetros establecidos para cumplir con este objetivo de calidad son:

#### **Potencial de Hidrógeno – pH:**

Con base a los resultados obtenidos en las campañas de monitoreo realizadas en los últimos años por Corpoboyacá se puede determinar el comportamiento del valor de pH en las

estaciones de monitoreo del tramo 1 teniendo como referente el Objetivo de Calidad. Se expresan los resultados en la siguiente tabla:

**Tabla 25.**

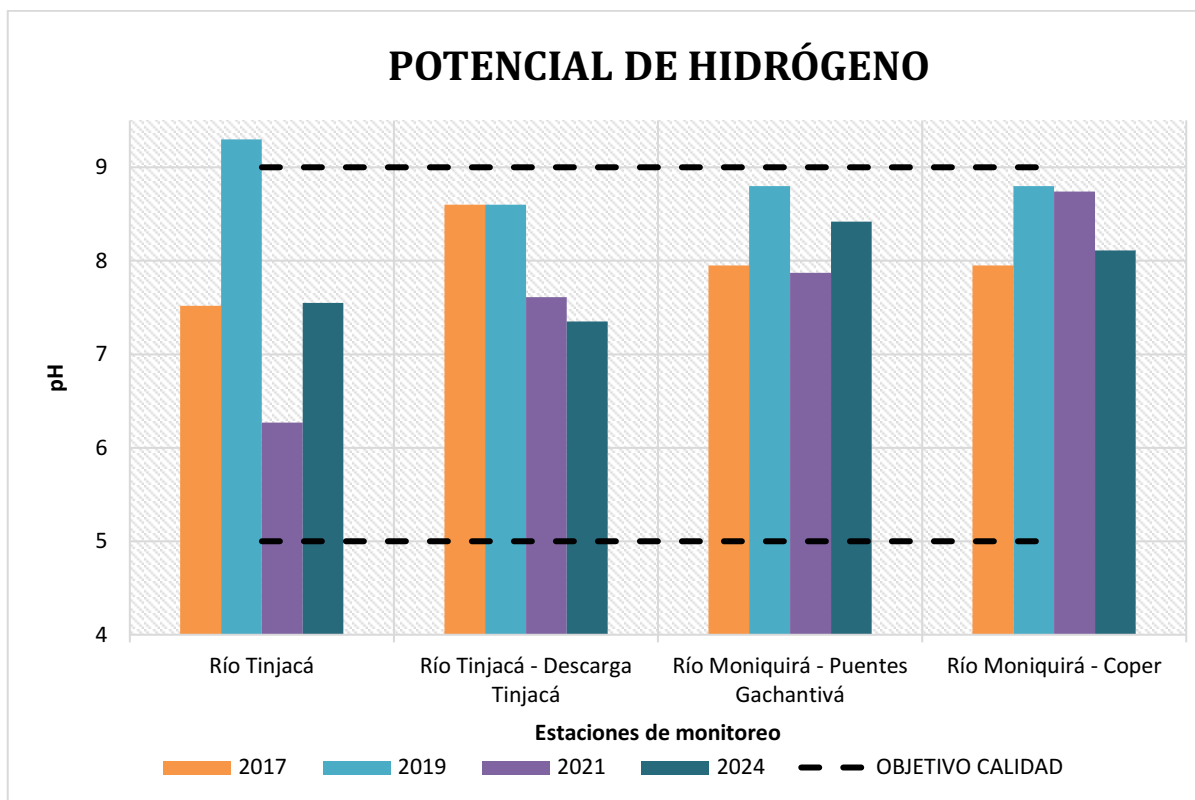
*Resultados de unidades de PH de las campañas de monitoreo realizado en los años 2017 – 2024.*

pH (unidades de pH)	2017	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD		
Río Tinjacá	7,52	9,3	6,27	7,55	5	a	9
Río Tinjacá – Descarga Tinjacá	8,6	8,6	7,61	7,35	5	a	9
Río Moniquirá - Puentes Gachantivá	7,95	8,8	7,87	8,42	5	a	9
Río Moniquirá - Coper	7,95	8,8	8,74	8,11	5	a	9

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 19.**

*Comportamiento del PH en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1.*



*Fuente: Corpoboyacá.*

De acuerdo a los resultados obtenidos en las campañas de monitoreo, se puede evidenciar que a lo largo del periodo del tiempo los valores de pH han fluctuado entre los rangos

establecidos para cumplir con el objetivo de calidad, teniendo un comportamiento más cercano a un pH de 9 unidades lo que demuestra que el agua en la mayoría de las estaciones de monitoreo del tramo 1 es de tipo alcalino, en especial con los valores reportados en el año 2019, es importante denotar que este es un parámetro fundamental en la calidad de agua ya que muchas reacciones químicas dentro de los organismos acuáticos (metabolismo celular) son necesarias para la supervivencia y crecimiento, los cambios de pH pueden alterar la concentración de otras sustancias en el agua modificando el nivel de toxicidad.

### Oxígeno Disuelto

El (OD), es el oxígeno que esta disuelto en el agua. Esto se logra por difusión del aire del entorno, la aireación del agua que ha caído sobre saltos o rápidos; y como un producto de desecho de la fotosíntesis.

**Tabla 26.**

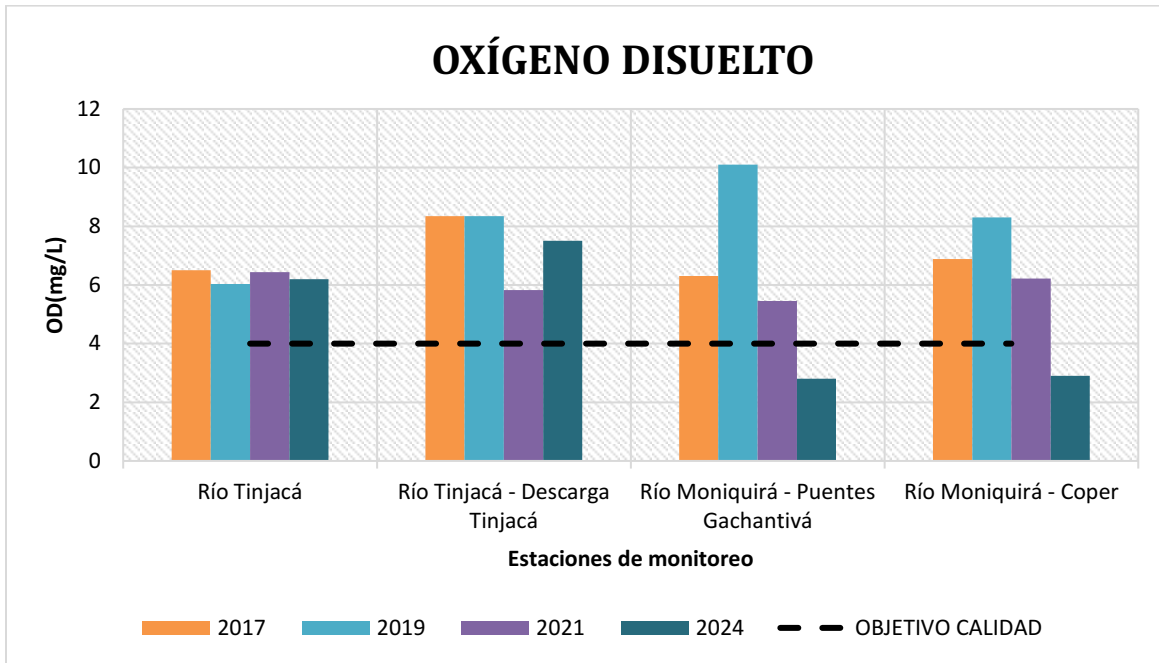
*Resultados de OD de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

OXIGENO DISUELTO (mg/L)	2017	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Tinjacá	6,5	6,03	6,44	6,2	4
Río Tinjacá – Descarga Tinjacá	8,34	8,34	5,82	7,5	4
Río Moniquirá - Puentes Gachantivá	6,3	10,1	5,45	2,8	4
Río Moniquirá - Coper	6,88	8,3	6,22	2,9	4

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 20.**

*Comportamiento del Oxígeno Disuelto en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1.*



*Fuente: Corpoboyacá*

Los valores de Oxígeno disuelto se mantienen constante en casi todas las campañas de monitoreo realizadas en los últimos años, exceptuando los valores obtenidos para Puente Gachantivá y Santa Sofía y Puente Moniquirá - Vereda Coper en el año 2024 donde se obtuvieron valores de 2,8-2,9 mg O/L denotando una disminución en la calidad del agua ya que este parámetro es un condicionante importante para que la flora y fauna acuática puedan vivir, una disminución de oxígeno del agua puede ser causada por los aumentos en la temperatura del agua generada por la época del año en la que se realizó el monitoreo (Época seca) , de igual forma la implicación antrópica de la zona genera una disminución de la calidad en la fuente hídrica , por lo tanto en esta zona del río no se estaría cumpliendo con el valor mínimo exigido para el objetivo de calidad establecido (4 mg O/L) . Concentraciones menores a 5 mg/L pueden afectar el funcionamiento y supervivencia de las comunidades biológicas y bajo 2 mg/L puede llevar a la muerte de la mayor parte de la ictiofauna. (CHAPMAN 1992)1

## Nitratos

Son iones formados por tres átomos de oxígeno, uno de nitrógeno y con una carga negativa (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Su presencia en fuentes superficiales y subterráneas es natural como consecuencia del ciclo del nitrógeno, pero en determinadas ocasiones hay una alteración y un incremento por usos excesivos de fertilizantes (abonos) nitrogenados.

**Tabla 27.**

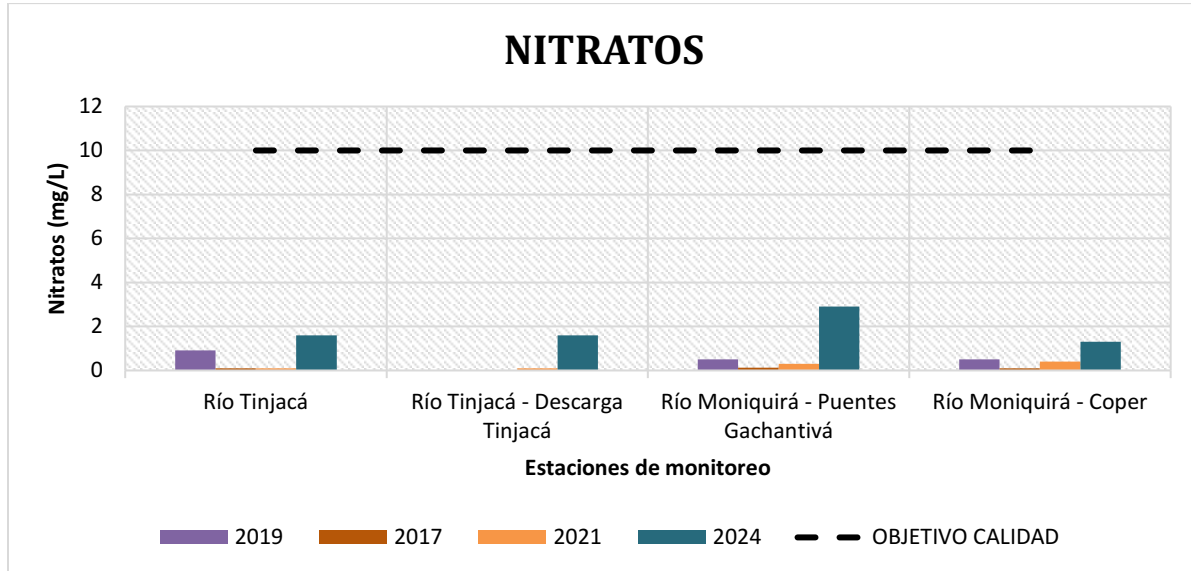
*Resultados de Nitratos de las campañas de monitoreos realizados de los años 2017-2024.*

NITRATOS (mg/L)	2017	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Tinjacá	0,2	0,91	0,2	1,6	<b>10</b>
Río Tinjacá – Descarga Tinjacá	-	-	0,1	1,6	<b>10</b>
Río Moniquirá - Puentes Gachantivá	0,123	0,5	0,3	2,9	<b>10</b>
Río Moniquirá - Coper	0,2	0,5	0,4	1,3	<b>10</b>

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 21.**

*Comportamiento de Nitratos en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1.*



*Fuente: Corpoboyacá*

Los resultados obtenidos en las campañas de monitoreo registradas de los años 2019-2024 reflejan que en términos de nitratos el tramo 1 tiene valores inferiores al exigido para cumplir con el objetivo de calidad.



## Coliformes Totales

Los coliformes totales son un grupo de bacterias presentes en las heces de los animales y del ser humano y que presentan un riesgo para la salud humana y son un indicador de que más organismos dañinos pueden estar presentes.

**Tabla 28.**

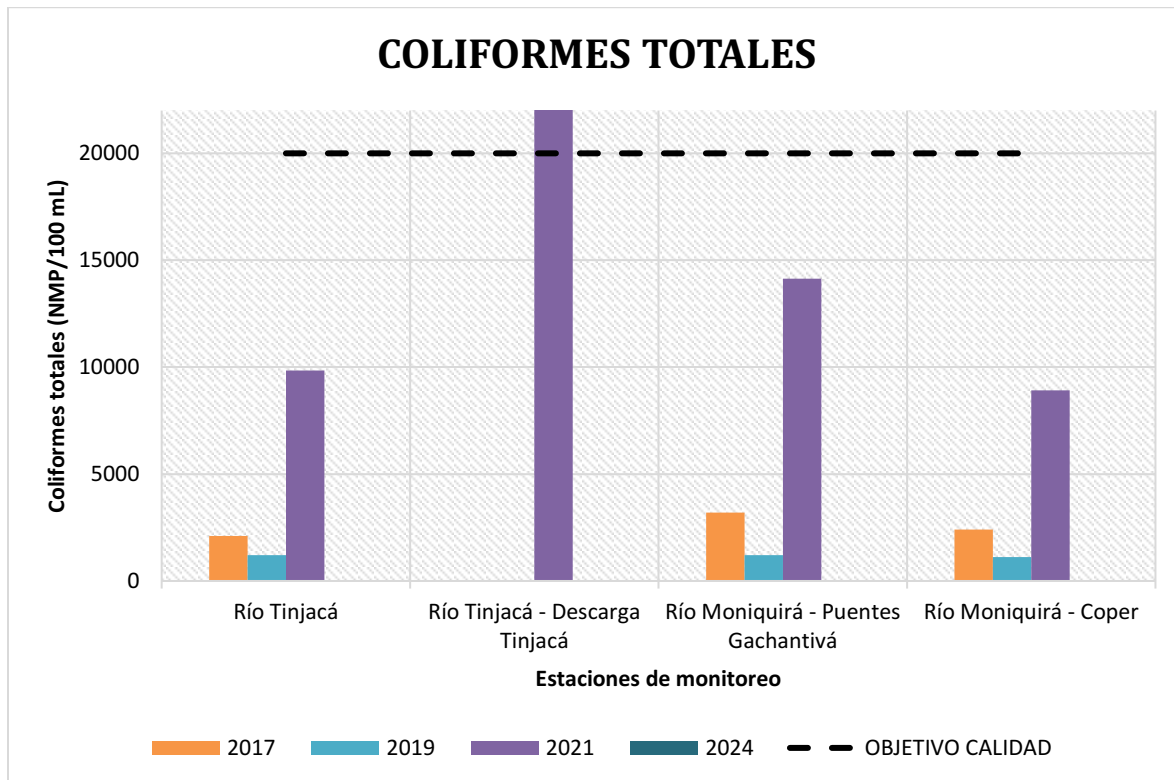
*Resultado de Coliformes Termotolerantes de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

Coliformes Totales	2017	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Tinjacá	2.100	1.200	9.840	-	<b>20.000</b>
Río Tinjacá – Descarga Tinjacá	-	-	104.300	46	<b>20.000</b>
Río Moniquirá - Puentes Gachantivá	3.200	1.203	14.140	23	<b>20.000</b>
Río Moniquirá - Coper	2.400	1.120	8.910	21	<b>20.000</b>

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 22.**

*Comportamiento de Coliformes Totales en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1.*



*Fuente: Corpoboyacá*

Como indicador de contaminación microbiológica se evaluaron las coliformes totales, el comportamiento de este valor se representa en la gráfica anterior donde se observa que los resultados registrados las campañas de monitoreo realizadas en los años 2017, 2019 y 2024 está cumpliendo con el valor que exige el objetivo de calidad para su uso correspondiente, No obstante en el año 2021 se registró un valor pico que se encuentra en la estación Río Tinjacá aguas debajo de la descarga Tinjacá, este comportamiento puede ser causado por el aporte de carga contaminante generado por el vertimiento del municipio. La disminución de estos patógenos medidos en la última campaña de monitoreo puede ser causados a la época estacional en la que se realizó (Época seca), dado que la tasa de mortalidad de estos microorganismos puede aumentar a mayor temperatura, por radiación solar directa o por absorción de sedimentos.

### Nitritos

Su presencia indica, por lo regular, procesos activos biológicos en el agua, ya que es fácil y rápidamente convertido en nitrato (ideam,2009).

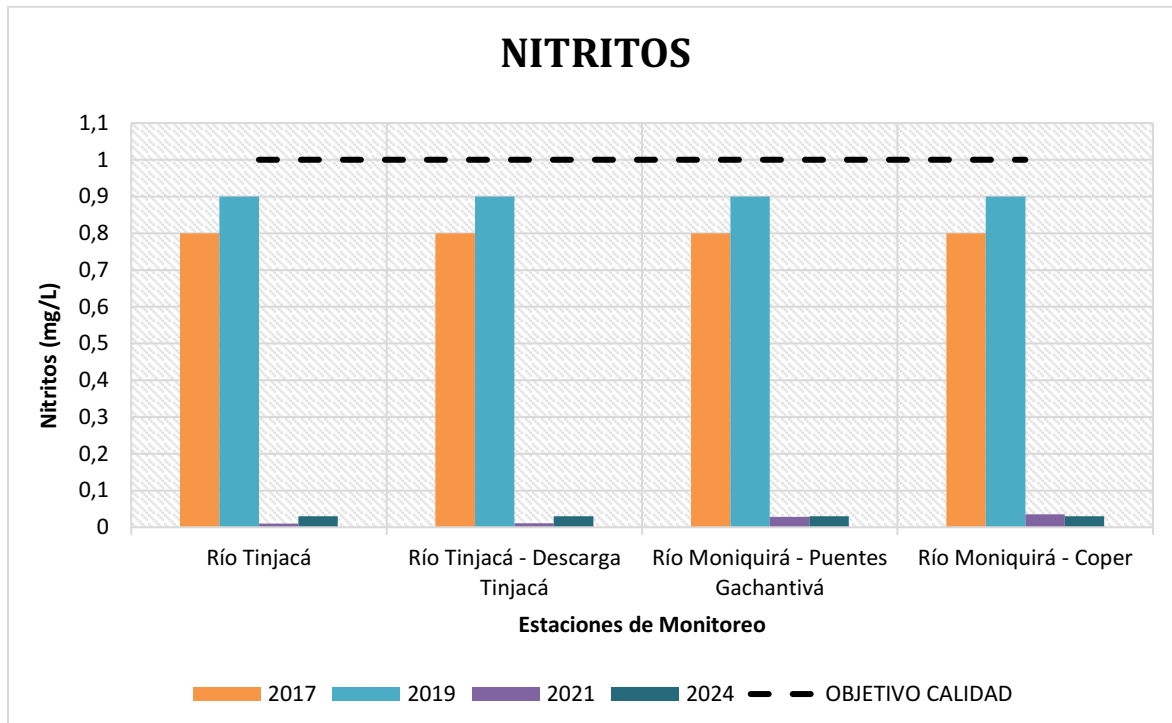
### Tabla 29.

*Resultados de Nitritos de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024*

Nitritos	2017	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Tinjacá	0,8	0,9	0,01	0,03	1
Río Tinjacá – Descarga Tinjacá	0,8	0,9	0,011	0,03	1
Río Moniquirá - Puentes Gachantivá	0,8	0,9	0,028	0,03	1
Río Moniquirá - Coper	0,8	0,9	0,035	0,03	1

*Fuente: Corpoboyacá.*

**Figura 23.**  
 Comportamiento de Nitritos en los diferentes monitoreo anuales Tramo 1



*Fuente: Corpoboyacá*

Las concentraciones registradas de Nitritos en el tramo 1 en términos para los monitoreos del 2017 y 2024 se encuentran por debajo del valor permitido, teniendo como pico máximo concentraciones de 0,9 mg/L de Nitritos y presentando los valores más bajos en las campañas de monitoreo realizados en los años 2021 y 2024, cumpliendo en todas las campañas de monitoreo con el valor máximo permitido para cumplir con el objetivo de calidad.

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

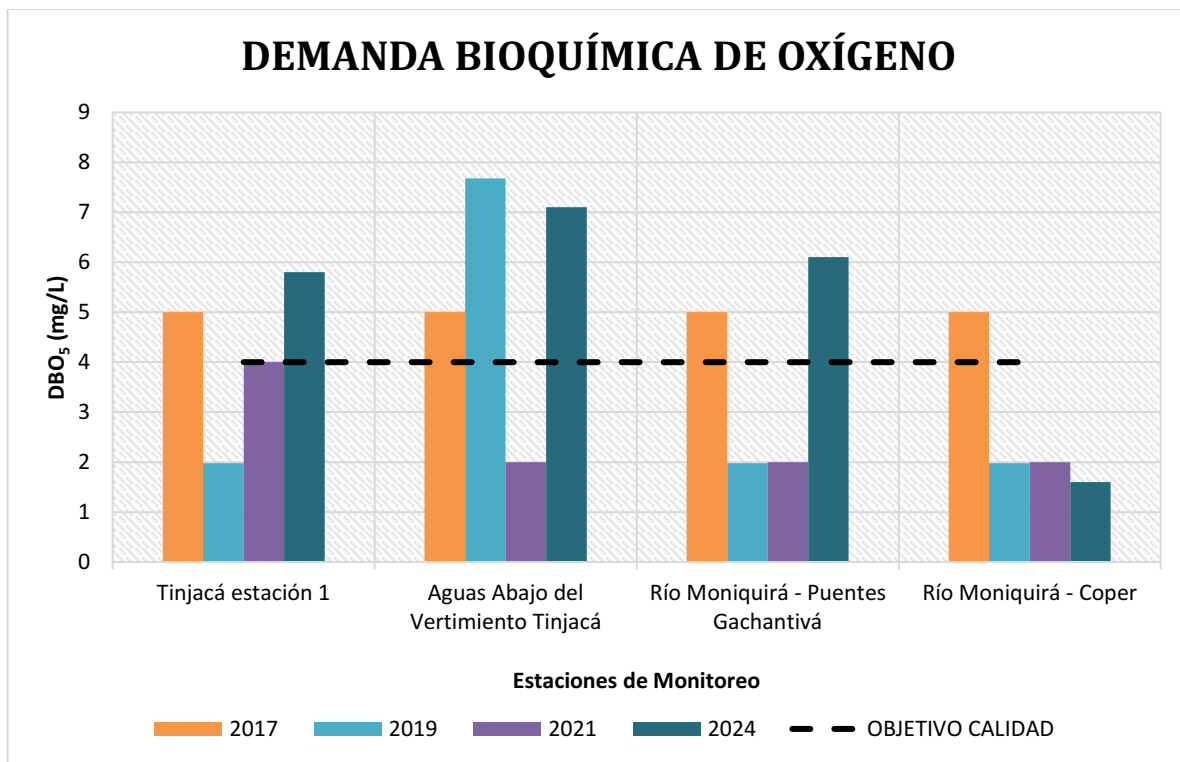
Determina la cantidad de oxígeno que necesita un microorganismo para descomponer la materia orgánica presente en un cuerpo de agua o en una muestra.

**Tabla 30.**  
*Resultados de DBO<sub>5</sub> de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024*

DBO <sub>5</sub> (mg/L)	2017	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Tinjacá	5	1,98	4	5,8	4
Río Tinjacá – Descarga Tinjacá	5	7,68	2	7,1	4
Río Moniquirá - Puentes Gachantivá	5	1,98	2	6,1	4
Río Moniquirá - Coper	5	1,98	2	1,6	4

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 24.**  
*Comportamiento de DBO<sub>5</sub> en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1.*



*Fuente: Corpoboyacá*

En la gráfica se puede observar que los valores obtenidos en los años 2017 y 2024 superaron el valor de DBO<sub>5</sub> máximo permitido el cual es de 4 mg/L en todas las estaciones; Por otra parte, se evidencia un pico máximo de 7,68 mg/L en el punto de monitoreo Río Tinjacá – Descarga Tinjacá en el monitoreo del año 2019; esto puede ser generado por el aporte de los vertimientos domésticos e industriales que se encuentran en este sector.

Comportamiento que se repite en el año 2024, los valores medidos de DBO<sub>5</sub> estarían incumpliendo con el objetivo de calidad para ese tramo ya que, se presentaron valores cercanos a los 7 mg/L DBO<sub>5</sub>.

### Demanda Química de Oxígeno

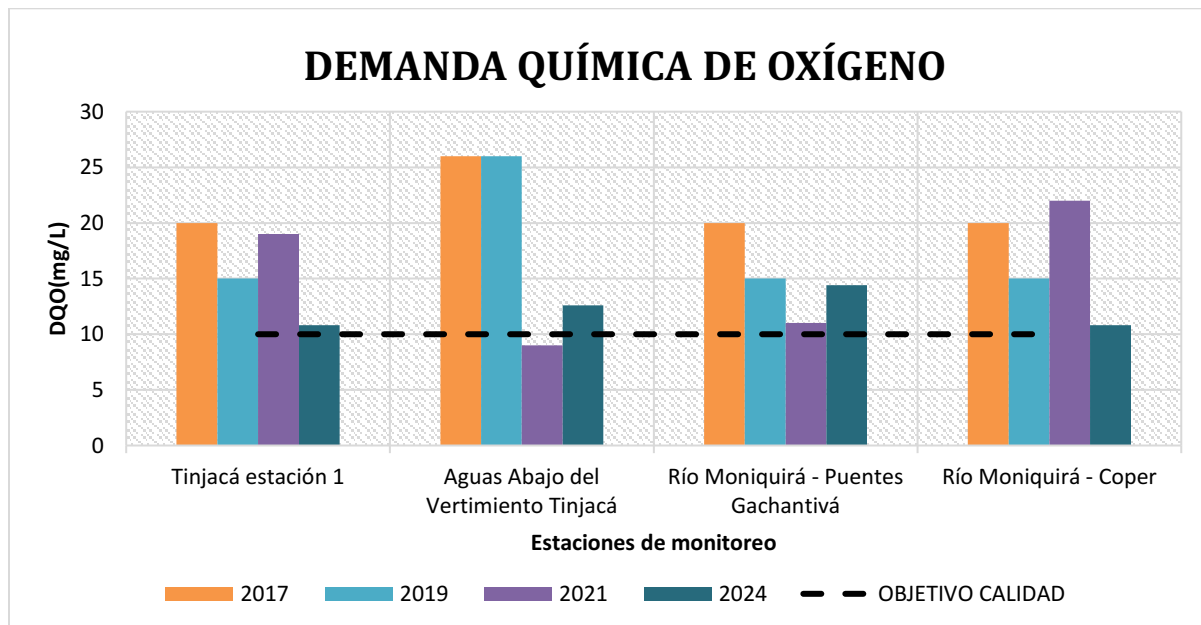
Determina la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica de una muestra o una fuente, de igual manera se utiliza para medir la cantidad de residuos industriales presentes en una muestra.

**Tabla 31.**  
*Resultados de DQO de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

DQO (mg/L)	2017	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Tinjacá	20	15	19	10,8	<b>10</b>
Río Tinjacá – Descarga Tinjacá	26	26	9	12,6	<b>10</b>
Río Moniquirá - Puentes Gachantivá	20	15	11	14,4	<b>10</b>
Río Moniquirá - Coper	20	15	22	10,8	<b>10</b>

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 25.**  
*Comportamiento de DQO en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1.*



*Fuente: Corpoboyacá.*



En los cuatro años (2017, 2019, 2021 y 2024 ) se obtuvieron valores que superaron el límite máximo permitido en el objetivo de calidad el cual es de (10 mg/L) de DQO, cuyo pico más alto se presenta aguas abajo del vertimiento de Tinjacá en el año 2017 y 2019 con un valor de 26 mg/L y en el año 2024 el pico máximo fue registrado en la estación de monitoreo Puente Gachantivá y Santa Sofía con un valor cercano a los 15 mg/L de DQO, lo cual genera impactos negativos afectando todo organismo vivo de la fuente hídrica, de igual manera disminuye la calidad del agua en general y altera el equilibrio ecológico del cuerpo de agua, los resultados de monitoreo de la campaña de 2021 en la estación de monitoreo Río Tinjacá – Descarga Tinjacá, el valor reportado se encuentra por debajo del límite permisible para la Demanda Química de Oxígeno.

### Sólidos Suspendidos Totales

Los sólidos suspendidos totales son un parámetro fundamental para establecer la calidad de la corriente hídrica ya que un aumento prolongado de sólidos en el agua puede disminuir la penetración de la luz, afectando directamente la temperatura del agua y la biota acuática

**Tabla 32.**

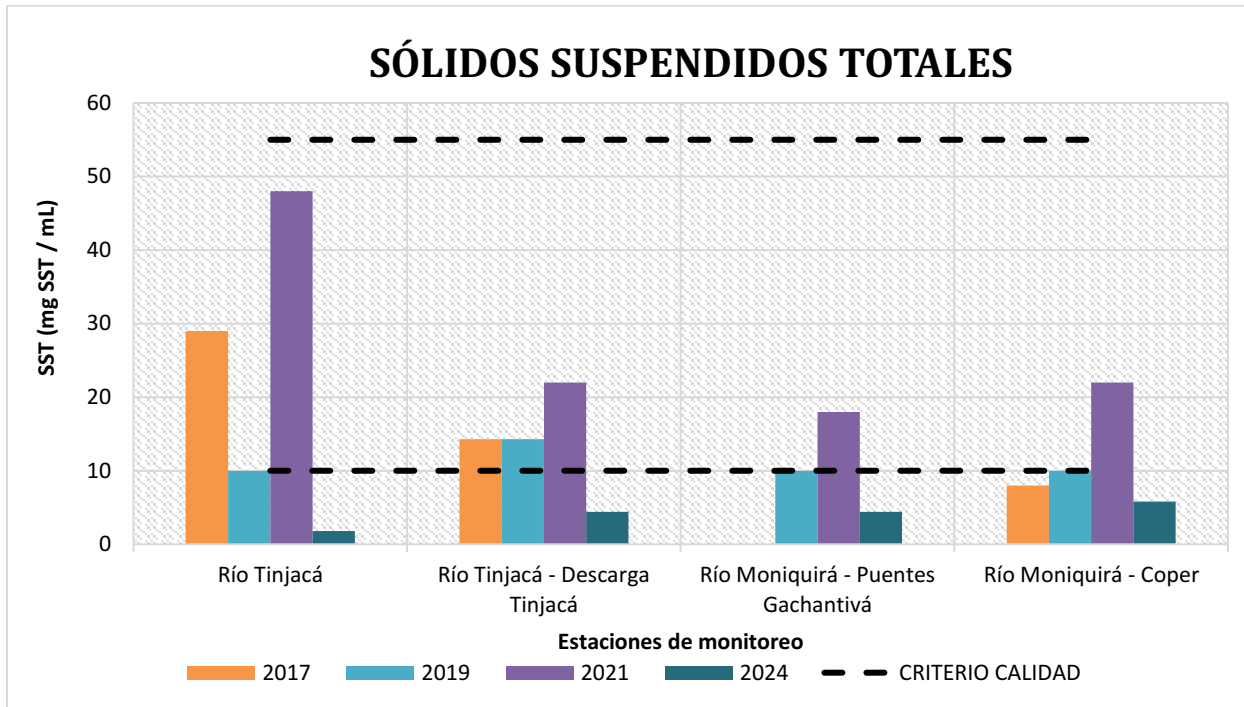
*Resultados de SST de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

SST (mg SST/L)	2017	2019	2021	2024	CRITERIO CALIDAD
Río Tinjacá	29	10	48	1,8	<b>10 – 55</b>
Río Tinjacá – Descarga Tinjacá	14,3	14,3	22	4,4	<b>10 – 55</b>
Río Moniquirá - Puentes Gachantivá	-	10	18	4,4	<b>10 – 55</b>
Río Moniquirá - Coper	8	10	22	5,8	<b>10 – 55</b>

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 26.**

*Comportamiento de SST en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1.*



*Fuente: Corpoboyacá.*

Como se puede observar en la ilustración anterior las estaciones de monitoreo del tramo uno estarían cumpliendo con el valor establecido bajo los criterios de calidad establecidos la resolución No. 1315 del 12 de agosto de 2020 que establece un rango de 10-55 mg/L SST para consumo humano, no obstante se presentan valores altos de sólidos suspendidos totales para este tipo de corriente hídrica, motivo por el cual es importante un tratamiento previo antes de que los vertimiento de origen antrópico e industrial sean descargados al cuerpo de agua.

#### 6.4.2. Tramo 1S

Desde la salida de la Represa Gachaneca en Samacá hasta la unión del Río Sáchica con el Río Sutamarchán en Moniquirá este tramo tiene como objetivo de calidad el uso agrícola. Los parámetros establecidos para cumplir con el objetivo de calidad para ese tramo son:

## Potencial de Hidrógeno

**Tabla 33.**

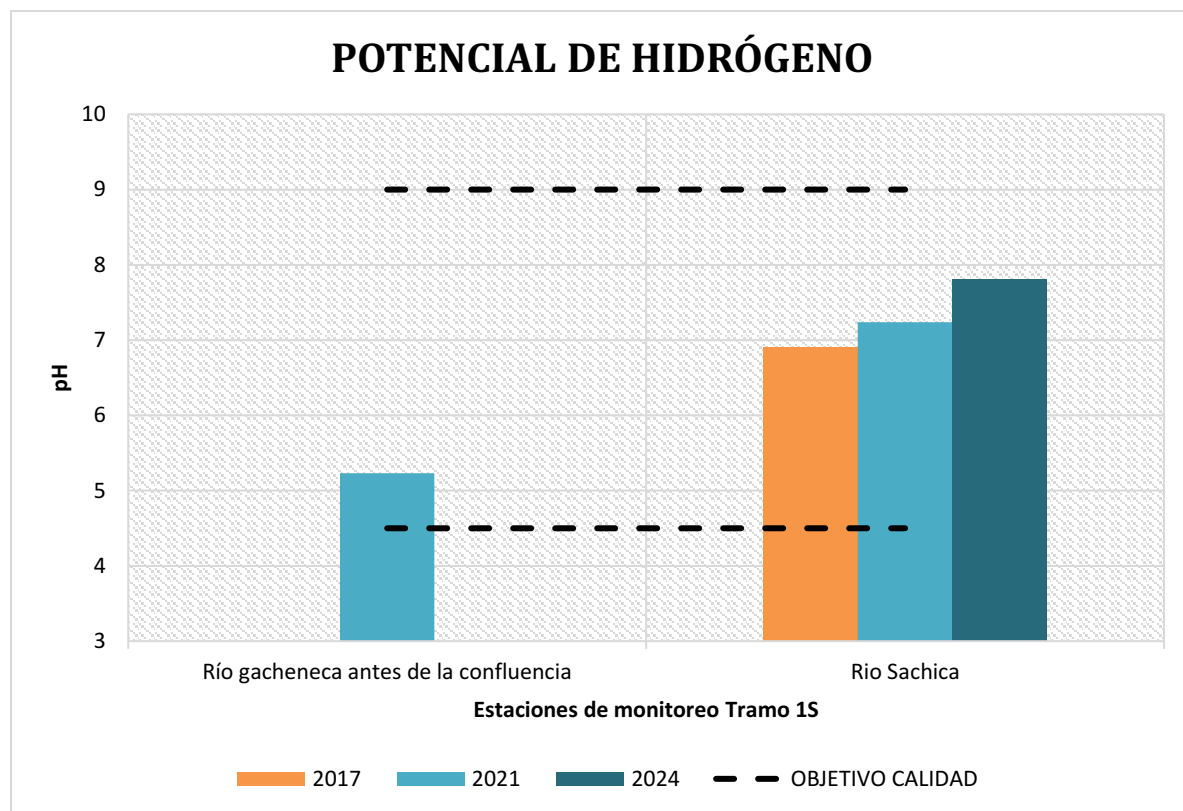
*Resultados de pH de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

pH (unidades de pH)	2017	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Gachaneca antes de la confluencia	-	5,23	-	4,5 a 9
Río Sáchica	6,9	7,24	7,81	4,5 a 9

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 27.**

*Comportamiento de pH en los diferentes monitoreos realizados del tramo 1S.*



*Fuente: Corpoboyacá*

Las estaciones de monitoreo del tramo 1S registran valores dentro del rango de pH permitido para cumplir con el objetivo de calidad, ya que, se encuentran en un rango que oscila entre valores de 5 - 9 de unidades de pH y el rango requerido para cumplir el objetivo de calidad es de 4,5 - 9 unidades de pH.

## Oxígeno Disuelto

**Tabla 34.**

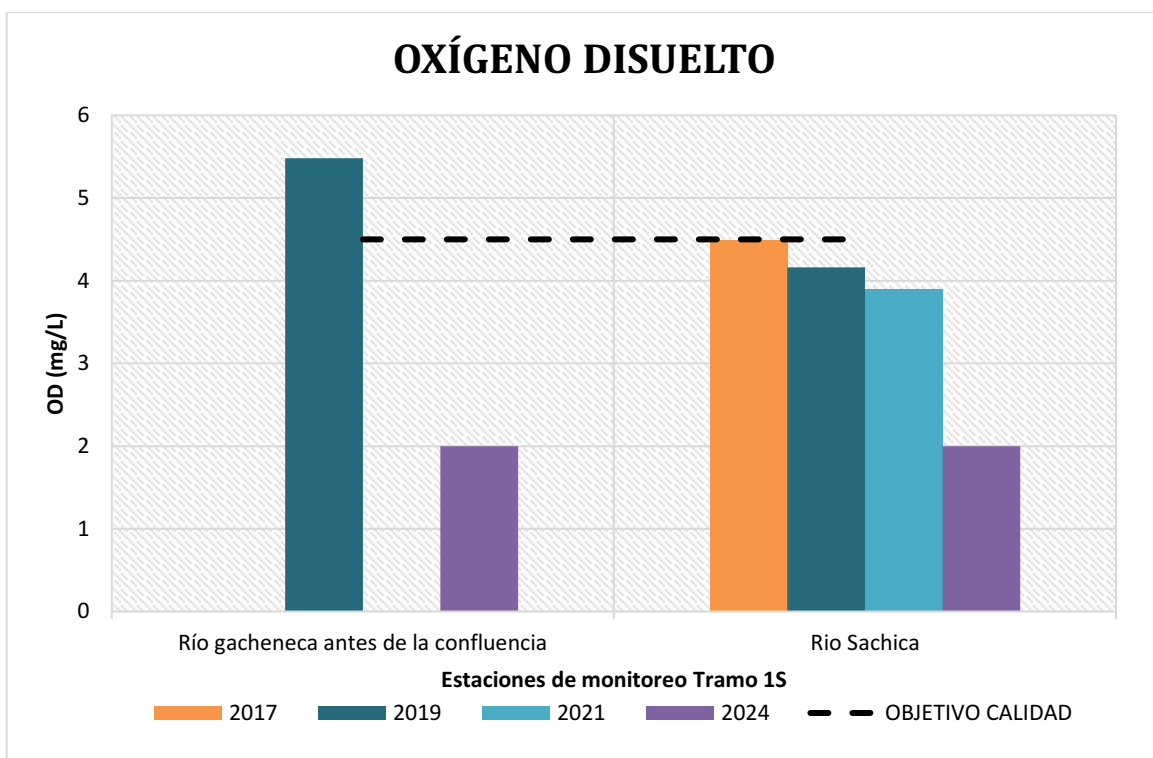
*Resultados de OD de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

Oxígeno Disuelto	2017	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Gachaneca antes de la confluencia	-	5,48	-	2	4,5
Río Sáchica	4.5	4,16	3,9	2	4,5

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 28.**

*Comportamiento Oxígeno Disuelto en los Diferentes Monitoreos Anuales del Tramo 1S.*



*Fuente: Corpoboyacá*

El oxígeno disuelto se encuentra dentro de un rango óptimo de oxigenación para uso agrícola, a excepción del punto de Vertimiento Villa de Leyva después del Río Leyva en el año 2021, su capacidad de reaireación es mínima llegando a condiciones anaerobias. Los niveles de oxígeno entre 1-2 mg/L pueden generar la pérdida (muerte) de peces. De igual manera afecta toda vida dentro del cuerpo de agua y altera el equilibrio ecológico.

## Nitritos

**Tabla 35.**

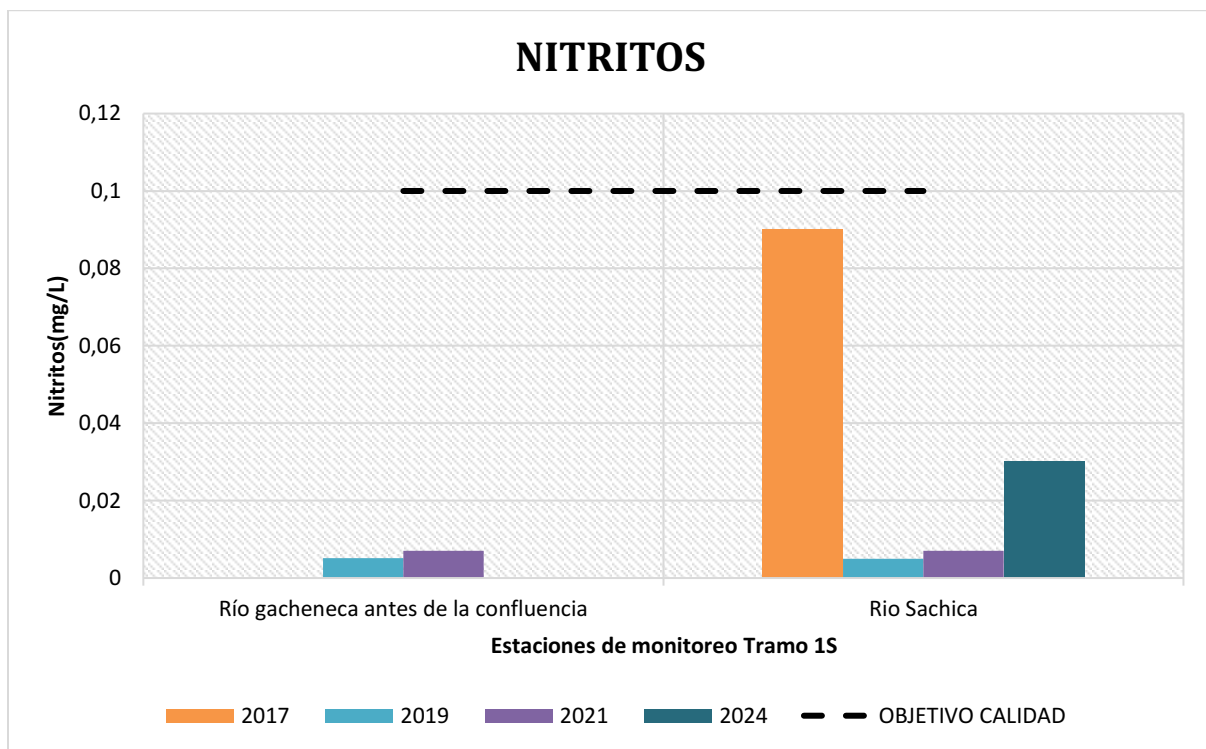
*Resultados de Nitritos de las campañas de monitoreos realizados de los años 2017-2024.*

Nitritos	2017	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Gachaneca antes de la confluencia	-	0.0051	0.007	-	0.1
Río Sáchica	0.09	0.005	0.007	0,03	0.1

**Fuente:** Corpoboyacá

**Figura 29.**

*Comportamiento de Nitritos en los diferentes monitoreos anuales del tramo 1S.*



**Fuente:** Corpoboyacá

La trazabilidad de los nitritos puede evidenciar una disminución de concentración del año 2017 al año 2021, cumpliendo con el objetivo de calidad en los cuatro años de las campañas de monitoreo realizados.

## Nitratos

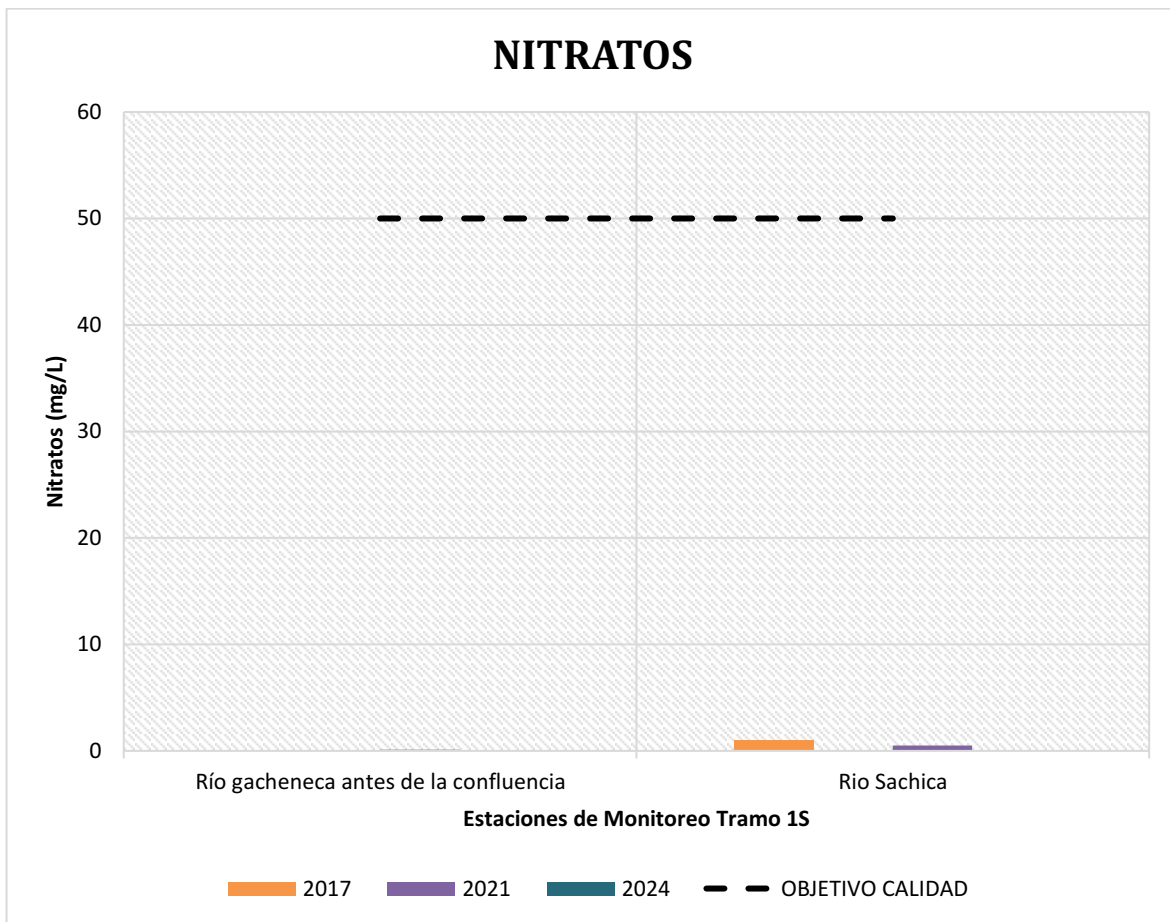


**Tabla 36.**  
*Resultado de Nitratos de las campañas de monitoreos realizados de los años 2017-2024.*

Nitratos	2017	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Gachaneca antes de la confluencia	-	0,1	-	50
Río Sáchica	0,96	0,5	0,045	50

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 30.**  
*Comportamiento de Nitratos en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1S.*



*Fuente: Corpoboyacá*

En términos de Nitratos el tramo 1S cumple con el objetivo de calidad que exige este parámetro que es de 5 mg/L y el río en este sector trae una concentración máxima de 0.96 mg/L. en el año 2017 y 0.5mg/L en el año 2021. Para el año 2024 no se monitoreo la estación denominada Río Gachaneca-Confluencia ya que en la época estacionaria (época seca) no se

presentaba flujo de caudal en esta zona. En general en las campañas de monitoreo registrados en los cuatro años se obtuvieron valores mínimos de este parámetro en el tramo 1S.

### Coliformes Termotolerantes

**Tabla 37.**

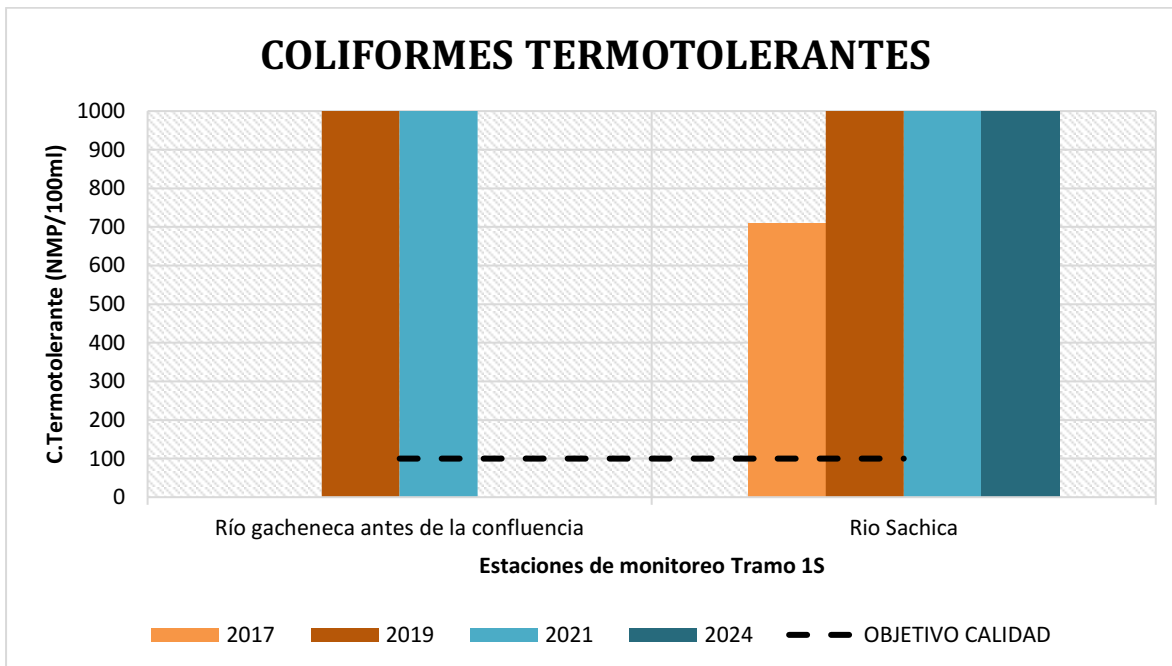
*Resultado de Coliformes Termotolerantes de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

Coliformes Termotolerantes	2017	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Gachaneca antes de la confluencia	-	7.950	1.112	-	100
Río Sáchica	710	7.800	91.000	120.000	100

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 31.**

*Comportamiento de Coliformes Termotolerantes en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1S.*



*Fuente: Corpoboyacá*

En términos de Coliformes Termotolerantes las estaciones de monitoreo del tramo 1S registran valores que superan considerablemente el valor máximo permitido que es de (100 NMP/ml). Las coliformes Termotolerantes son un subgrupo de los coliformes Totales el cual está

constituido principalmente por enterobacterias y bacterias *E-Coli*, este incremento refleja un nivel de contaminación fecal, por lo cual no sería apto este recurso hídrico para destinarlo como uso Agrícola.

### Demanda Bioquímica de Oxígeno

Determina la demanda bioquímica de oxígeno que tiene un agua, los datos reportados en el tramo 1 S son los siguientes:

**Tabla 38.**

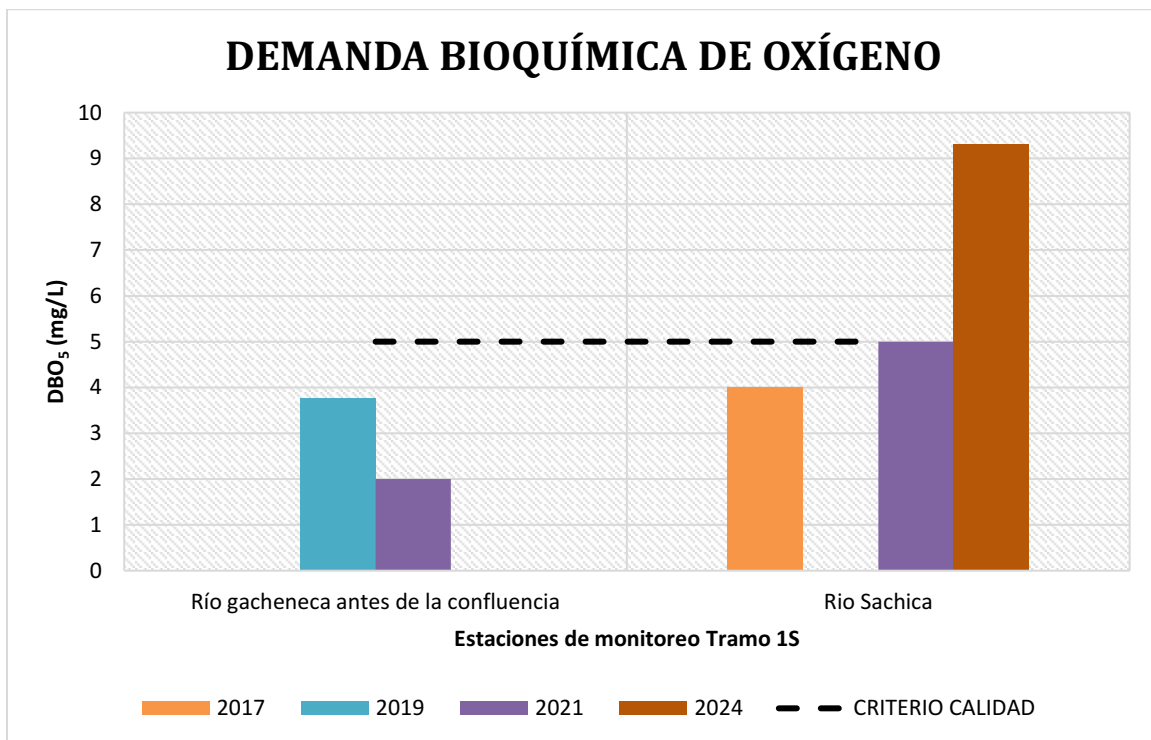
*Resultados de DBO<sub>5</sub> de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

DBO <sub>5</sub> (mg/L)	2017	2019	2021	2024	CRITERIO CALIDAD
Río Gachaneca antes de la confluencia	-	3,76	2	-	5
Río Sáchica	4	-	5	9,3	5

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 32.**

*Comportamiento de DBO<sub>5</sub> en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1.*



*Fuente: Corpoboyacá.*

La demanda Bioquímica de Oxígeno es un parámetro fundamental para establecer la calidad de la corriente hídrica ya que es un indicador contaminación orgánica del agua. En el año 2024 se presentan valores altos de Demanda Bioquímica de Oxígeno en la estación de monitoreo río Sáchica con un valor de 9,3 mg/l DBO5 que superan el valor máximo permitido en los criterios de calidad (5mg/L DBO) lo cual pueden provocar el agotamiento del oxígeno.

### Sólidos Suspendidos Totales

**Tabla 39.**

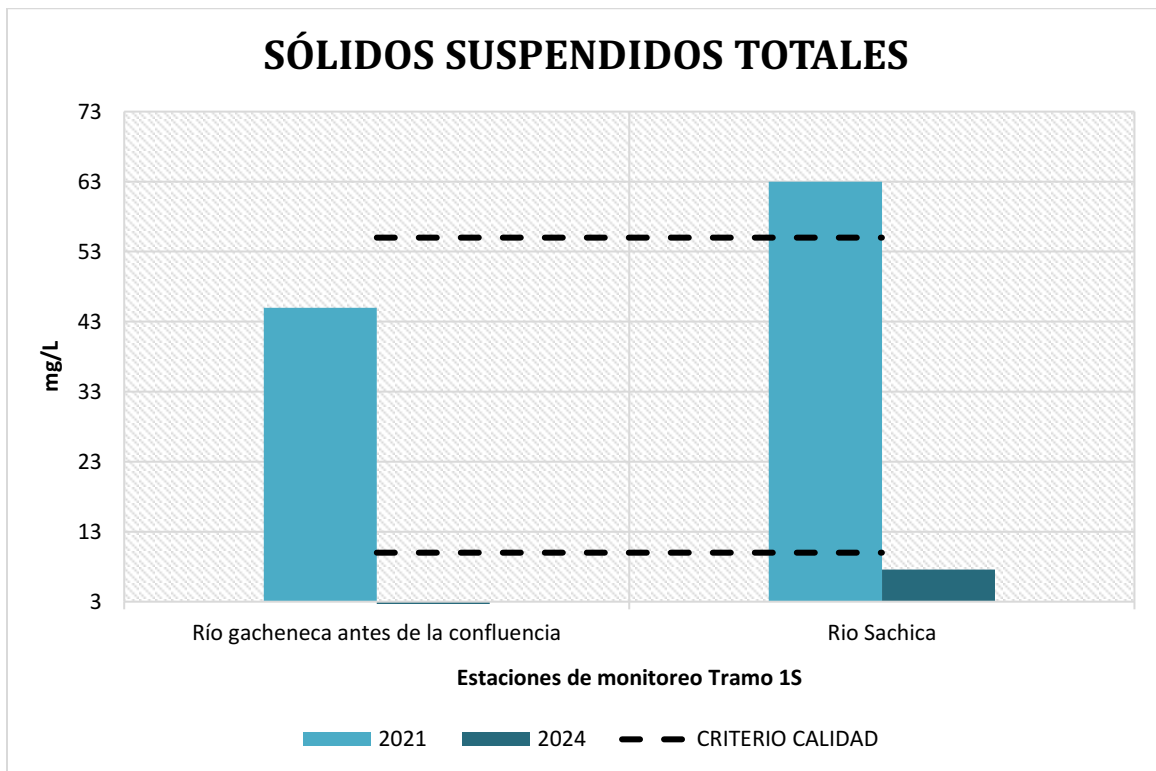
*Resultados de SST de las campañas de monitoreo realizados de los años 2021-2024.*

SST (mg/L)	2021	2024	CRITERIO CALIDAD
Río Gachaneca antes de la confluencia	45	-	10 – 55
Río Sáchica	63	7,6	10 – 55

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 33.**

*Comportamiento de SST en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 1S.*



*Fuente: Corpoboyacá.*

En el año 2024 no se realizó aforo ni campaña de monitoreo para la estación de monitoreo denominada Río Gachaneca antes de la confluencia debido a que se realizó la campaña de monitoreo en época seca, no obstante los resultados de monitoreo de la campaña de monitoreo desarrollada en el año 2021 reflejan una alta concentración de sólidos suspendidos totales en las dos estaciones de monitoreo del tramo 1S, lo cual pudo ser causado por la escorrentía generada en la época que se realizó el monitoreo (Época húmeda).

#### 6.4.3. Tramo 2

Desde el Sector el Guamo en Moniquirá hasta la unión del Río Moniquirá - Río Ubazá y Río Suárez entre los municipios de Moniquirá y San José de Pare que tiene como objetivo de calidad el Uso Recreativo con Contacto Primario.

La batería de parámetros requeridos para cumplir con el objetivo de calidad es establecida para la destinación del uso del agua como uso recreativo contacto primario son:

#### Potencial de Hidrógeno

#### Tabla 40.

*Resultados de pH de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

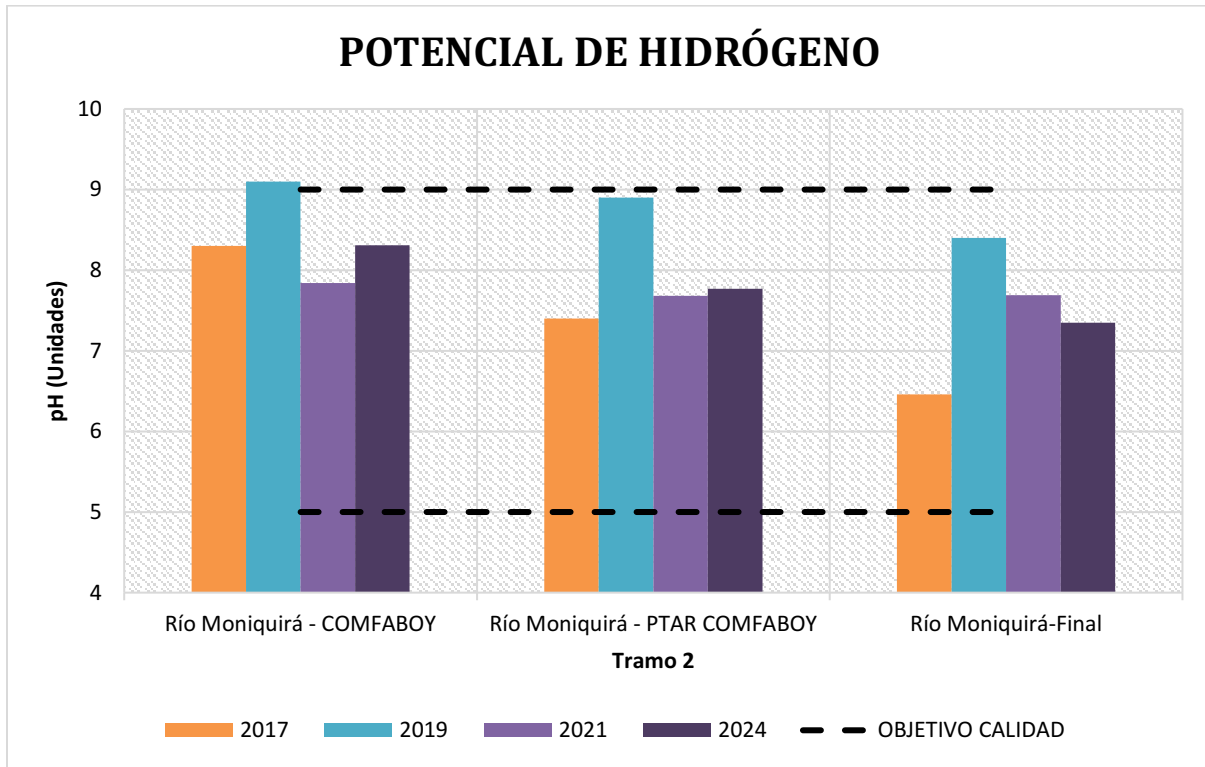
pH (unidades de pH)	2017	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD		
Río Moniquirá - COMFABOY	8,3	9,1	7,84	8,31	5	a	9
Río Moniquirá - PTAR COMFABOY	7,4	8,9	7,68	7,77	5	a	9
Río Moniquirá-Final	6,46	8,4	7,69	7,35	5	a	9

*Fuente: Corpoboyacá*



**Figura 34.**

*Comportamiento de pH en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2.*



*Fuente: Corpoboyacá.*

Las estaciones de monitoreo del tramo 2 registran valores que se encuentran en el rango de pH permitido para cumplir con el objetivo de calidad, ya que, se encuentran dentro del rango de neutralidad.

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

**Tabla 41.**

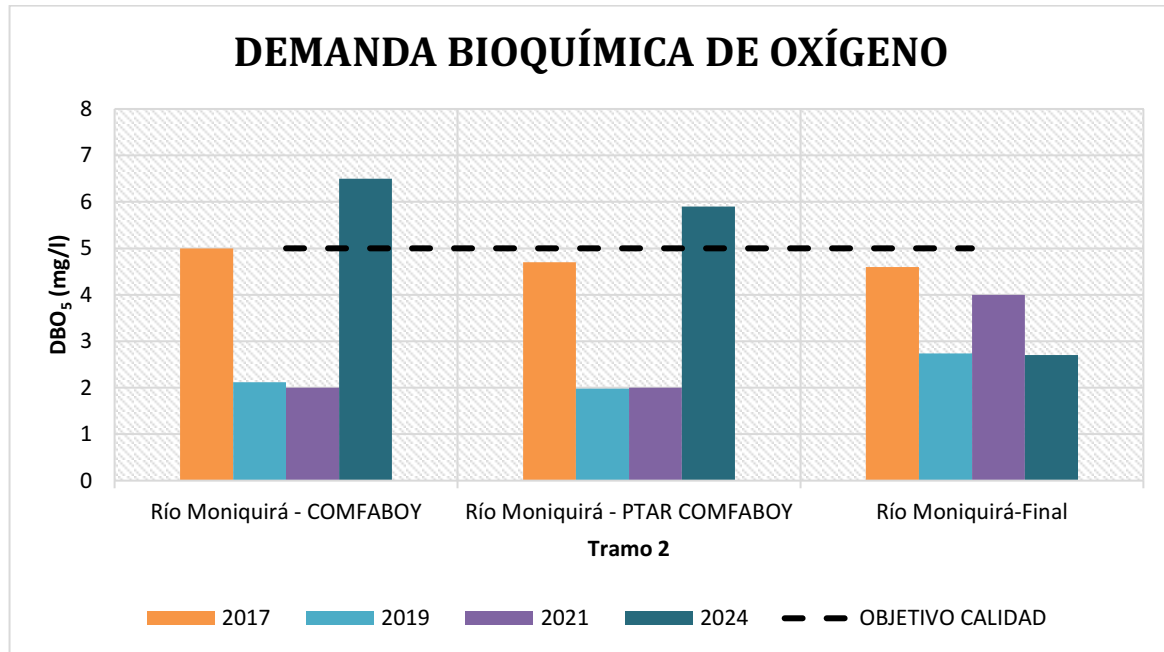
*Resultados de DBO<sub>5</sub> de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

DBO <sub>5</sub> (mg/L)	2017	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Moniquirá - COMFABOY	5	2,12	2	6,5	5
Río Moniquirá - PTAR COMFABOY	4,7	1,98	2	5,9	5
Río Moniquirá-Final	4,6	2,74	4	2,7	5

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 35.**

*Comportamiento de DBO<sub>5</sub> en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2.*



*Fuente: Corpoboyacá*

Los valores obtenidos en los diferentes monitoreos referentes al parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno se encuentran por debajo del valor límite permisible para el uso agrícola, exceptuando el valor reportado en la estación PTAR COMFABOY aguas abajo en el año 2019 donde se obtuvo un valor cercano a los 6 mg/L de DBO<sub>5</sub>.

### Oxígeno Disuelto

**Tabla 42.**

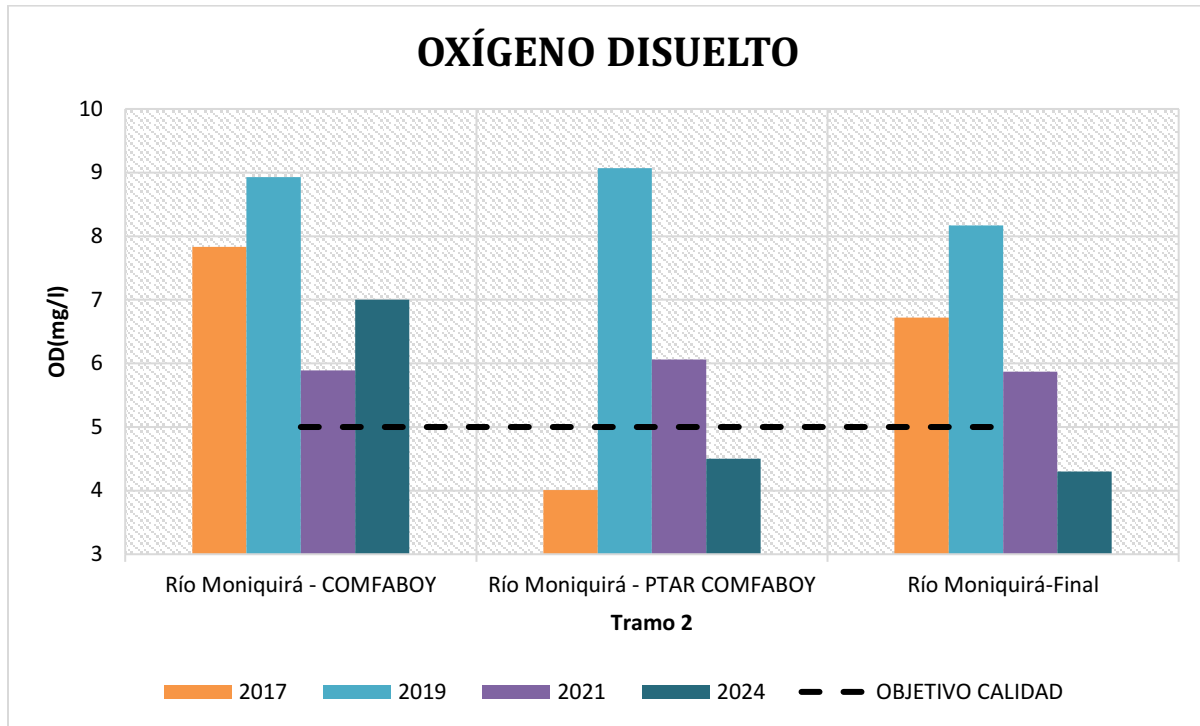
*Resultados de OD de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

OD (mg/L)	2017	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Moniquirá - COMFABOY	7,83	8,93	5,89	7	5
Río Moniquirá - PTAR COMFABOY	4,01	9,07	6,06	4,5	5
Río Moniquirá-Final	6,72	8,17	5,87	4,3	5

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 36.**

*Comportamiento de Oxígeno Disuelto en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2.*



*Fuente: Corpoboyacá*

Para el uso Recreativo con contacto primario es importante que el oxígeno disuelto en el agua tenga un valor superior a los 5 mg/L, ya que un valor menor a 3 mg/L es dañino para la mayor parte de especies acuáticas presentando hipoxia, y entre más alta sea la concentración, es más probable que el entorno sea más estable y sano.

Los valores por debajo del límite mínimo permisible se presentaron en la estación de monitoreo PTAR COMFABOY Aguas abajo y la estación final Río Moniquirá en el año 2017, y en el año 2024, esto puede ser causado al bajo caudal que tiene este tramo en esta época del año (Época seca) lo que no permite que se presente una autodepuración de la fuente hídrica.

## Nitratos

**Tabla 43.**

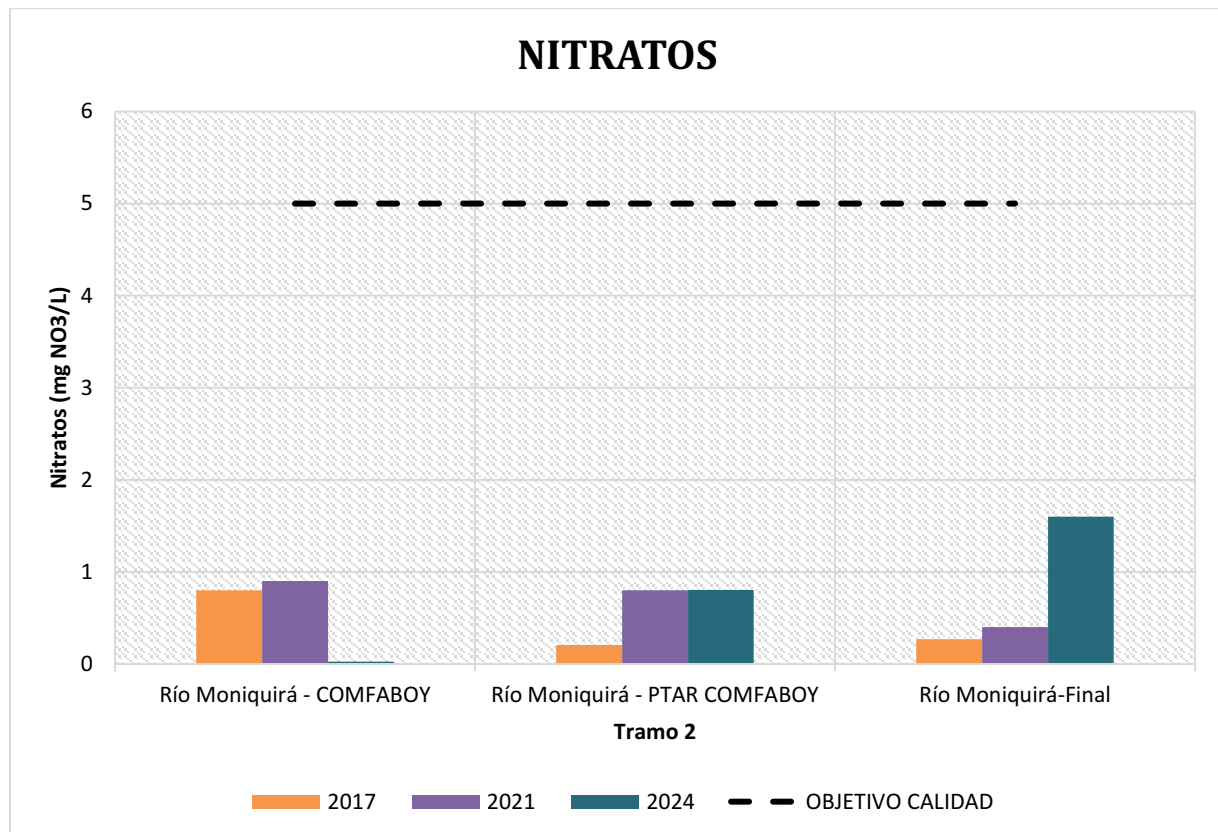
*Resultados de Nitratos de las campañas de monitoreo realizadas de los años 2017-2024.*

Nitratos	2017	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Moniquirá - COMFABOY	0,8	0,9	0,024	5
Río Moniquirá - PTAR COMFABOY	0,208	0,8	0,804	5
Río Moniquirá-Final	0,268	0,4	1,6	5

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 37.**

*Comportamiento de Nitratos en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2.*



*Fuente: Corpoboyacá*

Los nitratos se encuentran por debajo del límite permisible para el uso recreativo, los niveles de nitratos se encuentran en pequeñas concentraciones en las diferentes estaciones de monitoreo, en las dos campañas de monitoreo.

**Nitritos**

**Tabla 44.**

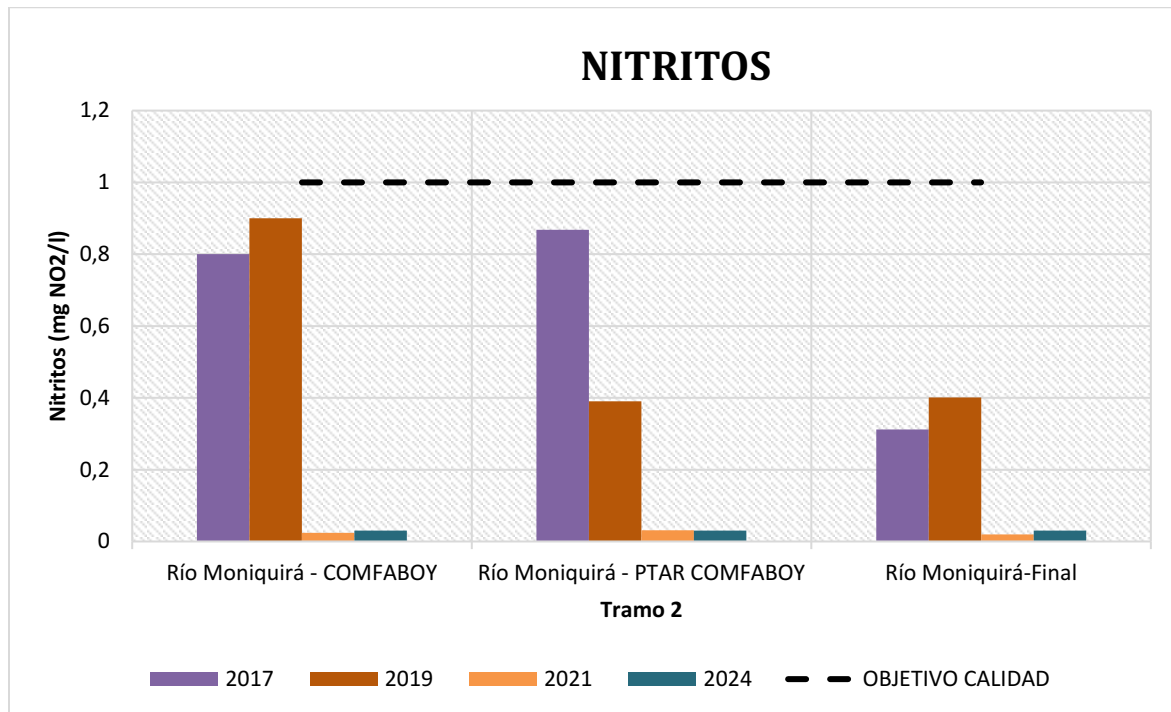
*Resultados de Nitritos de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

Nitritos	2017	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Moniquirá - COMFABOY	0,8	0,9	0,024	0,03	1
Río Moniquirá - PTAR COMFABOY	0,868	0,39	0,031	0,03	1
Río Moniquirá-Final	0,312	0,401	0,02	0,03	1

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 38.**

*Comportamiento de Nitritos en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2.*



*Fuente: Corpoboyacá*

Los nitritos son el producto intermedio del ciclo del N, el proceso de nitrificación son moléculas orgánicas con bases nitrogenadas que se producen debido a la oxidación del amoníaco. Los nitritos, en ninguna de las campañas de monitoreo exceden el límite permisible del objetivo de calidad para el uso recreativo con contacto primario.



## Coliformes Totales

**Tabla 45.**

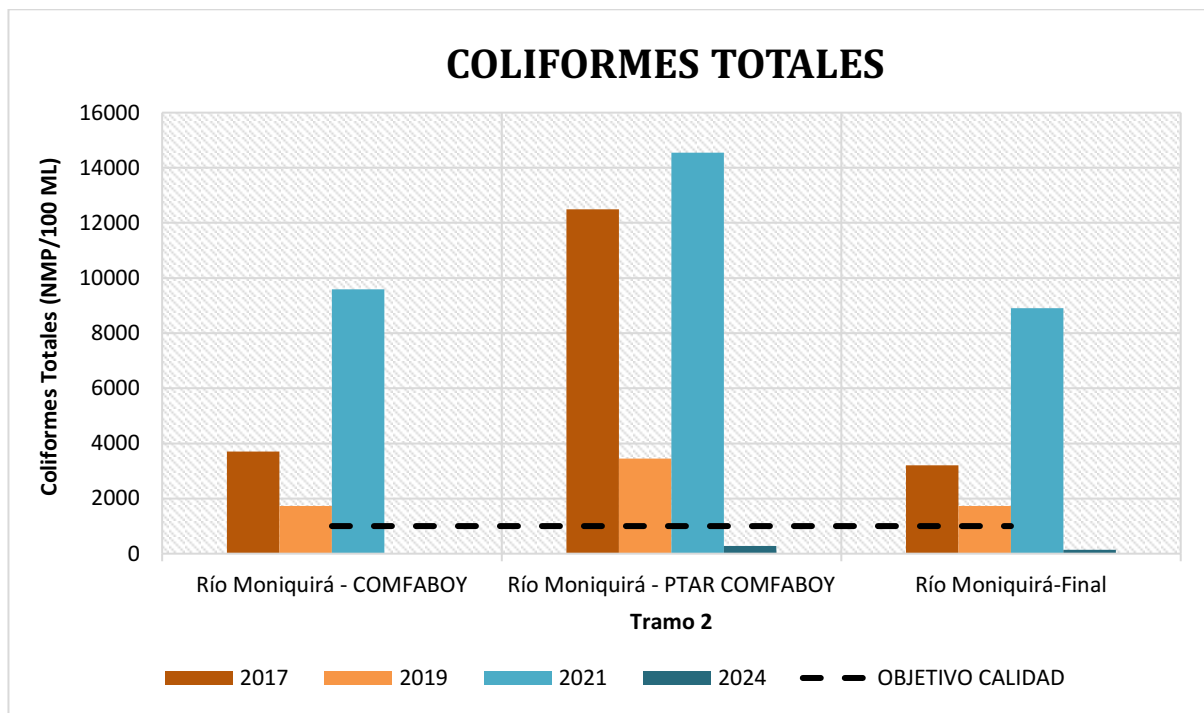
*Resultados de Nitritos de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

COLIFORMES TOTALES	2017	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Moniquirá - COMFABOY	3.700	1.733	9.590	24	1.000
Río Moniquirá - PTAR COMFABOY	12.490	3.448	14.550	280	1.000
Río Moniquirá-Final	3.200	1.733	8.900	140	1.000

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 39.**

*Comportamiento de Coliformes Totales en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2.*



*Fuente: Corpoboyacá*

Los resultados de laboratorio medidos en los años 2017, 2019 y 2021 están superando el valor máximo permitido para poder destinar el agua con uso recreativo, ya que, con el nivel de contaminación bacteriano se puede causar un impacto negativo en el ambiente y problemas en la salud pública en caso de tener contacto primario con el agua, por lo cual se recomienda que se realice un sistema de tratamiento previo al agua residual antes de los vertimientos. En el año

2024 los valores de coliformes totales bajaron considerablemente cumpliendo con el valor establecido para el objetivo de calidad esto debido al impacto directo que tiene el incremento de la radiación solar en el incremento de la tasa de muerte de estos patógenos.

### Coliformes Termotolerantes

**Tabla 46.**

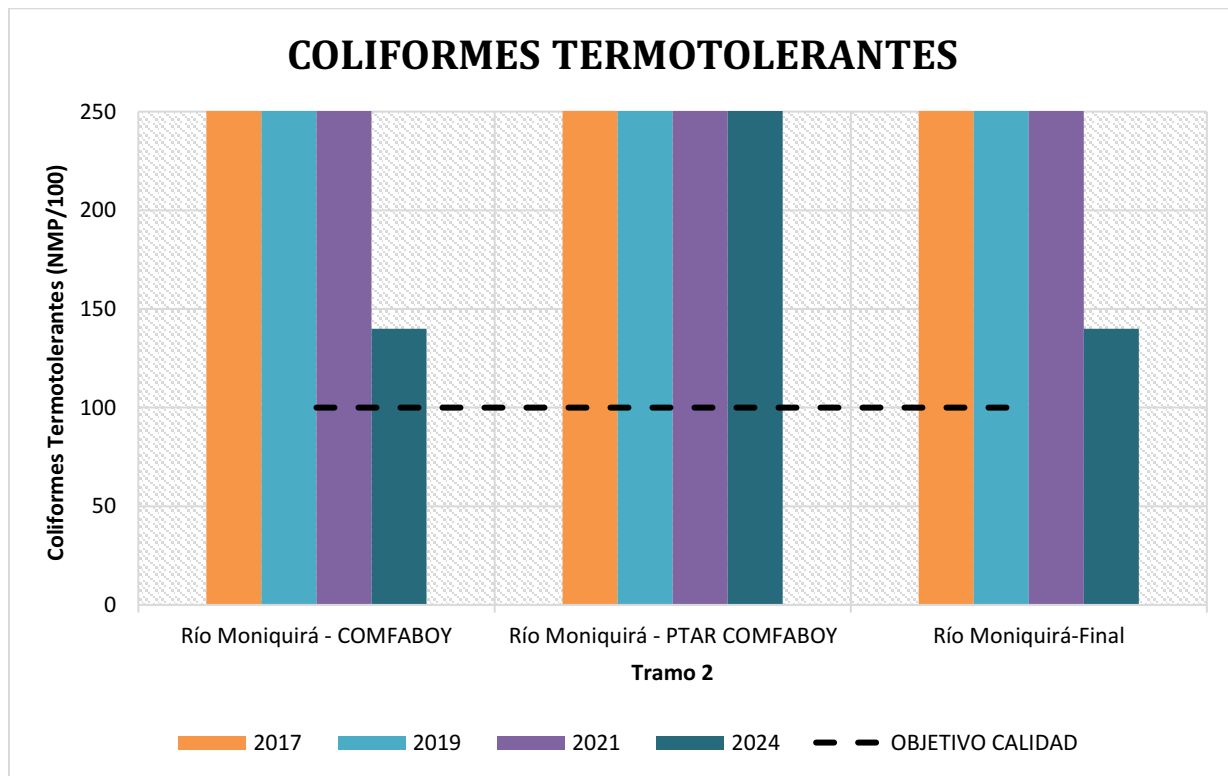
*Resultados de Coliformes Termotolerantes de las campañas de monitoreo realizados de los Años 2017-2024.*

<b>COLIFORMES TERMOTOLERANTES</b>	<b>2017</b>	<b>2019</b>	<b>2021</b>	<b>2024</b>	<b>OBJETIVO CALIDAD</b>
Río Moniquirá - COMFABOY	880	1.733	663	140	100
Río Moniquirá - PTAR COMFABOY	58.300	3.448	8.600	280	100
Río Moniquirá-Final	830	1.733	6.240	140	100

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 40.**

*Comportamiento de Coliformes Termotolerantes en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2.*



*Fuente: Corpoboyacá*

En términos de coliformes Termotolerantes las estaciones de monitoreo del tramo 2 registran valores que superan considerablemente el valor máximo permitido que es de (100 NMP/ml). Las coliformes Termotolerantes son un subgrupo de los coliformes Totales el cual está constituido principalmente por enterobacterias y bacterias *E-Coli*, este incremento refleja un nivel de contaminación fecal, por lo cual no sería apto este recurso hídrico para destinarlo como uso Recreativo de contacto primario. No obstante, en el año 2024 se repite el comportamiento de coliformes totales debido al incremento de temperatura y radiación solar que se da en esta época estacional del año (época seca).

### Sólidos suspendidos totales

**Tabla 47.**

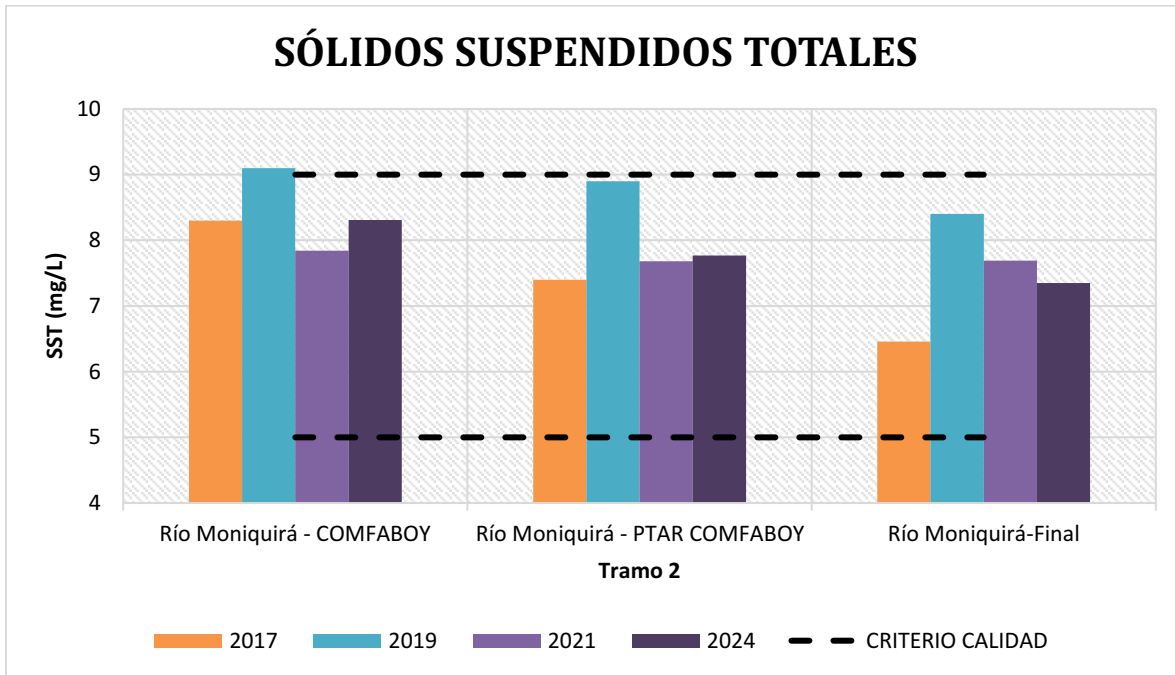
*Resultados de SST de las campañas de monitoreo realizados de los Años 2017-2024.*

SST	2017	2019	2021	2024	CRITERIO CALIDAD
Río Moniquirá - COMFABOY	6	10	22	1,2	10 – 55
Río Moniquirá - PTAR COMFABOY	26	10	31	1	10 – 55
Río Moniquirá-Final	8	10	46	14,2	10 – 55

***Fuente: Corpoboyacá***

**Figura 41.**

*Comportamiento de SST en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2.*



*Fuente: Corpoboyacá*

Como se pudo observar en la ilustración anterior se puede observar que en el año 2021 se presentaron los valores más altos de sólidos suspendidos totales en las tres estaciones de monitoreo correspondientes al tramo 2 esto puede ser causado a que en el tiempo que se realizó la campaña de monitoreo correspondía a época húmeda y debido al incremento de las precipitaciones, por escorrentía hay arrastre de material lo que aumenta los sólidos suspendidos en las fuentes hídricas.

#### **6.4.4. Tramo 2S**

Desde la desembocadura de la Quebrada El Roble en el Río Pomeca entre los municipios de Cómbita y Arcabuco hasta la desembocadura del Río Ubazá en el Río Suárez entre los municipios de Moniquirá y San José de Pare. Los parámetros que cumplen con el valor establecido para la destinación del uso del agua como Agrícola son:

## Potencial de Hidrógeno

**Tabla 48.**

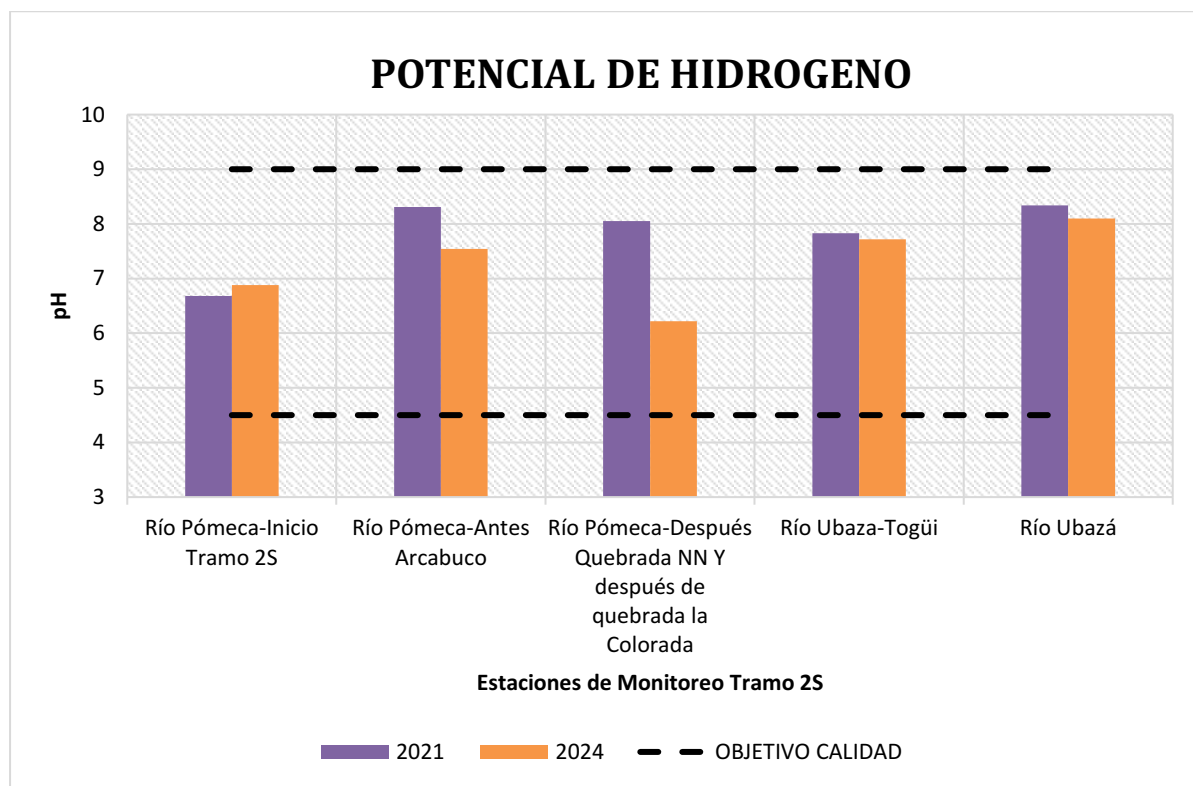
*Resultados de pH de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

pH (unidades de pH)	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD		
Río Pomeca-Inicio Tramo 2S	6,68	6,88	4,5	a	9
Río Pomeca-Antes Arcabuco	8,31	7,54	4,5	a	9
Río Pomeca-Después Quebrada NN Y después de quebrada la Colorada	8,05	6,22	4,5	a	9
Río Ubazá-Togüí	7,83	7,72	4,5	a	9
Río Ubazá	8,34	8,1	4,5	a	9

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 42.**

*Comportamiento del pH en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2S.*



*Fuente: Corpoboyacá*

Los valores registrados en las campañas de monitoreo realizados cumplen con los límites permisibles para pH para el uso agrícola.



## Oxígeno Disuelto

**Tabla 49.**

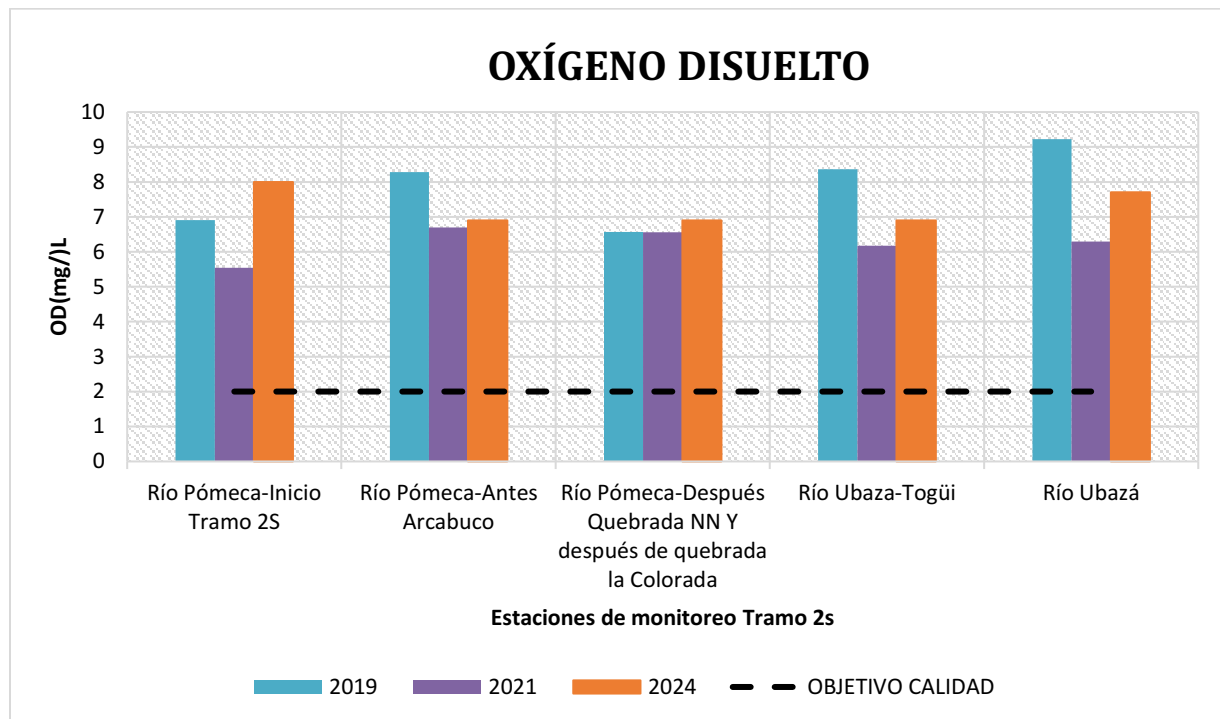
*Resultados de OD de monitoreos realizados de los años 2017-2024.*

OXIGENO DISUELTO (mg/L)	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Pomeca-Inicio Tramo 2S	6,91	5,541	8	2
Río Pomeca-Antes Arcabuco	8,28	6,7	6,9	2
Río Pomeca-Después Quebrada NN Y después de quebrada la Colorada	6,57	6,56	6,9	2
Río Ubazá-Togüí	8,36	6,17	6,9	2
Río Ubazá	9,22	6,29	7,7	2

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 43.**

*Comportamiento Oxígeno Disuelto en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2S.*



*Fuente: Corpoboyacá*

El límite mínimo permisible para el uso agrícola respecto al parámetro de Oxígeno disuelto es de 2 mg/L O<sup>2</sup>, las estaciones de monitoreo medidas en estos cuatro años correspondientes al tramo 2S, cumplen con el objetivo de calidad.

## Coliformes Totales

**Tabla 50.**

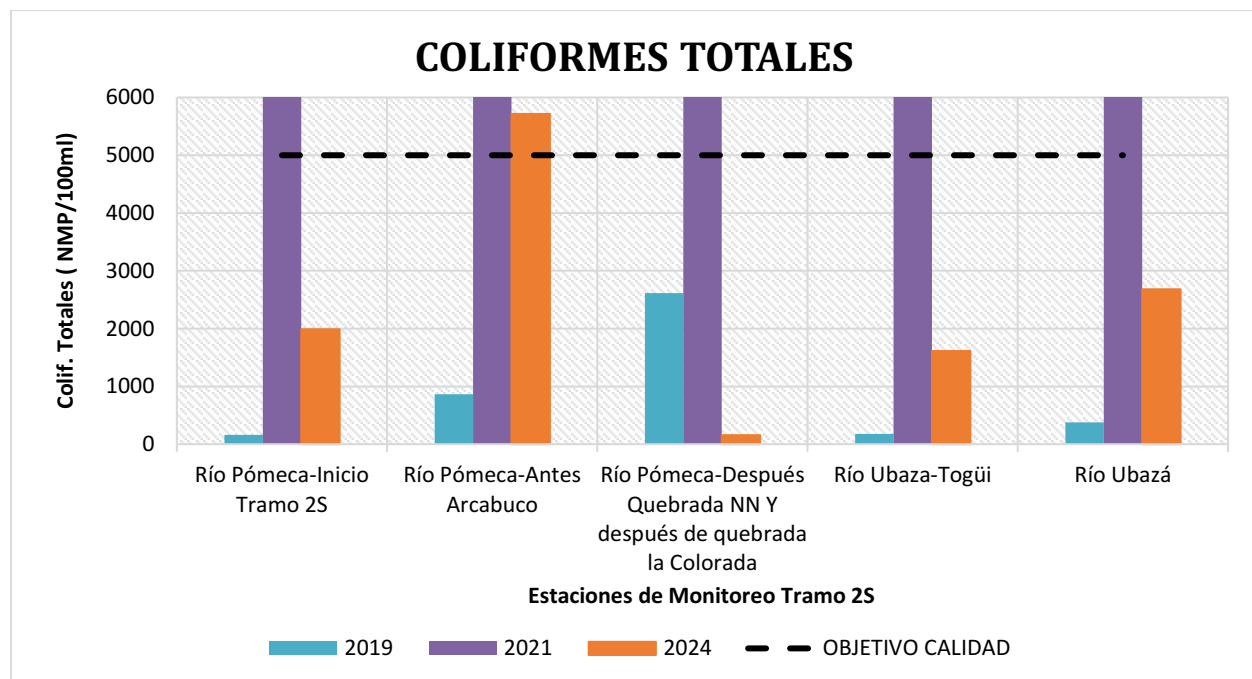
*Resultado de Coliformes Totales de las campañas de monitoreos realizados de los años 2017-2024.*

COLIFORMES TOTALES	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Pomeca-Inicio Tramo 2S	161	13.900	1.986,3	5.000
Río Pomeca-Antes Arcabuco	866	83.600	5.717	5.000
Río Pomeca-Después Quebrada NN Y después de quebrada la Colorada	2.613	112.600	155	5.000
Río Ubazá-Togiú	179	98.700	1.610	5.000
Río Ubazá	379	12.110	2.682	5.000

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 44.**

*Comportamiento de Coliformes Totales en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2S.*



*Fuente: Corpoboyacá*

En términos de coliformes totales en el año 2021 se excede el valor máximo permitido para cumplir con el objetivo de calidad. Un incremento notable en este tramo demostrando que se puede generar un riesgo para la biota acuática y para las personas en el caso de que consuman algún alimento que haya sido regado con el agua de esta fuente hídrica.

**Nitritos**

**Tabla 51.**

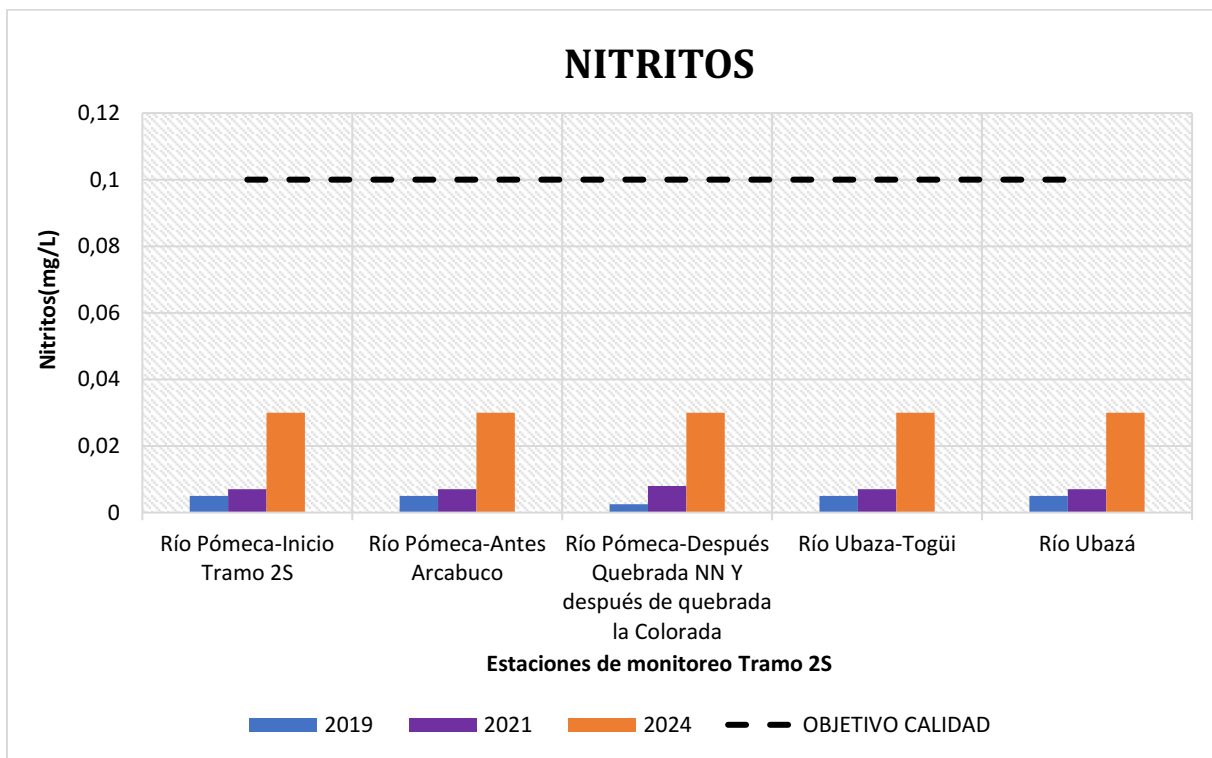
*Resultados de Nitritos de las Campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

NITRITOS	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Pomeca-Inicio Tramo 2S	0,005	0,007	0,03	0,1
Río Pomeca-Antes Arcabuco	0,005	0,007	0,03	0,1
Río Pomeca-Después Quebrada NN Y después de quebrada la Colorada	0,0025	0,008	0,03	0,1
Río Ubazá-Togüí	0,005	0,007	0,03	0,1
Río Ubazá	0,005	0,007	0,03	0,1

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 45.**

*Comportamiento de Nitritos en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2S.*



*Fuente: Corpoboyacá*

En términos de nitritos en los cuatros años de caracterizaciones de monitoreo realizadas se obtuvieron valores inferiores de nitritos al valor establecido para cumplir con el objetivo de calidad (0,1 mg N/L).

## Nitratos

**Tabla 52.**

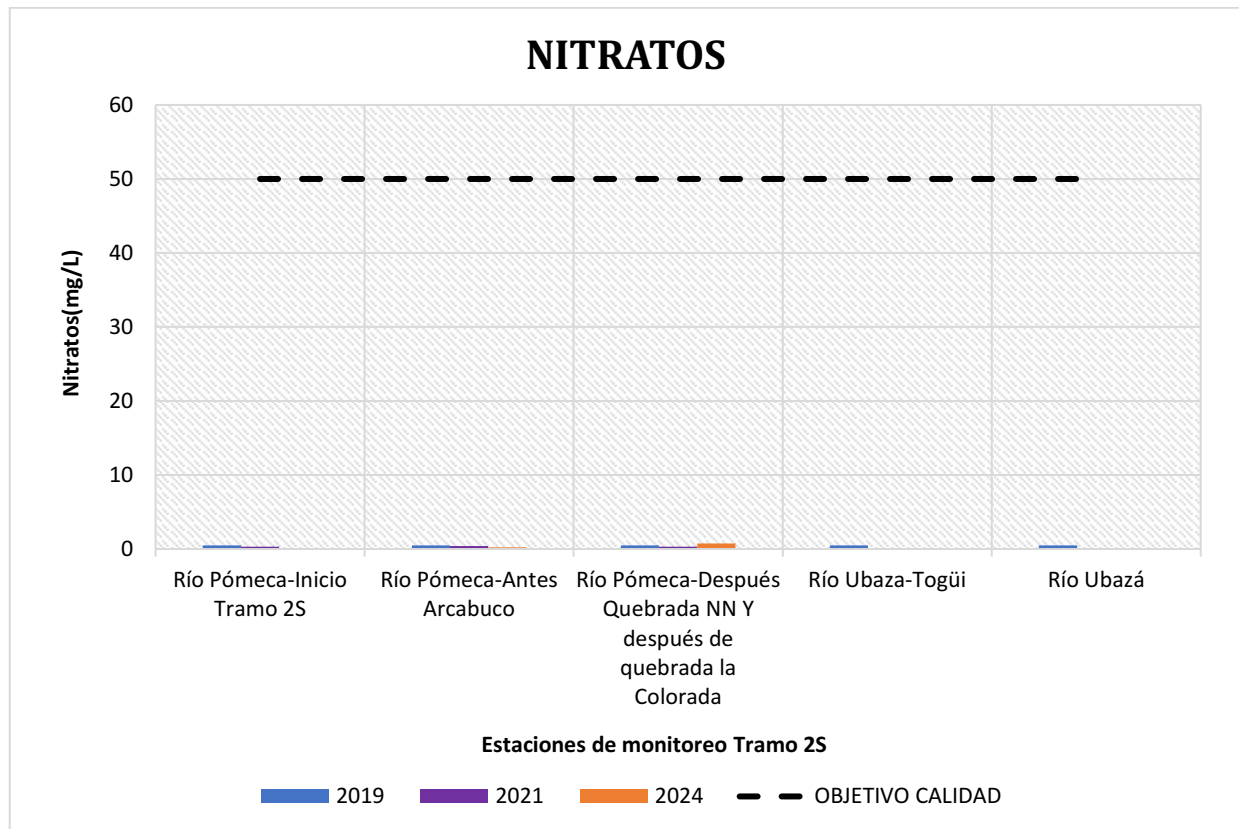
*Resultados de Nitritos de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

NITRATOS	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Pomeca-Inicio Tramo 2S	0,5	0,3	0,089	50
Río Pomeca-Antes Arcabuco	0,5	0,4	0,22	50
Río Pomeca-Después Quebrada NN Y después de quebrada la Colorada	0,5	0,3	0,771	50
Río Ubazá-Togüí	0,5	0,1	0,107	50
Río Ubazá	0,5	0,1	0,055	50

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 46.**

*Comportamiento de Nitratos en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2S.*



*Fuente: Corpoboyacá*

Los valores de nitratos registrados en el tramo 2S fueron valores mínimos, cumpliendo con el valor máximo permisible para el objetivo de calidad.

**Coliformes Termotolerantes**

**Tabla 53.**

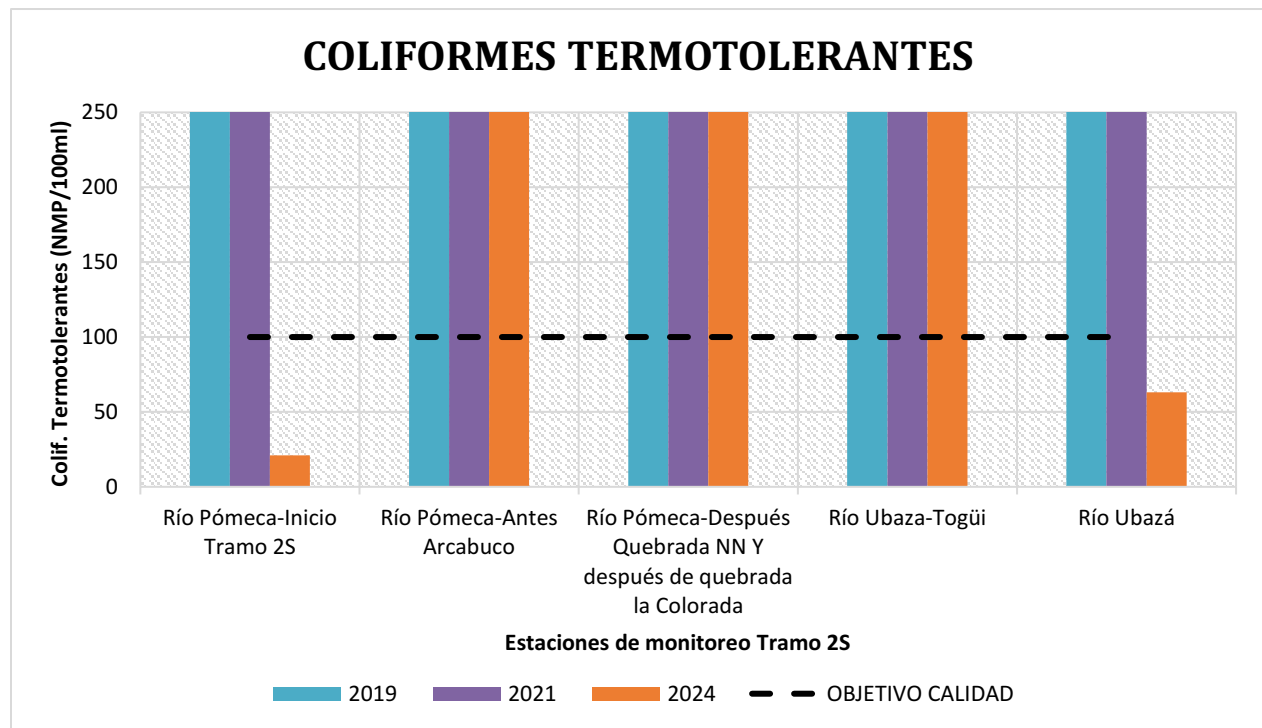
*Resultados Coliformes Termotolerantes de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

Coliformes Termotolerantes	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Pomeca-Inicio Tramo 2S	1.300	985	21	100
Río Pomeca-Antes Arcabuco	2.420	744	2.100	100
Río Pomeca-Después Quebrada NN Y después de quebrada la Colorada	3.076	1.420	260	100
Río Ubazá-Togüí	2.755	727	540	100
Río Ubazá	2.481	561	63	100

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 47.**

*Comportamiento de Coliformes Termotolerantes en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2S.*



*Fuente: Corpoboyacá*

Los coliformes termotolerantes evidencian un aumento significativo en el monitoreo realizados sobre todo en los años 2019 y 2021, en el año 2024 el decaimiento de estos patógenos es considerable, no obstante, es importante verificar los afluentes o vertimientos que llegan a



dicha estación para realizar un tratamiento de aguas, el aumento de Coliformes hace que el uso agrícola se vea comprometido.

### Demanda Bioquímica de Oxígeno

**Tabla 54.**

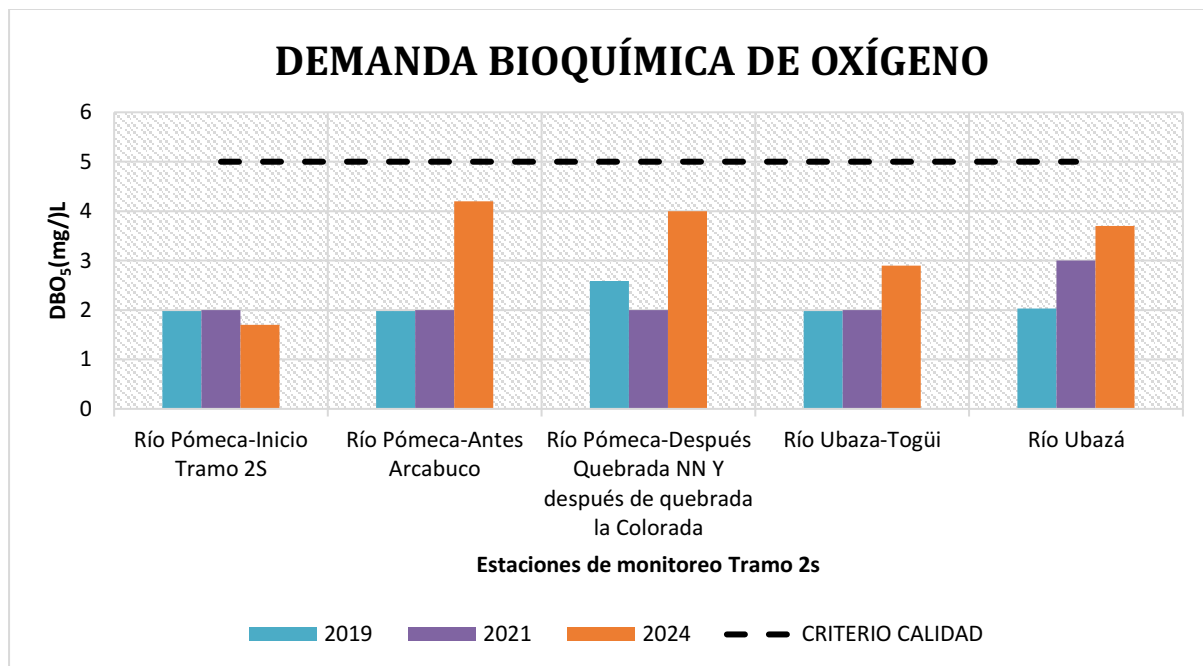
*Resultados DBO<sub>5</sub> de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

DBO <sub>5</sub>	2019	2021	2024	CRITERIO CALIDAD
Río Pomeca-Inicio Tramo 2S	<1,98	2	1,7	5
Río Pomeca-Antes Arcabuco	<1,98	2	4,2	5
Río Pomeca-Después Quebrada NN Y después de quebrada la Colorada	2,59	2	4	5
Río Ubazá-Togüí	<1,98	<2	2,9	5
Río Ubazá	2,03	3	3,7	5

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 48.**

*Comportamiento de DBO<sub>5</sub> en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2S.*



*Fuente: Corpoboyacá*

Las estaciones de monitoreo que se encuentran en el tramo 2S tienen valores inferiores al permitido para cumplir con el objetivo de calidad de este tramo esto puede ser causado a las

características morfológicas de la corriente del Río Pomeca y del aumento de caudal del Río Ubazá lo que permite que la fuente hídrica tenga un factor alto de autodepuración, no obstante para preservar la buena calidad de la fuente hídrica es necesario que se realice un tratamiento previo antes de la descarga de los diferentes vertimientos sobre el cuerpo de agua.

### Sólidos suspendidos Totales

**Tabla 55.**

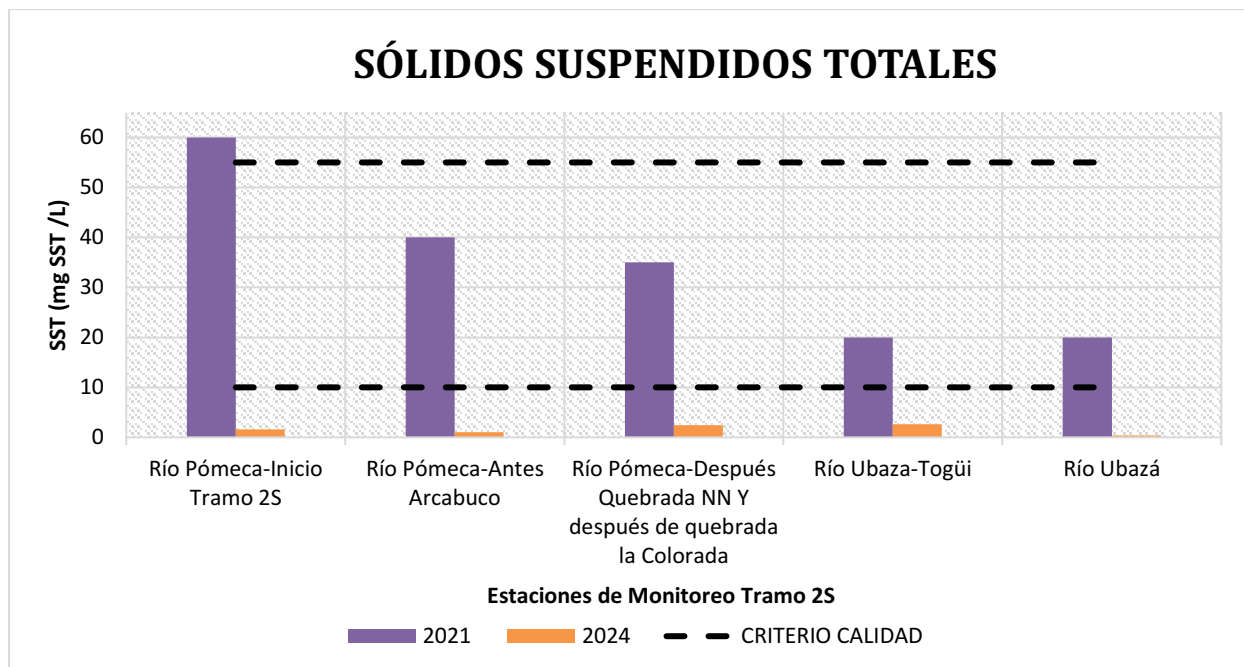
*Resultados SST de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

SST	2021	2024	CRITERIO CALIDAD
Río Pomeca-Inicio Tramo 2S	60	1,6	10 – 55
Río Pomeca-Antes Arcabuco	40	1	10 – 55
Río Pomeca-Después Quebrada NN Y después de quebrada la Colorada	35	2,4	10 – 55
Río Ubazá-Togüí	20	2,6	10 – 55
Río Ubazá	20	0,4	10 – 55

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 49.**

*Comportamiento de SST en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 2S.*



*Fuente: Corpoboyacá*

Con respecto a los resultados obtenidos en las estaciones de monitoreo del tramo 2 s referentes al parámetro de Sólidos suspendidos totales se puede evidenciar que la estación de monitoreo Río Pomeca inicio tramo 2S supera el valor máximo permitido en la resolución 3382 del 01 de octubre de 2015 establecido como criterio de calidad para cumplir con el uso destinado (Uso agrícola).

#### 6.4.5. Tramo 3

Desde la unión del Río Moniquirá - Río Ubazá y Río Suárez en los municipios de Moniquirá y San José de Pare hasta la unión del Río Suárez con el río Lenguaruco en el municipio de Santana, que tiene como objetivo de calidad el uso agrícola. Los parámetros que cumplen con el valor establecido para la destinación del uso del agua como Agrícola son:

#### Potencial de Hidrógeno

**Tabla 56.**

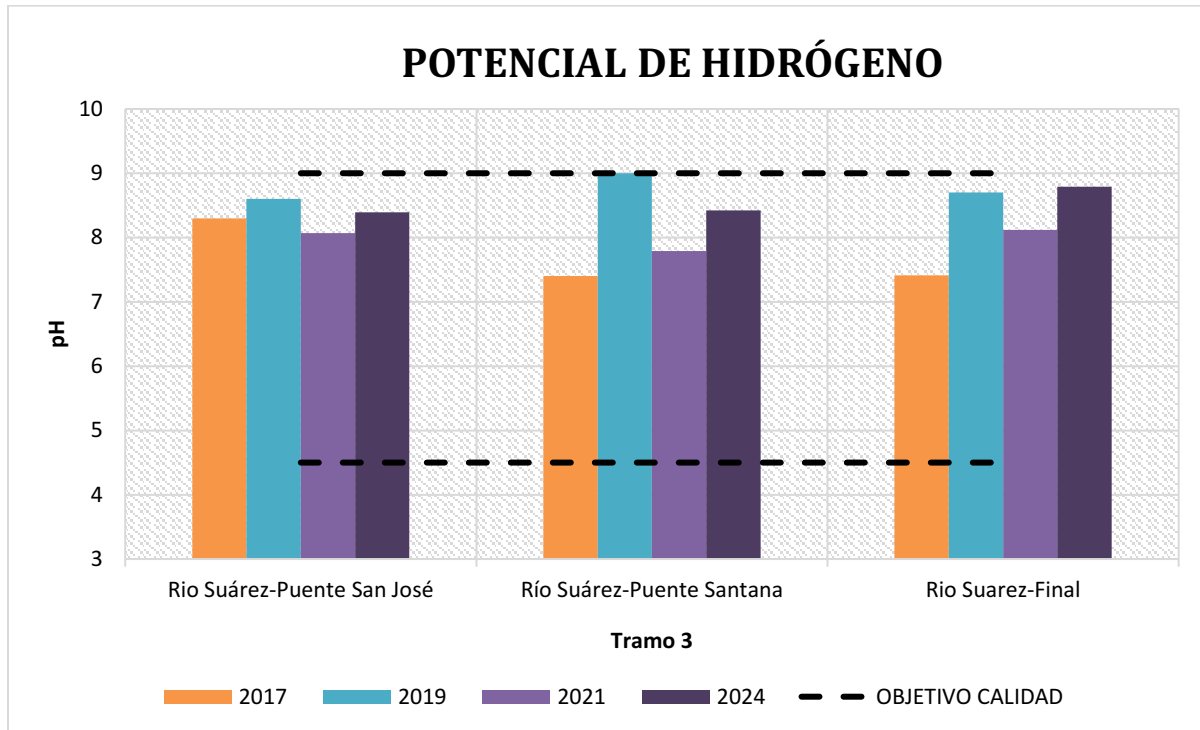
*Resultados de pH de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

pH (unidades de pH)	2017	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD		
Río Suárez-Puente San José	8,3	8,6	8,07	8,39	4,5	a	9
Río Suárez-Puente Santana	7,4	9	7,79	8,42	4,5	a	9
Río Suarez-Final	7,41	8,7	8,12	8,79	4,5	a	9

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 50.**

*Comportamiento de pH en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 3.*



*Fuente: Corpoboyacá*

El potencial de hidrógeno en las cuatro campañas de monitoreo se encuentra dentro el rango permisible de neutralidad para el uso agrícola, sin embargo, en el año 2019 en la estación Pte. vial principal Santana llega a un rango de pH Alcalino. (9 unidades).

### Oxígeno Disuelto

**Tabla 57.**

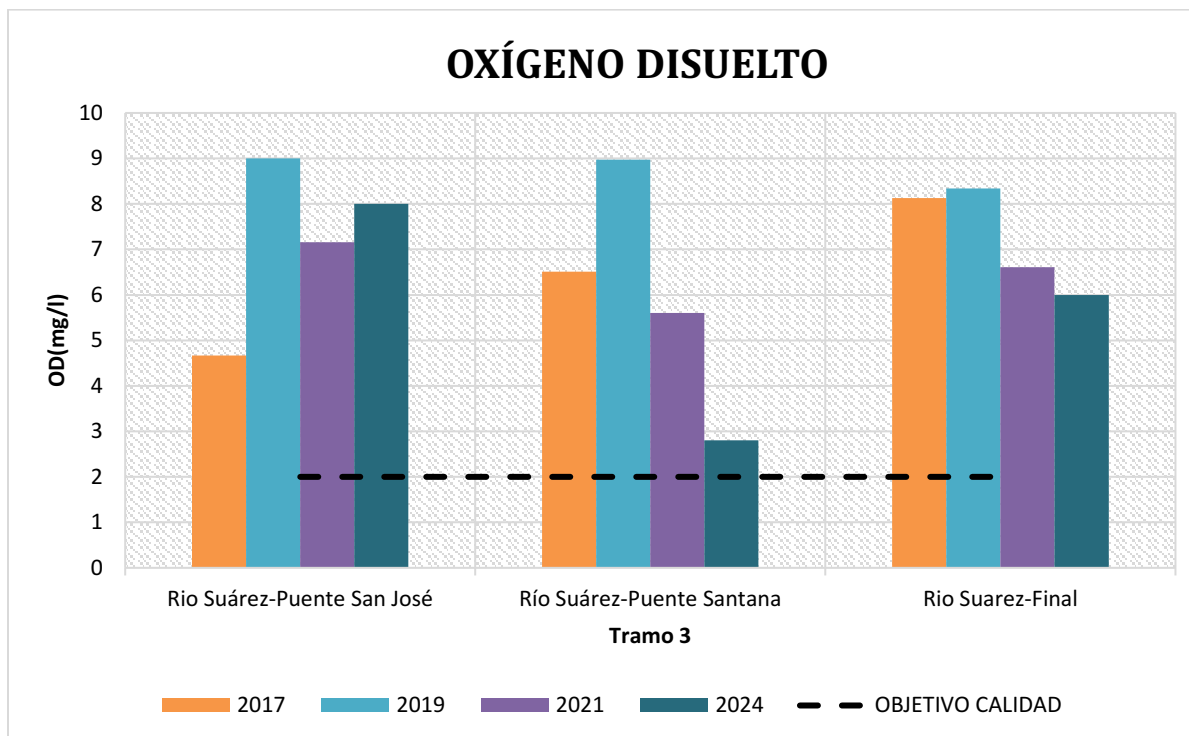
*Resultados de OD de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

OXÍGENO DISUELTO (mg/L)	2017	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Rio Suárez-Puente San José	4,67	9	7,16	8	2
Río Suárez-Puente Santana	6,51	8,97	5,6	2,8	2
Rio Suarez-Final	8,13	8,34	6,61	6	2

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 51.**

*Comportamiento de Oxígeno Disuelto en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 3.*



*Fuente: Corpoboyacá*

El oxígeno disuelto se encuentra por encima del límite mínimo del objetivo de calidad para el usoagrícola, las condiciones del oxígeno son óptimas en el tramo 3 durante las diferentes campañas de monitoreo desarrolladas.

## Nitritos

**Tabla 58.**

*Resultado de Nitritos de las Campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

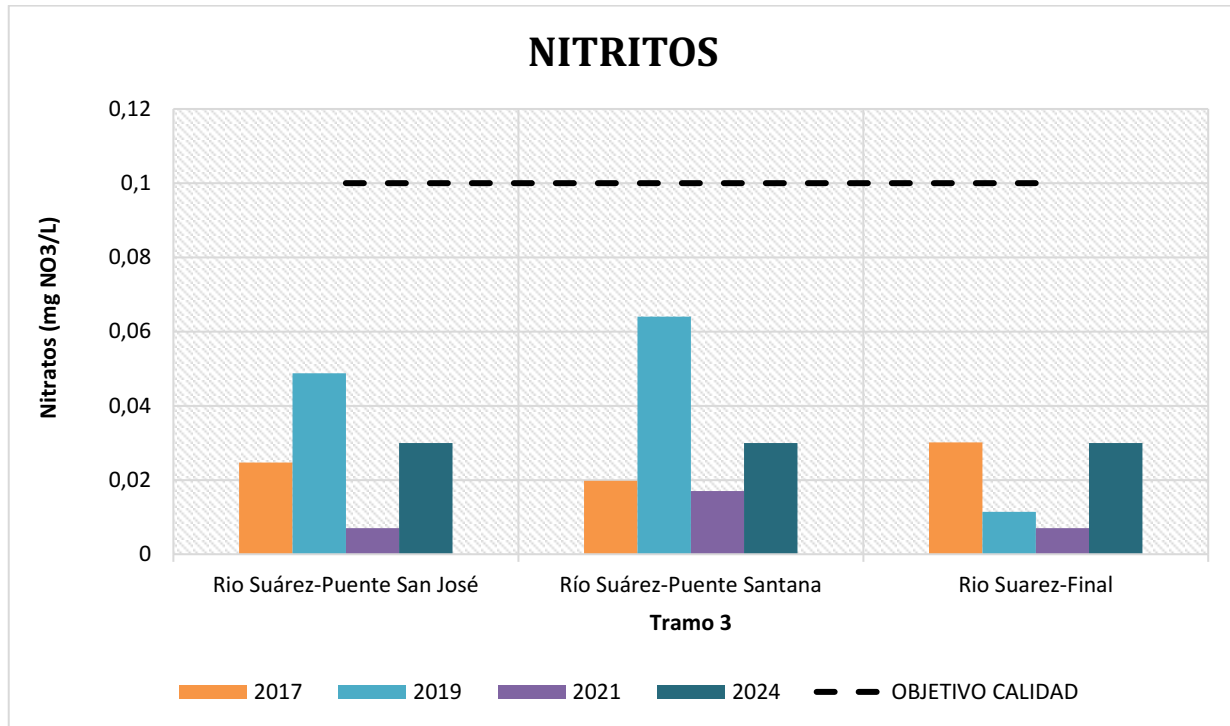
NITRITOS	2017	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Suárez-Puente San José	0,0247	0,0488	0,007	0,03	0,1
Río Suárez-Puente Santana	0,0198	0,064	0,017	0,03	0,1
Río Suarez-Final	0,0301	0,0114	0,007	0,03	0,1

*Fuente: Corpoboyacá*



**Figura 52.**

*Comportamiento de Nitritos en los diferentes monitoreos anuales del tramo 3.*



*Fuente: Corpoboyacá*

Los nitritos se encuentran por debajo del límite permisible para el objetivo de calidad del uso agrícola cumpliendo con el objetivo de calidad en este tramo.

**Nitratos**

**Tabla 59.**

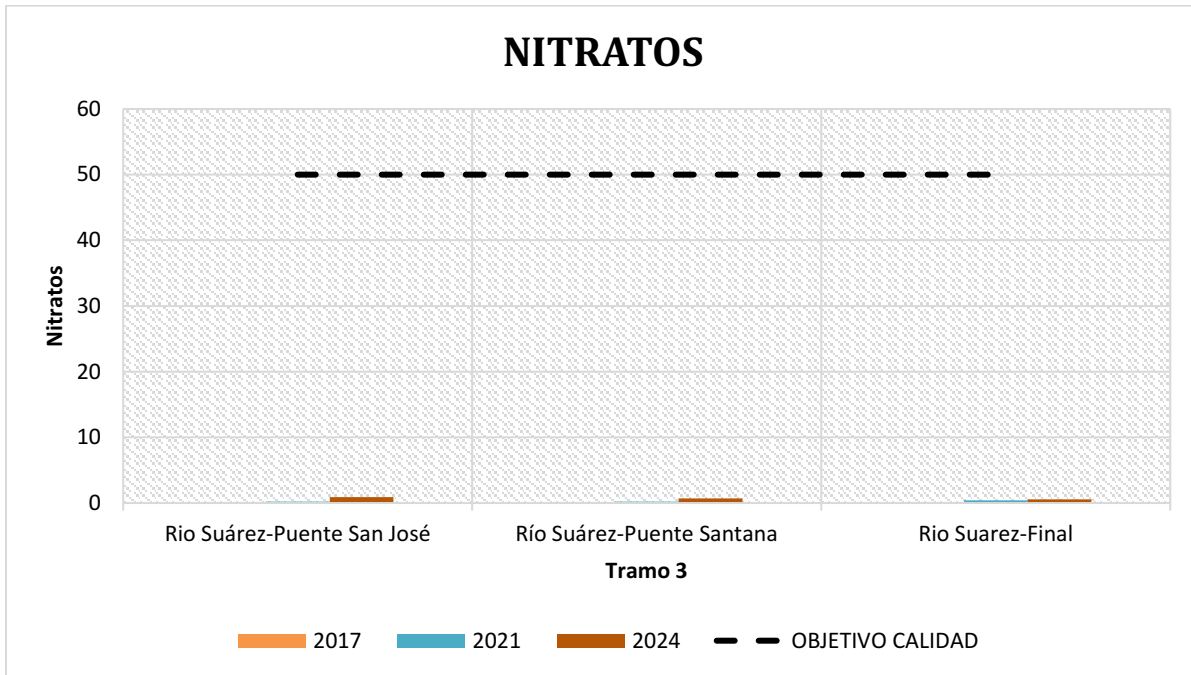
*Resultados de Nitratos de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

NITRATOS	2017	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Suárez-Puente San José	0,133	0,2	0,877	50
Río Suárez-Puente Santana	0,126	0,2	0,718	50
Río Suarez-Final	0,1	0,4	0,539	50

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 53.**

*Comportamiento de Nitratos en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 3.*



*Fuente: Corpoboyacá*

En los diferentes monitoreos realizados para la determinación del parámetro de nitratos su resultado es bajo, a comparación del objetivo de calidad para el tramo número 3, está cumpliendo con el límite permisible para el uso agrícola

Los parámetros que incumplen con el valor establecido para la destinación del uso del agua como Agrícola son:

### Coliformes Totales

**Tabla 60.**

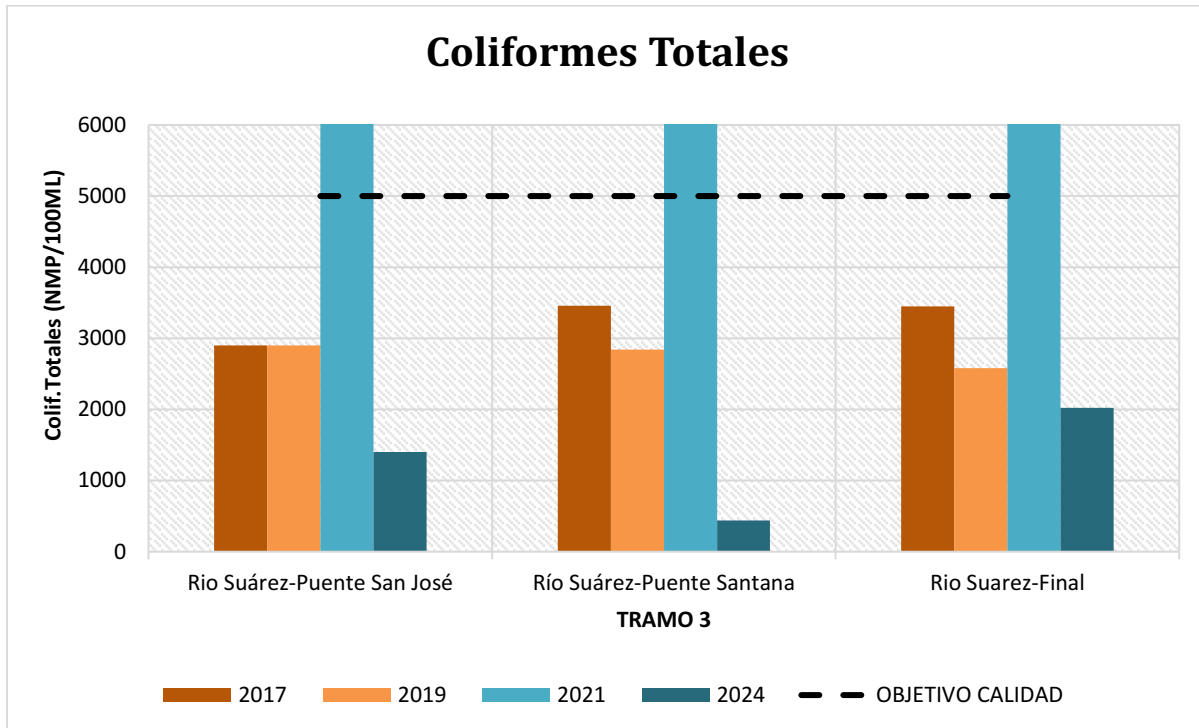
*Resultados de Coliformes Totales de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

COLIFORMES TOTALES	2017	2019	2021	2024	OBJETIVO CALIDAD
Río Suárez-Puente San José	2.900	2.900	82.300	1.400	5.000
Río Suárez-Puente Santana	3.456	2.840	85.700	437,4	5.000
Río Suarez-Final	3.448	2.580	91.000	2.024	5.000

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 54.**

*Comportamiento de Coliformes Totales en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 3.*



*Fuente: Corpoboyacá*

Como se evidencia en la anterior gráfica los coliformes totales tienen un incremento significativo para el año 2021 sobrepasando el límite permisible para dar cumplimiento del uso agrícola, esto se puede deber a la falta de tratamiento por parte de los vertimientos que aportan los diferentes municipios o usuarios a este tramo.

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

**Tabla 61.**

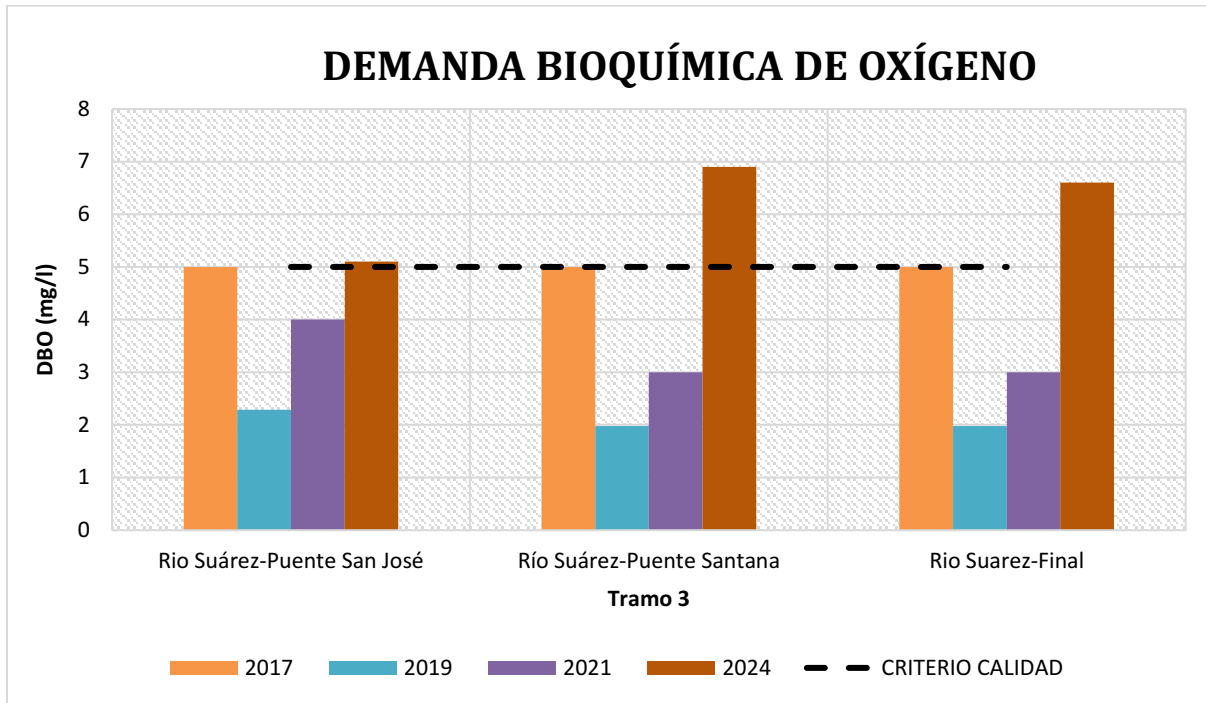
*Resultados de DBO<sub>5</sub> de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

DBO <sub>5</sub>	2017	2019	2021	2024	CRITERIO CALIDAD
Río Suárez-Puente San José	5	2,29	4	5,1	5
Río Suárez-Puente Santana	5	1,98	3	6,9	5
Río Suarez-Final	5	1,98	3	6,6	5

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 55.**

*Comportamiento de DBO<sub>5</sub> en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 3.*



*Fuente: Corpoboyacá*

Con respecto al parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno, en el año 2024 todas las estaciones de monitoreo del tramo 3 superan el valor máximo permitido para cumplir el criterio de calidad establecido para destinar el recurso hídrico para uso agrícola que es de 5mg/L DBO<sub>5</sub>, subiendo drásticamente a comparación con los años anteriores.

### Sólidos suspendidos Totales

**Tabla 62.**

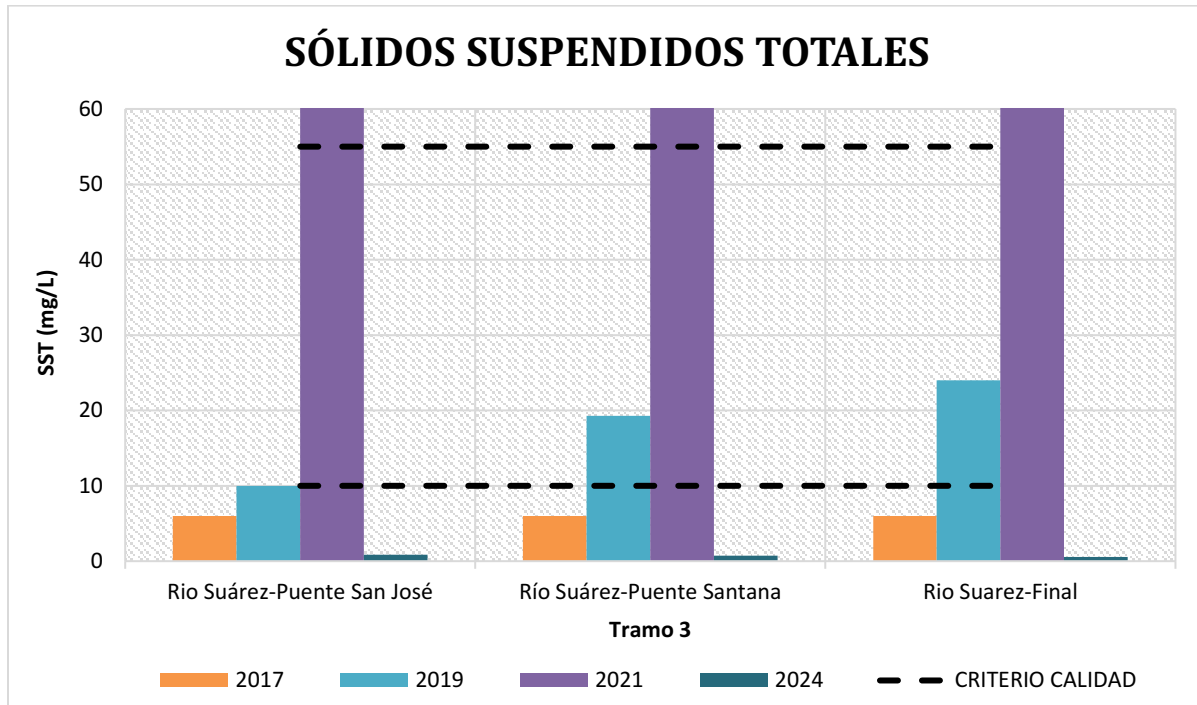
*Resultados de SST de las campañas de monitoreo realizados de los años 2017-2024.*

SST	2017	2019	2021	2024	CRITERIO CALIDAD
Río Suárez-Puente San José	6	10	273	2	10 – 55
Río Suárez-Puente Santana	6	19,3	107	2,6	10 – 55
Río Suarez-Final	6	24	243	00,8	10 – 55

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 56.**

*Comportamiento de SST en los diferentes monitoreos anuales del Tramo 3.*



*Fuente: Corpoboyacá*

Se puede evidenciar un incremento considerable en el año 2021 en las tres estaciones de monitoreo del tramo 3 que presentan valores muy altos para corrientes hídricas con respecto a los sólidos suspendidos totales superando considerablemente el valor máximo permitido de 55 mg/L SST según la Resolución 1315 de 2020 como criterio de calidad para el uso destinado del recurso hídrico (Uso agrícola)

## 6.5 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE CALIDAD EN LA CUENCA

### 6.5.1. Modelo QUAL2K.

#### Modelación de calidad Hídrica de la Subcuenca Sutamarchán-Moniquirá y Suárez AD

El modelo Qual2KW fue desarrollado por la EPA Agencia Protección Ambiental, creado en el año 2001 por Steve Chapra. Este modelo considera los procesos de oxigenación presentes



en el río además de los ciclos del nitrógeno y fósforo como estos a su vez afectan el crecimiento de las algas.

Esta es una aplicación de Visual Basic que trabaja en Microsoft Excel y la integración numérica es realizada mediante un compilador Fortran 95. Este modelo es de tipo unidimensional e incorpora parámetros de calidad de agua, parámetros hidráulicos, datos de elevación, ubicación geográfica, meteorología y procesos de reaeración, permitiendo la simulación de flujo y la calidad de agua de cuerpos de agua lóticos, incluyendo factores como zonas anóxicas, tributarios, tramos y vertimientos de fuentes puntuales y difusas.

Sus características principales son: El modelo opera en Excel, lo cual facilita la captura de datos, así como la generación y presentación de resultados y, además, no hay limitaciones en la especificación del número de tramos que se pueden modelar.

- El modelo realiza un análisis unidimensional, lo que indica que considera que se realiza una buena mezcla tanto lateral como verticalmente. La problemática que representa tener un modelo unidimensional se compensa con el hecho de que se le pueden incorporar los aportes laterales que ingresan al río producto de los efluentes o de ríos tributarios.
- Para cada elemento de cálculo se describe un equilibrio hidrológico en términos del flujo, un equilibrio de calor en términos de la temperatura, y un balance material en términos de la concentración.
- Permite calcular en forma explícita las interacciones entre el agua y los sedimentos que determinan la calidad de agua.
- Entre los procesos que considera el modelo se pueden citar: Interacciones entre el sedimento y el agua, algas inferiores, extinción de luz, pH y patógenos.

- Entre las características hidráulicas necesarias se encuentran profundidad y velocidad.
- El tiempo del recorrido es calculado en función del volumen y del flujo de este tramo.
- Utiliza reacciones bioquímicas como fotosíntesis o respiración, generación y consumo de oxígeno.
- Calcula las interacciones principales entre aproximadamente 15 variables de estado.

### **Materiales y Métodos Utilizados.**

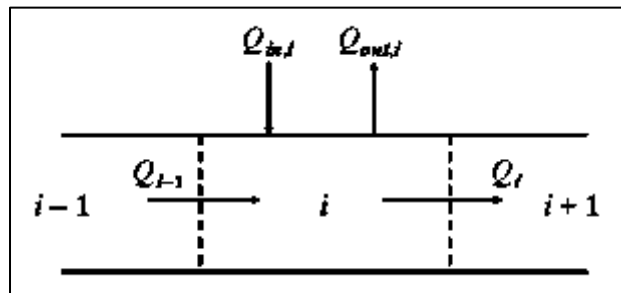
El modelo simula las siguientes variables: Conductividad, sólidos suspendidos inorgánicos, oxígeno disuelto, DBO rápida, DBO lenta, nitrógeno orgánico disuelto, nitrógeno amoniacal, nitratos, fósforo orgánico disuelto, fósforo inorgánico, fitoplancton (algas en la columna de agua), detritus, patógenos, alcalinidad, carbono orgánico total, algas de fondo, temperatura y caudal (Holguín, 2014).

- Temperatura: Todas las reacciones entre todas las variables del estado son dependientes de la temperatura y usando una formulación del tipo de Streeter-PHelps. El modelo calcula un factor de la corrección para todos los coeficientes. La temperatura del agua es calculada automáticamente por el modelo. En cada tramo se realiza un equilibrio de calor completo entre la radiación entrante total de onda corta, la radiación atmosférica entrante total, la radiación de la superficie del agua, la pérdida de calor por la evaporación y la pérdida de calor por la conducción a la atmósfera.
- Ciclo del nitrógeno: se encuentran presentes el nitrógeno orgánico, amoníaco, nitrito, y nitrato. La fijación y la mineralización del nitrógeno orgánico, la nitrificación que se divide en la oxidación del amoníaco en nitrito y la oxidación del nitrito en el nitrato, la

regeneración del sedimento y de la respiración de las algas, son algunos de los factores que considera el equilibrio del nitrógeno. Además, se pueden corregir las tasas de reacción de nitrificación.

El programa Qual2k trabaja con un balance de masas, el cual es el siguiente:

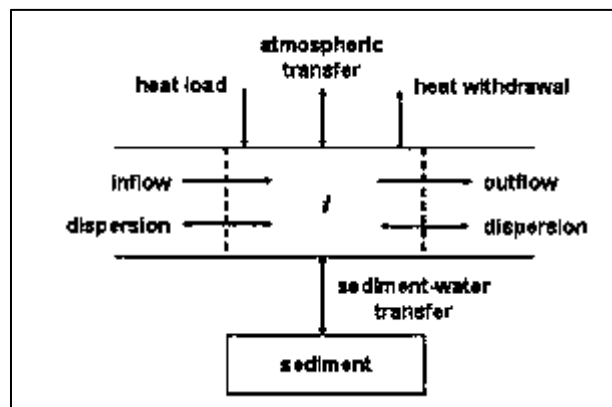
**Figura 57.**  
*Balace de masas.*



*Fuente: Chapra, 2008*

En el cual se integran los siguientes factores

**Figura 58.**  
*Factores que intervienen en la transformación de energía.*



*Fuente: Chapra, 2008*

El balance de masas contiene un caudal de entrada, dispersión y un caudal de salida y su respectiva dispersión, los factores alternos son: la entrada de masa, la transferencia atmosférica, la salida de masa y la entrada y salida de algas y sedimentos.

## Ubicación y Descripción del Sitio de Monitoreo

Para conocer la calidad hídrica de la Subcuenca de la corriente principal del Río Sutamarchán- Moniquirá y Río Suárez y sus principales afluentes, se recopiló información base de los datos registrados en la campaña de monitoreo realizada en el año 2024 en el que se generó un levantamiento hidrométrico de 17 estaciones de monitoreo (puntos que se encuentran ubicados en la corriente principal de los tramos) y 7 puntos de monitoreo (afluentes y ríos tributarios). Los cuales se representan en la siguiente tabla:

**Tabla 63.**

*Estaciones y Puntos de monitoreo de la corriente principal del Río Sutamarchán - Moniquirá – Suárez.*

ID	NOMBRE DEL PUNTO	PUNTO/ ESTACIÓN
<b>TRAMO 1</b>		
1	Río Tinjacá	Estación
2	Río Tinjacá - Descarga Tinjacá	Estación
24	Río Cane	Punto
3	Río Moniquirá - Puentes Gachantivá	Estación
4	Río Moniquirá - Coper	Estación
<b>TRAMO 2</b>		
5	Río Moniquirá - Comfaboy	Estación
6	Río Moniquirá - PTAR COMFABOY	Estación
13	Río Suárez - Puente Barbosa	Punto
7	Río Moniquirá - Final	Estación
<b>TRAMO 3</b>		
12	Río Suárez - Puente San José	Estación
11	Río Suárez - Puente Santana	Estación
10	Río Suárez – Final	Estación
9	Río Lenguaruco	Punto
<b>TRAMO 1S</b>		
20	Río Gachaneca	Estación
19	Canal Vallado	Punto
21	Río Leyva	Punto
14	Río Sáchica	Estación

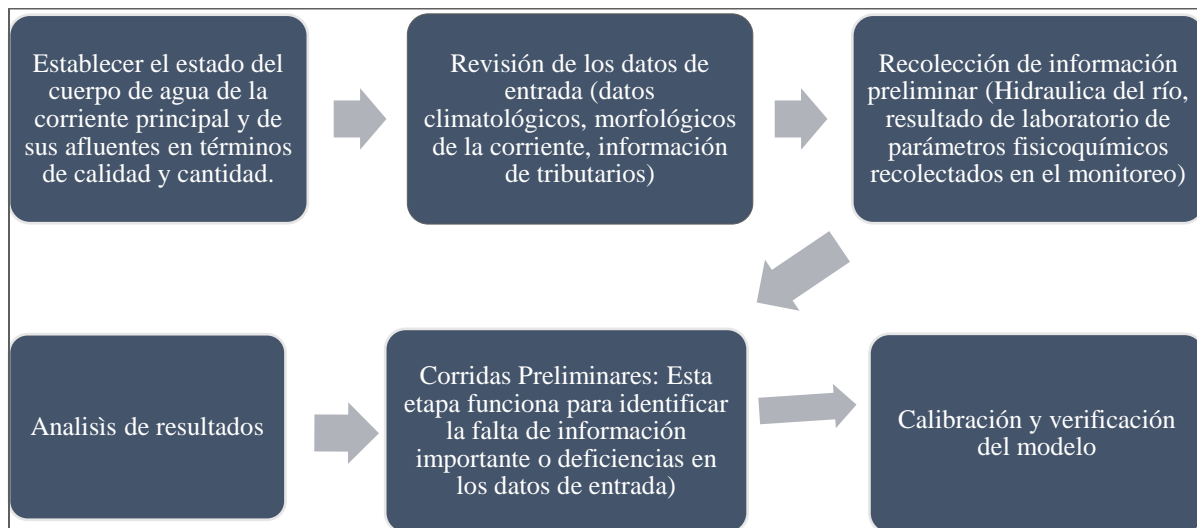
TRAMO 2S		
23	Río Pomeca - Inicio Tramo 2S	Estación
22	Río Pomeca - Antes Arcabuco	Estación
17	Río Pomeca	Estación
16	Río Pomeca - Después Quebrada NN Y después de quebrada la Colorada	Estación
15	Río Pomeca - Después PTAR	Estación
18	Río Ubazá - Toguií	Estación
8	Río Ubazá	Estación

**Fuente:** Corpoboyacá

## Metodología

### Figura 59.

*Etapas de modelación de calidad del agua de la corriente principal del Río Sutamarchán - Moniquirá – Suárez.*



**Fuente:** Corpoboyacá

## Datos De Entrada.

Los datos de entrada incluyen: localización , fecha , opciones de control para la integración numérica de las ecuaciones de balance de masa, caudal y concentraciones en la condición de frontera aguas arriba (cabecera), condiciones de frontera de caudal y concentración para las fuentes puntuales y difusas de contaminación, longitudes de los segmentos y tramos, elevaciones, geometría e hidráulica (curvas de calibración de profundidad y velocidad, o los

parámetros para resolver la ecuación de Manning considerando flujo uniforme y sección trapezoidal), temperatura del aire, temperatura del punto de rocío, velocidad del viento, cobertura de nubes, sombra, parámetros para el modelo de atenuación de luz en la columna de agua, opciones para los modelos de radiación solar, evaporación y radiación de onda larga, valores de los parámetros (constantes y tasas de transformación) que gobiernan la calidad del agua, los parámetros de control del algoritmo genético para la calibración automática opcional de las constantes y tasas de transformación de la calidad del agua. (Chapra et.al., 2008).

La información de calidad y cantidad del agua para ingresar en el modelo fue recopilada en la campaña de monitoreo realizada por CONINTEGRAL en el año 2024 en el cual se midieron los respectivos parámetros de calidad que requiere el programa tales como conductividad, sólidos suspendidos totales, sólidos suspendidos volátiles, oxígeno disuelto, DBO<sub>5</sub>, nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal, nitratos, fósforo orgánico, fósforo inorgánico, patógenos, alcalinidad, temperatura y caudal.

Para los efectos de modelación el programa ejecuta la producción de phytoplankton y crecimiento de plantas macrófitas, demanda bioquímica de oxígeno, producción de oxígeno por fotosíntesis, reaireación atmosférica y demanda de oxígeno por la materia orgánica sedimentada en el lecho. Adicionalmente incluye un balance de masa para minerales conservativos, y componentes no conservativos tales como sustancias radioactivas. En QUAL2Kw, la Clorofila-se modela como un indicador de la cantidad de biomasa de algas y Phytoplankton

También calcula variables tales como el Nitrógeno Total, Fósforo Total, Nitrógeno Total Kjeldahl, Total de Sólidos Suspendidos, DBO última. El cálculo de la Demanda de Oxígeno en los sedimentos (SOD, por sus siglas en inglés) y el flujo de nutrientes de los mismos, se realiza con un modelo desarrollado por Di Toro (Di Toro et al. 1991, Di Toro and Fitzpatrick. 1993, Di



Toro 2001), a grandes rasgos, este modelo toma el carbono orgánico, el nitrógeno y el fósforo en la zona anaerobia donde se encuentran los sedimentos y a través de reacciones de mineralización los transforma en metano disuelto, amonio y fósforo inorgánico, estos componentes son llevados a la zona aerobia donde parte del metano y el amonio se oxida, el flujo necesario de oxígeno para que este proceso de oxidación ocurra es la demanda de oxígeno disuelto (SOD).

### **Identificación de Fuentes Puntuales y Difusas.**

Las fuentes de contaminación del agua se dividen en fuentes puntuales y fuentes difusas, la primera consiste en fuentes que entran al medio ambiente por un solo punto de entrada que se identifica fácilmente, mientras que las fuentes difusas son aquellas que se reparten en áreas más extensas. Las fuentes puntuales tienden a ser aquellas directamente identificadas por sus orígenes en actividades humanas y son descargadas por tuberías y alcantarillas a los cuerpos de agua (fábricas, plantas de tratamiento de aguas residuales, minas, pozos petroleros, etc.). Las fuentes difusas por el contrario son relativamente más difíciles de identificar y controlar (Vertimiento de sustancias químicas, tierras de cultivo, lotes para pastar ganado, construcciones, tanques sépticos) (Manahan, 2006).

En el QUAL2KW las fronteras internas del modelo corresponden a las fuentes puntuales (ríos, extracciones y vertimientos). La corriente principal del río Suárez se encuentra ubicada en el departamento de Boyacá, está compuesta por 17 municipios, los cuales son: Tinjacá, Sutamarchán, Sáchica, Santa Sofía, Gachantivá, Samacá, Cucaita, Sora, Sáchica, Villa de Leiva, Monquirá, Santana, Centro Poblado de Palermo – Paipa, Chitaraque, Arcabuco, Toguú y San José de Pare. Su cabecera se encuentra en el municipio de Tinjacá con el Río Tinjacá y desemboca en la unión del Río Lenguaruco con el Río Suárez. Esta cuenca hídrica tiene un área

aproximada de 1.324,5 km<sup>2</sup>, con una elevación que varía entre los 3.050 m.s.n.m y los 1.050 m.s.n.m

La corriente principal recibe el mayor aporte de caudal de las siguientes quebradas: Río Ubazá, Río Sáchica y Río Lenguaruco.

Para el modelo, las fronteras externas corresponden a las estaciones de monitoreo ubicadas aguas arriba y aguas abajo del tramo de estudio. El modelo permite ingresar los valores de calidad del agua medidos en la corriente de forma puntual, el valor medio de los datos medidos en un tiempo determinado y los valores mínimos y máximos observados para cada parámetro de calidad de agua en las estaciones monitoreadas.

### **Escenario de Simulación Línea Base**

Como punto de partida se debe conocer el estado actual de la corriente principal del río Suárez, para esto se realizó una simulación con los datos recolectados en la campaña de monitoreo del año 2024 del mes de febrero. (Época seca)

Con este escenario se va a establecer las condiciones actuales que presenta este cuerpo hídrico el cual va a ser calibrado con los datos medidos en campo (datos de calidad, hidrología e hidráulica de la campaña de monitoreo), tomando estos datos como punto de partida. Al considerarse como línea base se ajustaron algunos de los parámetros del modelo (tasas de reacción, sedimentación, entre otros) para obtener una mejor representación de los datos reportados por el laboratorio.

**Tabla 64.**  
*Crterios a modelar en el escenario base de la Corriente Principal.*

Escenario de Modelación	Parámetros	Cuerpo de agua receptor-Río	Tributarios	Vertimientos
<b>Modelo Corriente principal (Tramo 1,2,3)</b>	Caudal	Caudal medido en época de estiaje	Caudal medido en época de estiaje	Caudal monitoreado en campo, información de permisionarios ambientales y bases de datos de la Corporación.
	Calidad de agua	Concentraciones normales en época de estiaje	Concentraciones normales en época de estiaje	Concentraciones monitoreadas en campaña de monitoreo información de permisionarios ambientales y bases de datos de la Corporación
	Hidráulica del río	Datos de batimetría tomados en campo	Datos de batimetría tomados en campo	No aplica
	Climatología	datos climatológicos de humedad relativa, velocidad del viento, temperatura ambiente, brillo solar y punto de rocío.	No aplica	No aplica
<b>Modelo tramo 1S ( Río Gachaneca y Sáchica)</b>	Caudal	Caudal medido en época de estiaje	Caudal medido en época de estiaje	Caudal monitoreado en campo, información de permisionarios ambientales y bases de datos de la Corporación.
	Calidad de agua	Concentraciones normales en época de estiaje	Concentraciones normales en época de estiaje	Concentraciones monitoreadas en campaña de monitoreo información de permisionarios ambientales y bases de datos de la Corporación
	Hidráulica del río	Datos de batimetría tomados en campo	Datos de batimetría tomados en campo	No aplica
	Climatología	datos climatológicos de humedad relativa, velocidad del viento, temperatura	No aplica	No aplica

Escenario de Modelación	Parámetros	Cuerpo de agua receptor- Río	Tributarios	Vertimientos
		ambiente, brillo solar y punto de rocío.		
<b>Modelo Tramo 2 S ( Río Pomeca y Río Ubazá)</b>	Caudal	Caudal medido en época de estiaje	Caudal medido en época de estiaje	Caudal monitoreado en campo, información de permisionarios ambientales y bases de datos de la Corporación.
	Calidad de agua	Concentraciones normales en época de estiaje	Concentraciones normales en época de estiaje	Concentraciones monitoreadas en campaña de monitoreo información de permisionarios ambientales y bases de datos de la Corporación
	Hidráulica del río	Datos de batimetría tomados en campo	Datos de batimetría tomados en campo	No aplica
	Climatología	Datos climatológicos de humedad relativa, velocidad del viento, temperatura ambiente, brillo solar y punto de rocío.	No aplica	No aplica

*Fuente: Corpoboyacá*

**6.5.2. Resultados y análisis de resultados del modelo.**

Se realizó la alimentación del modelo de calidad de agua QUAL2Kw tal y como se describió en la metodología, la información general ingresada en cada hoja de trabajo del programa se puede resumir de la siguiente forma: parámetros fisicoquímicos y microbiológicos tomados en campo en las campañas de monitoreo, descripción de los tramos del río, constantes hidráulicas, selección de las constantes cinéticas de calibración, condiciones meteorológicas (temperatura del aire, temperatura del punto de rocío, velocidad del viento, nubosidad y sombra), y la información fisicoquímica correspondiente a fuentes puntuales.

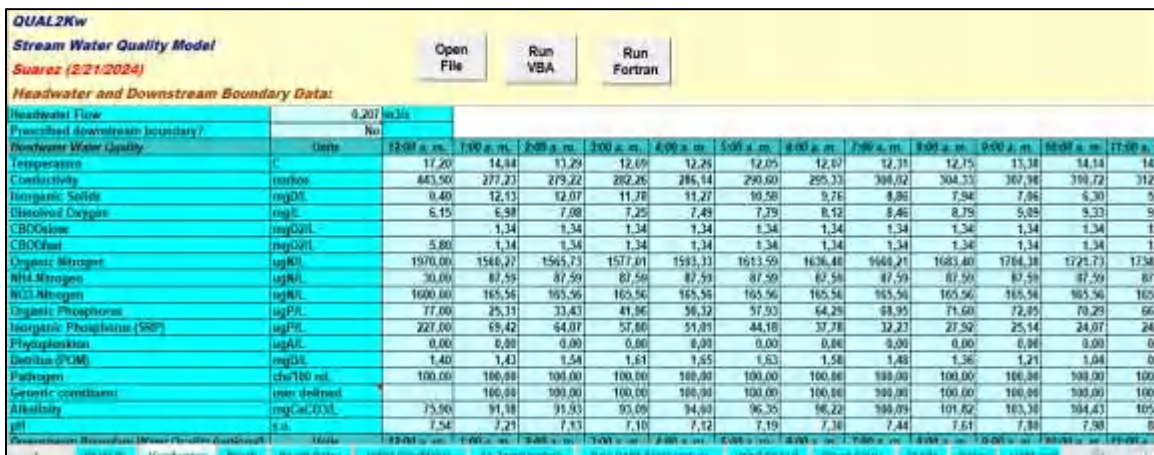
**Características de la Cabecera de la Corriente.**

Dentro de las condiciones aguas arriba del tramo o tramos a simular se contempla el caudal y las características físico-químicas del agua de la corriente superficial en el punto inicial (Cabecera).

A continuación se presentan las hoja de trabajo Headwater, de las tres simulaciones realizadas en el programa Qual2kw.

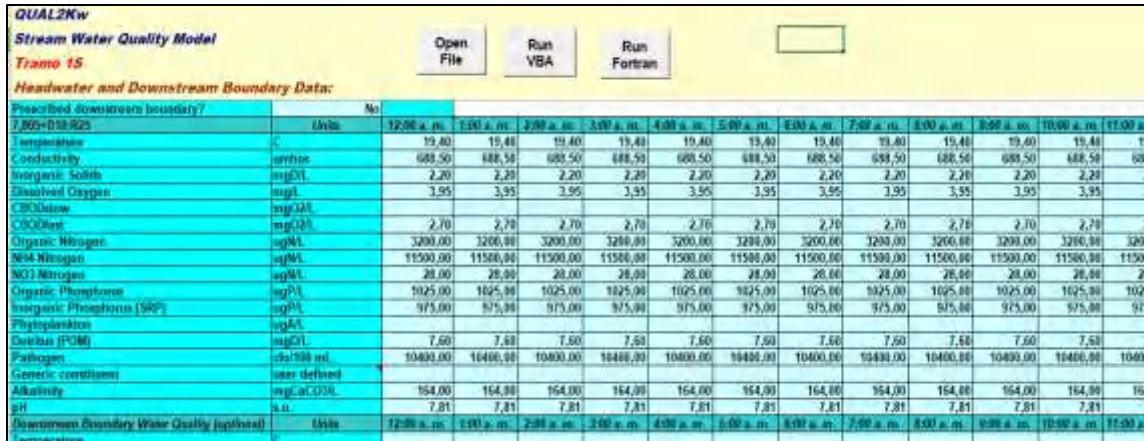
**Figura 60.**

*Modelo de la corriente principal Hoja Headwater del programa Qual2k.*



Parameter	Unit	12:00 a.m.	1:00 a.m.	2:00 a.m.	3:00 a.m.	4:00 a.m.	5:00 a.m.	6:00 a.m.	7:00 a.m.	8:00 a.m.	9:00 a.m.	10:00 a.m.	11:00 a.m.
Temperature	°C	17.20	14.84	13.29	12.69	12.25	12.05	12.07	12.31	12.75	13.38	14.14	14.14
Conductivity	umhos	443.50	277.23	273.22	262.26	286.14	290.60	285.33	304.02	304.33	307.98	310.72	312.12
Inorganic Nitrite	mg/L	0.40	12.13	12.07	11.78	11.27	10.58	9.76	8.80	7.84	7.86	6.30	5.10
Dissolved Oxygen	mg/L	6.15	6.98	7.08	7.25	7.49	7.79	8.12	8.46	8.79	9.09	9.33	9.10
CBO/Ozone	mg/L	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34
CBO/Oxal	mg/L	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34
Organic Nitrogen	ug/NL	1570.00	1546.27	1565.73	1577.01	1593.33	1613.59	1636.40	1660.21	1683.40	1704.38	1721.73	1734.10
NH4-Nitrogen	ug/NL	30.00	87.59	87.59	87.59	87.59	87.59	87.59	87.59	87.59	87.59	87.59	87.59
NO3-Nitrogen	ug/NL	1600.00	165.56	165.56	165.56	165.56	165.56	165.56	165.56	165.56	165.56	165.56	165.56
Organic Phosphorus	ug/P/L	77.00	25.33	33.43	41.96	56.32	57.93	64.25	68.95	71.60	72.95	70.29	66.10
Inorganic Phosphorus (SRP)	ug/P/L	227.00	65.42	64.07	57.86	51.81	44.18	37.78	32.23	27.52	25.14	24.07	24.10
Phytoplankton	ug/A/L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dissolved POC	mg/L	1.40	1.43	1.54	1.61	1.65	1.63	1.58	1.48	1.36	1.21	1.04	0.80
Pathogen	cfu/100 ml	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Generic contaminant	mg/L	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Alkalinity	mg/L	75.90	91.88	93.09	94.60	96.35	98.22	100.09	101.82	103.30	104.43	105.10	105.40
pH	p.u.	7.54	7.29	7.33	7.10	7.12	7.19	7.38	7.44	7.61	7.80	7.90	7.90



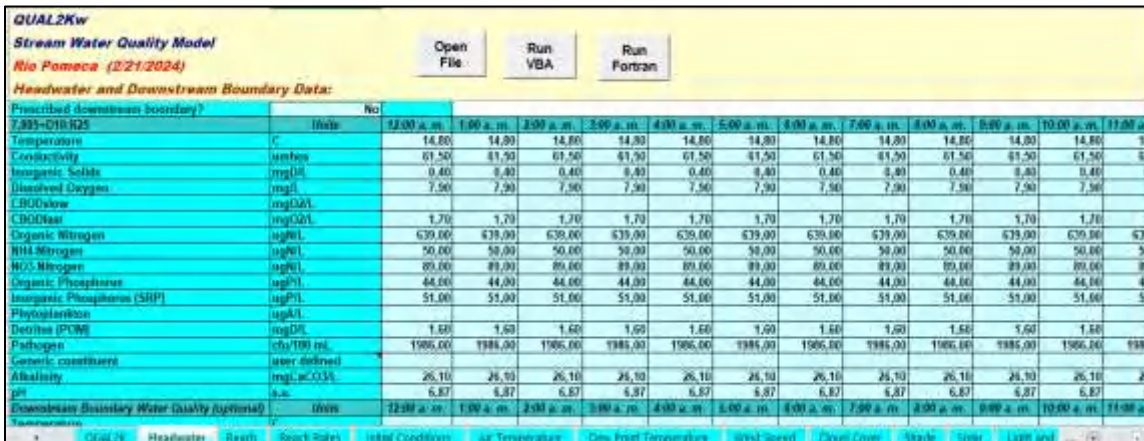


Prescribed downstream boundary?	No	12:00 a.m.	1:00 a.m.	2:00 a.m.	3:00 a.m.	4:00 a.m.	5:00 a.m.	6:00 a.m.	7:00 a.m.	8:00 a.m.	9:00 a.m.	10:00 a.m.	11:00 a.m.
Temperature	C	19.40	19.40	19.40	19.40	19.40	19.40	19.40	19.40	19.40	19.40	19.40	19.40
Conductivity	umhos	688.50	688.50	688.50	688.50	688.50	688.50	688.50	688.50	688.50	688.50	688.50	688.50
Inorganic Solids	mg/L	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
Dissolved Oxygen	mg/L	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95
Chloride	mg/L	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
Organic Nitrogen	mg/L	3200.00	3200.00	3200.00	3200.00	3200.00	3200.00	3200.00	3200.00	3200.00	3200.00	3200.00	3200.00
NH4 Nitrogen	mg/L	11500.00	11500.00	11500.00	11500.00	11500.00	11500.00	11500.00	11500.00	11500.00	11500.00	11500.00	11500.00
NO3 Nitrogen	mg/L	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00
Organic Phosphorus	mg/L	1025.00	1025.00	1025.00	1025.00	1025.00	1025.00	1025.00	1025.00	1025.00	1025.00	1025.00	1025.00
Inorganic Phosphorus (SRP)	mg/L	975.00	975.00	975.00	975.00	975.00	975.00	975.00	975.00	975.00	975.00	975.00	975.00
Phytoplankton	mg/L	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60	7.60
Detritus (POM)	mg/L	10400.00	10400.00	10400.00	10400.00	10400.00	10400.00	10400.00	10400.00	10400.00	10400.00	10400.00	10400.00
Pathogen	cfu/100 ml	16400.00	16400.00	16400.00	16400.00	16400.00	16400.00	16400.00	16400.00	16400.00	16400.00	16400.00	16400.00
Generic constituents	user defined												
Alkalinity	mg/L CaCO3	164.00	164.00	164.00	164.00	164.00	164.00	164.00	164.00	164.00	164.00	164.00	164.00
pH	a.u.	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81	7.81

Fuente: Corpoboyacá

Figura 61.

Modelo de calidad Tramo 2S Hoja Headwater del programa Qual2k.



Prescribed downstream boundary?	No	12:00 a.m.	1:00 a.m.	2:00 a.m.	3:00 a.m.	4:00 a.m.	5:00 a.m.	6:00 a.m.	7:00 a.m.	8:00 a.m.	9:00 a.m.	10:00 a.m.	11:00 a.m.
Temperature	C	14.80	14.80	14.80	14.80	14.80	14.80	14.80	14.80	14.80	14.80	14.80	14.80
Conductivity	umhos	61.50	61.50	61.50	61.50	61.50	61.50	61.50	61.50	61.50	61.50	61.50	61.50
Inorganic Solids	mg/L	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Dissolved Oxygen	mg/L	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90	7.90
Chloride	mg/L	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
Organic Nitrogen	mg/L	639.00	639.00	639.00	639.00	639.00	639.00	639.00	639.00	639.00	639.00	639.00	639.00
NH4 Nitrogen	mg/L	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
NO3 Nitrogen	mg/L	89.00	89.00	89.00	89.00	89.00	89.00	89.00	89.00	89.00	89.00	89.00	89.00
Organic Phosphorus	mg/L	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00	44.00
Inorganic Phosphorus (SRP)	mg/L	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00
Phytoplankton	mg/L	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Detritus (POM)	mg/L	1986.00	1986.00	1986.00	1986.00	1986.00	1986.00	1986.00	1986.00	1986.00	1986.00	1986.00	1986.00
Pathogen	cfu/100 ml	1986.00	1986.00	1986.00	1986.00	1986.00	1986.00	1986.00	1986.00	1986.00	1986.00	1986.00	1986.00
Generic constituents	user defined												
Alkalinity	mg/L CaCO3	26.10	26.10	26.10	26.10	26.10	26.10	26.10	26.10	26.10	26.10	26.10	26.10
pH	a.u.	6.87	6.87	6.87	6.87	6.87	6.87	6.87	6.87	6.87	6.87	6.87	6.87

Fuente: Corpoboyacá

- **Hoja Reach o Tramos.**

Dentro de esta hoja se registra la información relacionada con la determinación de tramos, longitud y cota de los diferentes elementos computacionales, caracterización hidráulica de la corriente principal las curvas de relación velocidad caudal, profundidad, pendiente, ancho del fondo y valor de Manning.

En esta hoja se ingresaron las constantes hidráulicas de la corriente y la información de cada uno de los tramos en los que se segmentó el río en las tres simulaciones del modelo realizadas.



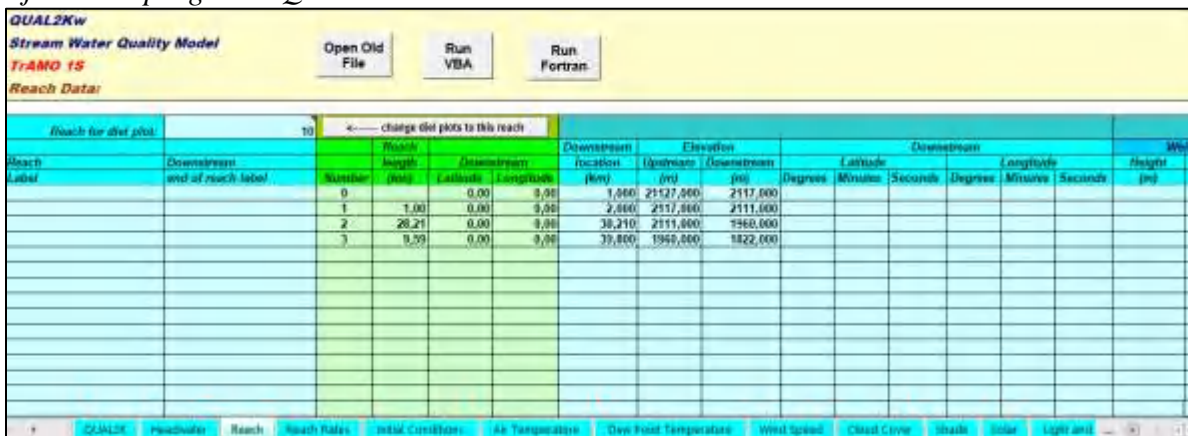
**Figura 62.**  
 Hoja Reach programa Qual2k del modelo de la Corriente Principal.



Reach	Downstream	Reach Number	Reach Length (km)	Downstream Latitude	Downstream Longitude	Location (km)	Elevation (m)	Downstream Elevation (m)	Latitude	Downstream Longitude	Height (m)	Width (m)	Velocity	Exposure	Depth	Channel Slope	Manning n	Alt (m)	Slope
Rio Topaca	Discharge Topaca	0	0.00	0.00	0.00	1,000	2117,000	2117,000	0.991	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Descarga Topaca	Rio Moniquira-gle Saconá	1	1.00	0.00	0.00	2,000	2117,000	2115,000	0.991	0.100	0.40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Rio Moniquira Pte gachanilla	Moniquira Cooper	2	28.21	0.00	0.00	30,210	2111,000	1980,000	0.990	0.000	12.40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Rio Moniquira Cooper	puentes moniquira west Di	3	0.00	0.00	0.00	30,800	1980,000	1822,000	0.990	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Puentes Moniquira west	Comuniquira Antea de Cond	4	0.00	0.00	0.00	48,900	1922,000	1883,000	0.990	0.000	15.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Moniquira Antea de Cond	Rio Moniquira PTAR Cooper	5	0.40	0.00	0.00	48,220	1883,000	1010,000	0.990	0.000	10.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Rio Moniquira PTAR Cooper	Moniquira final	6	8.40	0.00	0.00	68,800	1810,000	1484,000	0.989	0.000	17.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Rio Moniquira final	Rio Suarez gle San Jose	7	7.25	0.00	0.00	80,040	1484,000	1044,000	0.988	0.000	19.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Rio Suarez gle San Jose	Rio Suarez Gle Antaria	8	0.61	0.00	0.00	88,800	1044,000	1088,000	0.988	0.000	20.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Rio Suarez Gle Antaria	Final Rio Suarez	9	10.80	0.00	0.00	82,100	1088,000	1050,000	0.992	0.000	20.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Final Rio Suarez	Tramo final	10	1.88	0.00	0.00	84,000	1050,000	1048,000	0.990	0.000	21.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Fuente: Corpoboyacá

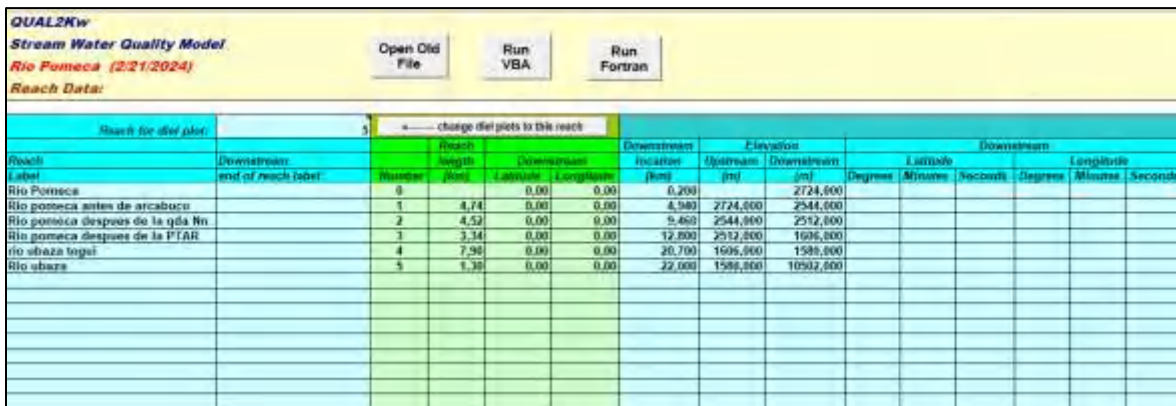
**Figura 63.**  
 Hoja Reach programa Qual2k del modelo del tramo 1S.



Reach	Downstream	Reach Number	Reach Length (km)	Downstream Latitude	Downstream Longitude	Location (km)	Elevation (m)	Downstream Elevation (m)	Latitude	Downstream Longitude	Height (m)	Width (m)			
0		0	0.00	0.00	0.00	1,000	2127,000	2117,000	Degree	Minutes	Seconds	Degree	Minutes	Seconds	Height (m)
1		1	1.00	0.00	0.00	2,000	2117,000	2111,000							
2		2	28.21	0.00	0.00	30,210	2111,000	1980,000							
3		3	0.00	0.00	0.00	30,800	1980,000	1822,000							

Fuente: Corpoboyacá

**Figura 64.**  
 Hoja Reach programa Qual2k del modelo del tramo 2S.



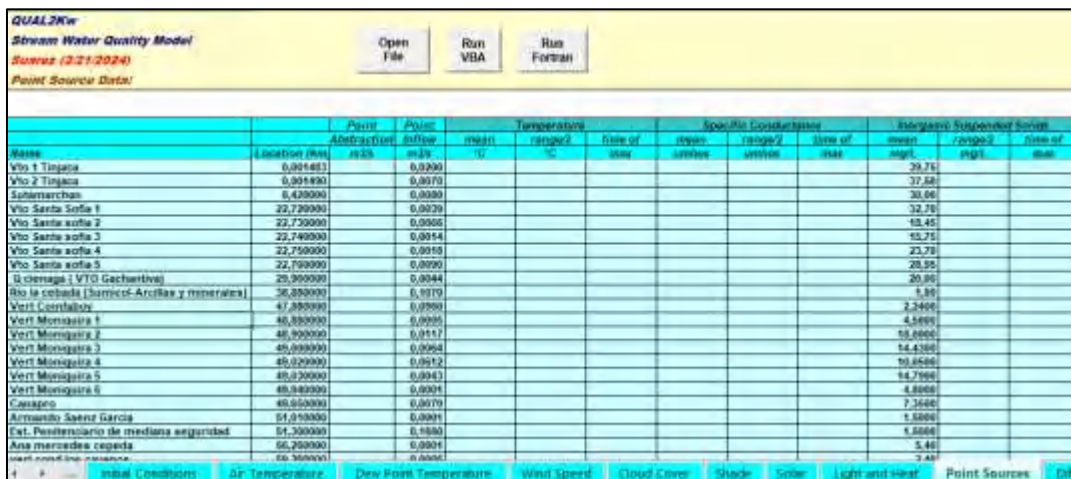
Reach	Downstream	Reach Number	Reach Length (km)	Downstream Latitude	Downstream Longitude	Location (km)	Elevation (m)	Downstream Elevation (m)	Latitude	Downstream Longitude	Height (m)	Width (m)			
Rio Pomeca		0	0.00	0.00	0.00	0,200	0,000	2724,000	Degree	Minutes	Seconds	Degree	Minutes	Seconds	Height (m)
Rio pomeca antes de arcabuco		1	4.74	0.00	0.00	4,940	2724,000	2544,000							
Rio pomeca despues de la qda fin		2	4.52	0.00	0.00	5,460	2544,000	2512,000							
Rio pomeca despues de la PTAR		3	3.34	0.00	0.00	12,800	2512,000	1606,000							
rio sbaza despues de la PTAR		4	7.98	0.00	0.00	20,700	1606,000	1588,000							
Rio sbaza		5	1.30	0.00	0.00	22,000	1588,000	10502,000							

Fuente: Corpoboyacá.

- **Hoja de Cálculo para Puntos Fijos.**

Los diferentes aportes puntuales sobre la corriente a simular donde se registran los valores de los aportes puntuales se especifica principalmente el sitio exacto donde esto ocurre y las características físico-químicas de dichas entradas, tales como: quebradas o ríos de afluentes y vertimientos. En las siguientes figuras se presentan las hojas de trabajo “Point Sources”, en la cual se ingresó el caudal y la información fisicoquímica correspondiente a fuentes puntuales es decir a sus efluentes de los tres sistemas.

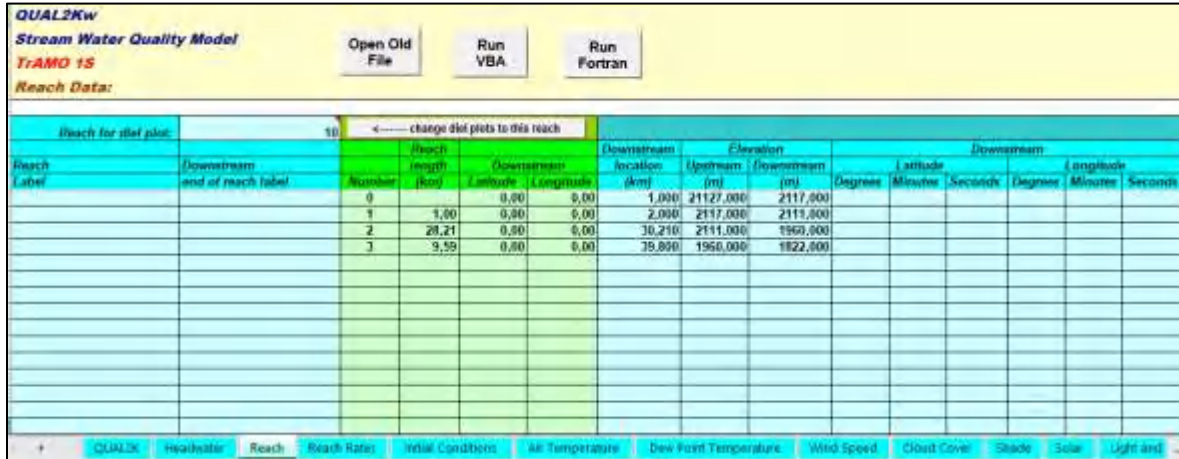
**Figura 65.**  
*Hoja Point Source de la Corriente Principal.*



Name	Location (km)	Point		Temperature		Specific Conductance			Inorganic Suspended Solids		
		AddressID	Flow	range1	range2	flow	range1	range2	flow	range1	range2
		ms	m3/s	°C	°C	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Vto 1 Tinjaca	0.001483		0.0000								29.75
Vto 2 Tinjaca	0.001880		0.0070								27.58
Sahamerchan	0.429000		0.0000								30.66
Vto Santa Sofia 1	22.720000		0.0079								22.75
Vto Santa Sofia 2	22.720000		0.0066								18.45
Vto Santa Sofia 3	22.740000		0.0014								15.71
Vto Santa Sofia 4	22.750000		0.0010								23.70
Vto Santa Sofia 5	22.750000		0.0000								20.55
El chensaj (VTO Gachariva)	29.300000		0.0044								20.00
Rio la cobada (Sulfato-Arcofilas y minerales)	36.050000		0.0070								1.50
Vert Corralito	47.850000		0.0050								2.2400
Vert Monagata 1	48.000000		0.0005								4.0000
Vert Monagata 2	48.000000		0.0117								10.0000
Vert Monagata 3	48.000000		0.0064								14.4300
Vert Monagata 4	48.020000		0.0012								10.0500
Vert Monagata 5	48.020000		0.0043								14.7000
Vert Monagata 6	48.040000		0.0001								4.8000
Canapio	48.050000		0.0070								7.1600
Arroyo Sanz Garcia	51.000000		0.0001								1.0000
Est. Residuario de mediana separad	51.200000		0.0000								1.0000
Asa Mercedes Cepeda	55.200000		0.0001								5.40
Vert final line a source	60.500000		0.0000								3.00

**Fuente:** Corpoboyacá

**Figura 66.**  
 Hoja Point Source del tramo 1S.

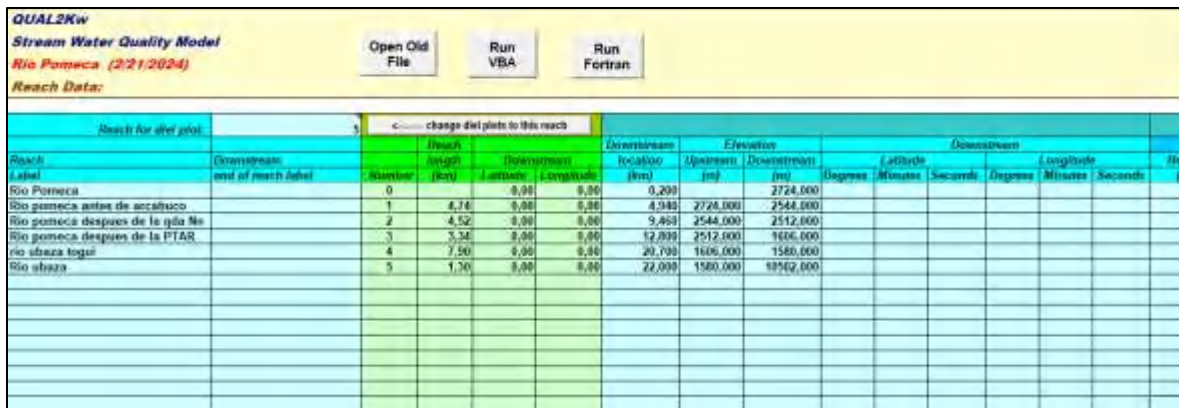


QUAL2Kw  
 Stream Water Quality Model  
 TrAMO 1S  
 Reach Data:

Reach Label	Downstream end of reach label	Reach Number	Reach length (km)	Downstream		Elevation			Downstream						
				Latitude	Longitude	Location (km)	Upstream (m)	Downstream (m)	Degree	Minute	Seconds	Degree	Minute	Seconds	
	0		0,00	0,00	0,00	1,000	2117,000	2117,000							
	1	1	1,00	0,30	0,00	2,000	2117,000	2111,000							
	2	2	28,21	0,30	0,00	30,210	2111,000	1960,000							
	3	3	9,59	0,00	0,00	38,800	1960,000	1822,000							

Fuente: Corpoboyacá

**Figura 67.**  
 Hoja Point Source del tramo 2S.



QUAL2Kw  
 Stream Water Quality Model  
 Rio Pomeca (2-21-2024)  
 Reach Data:

Reach Label	Downstream end of reach label	Reach Number	Reach length (km)	Downstream		Elevation			Downstream						
				Latitude	Longitude	Location (km)	Upstream (m)	Downstream (m)	Degree	Minute	Seconds	Degree	Minute	Seconds	
Rio Pomeca	0		0,00	0,00	0,299		2724,000	2724,000							
Rio pomeca antes de acasuco	1	1	4,14	0,00	0,00	4,348	2724,000	2544,000							
Rio pomeca despues de la sala Ne	2	2	4,52	0,00	0,00	9,868	2544,000	2512,000							
Rio pomeca despues de la PTAR	3	3	3,34	0,00	0,00	12,899	2512,000	1406,000							
rio sbaza total	4	4	7,00	0,00	0,00	20,700	1406,000	1580,000							
Rio sbaza	5	5	1,30	0,00	0,00	22,000	1580,000	18562,000							

Fuente: Corpoboyacá.

- **Hojas de Registro de Datos Meteorológicos.**

Se presentan las hojas de trabajo “Air temperature”, “Dew point temperature”, “Wind speed” y “Cloud cover”, en las cuales se ingresaron los datos meteorológicos.



**Figura 68.**

*Hoja meteorológica de temperatura del aire.*

**Figura 69.**

*Hoja temperatura de punto de rocío.*

*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 70.**

*Hoja meteorológica de velocidad del viento.*

**Figura 71.**

*Hoja cobertura de nubes.*

*Fuente: Corpoboyacá.*

• **Hojas De Salida Del Modelo.**

Después de que el programa Qual2kw ha efectuado los cálculos necesarios para poder realizar las corridas de simulación, se generan diferentes hojas electrónicas y gráficas con los resultados en el mismo Excel. En las figuras resultantes se pueden comparar las curvas correspondientes al perfil de concentraciones de los diferentes parámetros estimados por el modelo a lo largo del río. A continuación se presentan las hojas de salida de las 3 simulaciones de los escenarios realizadas.

**Figura 72.**  
 Hoja de resumen programa Qual2K WQDATA Corriente principal.

QUAL2Kw													
Stream Water Quality Model													
Boulder Creek (Colorado, USA) (8/21/19)													
Constituent Summary													
Reach Label	x(km)	cond (umhos)	ISS (mg/L)	DO(mgO2/L)	CBOD5 (mgO2/L)	CBODt (mgO2/L)	Norg(N/L)	NH4(N/L)	NO3(N/L)	Po (ugP/L)	Inorg P (ugP/L)	Phyto (ugP/L)	Sediment (g)
Headwater	13.60	294.61	8.61	8.28	1.34	1.34	1651.07	87.59	165.56	35.43	50.37	0.00	
MP 0.4	13.39	472.18	9.20	5.57	7.35	7.69	3345.47	5592.34	1444.85	283.99	2026.92	0.00	
	12.96	473.52	9.08	5.25	7.20	7.86	3325.10	5400.79	1574.37	268.28	2014.37	0.00	
	12.33	476.31	8.85	5.14	6.86	8.14	3289.01	5047.89	1800.94	241.29	1987.94	0.00	
	11.48	478.59	8.63	5.07	6.52	8.35	3256.79	4724.88	1997.65	218.26	1960.75	0.00	
	10.63	480.98	8.42	5.09	6.18	8.51	3227.28	4427.71	2169.77	198.51	1933.05	0.00	
	9.78	487.74	8.03	4.76	4.66	6.67	3007.23	4351.28	1786.48	136.73	1662.45	0.00	
	8.93	489.31	6.71	4.78	4.46	6.76	2985.55	4134.49	1908.62	128.42	1644.50	0.00	
MP 3.5	8.08	490.83	6.60	4.83	4.27	6.83	2964.62	3930.64	2038.36	121.01	1626.55	0.00	
	7.23	492.31	6.49	4.98	4.09	6.89	2944.07	3738.45	2156.79	114.38	1608.65	0.00	
	6.38	493.75	6.38	5.33	4.08	6.89	2952.67	3604.79	2191.64	112.71	1586.33	0.00	
	5.53	500.88	5.86	6.57	3.61	6.76	2981.41	2970.80	2326.71	105.86	1474.20	0.00	
	4.68	507.11	5.41	7.25	3.28	6.60	2989.43	2435.61	2412.43	100.31	1375.27	0.00	
MP 5.6	3.83	512.60	5.02	7.66	3.02	6.42	2983.74	1983.41	2461.36	95.73	1287.57	0.00	
	2.98	517.48	4.67	7.93	2.80	6.25	2969.93	1601.11	2483.93	91.94	1269.49	0.00	
	2.13	521.94	4.37	8.12	2.62	6.08	2951.46	1277.75	2487.58	88.78	1139.71	0.00	
	1.28	526.73	4.08	8.26	2.43	5.93	2929.43	800.33	2473.42	86.67	1072.83	0.00	

Fuente: Corpoboyacá.

**Figura 73.**  
 Hoja de resumen programa Qual2K WQDATA Tramo 1S.

QUAL2Kw													
Stream Water Quality Model													
Tramo 1S													
Constituent Summary													
Reach Label	x(km)	cond (umhos)	ISS (mg/L)	DO(mgO2/L)	CBOD5 (mgO2/L)	CBODt (mgO2/L)	Norg(N/L)	NH4(N/L)	NO3(N/L)	Po (ugP/L)	Inorg P (ugP/L)	Phyto (ugP/L)	Sediment (g)
Headwater	13.60	294.61	8.61	8.28	1.34	1.34	1651.07	87.59	165.56	39.43	50.37	0.00	
MP 0.4	13.39	472.18	9.20	5.57	7.35	7.69	3345.47	5592.34	1444.85	283.99	2026.92	0.00	
	12.96	473.52	9.08	5.25	7.20	7.86	3325.10	5400.79	1574.37	268.28	2014.37	0.00	
	12.33	476.31	8.85	5.14	6.86	8.14	3289.01	5047.89	1800.94	241.29	1987.94	0.00	
	11.48	478.59	8.63	5.07	6.52	8.35	3256.79	4724.88	1997.65	218.26	1960.75	0.00	
	10.63	480.98	8.42	5.09	6.18	8.51	3227.28	4427.71	2169.77	198.51	1933.05	0.00	
	9.78	487.74	8.03	4.76	4.66	6.67	3007.23	4351.28	1786.48	136.73	1662.45	0.00	
	8.93	489.31	6.71	4.78	4.46	6.76	2985.55	4134.49	1908.62	128.42	1644.50	0.00	
MP 3.5	8.08	490.83	6.60	4.83	4.27	6.83	2964.62	3930.64	2038.36	121.01	1626.55	0.00	
	7.23	492.31	6.49	4.98	4.09	6.89	2944.07	3738.45	2156.79	114.38	1608.65	0.00	
	6.38	493.75	6.38	5.33	4.08	6.89	2952.67	3604.79	2191.64	112.71	1586.33	0.00	
	5.53	500.88	5.86	6.57	3.61	6.76	2981.41	2970.80	2326.71	105.86	1474.20	0.00	
	4.68	507.11	5.41	7.25	3.28	6.60	2989.43	2435.61	2412.43	100.31	1375.27	0.00	
MP 5.6	3.83	512.60	5.02	7.66	3.02	6.42	2983.74	1983.41	2461.36	95.73	1287.57	0.00	
	2.98	517.48	4.67	7.93	2.80	6.25	2969.93	1601.11	2483.93	91.94	1269.49	0.00	
	2.13	521.94	4.37	8.12	2.62	6.08	2951.46	1277.75	2487.58	88.78	1139.71	0.00	
	1.28	526.73	4.08	8.26	2.43	5.93	2929.43	800.33	2473.42	86.67	1072.83	0.00	

Fuente: Corpoboyacá.

**Figura 74.**  
 Hoja de resumen programa Qual2K WQDATA Tramo 2S.

QUAL2Kw													
Stream Water Quality Model													
Rio Pomeca (2/21/2024)													
Constituent Summary													
Reach Label	x(km)	cond (umhos)	ISS (mg/L)	DO(mgO2/L)	CBOD5 (mgO2/L)	CBODt (mgO2/L)	Norg(N/L)	NH4(N/L)	NO3(N/L)	Po (ugP/L)	Inorg P (ugP/L)	Phyto (ugP/L)	Sediment (g)
Rio pomeca antes de a	0,20	61,50	0,40	7,90	0,00	0,00	1,70	639,00	50,00	89,00	44,00	51,00	0,00
Rio pomeca despues d	2,57	61,50	0,40	7,23	0,28	0,28	1,66	590,09	81,91	106,01	32,83	62,17	0,00
Rio pomeca despues d	7,20	45,62	-5,41	0,00	0,25	0,25	30,93	428,96	63,98	78,80	22,46	48,01	0,00
Rio pomeca despues d	11,13	9,63	12,50	11,11	0,06	0,06	262,04	89,58	14,12	17,02	4,54	10,34	0,00
rio ubaza toqui	16,75	8,67	11,72	0,00	0,06	0,06	243,07	78,87	14,33	15,51	3,74	9,65	0,00
Rio ubaza	21,35	8,67	11,72	7,45	0,06	0,06	239,54	77,55	15,09	16,13	3,50	9,89	0,00
Terminus	22,00	8,67	11,72	7,45	0,06	0,06	239,54	77,55	15,09	16,13	3,50	9,89	0,00

Fuente: Corpoboyacá.

### Análisis de Resultados del Modelo

Los resultados obtenidos en el programa matemático QUAL2KW se utilizan para evaluar la calidad del agua del río y por lo tanto los posibles conflictos uso-calidad que se puedan presentar. En forma general los resultados de la calibración del modelo de simulación muestran un ajuste moderado entre los valores calculados por el modelo y los valores medidos en campo de las diferentes variables, los resultados aquí encontrados establecen una línea base para futuras modelaciones que permitan ajustar las constantes calibradas.

Se realizaron tres escenarios de modelación para establecer la línea base o calidad hídrica actual de la subcuenca Sutamarchán Moniquirá y Suárez, en las que se realizaron las siguientes simulaciones :

- Modelo de calidad de la corriente principal: Se registraron condiciones de calidad, datos de caudal, características hidráulicas, constantes cinéticas y valores de vertimientos y los principales afluentes de los tramos 1, 2 y 3. Tomando como la cabecera el Río Tinjacá hasta la unión del Río Suárez con el Río Lenguaruco.
- Modelo de calidad del tramo 1S: Se registraron condiciones de calidad, datos de caudal, características hidráulicas, constantes cinéticas y valores de vertimientos y los principales afluentes del tramo 1S que inicia en el Río Gachaneca en Samacá hasta la unión del Río Sáchica con el Río Sutamarchán Moniquirá.
- Modelo de calidad del tramo 2S: Se registraron condiciones de calidad, datos de caudal, características hidráulicas, constantes cinéticas y valores de vertimientos y los principales afluentes del tramo 2S que tiene como cabecera el inicio del Río Pomeca hasta la desembocadura del Río Ubazá en el Río Suárez.



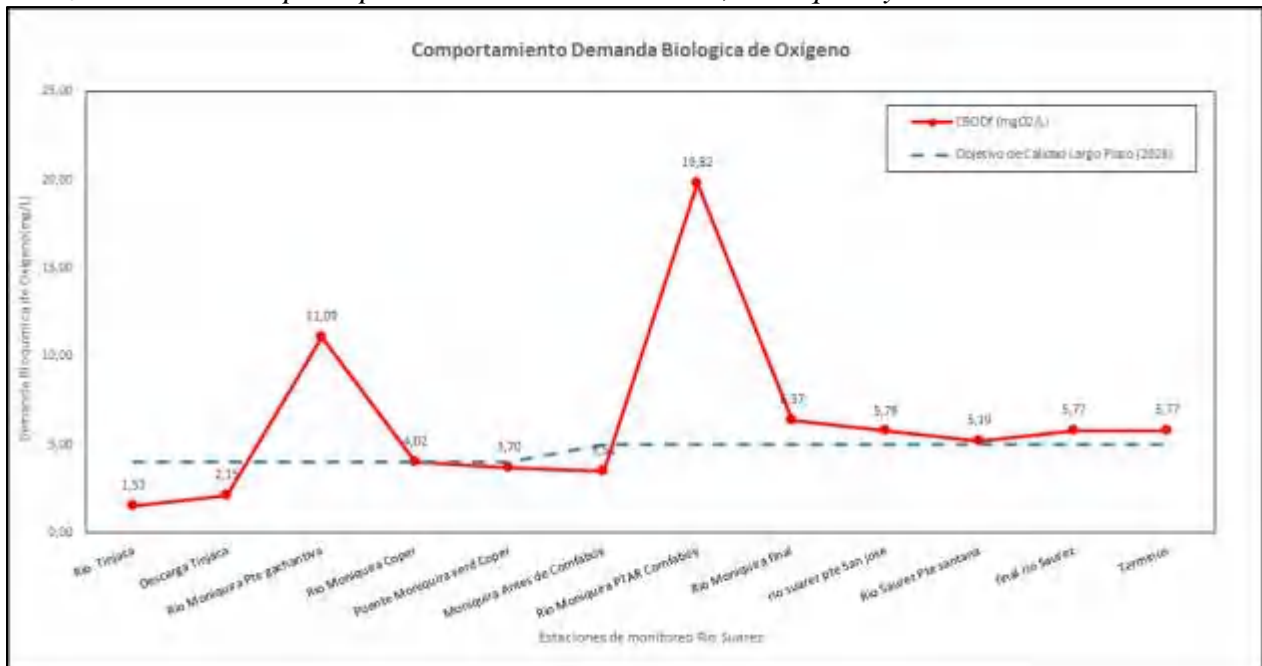
Se presentan los resultados obtenidos por el modelo matemático de calidad Qual2kw para establecer la calidad actual de cada uno de los tramos simulados y se comparan los resultados con los objetivos de calidad establecidos bajo la resolución 1433 del 10 de mayo de 2019 por medio de la cual se corrige la resolución N0 4736 del 28 de diciembre de 2019 y bajo los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso hídrico según el uso que se tiene establecido como objetivo de calidad, los valores de criterio de calidad se encuentran registrados en la resolución. Los resultados obtenidos se expresan a continuación :

**MODELO DE CALIDAD CORRIENTE PRINCIPAL**

- **DBO Rápida.** Los resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO<sub>5</sub> o DBO<sub>5</sub> rápida obtenido en el modelo de calidad hídrica en la corriente principal del río Suárez se encuentran a continuación:

**Figura 75.**

*DBO<sub>5</sub> de la corriente principal subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez AD.*



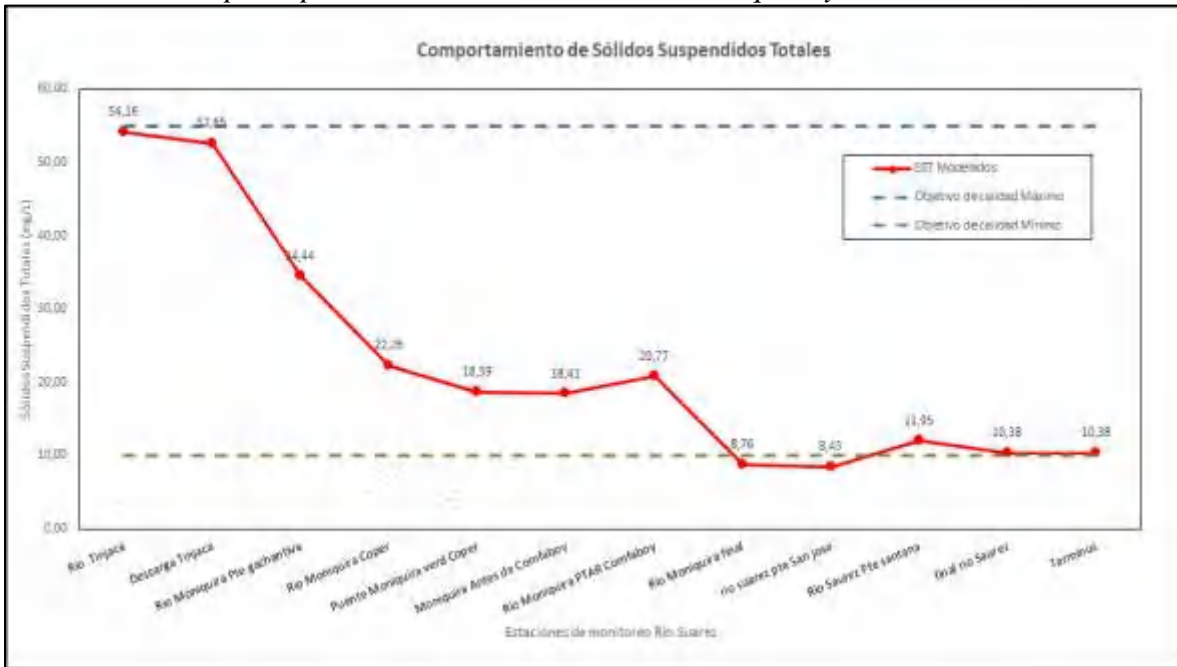
**Fuente:** Corpoboyacá.

En la estación de inicio (Río Tinjacá) se presenta valores bajos de contaminación de materia orgánica, incrementando su valor significativamente en la estación Río Moniquirá Pte. Gachantivá debido a la afectación causada por los vertimientos de origen antrópico alcanzando un valor de 11,9 mg/L de DBO<sub>5</sub>, no obstante el pico más alto se da en la estación de monitoreo denominado “Río Moniquirá después de la PTAR de COMFABOY” con una concentración de 19,82 mg/L de DBO<sub>5</sub>, dado que este cuerpo hídrico recibe la descarga de los vertimientos del municipio de Moniquirá sin tratamiento previo degradando las condiciones de calidad y causando un impacto negativo en la calidad del río, posterior a este sector y con la unión del río Suárez que trae un caudal mayor aumenta el factor de dilución del contaminante y disminuye los valores de materia orgánica llegando a un valor cercano a los 6 mg/L de DBO<sub>5</sub>. No obstante, en casi todas las estaciones de monitoreo de la corriente principal se tienen valores superiores a los 5 mg/L de DBO<sub>5</sub>, valor que supera el límite permisible en el objetivo de calidad.

- **Sólidos Suspendidos Totales:** Indica la cantidad de sólidos que se encuentran en suspensión presentes en el agua, en la siguiente grafica se presentan los resultado obtenidos en la modelación con los resultados medidos en la campaña de monitoreo de época seca.

**Figura 76.**

*SST de la corriente principal subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez AD.*



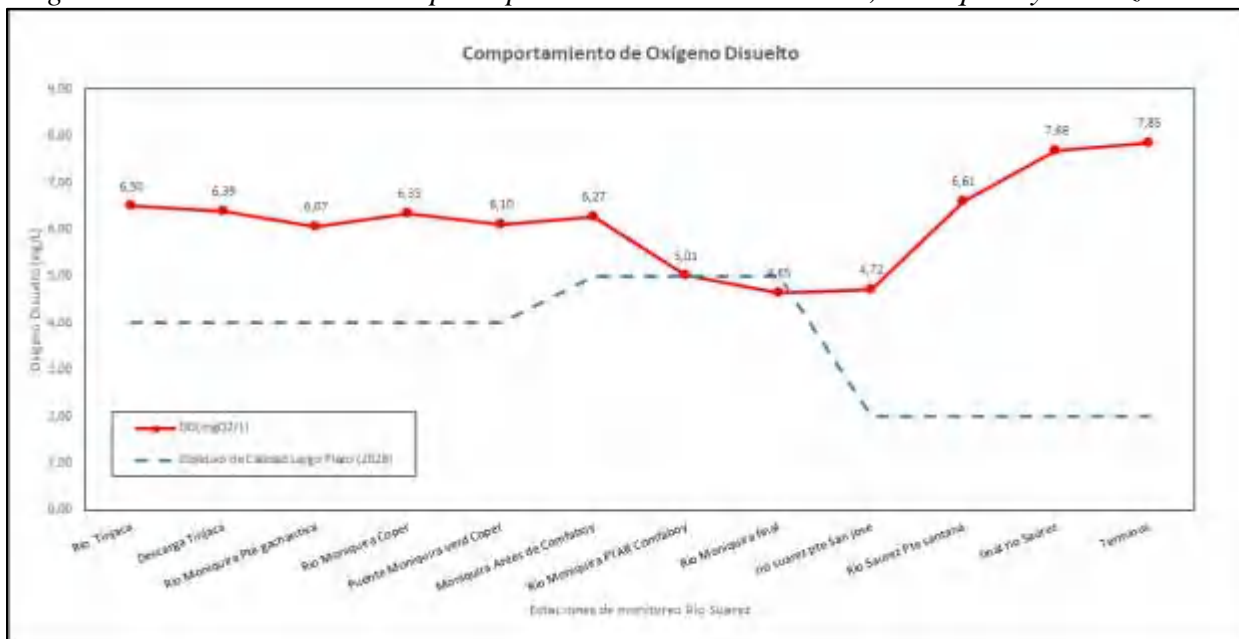
*Fuente: Corpoboyacá.*

Se puede observar que el comportamiento de los datos modelados de la corriente principal con respecto a sólidos suspendidos totales es inverso al comportamiento reflejado con la Demanda Bioquímica de Oxígeno, donde el valor más alto se presentan en la primera parte del tramo en especial en la estación Río Tinjacá (54,16 mg SST/L) empezando a decrecer su valor a lo largo del trayecto del río incrementando nuevamente su valor en la estación Río Moniquirá COMFABOY con un valor de 20,77 mg/L de SST, reflejando la afectación causada por los vertimientos del municipio, en casi toda la corriente de monitoreo se cumple con la concentración máxima permitida en el valor de criterio de calidad establecido para cumplir con el objetivo de calidad (55mg/L) SST, no obstante es importante que se implementen sistemas de tratamiento previo antes de la descarga para reducir la concentración de sólidos ya que los sólidos suspendidos totales reducen la penetración de luz en la superficie del agua y por tanto interfieren en la vida acuática.

- **Oxígeno:** La línea azul representa la concentración de Oxígeno disuelto mínimo que se puede alcanzar a lo largo de la corriente definida en los Objetivos de calidad a largo plazo de la cuenca principal, este es un parámetro fundamental para la calidad hídrica porque presentan un comportamiento cuasi conservativo, en función de los detritos, los sólidos, la DBO<sub>5</sub> y las algas presentes en el cuerpo hídrico, (modelo de Streeter & PHelps).

**Figura 77.**

*Oxígeno Disuelto de la corriente principal subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez AD.*



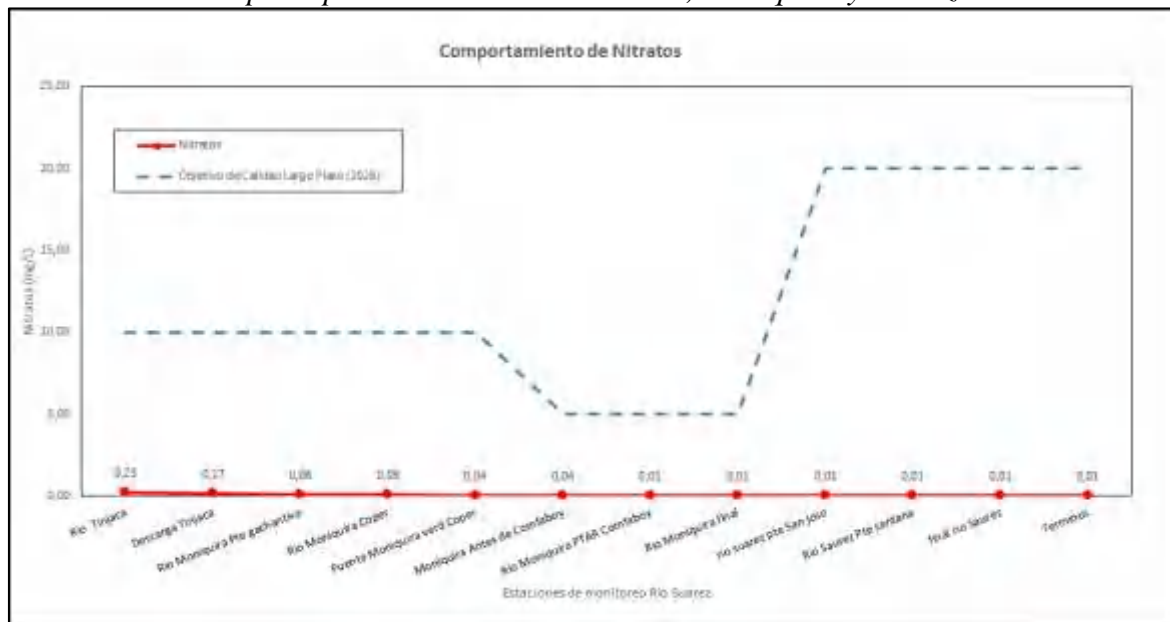
**Fuente:** Corpoboyacá.

En términos de Oxígeno disuelto los valores arrojados después de la calibración demuestran un buen nivel de oxígeno presente en el agua en casi todas las estaciones de monitoreo exceptuando las estaciones Río Moniquirá - COMFABOY y Río Moniquirá final con valores de oxígeno disuelto más bajo donde se incumpliría con el valor mínimo exigido por el objetivo de calidad para el tramo 2, el comportamiento presentado es muy común en los ríos de montaña que tienen una gran capacidad de autodepuración, debido a las altas tasas de reaeración ocasionadas por la gran turbulencia de flujo. Y no se evidencia saturación de oxígeno.

- **Nitratos:** Los nitratos son la forma de nitrógeno que resulta de la oxidación biológica del nitrógeno amoniacal. Este proceso, denominado nitrificación, es llevado a cabo por un grupo selecto de bacterias (Nitrosomonas). Los nitratos son una especie química cuya toxicidad aguda es incluso peor que la del amoniaco, pero no se volatiliza y se oxida rápidamente a nitrato por acción microbiológica. “EPA Method 300.0 Determination on inorganic ions by ion chromatography, United States Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH, 1993”

**Figura 78.**

*Nitrato de la corriente principal subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez AD.*



**Fuente:** Corpoboyacá.

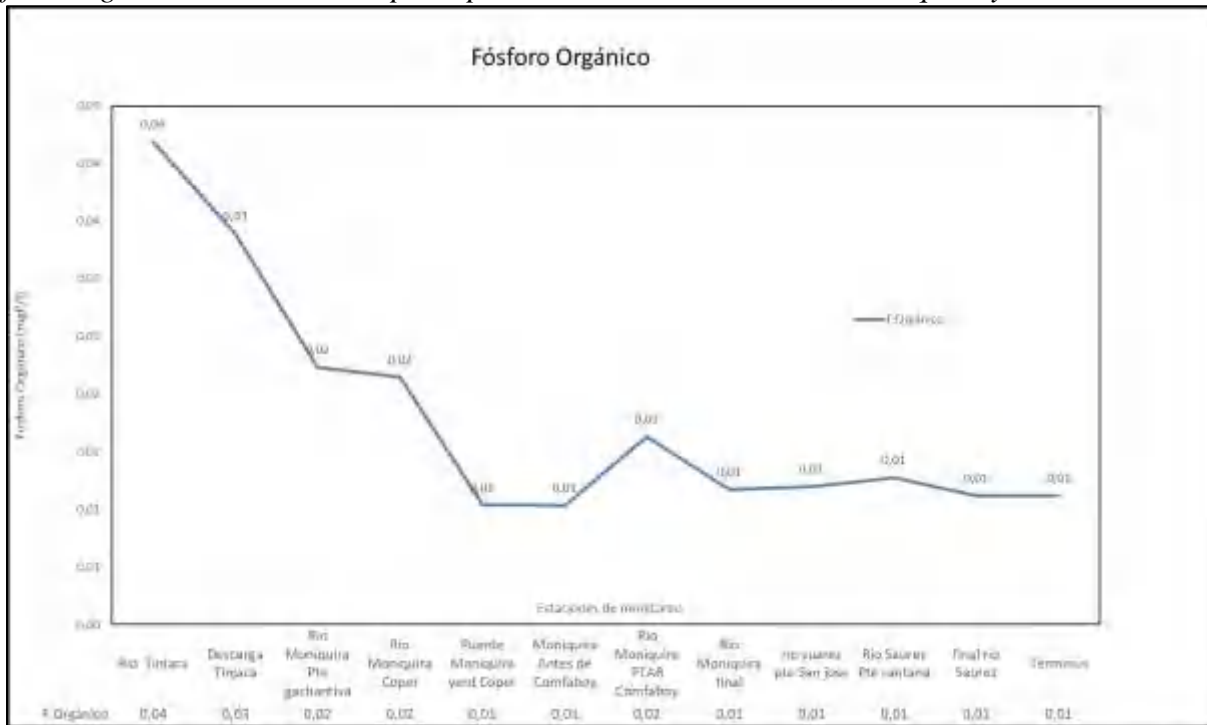
En todas las estaciones de monitoreo de la corriente principal se presenta el valor más alto de 0.23 mg N/L de nitratos en la estación de monitoreo Río Tinjacá reduciendo la concentración presente a lo largo de la corriente principal hasta llegar a la estación denominada final río Suárez con un valor de 0,01 mg N/L. A pesar que las concentraciones presentadas corresponden a valores característicos de agua dulce y cumplen con el objetivo de calidad en los tres tramos, es necesario reducir su valor en la cabecera del río dado que nitratos en exceso pueden producir eutrofización en la corriente hídrica.



- **Fósforo:** El fósforo generalmente se encuentra en aguas naturales, residuales y residuales tratadas en forma de fosfatos. Éstos se clasifican como ortofosfatos, fosfatos condensados y compuestos órganofosfatados (DOF, 2001). El programa Qual2kW modela el comportamiento obtenido por los ortofosfatos en corrientes hídricas.

**Figura 79.**

*Fósforo Orgánico de la corriente principal subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez.*



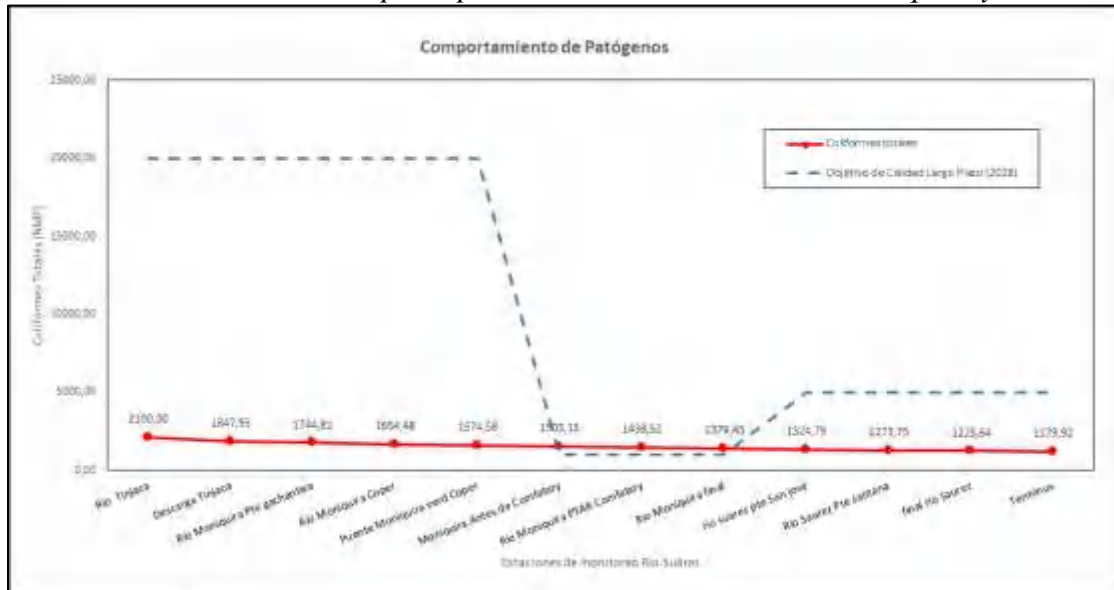
**Fuente:** Corpoboyacá.

Los ortofosfatos a lo largo de la cuenca del río Suárez presentan concentraciones muy bajas, por tal motivo, tienden a absorberse y sedimentarse, en la actualidad se presentan concentraciones inferiores, no obstante, es un parámetro que no debe incrementar para no afectar la biota natural del río y producir eutrofización.

- **Coliformes totales:** El modelo QUAL2KW calcula la tasa de mortalidad de los patógenos, La eliminación de patógenos se determina en función de la temperatura, salinidad, la luz y la sedimentación.

**Figura 80.**

*Coliformes totales de la corriente principal subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez.*



*Fuente: Corpoboyacá.*

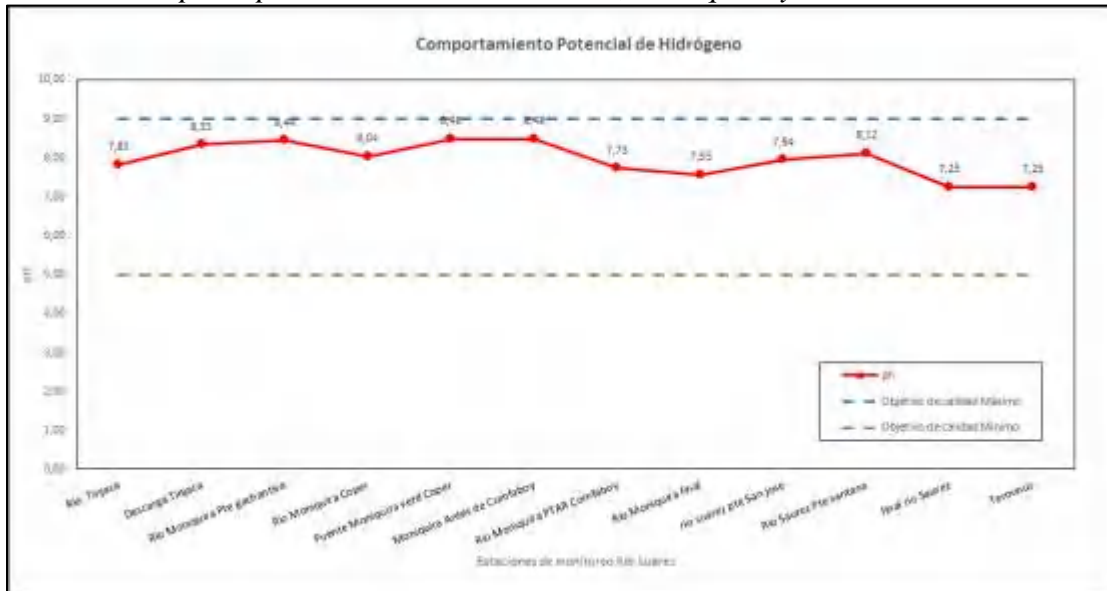
El modelo calibrado que desarrollo el programa Qual2k representa el comportamiento de la media de los datos, lo cual refleja el rango en el que se deben presentar los datos registrados en campo.

La concentración de Coliformes totales reportada en las primeras estaciones de monitoreo se ve incrementada de acuerdo con la tasa de radiación solar de 162 W/m<sup>2</sup> y al aumento de temperatura producida, las condiciones morfológicas e hidráulicas del cauce en esta zona también afectan el incremento de esta variable, dado que la profundidad en esta zona es baja.

- **Potencial de Hidrógeno:** El potencial de hidrógeno es el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno en una solución y es una medida para determinar si un líquido es ácido o básico (alcalino). La escala de pH tiene rangos desde 0 hasta 14, donde 0 es muy ácido y 14 es muy alcalino. Para el modelo de calidad se utilizó el método de solución Newton-Raphson, debido a su rapidez este método fue el predeterminado.

**Figura 81.**

*pH de la corriente principal subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez.*



**Fuente:** Corpoboyacá.

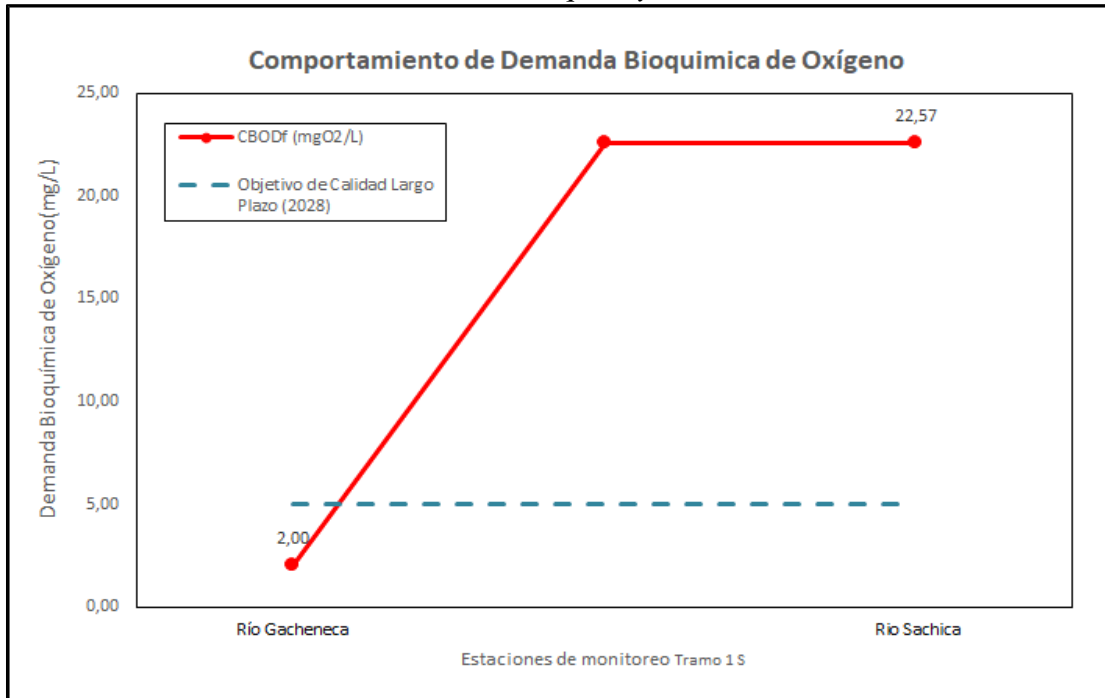
De acuerdo a la gráfica , se observa que el comportamiento del potencial hidrógeno es muy cercano a la alcalinidad , ya que en el transcurso del recorrido del río presentó un valor cercano de 8.48 unidades de pH que es un valor típico de un pH alcalino y desciende en la estación denominada Río Moniquirá final su valor de 7.33 unidades que corresponden a un PH acido que puede producir la disolución de iones metálicos. En toda la corriente los valores registrados se encuentran en el rango establecido para cumplir con el objetivo de calidad.

**MODELO DE CALIDAD TRAMO 1 S**

- **DBO Rápida:** Los resultados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO<sub>5</sub> o DBO rápida obtenido en el modelo de calidad hídrica en la corriente principal del tramo 1S se encuentran a continuación:

**Figura 82.**

*DBO<sub>5</sub> del tramo 1s subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez.*



*Fuente: Corpoboyacá.*

En el escenario de calidad actual se puede observar que la concentración de DBO<sub>5</sub> más elevada se presenta en la finalización del tramo con un valor de Río Sáchica de 22,57 (mg O<sub>2</sub>/L) esto debido al aporte de los vertimientos de los municipios que integran en ese tramo. El tramo de estudio incumple con el valor establecido para el objetivo de calidad (5 mg/L) DBO<sub>5</sub>.

- **Sólidos Suspendidos Totales:** Indica la cantidad de sólidos suspendidos totales, en la siguiente gráfica se presentan los resultados obtenidos en la modelación con los resultados medidos en la campaña de monitoreo de época seca para el tramo 1S.

**Figura 83.**

*SST del tramo 1S subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez.*



*Fuente: Corpoboyacá.*

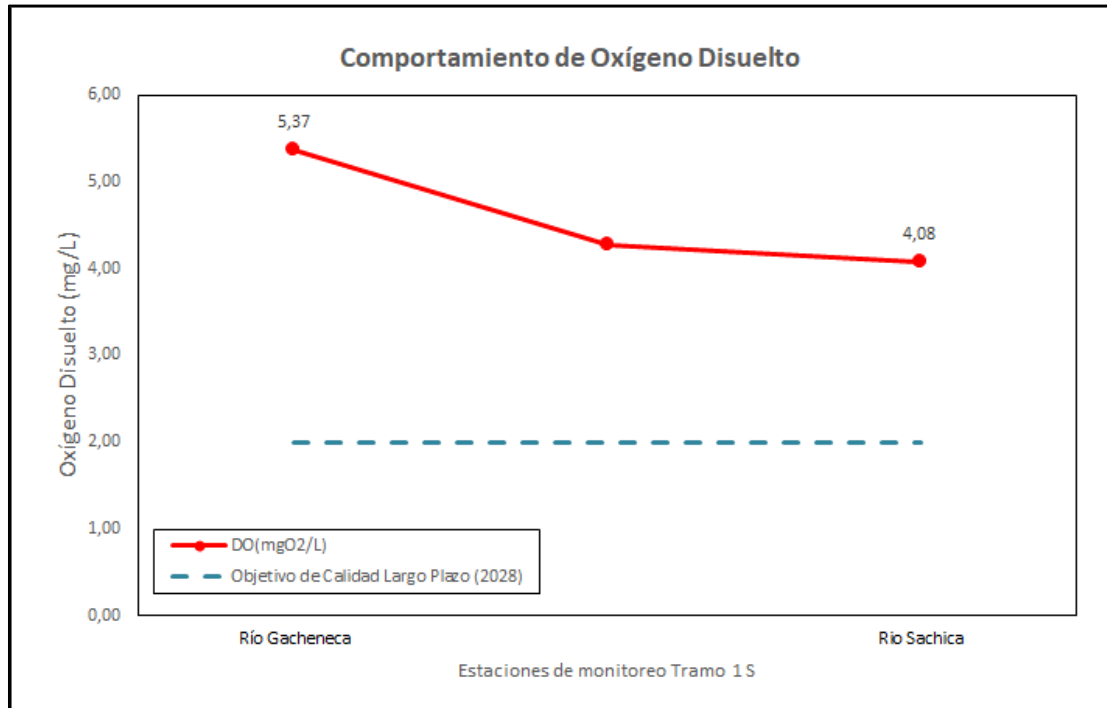
El comportamiento de SST está cumpliendo con la concentración máxima de 55 mg/L SST para los tres tramos. De igual forma se puede evidenciar que es necesario que los municipios de este tramo implementen su sistema de tratamiento PTAR para reducir más la concentración de sólidos suspendidos totales y con esto se mejoraría la calidad del recurso hídrico ya que los sólidos suspendidos son un indicador de contaminación ya que su presencia disminuye el paso de la luz a través de aguas evitando la actividad fotosintética, que es una variación crítica en la producción de oxígeno.

- **Oxígeno Disuelto:** El oxígeno disuelto que se presenta en el escenario de modelación en el escenario de línea base del tramo 1S es el siguiente :



**Figura 84.**

*OD del tramo 1s subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez.*



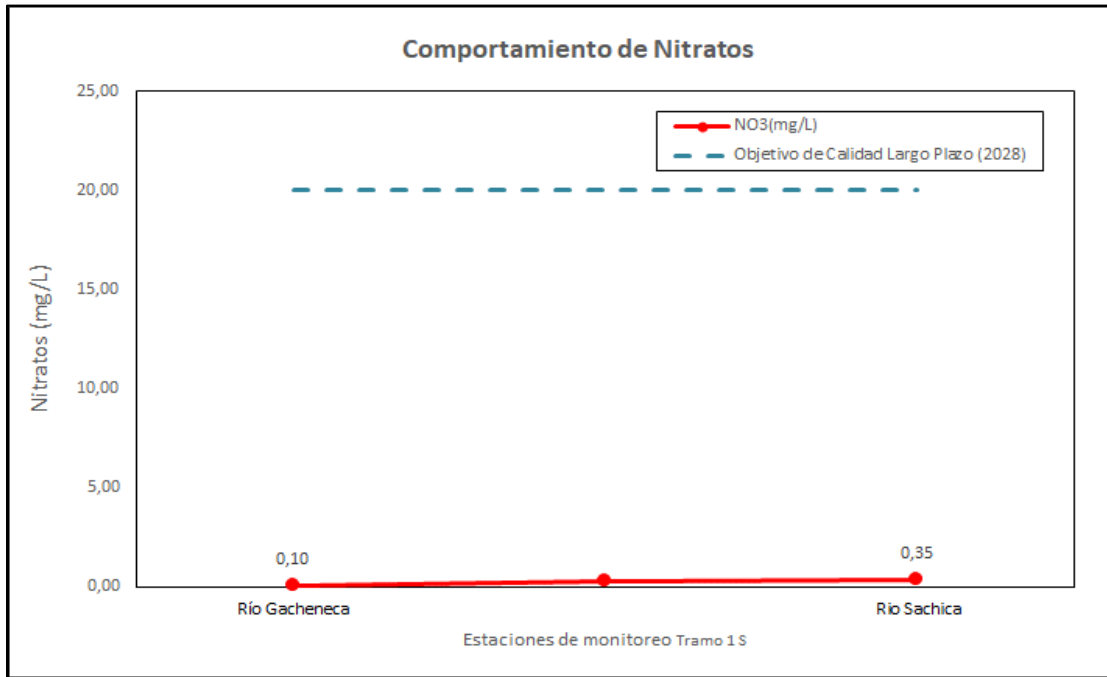
*Fuente: Corpoboyacá.*

En la gráfica de Oxígeno Disuelto se puede evidenciar que el río inicia con un nivel de Oxígeno Disuelto con una concentración de (5.37 mg/L) que va variando a lo largo del trayecto y disminuyendo hasta el río Sáchica con una concentración de 4,80 mg/L O<sub>2</sub>. Este fenómeno se debe al aporte de vertimientos de origen domestico proporcionado por los municipios y empresas que pertenecen a esta cuenca hídrica.

- **Nitratos:** Los resultados de nitratos reflejados en el tramo 1S según los valores obtenidos en el escenario modelado es la siguiente:

**Figura 85.**

*Nitratos del tramo 1S subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez.*



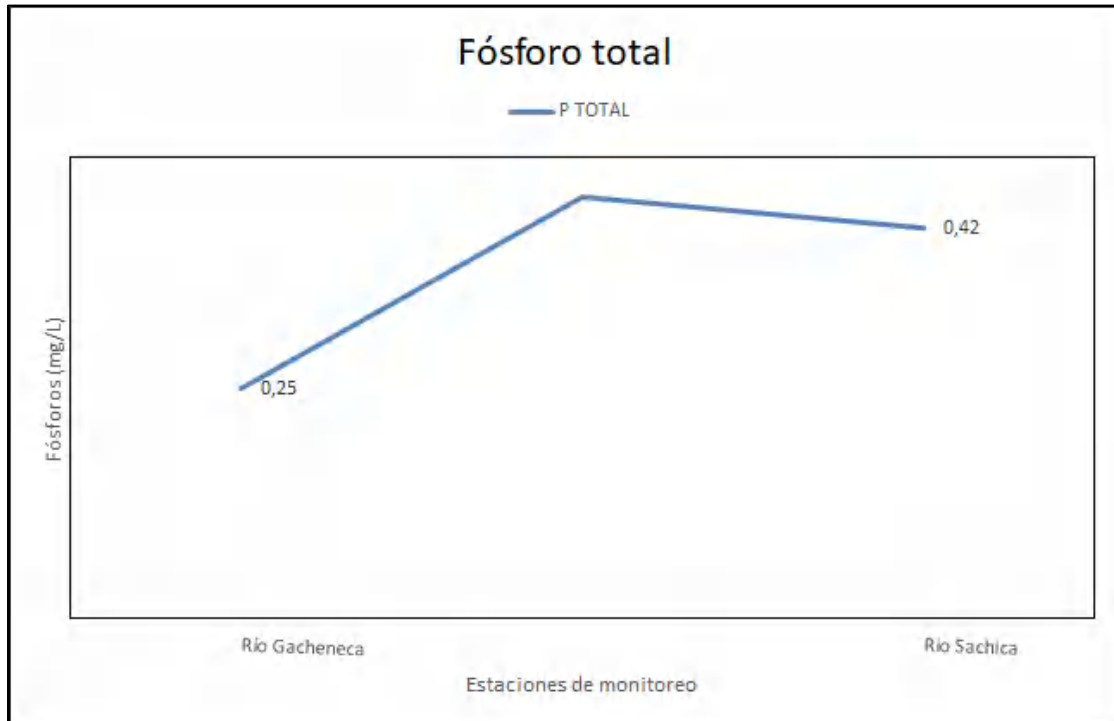
*Fuente: Corpoboyacá.*

En todas las estaciones de monitoreo del tramo 1S se cumple con el valor establecido del objetivo de calidad en términos del parámetro de nitratos el cual es de 20 (mg N/L)

- **Fósforo:** El programa Qual2k modela la forma Orgánica e Inorgánica que provienen fundamentalmente de la degradación de materia muerta. La concentración de fósforo orgánico presente en el tramo 1S es la siguiente :

**Figura 86.**

*Fósforo Total del tramo 1S subcuenca Sutamarchán, Monquirá y Suárez.*

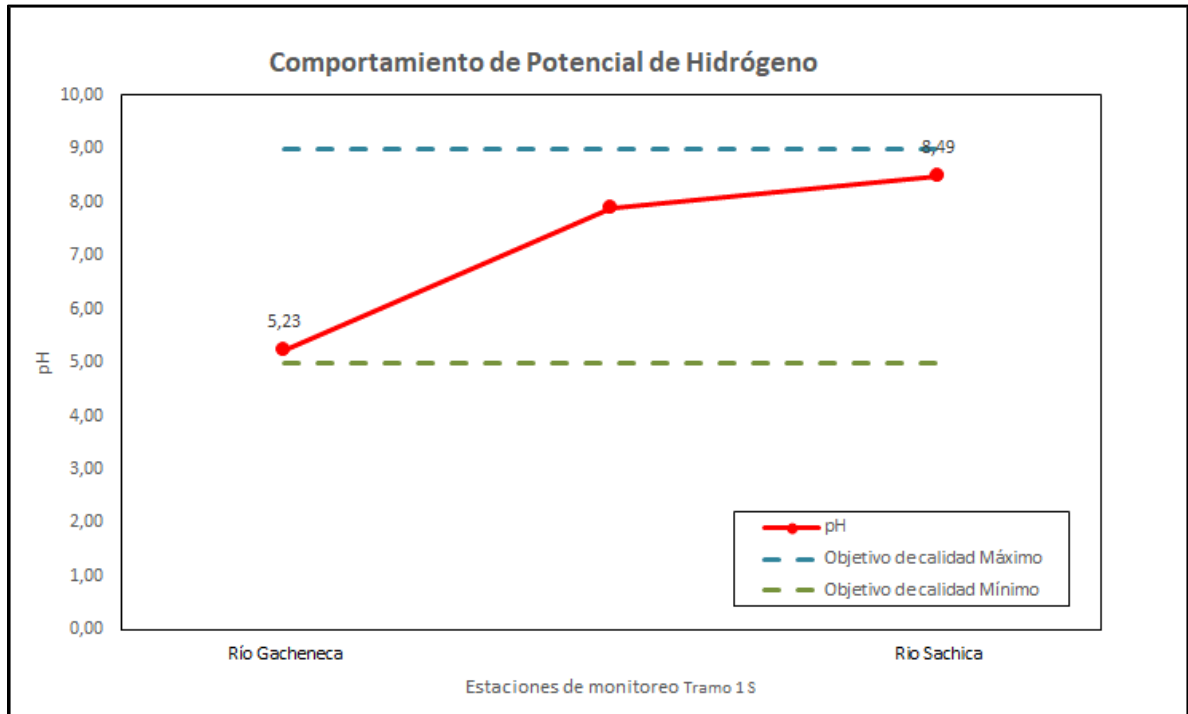


*Fuente: Corpoboyacá.*

Se presentan el valor más alto en la última estación de monitoreo ubicadas con un valor de 0,42 mg P/L. En este tramo no se establece el valor máximo permitido para cumplir con el objetivo de calidad.

- **Potencial de Hidrógeno:** Es una medida de la concentración de iones hidrógeno (H+) en una solución acuosa, los resultados se presentan a continuación:

**Figura 87.**  
*pH del tramo 1S subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez.*



*Fuente: Corpoboyacá.*

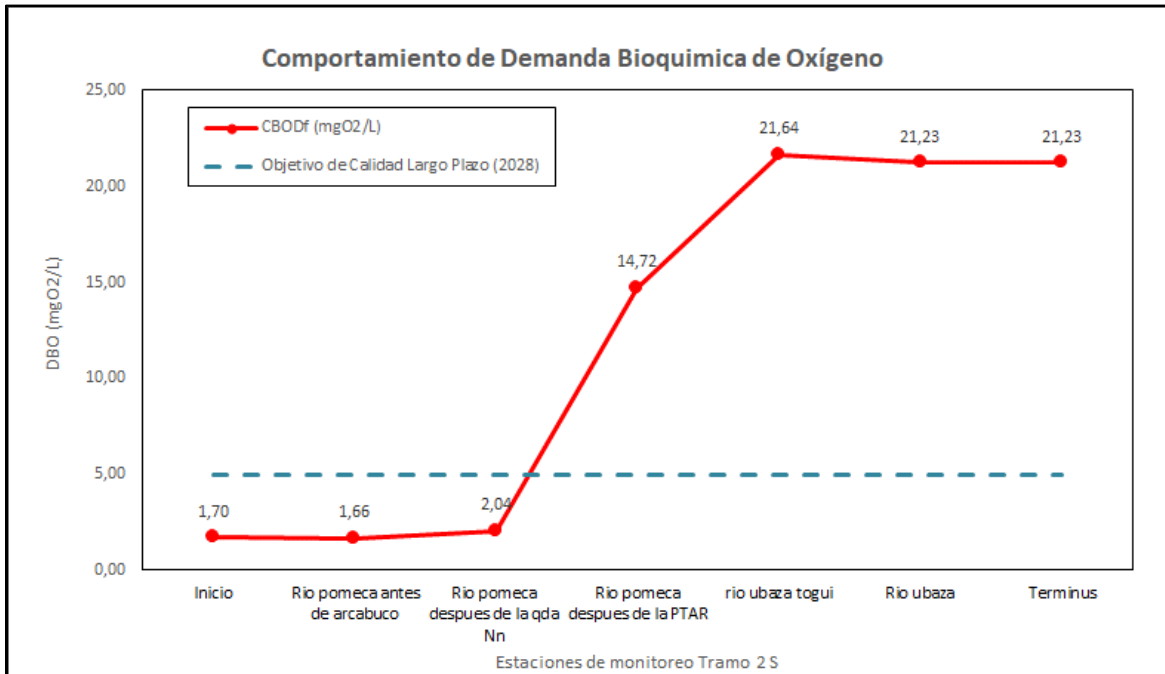
El pH del punto de inicio en el río Gacheneca tiene un valor de 5,23 unidades cercano a un pH neutro y en el punto del río Sáchica llega a una concentración de 8,49 unidades. Los valores registrados de las estaciones de monitoreo están en el rango establecido entre 5 y 9 unidades de pH con lo cual se cumpliría con el Objetivo De calidad

**MODELO DE CALIDAD TRAMO 2 S:**

- **DBO Rápida:** Los resultados Expresados por el modelo de calidad Qual2kw para el tramo 2 s son los siguientes:

**Figura 88.**

*DBO<sub>5</sub> del tramo 2s subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez.*



*Fuente: Corpoboyacá.*

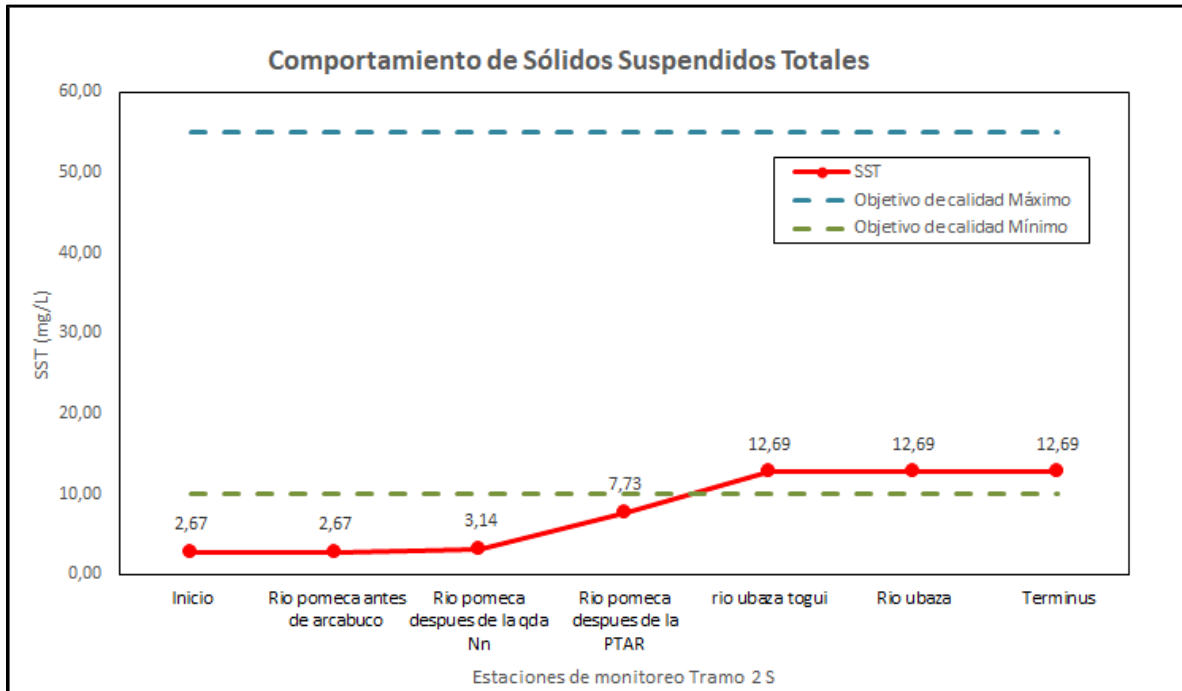
Como se observa en la gráfica los resultados reflejados por el modelo para el tramo 2S representan un grado de autodepuración alta del Río Pomeca donde se registran valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno menores a los 5 mg/L DBO<sub>5</sub> e incrementando su valor en la estación de monitoreo denominada Río Pomeca después de la PTAR con un valor de 14,72 mg/L de DBO<sub>5</sub>, superando el valor máximo permitido de 5 mg/L.

- **Sólidos Suspendidos Totales:** Los resultados obtenidos en el escenario de línea base (Calidad actual) para el tramo 2 s con respecto a sólidos suspendidos totales son los siguientes :



**Figura 89.**

*SST del tramo 2s subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez.*

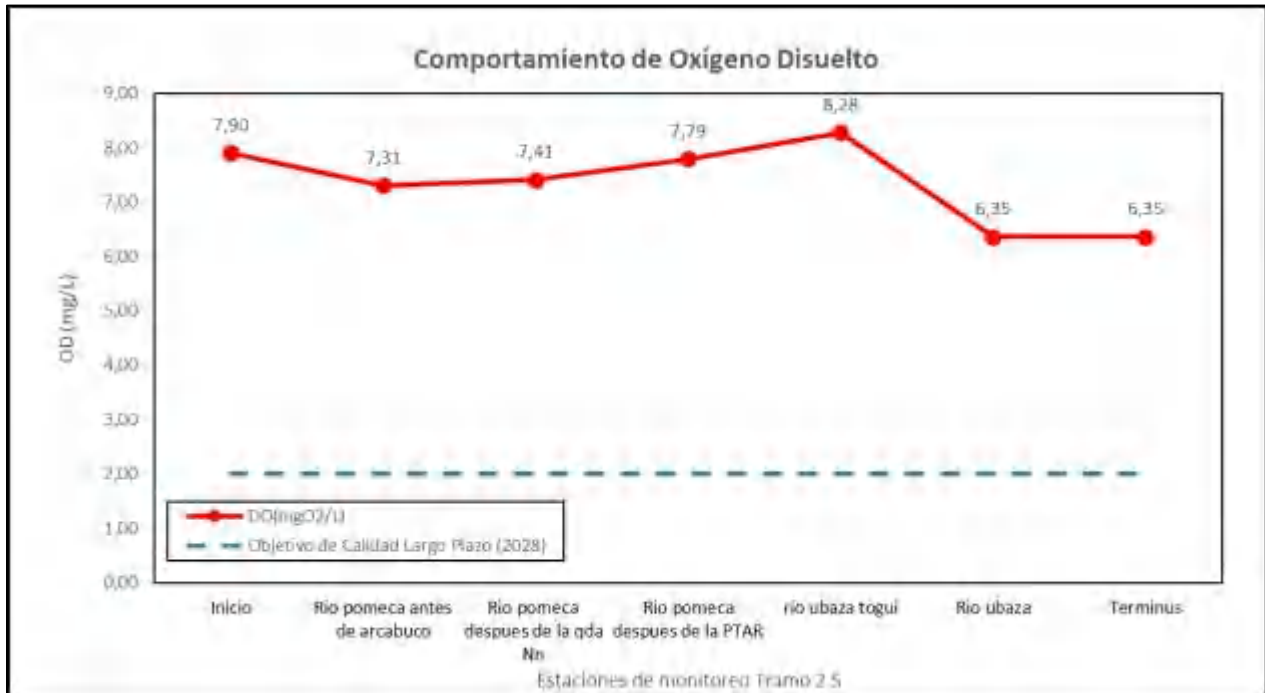


*Fuente: Corpoboyacá.*

En términos de Sólidos Suspendedos Totales los valores registrados en las primeras estaciones de monitoreo del tramo 2S tienen valores muy bajo de sólidos suspendidos totales y se incrementa su valor después de la estación de monitoreo río Ubazá-Togüí con un valor superior de 12,69 mg/L SST incumpliendo el valor mínimo permisible en el objetivo de calidad.

- **Oxígeno Disuelto:** El oxígeno disuelto es un parámetro fundamental para el desarrollo de la vida acuática, los resultados obtenidos a través de la simulación realizada para el tramo 2 s es el siguiente :

**Figura 90.**  
 OD del tramo 2s subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez.



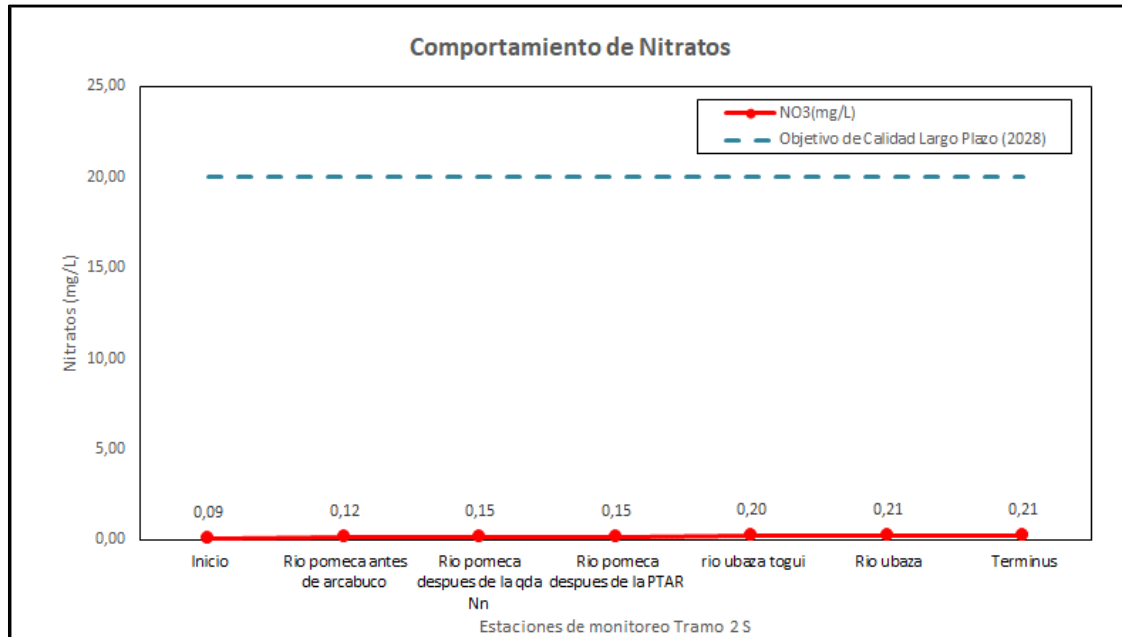
*Fuente: Corpoboyacá.*

El oxígeno disuelto del tramo 2S tiene valores altos reflejando un alto grado de autodepuración y capacidad de recuperación de la corriente gracias al aporte de los caudales de los Ríos Pomeca y Ubazá.

- **Nitratos:** Los nitratos son la forma de nitrógeno que resulta de la oxidación biológica del nitrógeno amoniacal, los resultados reflejados en el modelo son las siguientes :

**Figura 91.**

*Nitratos del tramo 2s subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez.*

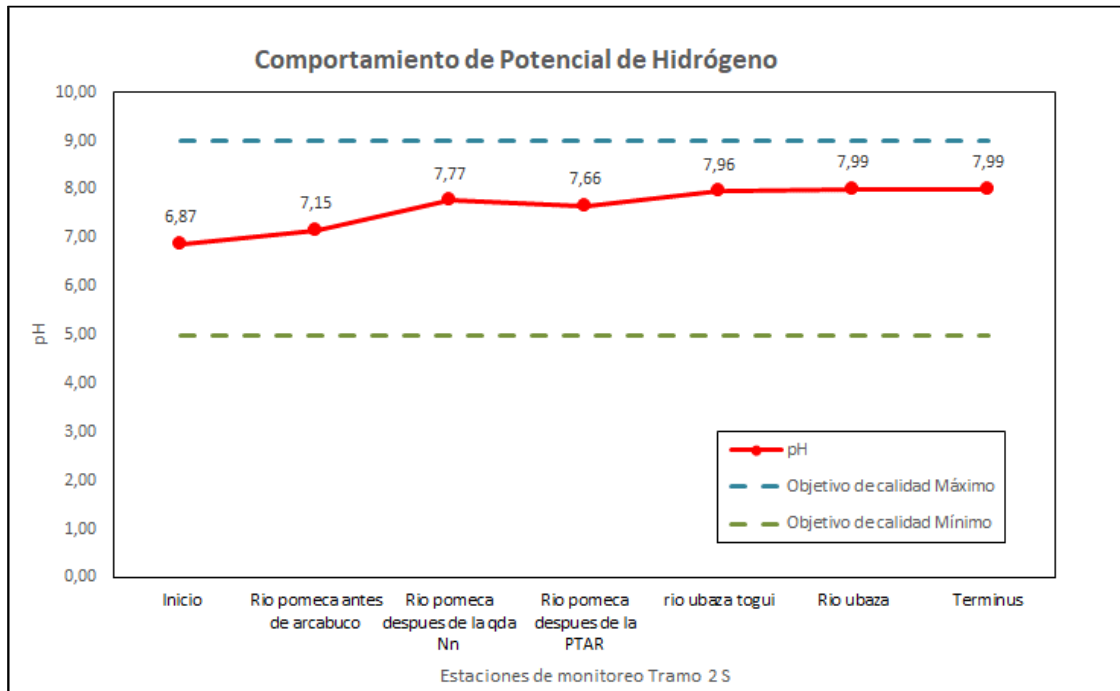


**Fuente:** Corpoboyacá.

Como se puede observar en la gráfica las estaciones de monitoreo tienen valores muy bajos de nitrato, presentando su valor más alto en la estación de monitoreo río Ubazá con un valor de 0.21 mg/L NO<sub>3</sub>, cumpliendo con el valor máximo establecido para nitratos que es de 20 mg/L NO<sub>3</sub>.

- **Potencial de Hidrógeno:** El potencial de hidrógeno es el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno en una solución y es una medida para determinar si un líquido es ácido o básico (alcalino). El modelo de calidad del tramo 2S refleja los siguientes resultados de pH.

**Figura 92.**  
*pH del tramo 2S subcuenca Sutamarchán, Moniquirá y Suárez.*



*Fuente: Corpoboyacá.*

Con respecto a los niveles de potencial de hidrogeno que se encuentran en el tramo 2S presentan valores que fluctúan entre el 6,87 unidades de pH hasta valores de 7,99 correspondientes a un pH neutro, de igual forma se encuentran en el rango establecido para cumplir con el objetivo de calidad.

## 7. ÍNDICES DE CALIDAD E ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA –RÍO SUÁREZ

### 7.1. DISEÑO DE LOS INDICES <sup>1</sup>

Los ICA e ICO, consisten básicamente en una expresión matemática simple, de la combinación de un número de parámetros físicos, químicos y/o microbiológicos, los cuales sirven como medida de la calidad del agua para diferentes usos (Fernández & Solano, 2005). Finalmente, el valor numérico obtenido, que oscilan entre 0 a 100 y 0 a 1, se clasifica en diferentes rangos a los cuales se le asigna una descripción cualitativa del grado de contaminación del agua, con los cuales puede valorarse el recurso (Samboni, et al, 2007), estos son presentados en forma de n número, rango, descripción verbal, símbolo o color.

Para Ball y Church (1980), el cálculo de los Índices tanto ICA e ICO se basan en tres pasos consecutivos, que son:

**1. Selección de parámetros o variables:** Se puede considerar entre dos o n-parámetros. La elección depende en gran medida del criterio de un experto, como también de la información existente, los criterios de tiempo, localización y su importancia como estándar de calidad; estas también se pueden definir teniendo en cuenta el tipo de uso de la fuente, por ejemplo, agua para consumo, recreación, riego, industria, etc. Por lo que es importante definir un grado de jerarquía.

**2. Determinación del subíndice para cada parámetro:** Tiene como propósito la transformación de las variables de una escala dimensional a una adimensional para permitir su agregación. Según Fernández y Solano (2005), se pueden utilizar varios métodos:

---

<sup>1</sup> González, Alberto & Restrepo, Ricardo & Viña-Vizcaíno, Gerardo. (1997). Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. formulaciones y aplicación. CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro. 1. 135-153.



- Valor nominal o numérico, previa comparación del valor del parámetro con un estándar o criterio.

- Parámetro en número decimal, diagramas o tablas de calibración: En este caso se debe desarrollar para cada parámetro su propio diagrama, en el que se indique la correlación entre el parámetro y su valor en escala de calidad. Ésta escala generalmente es entre 0 y 100, aunque también se acostumbra escalarlos entre 0 y 1.

**3. Determinación del Índice por agregación de los subíndices:** Una vez se tiene la información homogeneizada de todos los parámetros seleccionados, hay que mirar la manera de unificar la información final; la integración de los subíndices determina el Índice de calidad de agua, que puede darse por medio de fórmulas de agregación matemática que comúnmente corresponden a una función promedio.

## 7.2. ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA).

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

El indicador se calcula a partir de los datos de concentración de un conjunto de cinco o seis variables que determinan, en gran parte, la calidad de las aguas corrientes superficiales.

La fórmula de cálculo del indicador es:

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

Donde:

- $ICA_{nji}$ : Es el Índice de calidad del agua de una determinada corriente superficial en la estación de monitoreo de la calidad del agua  $j$  en el tiempo  $t$ , evaluado con base en  $n$  variables.
- $W_i$ : Es el ponderador o peso relativo asignado a la variable de calidad  $i$ .
- $I_{ikjt}$ : Es el valor calculado de la variable  $i$  (obtenido de aplicar la curva funcional o ecuación correspondiente), en la estación de monitoreo  $j$ , registrado durante la medición realizada en el trimestre  $k$ , del periodo de tiempo  $t$ .
- $n$ : Es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador;  $n$  es igual a 5, o 6 dependiendo de la medición del ICA que se seleccione.
- El Índice de calidad del agua es el valor numérico que califica en una de cinco categorías, la calidad del agua de una corriente superficial, con base en las mediciones obtenidas para un conjunto de cinco o seis variables, registradas en una estación de monitoreo  $j$  en el tiempo

### 7.2.1. Cálculo de valor del ICA para cada variable.

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

- **Oxígeno disuelto (OD)**

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

Inicialmente se calcula el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto  $PS_{OD}$ :

$$PS_{OD} = \frac{O_x \cdot 100}{C_p}$$

donde:

- $O_x$ : Es el oxígeno disuelto medido en campo (mg/L) asociado a la elevación, caudal y capacidad de reoxigenación.
- $C_p$ : Es la concentración de equilibrio de oxígeno (mg/L), a la presión no estándar, es decir, oxígeno de saturación.

Una vez calculado el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, el valor  $I_{OD}$  se calcula con la fórmula:

$$I_{OD} = 1 - (1 - 0.01 * PS_{OD})$$

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

$$I_{OD} = 1 - (0.01 * PS_{OD} - 1)$$

- **Sólidos Suspendedos Totales (SST)**

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

$$I_{SST} = 1 - (-0.02 + 0.003 * SST)$$

**Tabla 65.**

Valores para el Índice de Calidad del Agua para SST.

VALOR	$I_{SST}$
$SST \leq 4.5$	1
$SST \geq 320$	0

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

Mediante adaptación de la propuesta de la Universidad Politécnica de Catalunya se calcula con la fórmula:

**Tabla 66.**

Valores para el Índice de Calidad del Agua para DQO.

VALOR	$I_{DQO}$
$DQO \leq 20$	0.91
$20 < DQO \leq 25$	0.71

VALOR	I <sub>DQO</sub>
$25 < DQO \leq 40$	0.51
$40 < DQO \leq 80$	0.26
$DQO > 80$	0.125

- **Conductividad Eléctrica (C.E.)**

Se calcula como sigue:

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

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

- **Potencial de Hidrógeno (pH)**

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

**Tabla 67.**

Valores para el Índice de Calidad del Agua para pH.

VALOR	I <sub>pH</sub>
$pH < 4$	0.1
$4 \leq pH \leq 7$	$0.02628419 * e^{(pH * 0.520025)}$
$7 < pH \leq 8$	1
$8 < pH \leq 11$	$1 * e^{[(pH-8)*-0.5187742]}$
$pH > 11$	0.1

- **Nitrógeno Total / Fósforo Total (NT/PT)**

La fórmula para calcular el subíndice de calidad para NT/PT es:

**Tabla 68.**

Valores para el Índice de Calidad del Agua para Nitrógeno Total/Fósforo total.

VALOR	I <sub>NT/PT</sub>
$15 \leq NT/PT \leq 20$	0.8
$10 < NT/PT < 15$	0.6
$5 < NT/PT \leq 10$	0.35
$NT/PT \leq 5$ , o $NT/PT > 20$	0.15

En la siguiente tabla se resumen las variables que están involucradas en el cálculo del indicador para el caso en el que se emplean 6 variables, la unidad de medida en la que se registra cada uno de ellos y la ponderación que tienen dentro de la fórmula de cálculo.

**Tabla 69.**  
*Variables y ponderaciones para el caso de 6 variables.*

VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	PONDERACIÓN
Oxígeno Disuelto	% Saturación	0,17
SST	mg/L	0,17
DQO	mg/L	0,17
NT/PT	-	0,17
Conductividad	µs/cm	0,17
pH	Unidades de pH	0,15

Fuente: IDEAM

**Tabla 70.**  
*Calificación de la calidad del agua según el valor que puede tomar el indicador ICA.*

CATEGORÍAS DE VALORES QUE PUEDE TOMAR EL INDICADOR	CALIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA	SEÑAL DE ALERTA
0,00 – 0,25	Muy Mala	Rojo
0,26 – 0,50	Mala	Naranja
0,51 – 0,70	Regular	Amarillo
0,71 – 0,90	Aceptable	Verde
0,91 – 1,00	Buena	Azul

Fuente: IDEAM

### 7.2.2. Resultados para el Índice de Calidad del Agua (ICA).

El cálculo del índice de calidad se realizó para los puntos de monitoreo que tenían información disponible sobre: Porcentaje de saturación de oxígeno [%O<sub>sat</sub>], Sólidos Suspendidos Totales [SST], Conductividad Eléctrica [CE], Potencial de Hidrogeno [pH], Demanda Química de Oxígeno [DQO], Relación Nitrógeno Total/Fósforo Total.

El índice de calidad de agua (ICA) en la Subcuenca Sutamarchán - Moniquirá - Suárez AD se calculó para cada uno de los puntos de monitoreo, en los cuales se basa en las campañas de monitoreo realizadas por la Consultoría e Ingeniería Integral S.A.S CONINTEGRAL S.A.S

A continuación, se encuentran los datos de laboratorio de las diferentes variables para el cálculo del ICA e ICO's que se obtuvieron en el año 2024, a excepción del punto Río Gachaneca que no se pudo monitorear a causa de la época seca que hubo a inicio del año 2024:

**Tabla 71.**

*Índice de Calidad de Agua de la Subcuenca Sutamarchán - Moniquirá - Suárez AD.*

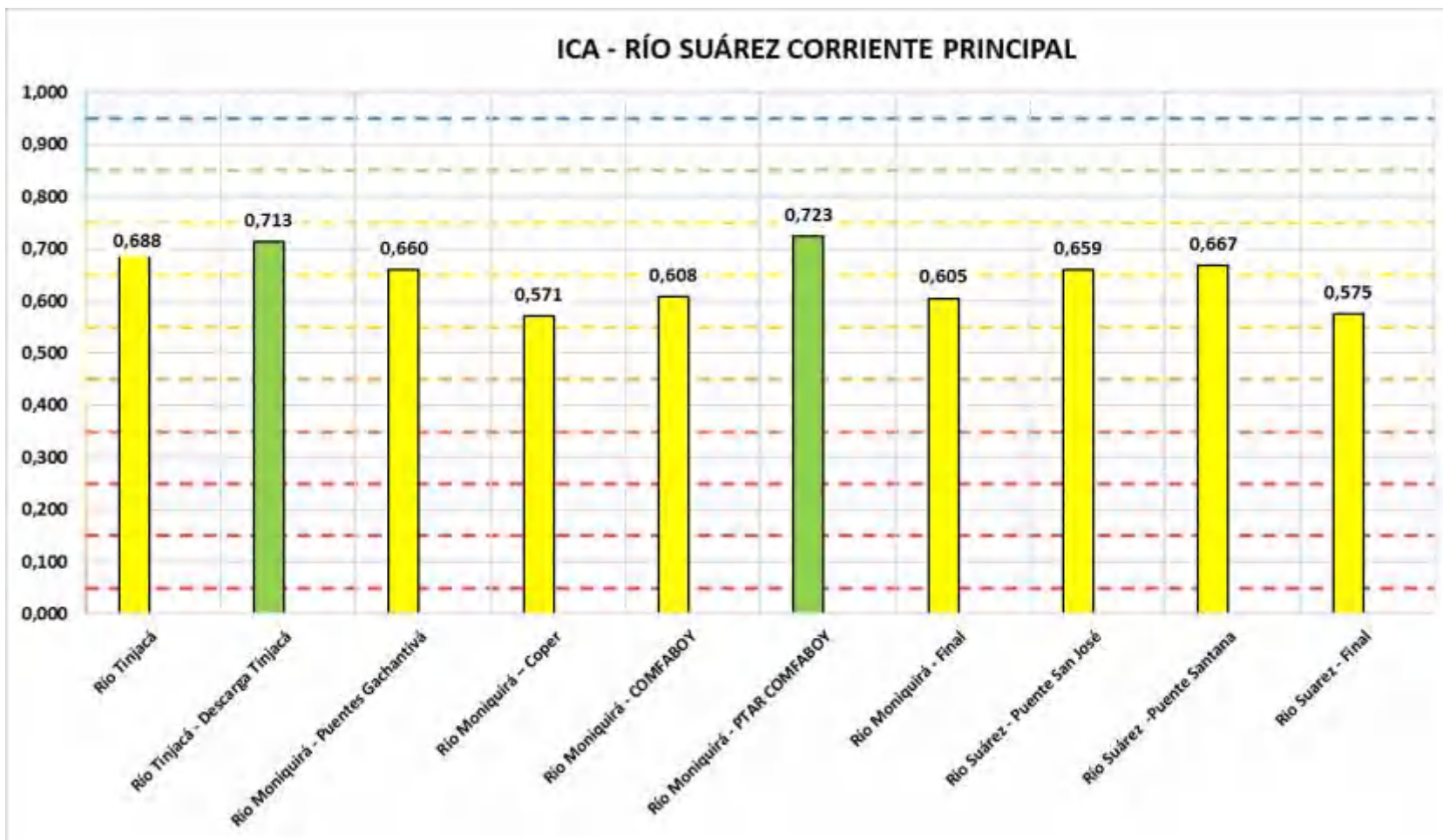
NOMBRE FUENTE SUPERFICIAL	TIPO	IOD	ISST	IDQO	ICE	IpH	I NT/PT	VALOR ICA	ICA	
TRAMO 1	Río Tinjacá	Estación	0.65	1.00	0.91	0.00	1.00	0.60	<b>0.69</b>	Calidad Regular
	Río Tinjacá - Descarga Tinjacá	Estación	0.80	1.00	0.91	0.00	1.00	0.60	<b>0.71</b>	Calidad Aceptable
	Río Cane	Punto	0.58	1.00	0.91	0.76	1.00	0.15	<b>0.73</b>	Calidad Aceptable
	Río Moniquirá-Puentes Gachantivá	Estación	0.45	1.00	0.91	0.00	0.81	0.80	<b>0.66</b>	Calidad Regular
	Río Moniquirá – Coper	Estación	0.46	1.00	0.91	0.00	0.94	0.15	<b>0.57</b>	Calidad Regular
TRAMO 2	Río Moniquirá - COMFABOY	Estación	0.76	1.00	0.91	0.00	0.85	0.15	<b>0.61</b>	Calidad Regular
	Río Moniquirá - PTAR COMFABOY	Estación	0.66	1.00	0.91	0.00	1.00	0.80	<b>0.72</b>	Calidad Aceptable
	Río Suárez - Puente Barbosa	Punto	0.77	1.00	0.91	0.00	0.88	0.35	<b>0.65</b>	Calidad Regular
	Río Moniquirá - Final	Estación	0.64	0.98	0.91	0.00	1.00	0.15	<b>0.60</b>	Calidad Regular
TRAMO 3	Río Suárez-Puente San José	Estación	0.90	1.00	0.91	0.00	0.82	0.35	<b>0.66</b>	Calidad Regular
	Río Suárez - Puente Santana	Estación	0.87	1.00	0.91	0.00	0.89	0.35	<b>0.67</b>	Calidad Regular
	Río Suárez - Final	Estación	0.74	1.00	0.91	0.00	0.67	0.15	<b>0.58</b>	Calidad Regular
	Río Lenguaruco	Punto	0.75	1.00	0.91	0.64	0.98	0.35	<b>0.77</b>	Calidad Aceptable
TRAMO 1S	Canal Vallado	Punto	0.28	0.84	0.13	0.00	1.00	0.15	<b>0.39</b>	Calidad Mala
	Río Leyva	Punto	0.33	0.90	0.13	0.00	1.00	0.35	<b>0.44</b>	Calidad Mala
	Río Sáchica	Estación	0.43	1.00	0.91	0.00	1.00	0.80	<b>0.68</b>	Calidad Regular
TRAMO 2S	Río Pomeca-Inicio Tramo 2S	Estación	0.98	1.00	0.91	0.86	0.94	0.35	<b>0.84</b>	Calidad Aceptable
	Río Pomeca-Antes Arcabuco	Estación	0.79	1.00	0.91	0.86	1.00	0.80	<b>0.89</b>	Calidad Aceptable
	Río Pomeca	Estación	0.67	1.00	0.91	0.86	1.00	0.35	<b>0.79</b>	Calidad Aceptable
	Río Pomeca-Después Qda NN Y Deps qda Colorada	Estación	0.72	1.00	0.91	0.88	0.67	0.15	<b>0.72</b>	Calidad Aceptable
	Río Pomeca-Después PTAR	Estación	0.75	1.00	0.91	0.78	0.64	0.35	<b>0.74</b>	Calidad Aceptable
	Río Ubazá-Togiúí	Estación	0.07	1.00	0.91	0.66	1.00	0.15	<b>0.63</b>	Calidad Regular
	Río Ubazá	Estación	0.87	1.00	0.91	0.65	0.94	0.80	<b>0.86</b>	Calidad Aceptable

**Fuente:** Corpoboyacá



**Figura 93.**

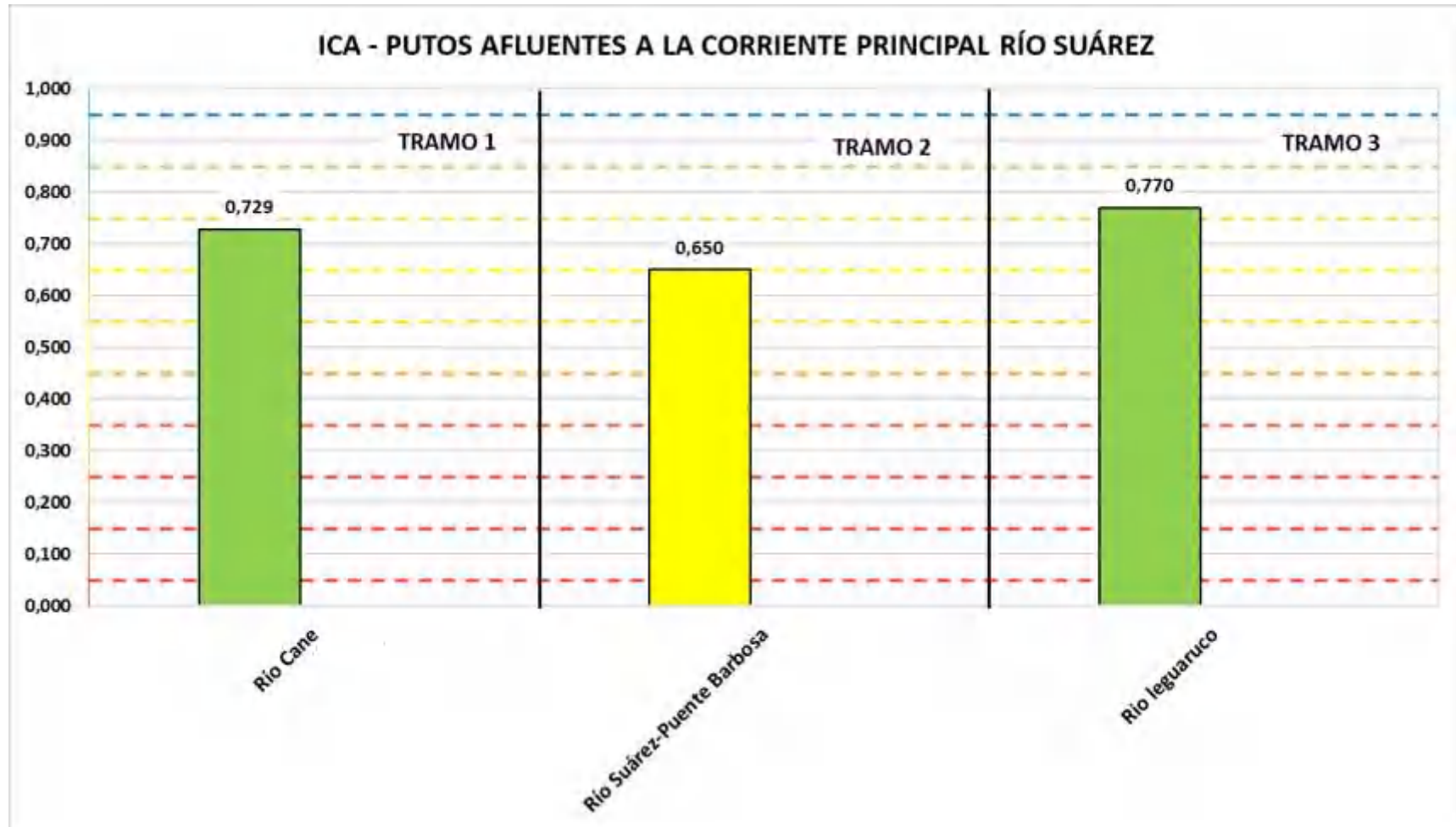
*Índice de calidad de Agua de la Subcuenca Sutamarchán - Moniquirá - Suárez AD en la corriente principal.*



*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 94.**

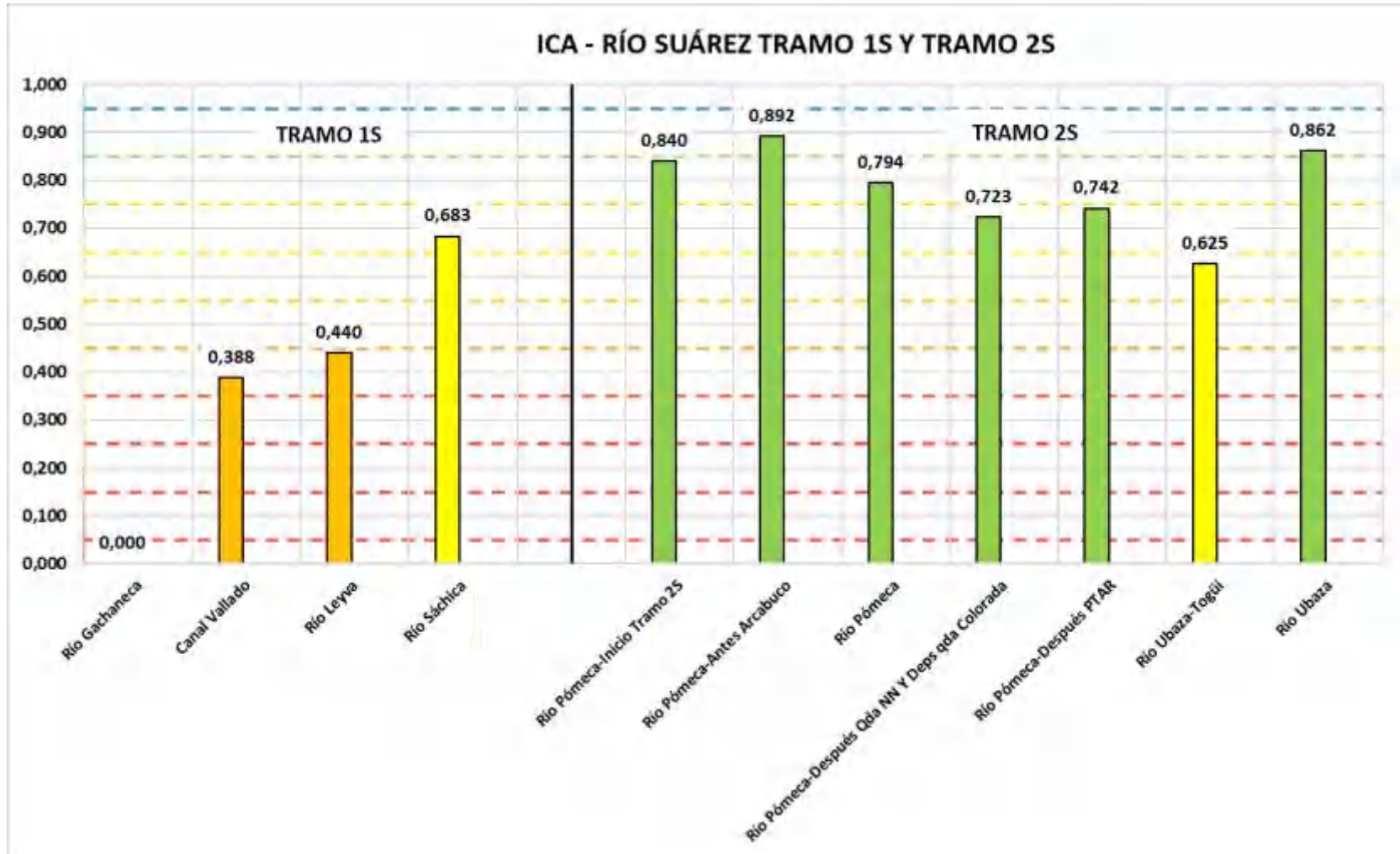
*Índice de calidad de Agua de la Subcuenca Sutamarchán - Moniquirá - Suárez AD por tramos.*



*Fuente: Corpoboyacá*

**Figura 95.**

*Índice de calidad de Agua de la Subcuenca Sutamarchán - Monquirá - Suárez AD Tramos 1s y 2s.*



*Fuente: Corpoboyacá*

### 7.3. ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA (ICO'S).

#### 7.3.1. Cálculo de valor del ICO's para cada variable.

Dentro de los factores determinantes de la contaminación del agua se encuentran:

#### **ICOMO o índice de contaminación por materia orgánica:**

Este indicador fue desarrollado por Ramírez, et al. (1998), a partir de estudios fisicoquímicos, microbiológicos y limnológicos realizados en la industria petrolera para condiciones de ríos de Colombia. Utiliza las variables de  $DBO_5$ , coliformes totales y porcentaje de saturación de oxígeno, donde las dos primeras reflejan fuentes diversas de contaminación orgánica y la tercera expresa la respuesta ambiental del cuerpo a este tipo de polución. Este índice está definido en un rango de 0 a 1 que indica la relación del aumento de contaminación en un cuerpo hídrico (Universidad de Pamplona, s.f.) El índice se obtiene mediante la fórmula:

$$ICOMO = \frac{1}{3}(I_{DBO} + I_{COT} + I_{\% OXIGENO})$$

Donde,

$I_{DBO}$  = Su valor se obtiene mediante:

$$\text{Si } DBO < 30 \text{ (mg/L) Entonces } I_{DBO} = -0.05 + 0.70_{\log_{10}} DBO$$

$$\text{Si } DBO < 30 \text{ (mg/L) Entonces } I_{DBO} = 1$$

$$\text{Si } DBO < 30 \text{ (mg/L) Entonces } I_{DBO} = 0$$

$I_{COT}$  = Su valor se obtiene mediante:

$$\text{Si coliformes totales } < 20000 \text{ NMP/100ml Entonces } I_{COT} = -1.44 + 0.56_{\log_{10}} COT$$

$$\text{Si coliformes totales } > 20000 \text{ NMP/100ml Entonces } I_{COT} = 1$$

$$\text{Si coliformes totales } < 500 \text{ NMP/100ml Entonces } I_{COT} = 0$$



$I_{\%OXIGENO}$  = Su valor se obtiene mediante:

Si % oxígeno < 100% Entonces,  $I_{\%OXIGENO} = 1 - 0.01 * \% \text{ saturación de oxígeno}$

Si % oxígeno > 100% Entonces,  $I_{\%OXIGENO} = 0$

### **ICOSUS o parámetro de contaminación por sólidos suspendidos:**

Se integra del cálculo de los sólidos suspendidos o partículas de carácter orgánico e inorgánico que se mantienen suspendidos en concentraciones acuosas. Este índice se define mediante un rango de 0 a 1 que permite determinar la contaminación por sólidos suspendidos (Cañas, (s,f)) de la siguiente manera:

Si  $SST < 340 \text{ mg/L}$  Entonces,  $ICOSUS = -0.02 + 0.003 * SST$

Si  $SST > 340 \text{ mg/L}$  Entonces  $ICOSUS = 1$

Si  $SST < 10 \text{ mg/L}$  Entonces  $ICOSUS = 0$

### **ICOTRO o índice de contaminación trófica:**

Se integra de la concentración de fósforo total, así como el nitrógeno y el fósforo en exceso de agua provoca eutrofización que puede afectar la vida acuática. Su determinación por análisis químico establece la determinación de contaminación (Cañas, Juan., s.f.) de la siguiente manera:

*Oligotrofia:* < 0.01

*Mesotrofia:* 0.01 – 0.02

*Eutrofia:* 0.02 – 1.00

*Hipereutrofia:* > 1.00

## ICOMI o parámetro de contaminación por mineralización

Este factor integra las mediciones de conductividad la cual expresa el contenido de sólidos disueltos en la corriente del cuerpo hídrico, dureza basada en la concentración de cationes de magnesio y calcio, y la alcalinidad expresada mediante el contenido de aniones de carbono. Este índice se define en un rango de 0 que indica baja contaminación a 1 que indica alta contaminación por mineralización (Ramírez et all, 1998).

Integra Conductividad, Dureza y Alcalinidad

$$ICOMI = \frac{1}{3} (I_{\text{Conductividad}} + I_{\text{Dureza}} + I_{\text{Alcalinidad}})$$

Donde:

$$I_{\text{Conductividad}} = \text{Log}_{10} \cdot I_{\text{Conductividad}} = 3.26 + 1.34 \text{Log}_{10} \cdot \text{Conductividad} (\mu\text{S} / \text{cm})$$
$$I_{\text{Conductividad}} = 10^{\text{Log} \cdot I_{\text{Conductividad}}}$$

Conductividades mayores a 270  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , tienen un índice de conductividad = 1

$$I_{\text{Dureza}} = \text{Log}_{10} \cdot I_{\text{Dureza}} = -9.09 + 4.40 \text{Log}_{10} \cdot \text{Dureza} (\text{mg} / \text{lt})$$
$$I_{\text{Dureza}} = 10^{\text{Log} \cdot I_{\text{Dureza}}}$$

Durezas mayores a 110 mg/L tienen un índice = 1

Durezas menores a 30 mg/L tienen un índice = 0

$$I_{\text{Alcalinidad}} = -0.25 + 0.005 \text{Alcalinidad} (\text{mg} / \text{lt})$$

Alcalinidades mayores a 250 mg/L tienen un índice = 1

Alcalinidades menores a 50 mg/L tienen un índice = 0

La calificación de la contaminación del agua según los resultados arrojados de los índices se establece en la siguiente tabla según corresponde.



**Tabla 72.**

*Calificación de la calidad del agua según el valor que puede tomar el indicador ICO's.*

Categorías de valores que pueden tomar el indicador	Calificación de la contaminación del agua	Señal de alerta
0.8 - 1.0	Muy alto	Rojo
0.6 - 0.8	Alto	Naranja
0.4 - 0.2	Medio	Amarillo
0.2 - 0.4	Bajo	Verde
0.0 - 0.2	Ninguno	Azul

*Nota: Adaptado de (Fernández, Ramos, & Solano, 2005)*

### 7.3.2. Resultados para el Índice de Contaminación del Agua (ICO's).

#### ICOMO – Índice de Contaminación por Materia Orgánica

Con respecto al índice de contaminación de materia orgánica ICOMO, se refleja una contaminación alta en los puntos de monitoreo del tramo 1S en las estaciones Río Leyva y Canal vallado, donde las concentraciones obtenidas de coliformes, DBO<sub>5</sub> y oxígeno disuelto, permiten clasificar estos puntos con un nivel de contaminación Muy Alto, de igual forma en la estación Río Sáchica las características encontradas permite clasificar la calidad del agua en términos de contaminación por materia orgánica en un nivel alto, debido principalmente a los niveles de coliformes encontrados en las fuentes, los cuales estuvieron por encima de los 2.000 NMP/100 mL, mostrando un grado de presión alto sobre el recurso en cuanto a términos de contaminación de origen orgánico, que necesitan la presencia de oxígeno para degradar y oxidar dicha materia orgánica.

A continuación, se presentan los resultados:

**Tabla 73.**

*Índice de ICOMO de Agua de la Subcuenca Sutamarchán - Moniquirá y Suárez AD.*

ESTACIÓN DE MONITOREO		DBO <sub>5</sub> (mg/L)	I DBO	Coliformes Totales (NMP/100 mL)	I COL TOL	% Saturación OD	I OXÍGENO	VALOR ICOMO	ICOMO
Tramo 1	Río Tinjacá	5.8	0.484	4.520	0.607	65.20	0.348	0.480	Medio
	Río Tinjacá - Descarga Tinjacá	7.1	0.546	34.300	1.000	80.40	0.196	0.581	Medio
	Río Cane	3.5	0.331	1.733	0.374	57.90	0.421	0.375	Bajo
	Río Moniquirá - Puentes Gachantivá	6.1	0.500	250	0.000	45.40	0.546	0.349	Bajo
	Río Moniquirá – Coper	1.6	0.000	242	0.000	45.90	0.541	0.180	Ninguno
Tramo 2	Río Moniquirá - COMFABOY	6.5	0.519	2.420	0.455	76.30	0.237	0.404	Medio
	Río Moniquirá - PTAR COMFABOY	5.9	0.490	1.733	0.374	66.10	0.339	0.401	Medio
	Río Suárez - Puente Barbosa	4.7	0.420	1.733	0.374	77.00	0.230	0.341	Bajo
	Río Moniquirá - Final	2.7	0.252	1.046	0.251	63.80	0.362	0.288	Bajo
Tramo 3	Río Suárez - Puente San José	5.1	0.445	1.553	0.347	90.00	0.100	0.297	Bajo
	Río Suárez - Puente Santana	6.9	0.537	437	0.000	87.10	0.129	0.222	Bajo
	Río Suárez - Final	6.6	0.524	98	0.000	74.10	0.259	0.261	Bajo
	Río Lenguaruco	6.4	0.514	1.986	0.407	75.10	0.249	0.390	Bajo
Tramo 1S	Canal Vallado	68.2	1.000	2.933.000	1.000	28.40	0.716	0.905	Muy Alto
	Río Leyva	46.4	1.000	2.778.000	1.000	33.40	0.666	0.889	Muy Alto
	Río Sáchica	9.3	0.628	412.000	1.000	43.10	0.569	0.732	Alto
Tramo 2S	Río Pomeca - Inicio Tramo 2S	1.7	0.000	1.986	0.407	98.20	0.018	0.142	Ninguno
	Río Pomeca - Antes Arcabuco	4.2	0.386	5.717	0.664	79.10	0.209	0.420	Medio
	Río Pomeca	9.2	0.625	1.553	0.347	66.80	0.332	0.435	Medio
	Río Pomeca-Después Qda NN Y Desp qda Colorada	4.0	0.371	1.414	0.324	71.60	0.284	0.327	Bajo
	Río Pomeca - Después PTAR	4.8	0.427	2.420	0.455	75.30	0.247	0.376	Bajo
	Río Ubazá - Togüí	2.9	0.274	1.610	0.356	7.30	0.927	0.519	Medio
	Río Ubazá	3.7	0.348	2.682	0.480	87.20	0.128	0.319	Bajo

*Fuente: CONINTEGRAL S.A.S - CDS 2022-641.*

## ICOSUS - Índice de Contaminación por Sólidos Suspendedos

La clasificación del ICOSUS indican que ninguna de las estaciones evaluadas presenta grados de contaminación asociados a las concentraciones de solidos suspendidos en el agua en la corriente principal ni en ninguno de sus afluentes. En la siguiente tabla se presentan los resultados:

**Tabla 74.**

*Índice de ICOSUS de la Subcuenca Sutamarchán - Moniquirá - Suárez AD.*

	ESTACIÓN DE MONITOREO	Sólidos Suspendedos (mg/L)	VALOR ICOSUS	ICOSUS
Tramo 1	Río Tinjacá	1.8	0.00	Ninguno
	Río Tinjacá - Descarga Tinjacá	4.4	0.00	Ninguno
	Río Cane	2.0	0.00	Ninguno
	Río Moniquirá - Puentes Gachantivá	4.4	0.00	Ninguno
	Río Moniquirá – Coper	5.8	0.00	Ninguno
Tramo 2	Río Moniquirá - COMFABOY	1.2	0.00	Ninguno
	Río Moniquirá - PTAR COMFABOY	1.0	0.00	Ninguno
	Río Suárez - Puente Barbosa	1.6	0.00	Ninguno
	Río Moniquirá - Final	14.2	0.02	Ninguno
Tramo 3	Río Suárez - Puente San José	2.0	0.00	Ninguno
	Río Suárez - Puente Santana	2.6	0.00	Ninguno
	Río Suárez - Final	0.8	0.00	Ninguno
	Río Lenguaruco	2.4	0.00	Ninguno
Tramo 1S	Canal Vallado	60.0	0.16	Ninguno
	Río Leyva	40.5	0.10	Ninguno
	Río Sáchica	7.6	0.00	Ninguno
Tramo 2S	Río Pomeca - Inicio Tramo 2S	1.6	0.00	Ninguno
	Río Pomeca - Antes Arcabuco	1.0	0.00	Ninguno
	Río Pomeca	4.6	0.00	Ninguno
	Río Pomeca - Después Qda NN Y Des qda Colorada	2.4	0.00	Ninguno
	Río Pomeca - Después PTAR	7.2	0.00	Ninguno
	Río Ubazá - Togüí	2.6	0.00	Ninguno
	Río Ubazá	0.4	0.00	Ninguno

*Fuente: CONINTEGRAL S.A.S - CDS 2022-641.*

## ICOTRO – Índice de Contaminación Trófica

Con respecto al fósforo total registrado en las fuentes evaluadas, los resultados catalogan estos puntos con clasificaciones de Eutrofia en 21 de las estaciones evaluadas, 2 puntos de monitoreo en Hipereutrofia y un (1) punto de monitoreo en mesotrofia; Este índice es importante, teniendo en cuenta que el exceso de nutrientes provoca una disminución en la contracción de oxígeno necesario para degradar la materia orgánica, disminuye la probabilidad de otros tipos de vida acuática como los peces incluso de macroinvertebrados acuáticos tolerantes a ciertos grados de contaminación. A continuación, se presentan los resultados:

**Tabla 75.**

*Índice de ICOTRO de Agua de la Subcuenca Sutamarchán - Moniquirá - Suárez AD.*

	ESTACIÓN DE MONITOREO	VALOR ICOTRO Fósforo Total (mg/L)	ICOTRO
Tramo 1	Río Tinjacá	0.15	Eutrofia
	Río Tinjacá - Descarga Tinjacá	0.33	Eutrofia
	Río Cane	0.02	Mesotrofia
	Río Moniquirá - Puentes Gachantivá	0.17	Eutrofia
	Río Moniquirá – Coper	0.04	Eutrofia
Tramo 2	Río Moniquirá - COMFABOY	0.04	Eutrofia
	Río Moniquirá - PTAR COMFABOY	0.07	Eutrofia
	Río Suárez - Puente Barbosa	0.25	Eutrofia
	Río Moniquirá - Final	0.06	Eutrofia
Tramo 3	Río Suárez - Puente San José	0.18	Eutrofia
	Río Suárez - Puente Santana	0.15	Eutrofia
	Río Suárez - Final	0.05	Eutrofia
	Río Lenguaruco	0.08	Eutrofia
Tramo 1S	Canal Vallado	19.50	Hipereutrofia
	Río Leyva	3.60	Hipereutrofia
	Río Sáchica	0.98	Eutrofia
Tramo 2S	Río Pomeca - Inicio Tramo 2S	0.10	Eutrofia
	Río Pomeca-Antes Arcabuco	0.04	Eutrofia
	Río Pomeca	0.21	Eutrofia
	Río Pomeca-Después Qda NN Y Desp Qda Colorada	0.26	Eutrofia
	Río Pomeca - Después PTAR	0.42	Eutrofia
	Río Ubazá - Togüí	0.27	Eutrofia
	Río Ubazá	0.03	Eutrofia

**Fuente:** CONINTEGRAL S.A.S - CDS 2022-641.

### ICOMI o parámetro de contaminación por mineralización

El índice de contaminación por mineralización (ICOMI) presenta valores homogéneos a lo largo de la corriente principal en la cuenca, representado un riesgo alto de mineralización para los puntos analizados. De igual manera en cuanto a los Tramos 1S y 2S se presenta un comportamiento antagónico, el Tramo 1S presenta índice de contaminación por mineralización muy Alto, alto y medio, siendo este tramo el que mayor afectación presenta, puede ser causado por el efecto combinado de los vertimientos de Sáchica y Villa de Leyva, junto a vocación agrícola mayor que los otros municipios como lo es en Cucaita, Samacá, Sora y Villa de Leyva, mientras que todo el Tramo 2S no presenta riesgo por mineralización.

**Tabla 76.**

*Índice de ICOMI de Agua de la Subcuenca Sutamarchán - Moniquirá - Suárez AD.*

	ESTACIÓN DE MONITOREO	Conductividad (µS/cm)	I Cond	Dureza (mg/L)	I Dureza	Alcalinidad (mg/L)	I Alca	VALOR ICOMI	ICOMI
Tramo 1	Río Tinjacá	443,5	1,000	213,4	1,000	75,9	0,130	0,710	Alto
	Río Tinjacá - Descarga Tinjacá	473,5	1,000	199,6	1,000	93,3	0,217	0,739	Alto
	Río Cane	92,0	0,235	36,6	0,006	23,6	0,000	0,080	Ninguno
	Río Moniquirá - Puentes Gachantivá	542,5	1,000	220,0	1,000	98,1	0,241	0,747	Alto
	Río Moniquirá - Coper	419,5	1,000	185,0	1,000	91,7	0,209	0,736	Alto
Tramo 2	Río Moniquirá - COMFABOY	491,0	1,000	177,3	1,000	93,7	0,219	0,740	Alto
	Río Moniquirá - PTAR COMFABOY	456,0	1,000	168,8	1,000	99,4	0,247	0,749	Alto
	Río Suárez - Puente Barbosa	335,0	1,000	166,2	1,000	104,0	0,270	0,757	Alto
	Río Moniquirá - Final	495,0	1,000	171,9	1,000	102,0	0,260	0,753	Alto
Tramo 3	Río Suárez - Puente San José	275,5	1,000	116,8	1,000	82,3	0,162	0,721	Alto
	Río Suárez - Puente Santana	272,5	1,000	120,2	1,000	83,9	0,170	0,723	Alto

	ESTACIÓN DE MONITOREO	Conductividad (µS/cm)	I Cond	Dureza (mg/L)	I Dureza	Alcalinidad (mg/L)	I Alca	VALOR ICOMI	ICOMI
	Río Suarez - Final	303,0	1,000	125,1	1,000	85,8	0,179	0,726	Alto
	Río Lenguaruco	127,0	0,362	53,0	0,031	44,7	0,000	0,131	Ninguno
Tramo 1S	Canal Vallado	1047,5	1,000	77,3	0,165	379,0	1,000	0,722	Alto
	Río Leyva	346,0	1,000	70,2	0,108	141,0	0,455	0,521	Medio
	Río Sáchica	688,5	1,000	219,6	1,000	164,0	0,570	0,857	Muy Alto
	Río Pomeca - Inicio Tramo 2S	61,5	0,137	26,9	0,000	26,1	0,000	0,046	Ninguno
Tramo 2S	Río Pomeca - Antes Arcabuco	61,5	0,137	27,5	0,000	27,3	0,000	0,046	Ninguno
	Río Pomeca	63,5	0,143	26,5	0,000	23,0	0,000	0,048	Ninguno
	Río Pomeca - Después Qda NN Y Deps qda Colorada	55,5	0,119	26,1	0,000	23,8	0,000	0,040	Ninguno
	Río Pomeca - Después PTAR	86,5	0,217	26,5	0,000	24,6	0,000	0,072	Ninguno
	Río Ubazá - Toguií	120,5	0,338	52,0	0,029	45,6	0,000	0,122	Ninguno
	Río Ubazá	123,5	0,349	53,2	0,032	49,5	0,000	0,127	Ninguno

**Fuente:** CONINTEGRAL S.A.S - CDS 2022-641.



## 8. ESTADO ACTUAL DE LAS PTAR EN LA CUENCA DEL RÍO SUÁREZ

### 8.1. PTAR MUNICIPIO DE SAMACÁ

La salida de la PTAR del municipio de Samacá, la cual cumple con lo estipulado en el artículo 8 de la resolución 631 de 2015, en lo relacionado a los valores máximos permisibles de los parámetros de Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y los sólidos suspendidos Totales (SST), lo que indica que la planta de tratamiento realiza remoción de contaminantes que permite dar cumplimiento a la normativa vigente en su descarga.

**Tabla 77.**

*Caracterización del Monitoreo del año 2023 en el Municipio de Samacá.*

CARACTERIZACIÓN DEL MONITOREO DEL AÑO 2023 EN EL MUNICIPIO DE SAMACÁ		VALOR LÍMITE PERMISIBLE	ENTRADA PTAR	SALIDA PTAR
PARAMETRO	UNIDAD	RES 631/2015	VALOR	VALOR
DBO <sub>5</sub>	mg/L	90	394	39,2
SST	mg/L	90	462	25

*Fuente: Corpoboyacá*

### Registro Fotográfico





*Fuente: Corpoboyacá*

## 8.2. PTAR MUNICIPIO DE ARCABUCO

La salida de la PTAR del municipio de Arcabuco, la cual no se encuentra en funcionamiento y sus instalaciones se están abandonadas, por ende, no da cumplimiento a lo estipulado en el artículo 8 de la resolución 631 de 2015, en lo relacionado a los valores máximos permisibles de los parámetros de Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5) y los sólidos suspendidos Totales (SST), lo que indica que no se está dando cumplimiento a la normativa vigente en su descarga.

Además, cabe resaltar que no se cuenta con información de la entrada de la PTAR del municipio, debido que no se encuentra en funcionamiento en la actualidad.

**Tabla 78.**

*Caracterización del Monitoreo del año 2023 en el Municipio de Arcabuco.*

CARACTERIZACIÓN DEL MONITOREO DEL AÑO 2023 EN EL MUNICIPIO DE ARCABUCO		VALOR LÍMITE PERMISIBLE	ENTRADA PTAR	SALIDA PTAR
PARAMETRO	UNIDAD	RES 631/2015	VALOR	VALOR
DBO5	mg/L	90	-	312
SST	mg/L	90	-	156

*Fuente: Corpoboyacá*

### Registro Fotográfico



*Fuente: Corpoboyacá*

### 8.3. PTAR MUNICIPIO DE CHÍQUIZA

El municipio de Chíquiza cuenta con PTAR por lagunas facultativas, de acuerdo a los resultados del monitoreo hecho en el años 2023 está planta de tratamiento cumple con los límites permisibles establecidos en el artículo 8 de la resolución 631 de 2015, en cuanto a los parámetros de BDO<sub>5</sub> y SST, por lo que si se realiza remoción de contaminantes en la descarga.



**Tabla 79.**

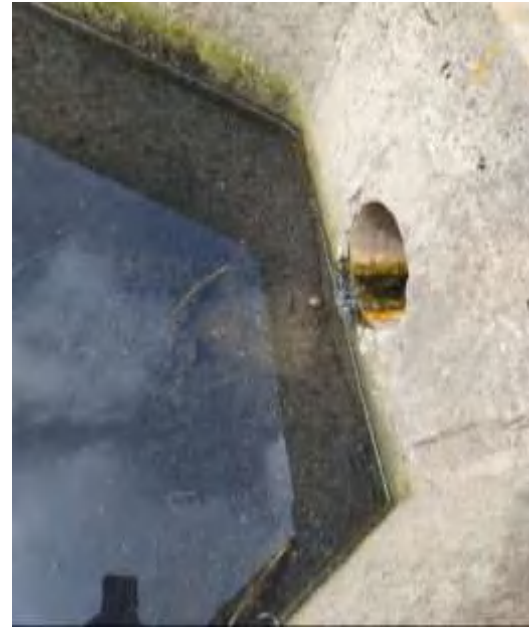
*Caracterización del Monitoreo del año 2023 en el Municipio de Chíquiza.*

CARACTERIZACIÓN DEL MONITOREO DEL AÑO 2023 EN EL MUNICIPIO DE CHÍQUIZA		VALOR LÍMITE PERMISIBLE	ENTRADA PTAR	SALIDA PTAR
PARAMETRO	UNIDAD	RES 631/2015	VALOR	VALOR
DBO5	mg/L	90	17,7	15,8
SST	mg/L	90	21,1	16,4

*Fuente: Corpoboyacá*

**Registro Fotográfico**





*Fuente: Corpoboyacá*

#### 8.4. PTAR MUNICIPIO DE TOGÜÍ

La PTAR del municipio de Togüí se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas latitud  $5^{\circ}56'15,0''N$  y  $73^{\circ}30'57,9''W$ , a una altura de 1652 m.s.n.m, esta planta fue construida para el tratamiento de un caudal de 2,5 L/s, está compuesta por un sistema de control de caudal, unidad de devastación, unidad de trampa de grasas, canaletas parshall, que posteriormente lleva la distribución del caudal por dos redes de tratamiento diferente. La primer red de tratamiento está compuesto por un sedimentador primario y un tanque Imhoff (reactor biológico) tipo UASB, Segundo tren de tratamiento compuesto por un sedimentador primario, un viaducto y un tanque Imhoff (reactor biológico) tipo UASB, Y posteriormente se cuenta con unas unidades de lechos de secado.

La conducción del caudal de agua residual a la planta es realizada por gravedad desde el municipio y dentro de la misma planta hasta su punto de vertimiento. Cabe aclarar que la PTAR en este momento tiene una acción popular por motivo que queda cerca al colegio del municipio

Togüí con nombre “Institución Educativa Aidé Camacho Saavedra”, el municipio ya se ha proyectado para la reubicación de la PTAR adquiriendo el predio con las siguientes coordenadas geográficas 5°56’25,26”N y 73°30’00,03”W.

**Tabla 80.**

*Caracterización del Monitoreo del año 2023 en el Municipio de Togüí.*

CARACTERIZACIÓN DEL MONITOREO DEL AÑO 2020 EN EL MUNICIPIO DE TOGÜÍ.		VALOR LÍMITE PERMISIBLE	ENTRADA PTAR	SALIDA PTAR
PARAMETRO	UNIDAD	RES 631/2015	VALOR	VALOR
DBO5	mg/L	90	188	173
SST	mg/L	90	119	24

*Fuente: Corpoboyacá*

### Registro Fotográfico







*Fuente: Corpoboyacá*

## 9. USOS DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO SUÁREZ

El uso del agua se relaciona con las condiciones del clima, costumbres, sistema productivo y en especial, por la economía de la población, por tanto, se hace necesario determinar el gasto del recurso, mediante un diagnóstico a la comunidad objeto de estudio y la calidad de las fuentes. De acuerdo con el diagnóstico de la política nacional de gestión del recurso hídrico, la demanda para el desarrollo de las actividades socioeconómicas del país, está dada para los siguientes usos: agrícola, doméstico, industrial, pecuario y servicios. En el caso del departamento de Boyacá, el uso agrícola representa la mayor demanda, donde requiere de manera adicional a la precipitación.

### 9.1. USOS DEL AGUA DE ACUERDO CON LA REVISIÓN DE BASES DE DATOS

#### 9.1.1. *Revisión de bases de datos asociadas a Concesiones de agua*

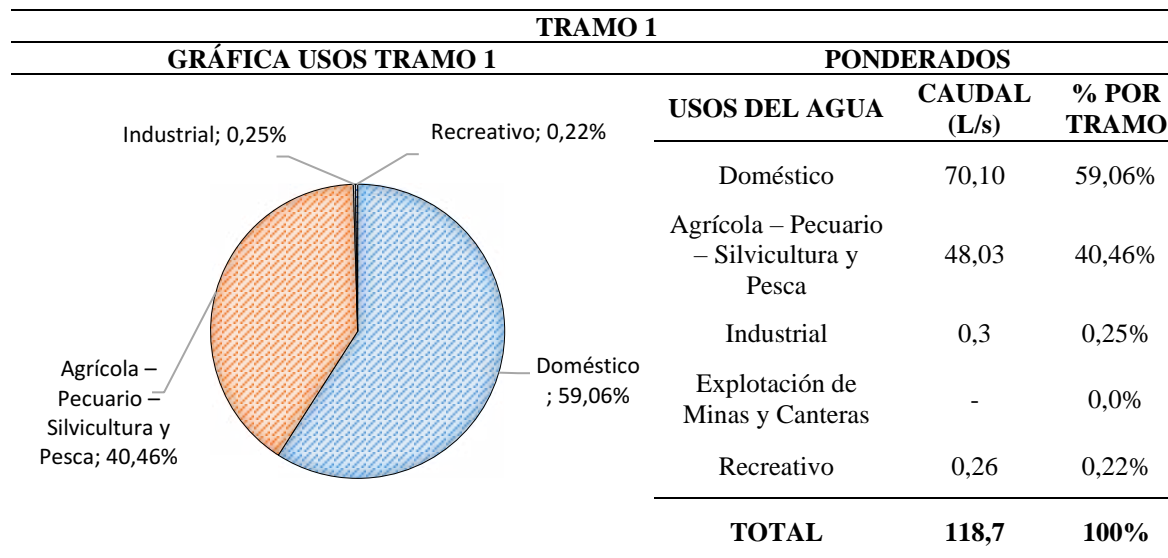
Actualmente ante CORPOBOYACÁ, 675 usuarios poseen una concesión de agua en la Subcuenca Sutamarchán - Moniquirá - Suárez AD. Una vez identificado el uso de los usuarios distribuidos a lo largo de los diferentes tramos de la cuenca del río Suárez, los usos se distribuyen porcentualmente de la siguiente manera:

#### **POR TRAMOS:**

De acuerdo a la revisión de los usuarios que realizan un uso del agua en la cuenca del Río Suárez se evidencia que en el Tramo 1 el mayor uso del agua es para tipo Doméstico con un 59%, mientras que en los demás tramos el mayor uso es para Agrícola – Pecuario – Silvicultura y Pesca con un 56,39%, 48,24%, 83,51,% y 77,80% respectivamente.

**Tabla 81.**

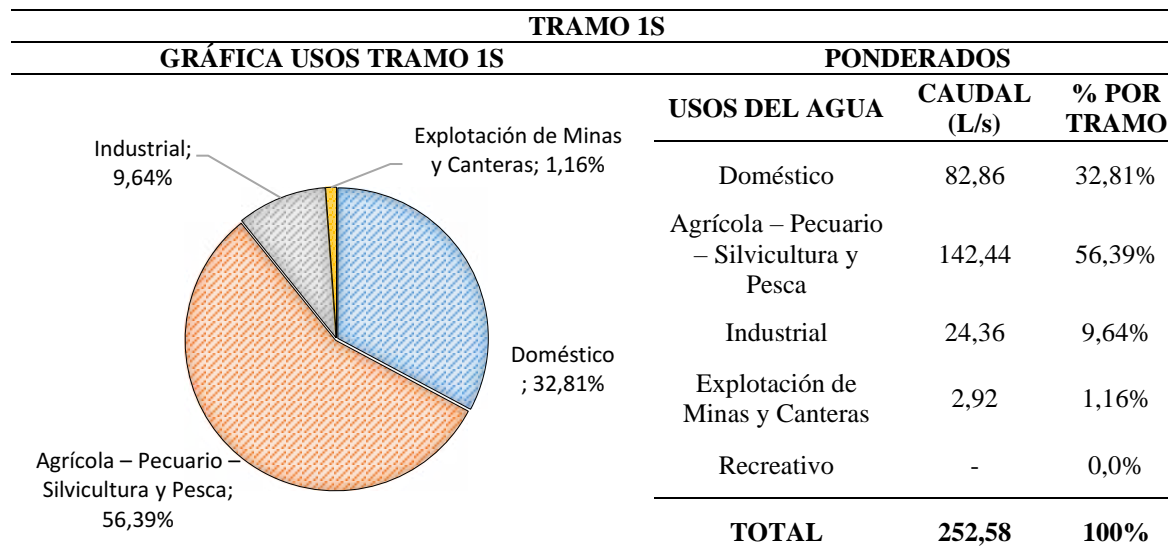
*Uso del Agua de Acuerdo a los usuarios del Tramo 1 de la Cuenca del río Suárez.*



*Fuente: Corpoboyacá.*

**Tabla 82.**

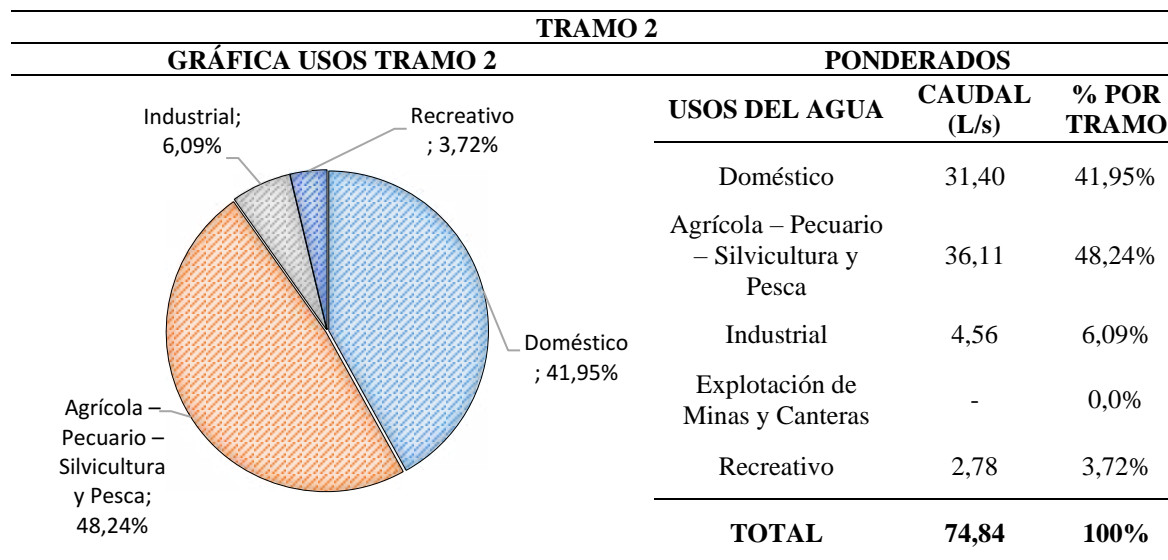
*Uso del Agua de acuerdo a los Usuarios del Tramo 1S de la Cuenca del Río Suárez*



*Fuente: Corpoboyacá.*

**Tabla 83.**

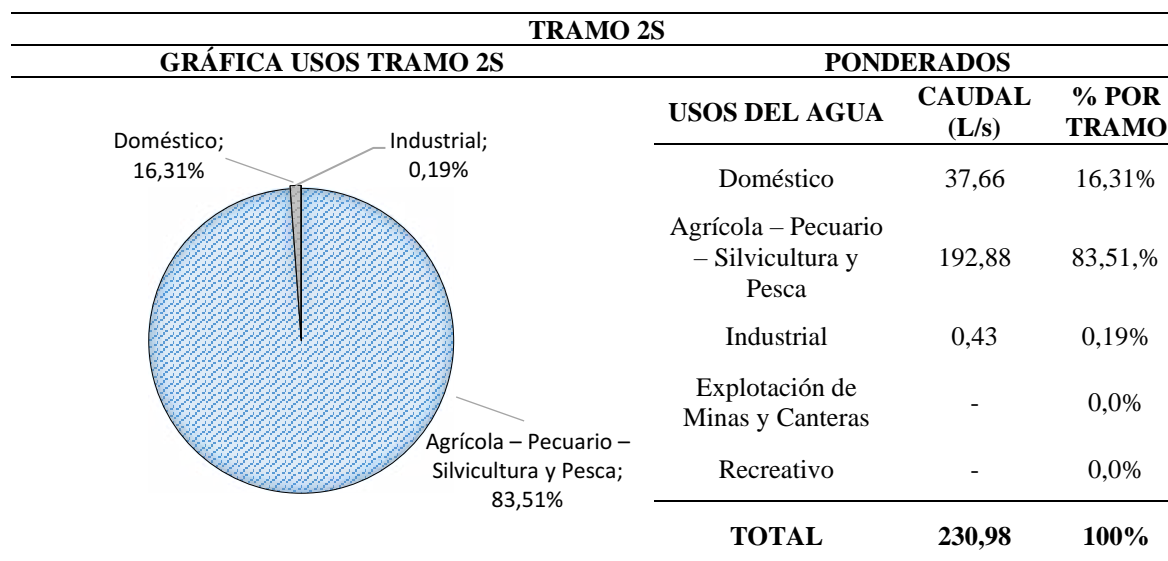
*Uso del Agua de acuerdo a los Usuarios del Tramo 2 de la Cuenca del Río Suárez*



*Fuente: Corpoboyacá.*

**Tabla 84.**

*Uso del Agua de acuerdo a los Usuarios del Tramo 2S de la Cuenca del Río Suárez*

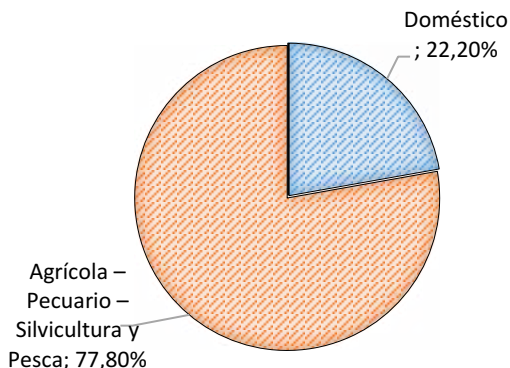


*Fuente: Corpoboyacá.*

**Tabla 85.**

*Uso del Agua de acuerdo a los Usuarios del Tramo 3 de la Cuenca del Río Suárez*

GRÁFICA USOS TRAMO 3		PONDERADOS	
USOS DEL AGUA	CAUDAL (L/s)	% POR TRAMO	
Doméstico	29,85	22,20%	
Agrícola – Pecuario – Silvicultura y Pesca	104,61	77,80%	
Industrial	-	0,0%	
Explotación de Minas y Canteras	-	0,0%	
Recreativo	-	0,0%	
<b>TOTAL</b>	<b>134,46</b>	<b>100%</b>	



*Fuente: Corpoboyacá.*

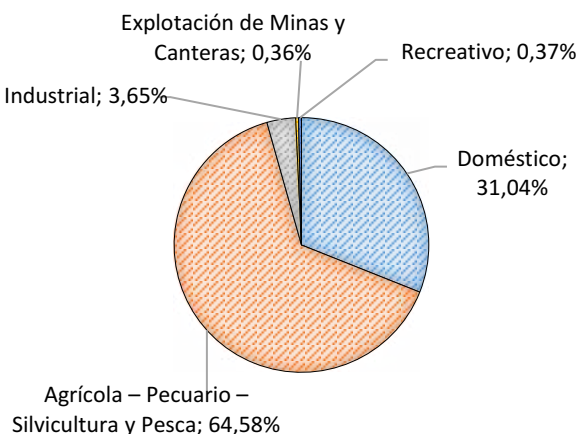
**POR EL TOTAL DE LA CUENCA:**

En cuanto a la cuenca, se evidencia el tipo de economía que mueve a la región y su gran capacidad de producir alimentos y servicios debido a que el mayor uso del agua en la cuenca se destina para Agrícola – Pecuario – Silvicultura y Pesca con un 64,58%.

**Tabla 86.**

*Uso del Agua de acuerdo a los Usuarios de la Cuenca del Río Suárez*

GRÁFICA USOS CUENCA		PONDERADOS	
USOS DEL AGUA	CAUDAL (L/s)	% POR CUENCA	
Doméstico	251,88	31,04%	
Agrícola – Pecuario – Silvicultura y Pesca	524,07	64,58%	
Industrial	29,65	3,65%	
Explotación de Minas y Canteras	2,92	0,36%	
Recreativo	3,04	0,37%	
<b>TOTAL</b>	<b>811,55</b>	<b>100%</b>	



*Fuente: Corpoboyacá.*



### 9.1.2. Revisión de las bases de datos asociadas a Vertimientos

Para realizar la identificación de usuarios que realicen vertimientos directos o indirectos a la corriente principal y afluentes de la cuenca del Río Cuenca Sutamarchán- Moniquirá y Suárez AD, se realizó por medio de la revisión de los expedientes de los trámites permisionarios en diferentes bases de datos que presenta la Corporación. También, en los meses de marzo, abril y mayo se realizaron en la cuenca unas visitas de campo para hacer una verificación de vertimientos y de las fuentes hídricas receptoras de dichas descargas; y por último, se tuvieron en cuenta los diferentes sujetos pasivos a los cuales desde años anteriores se les cobra la tasa retributiva por sus vertimientos a fuentes hídricas en la cuenca. Producto de lo anteriormente mencionado se identificaron los siguientes usuarios para la corriente principal y afluentes de la cuenca del río Cuenca Sutamarchán- Moniquirá y Suárez AD.

**Tabla 87.**

*Permisos de vertimientos asociados a los usuarios en la cuenca del Río Sutamarchán- Moniquirá y Suárez AD.*

No.	Usuario	Expediente	Actividad Económica	Coordenadas	
				Norte (N)	Oeste (W)
<b>MUNICIPIOS</b>					
1	Arcabuco	OOPV-00016-05	Evacuación y tratamiento de aguas residuales	5°46'5,52"N 5°45'21,38"N	73°27'21,48"W 73°26'05,86"W
2	Chíquiza – San Pedro De Iguaque	PSMV-00015-21 OOPV-00032-19	Evacuación y tratamiento de aguas residuales	5°38'42,2"N	73°26'34,6"W
3	Chíquiza – Centro Poblado	PSMV-00019-22	Evacuación y tratamiento de aguas residuales	5°36'14,65"N	73°29'10,97"W
4	Chitaraque	OOPV-00006-18	Evacuación y tratamiento de aguas residuales	6°01'42,8"N 6°01'50,1"N 6°01'32,0"N	73°26'34,6"W 73°26'35,5"W 73°26'41,3"W
5	Cucaita	PSMV-00011-23	Evacuación y tratamiento de aguas residuales	5°13'58,60"N	73°27'56,31"W
6	Gachantivá	PSMV-00022-21	Evacuación y tratamiento de aguas residuales	5°45'1,78"N 5°45'1,85"N 5°45'15,59"N 5°45'11,79"N	73°33'7,6"W 73°33'7,65"W 73°32'57,0"W 73°33'9,56"W

No.	Usuario	Expediente	Actividad Económica	Coordenadas	
				Norte (N)	Oeste (W)
7	Moniquirá	OOPV-00017-05	Evacuación y tratamiento de aguas residuales	5°52'21,50"N	73°34'13,94"W
				5°52'41,53"N	73°34'28,91"W
				5°52'6,8"N	73°34'17,75"W
				5°52'39,92"N	73°34'4,14"W
				5°52'52,75"N	73°34'38,34"W
8	Paipa – Centro Poblado Palermo	OOPV-00001-12	Evacuación y tratamiento de aguas residuales	5°53'58,5"N	73°11'29,3"W
				5°54'02,0"N	73°11'38,3"W
				5°35'29,2" N	73°32'26,7"W
				5°35'36,0"N	73°32'52,8"W
				5°29'39,60"N	73°28'49,51"W
9	Sáchica	PSMV-00005-22	Evacuación y tratamiento de aguas residuales	5°29'29,25"N	73°29'2,10"W
				5°30'18,70"N	73°29'28,26"W
				5°29'30,43"N	73°28'54,17"W
				5°29'55,34"N	73°29'25,63"W
				6°01'20,9" N	73°32'41,1"W
10	Samacá	OOPV-00018-05	Evacuación y tratamiento de aguas residuales	6°01'07,0" N	73°32'55,4"W
				6°01'24,8" N	73°32'36,2"W
				6°00'58,2" N	73°32'53,0"W
				6°00'58,7" N	73°32'53,0"W
				6°01'06,5" N	73°32'55,8"W
11	San José De Pare	OOPV-00015-05	Evacuación y tratamiento de aguas residuales	6°01'03,4" N	73°32'46,1"W
				5°42'43,55"N	73°36'14,01"W
				5°42'42,67"N	73°36'9,35"W
				5°42'39,71"N	73°35'0,54"W
				5°42'48,71"N	73°35'48,93"W
12	Santa Sofía	OOPV-00004-09	Evacuación y tratamiento de aguas residuales	5°42'54,34"N	73°35'58,74"W
				6°03'25,38"N	73°28'42,00"W
				6°03'31,03"N	73°28'50,12"W
				6°03'33,64"N	73°28'54,82"W
				6°03'40,10"N	73°28'58,31"W
13	Santana	OOPV-00019-05	Evacuación y tratamiento de aguas residuales	6°03'22,70"N	73°29'07,56"W
				6°03'21,83"N	73°29'07,56"W
				5°33'43,04"N	73°27'19,57"W
				5°37'4,6"N	73°37'2,3"W
				5°34'46,1"N	72°38'34,6"W
14	Sora	PSMV-00015-22	Evacuación y tratamiento de aguas residuales	5°34'54,50"N	72°38'35,40"W
				5°56'31,68"N	73°30'46,06"W
15	Sutamarchán	OOPV-00057-04	Evacuación y tratamiento de aguas residuales	5°56'14,89"N	73°30'57,97"W
				5°38'24,8"N	73°31'49,5"W
16	Tinjacá	OOPV-00010-05	Evacuación y tratamiento de aguas residuales	5°38'23,6"N	73°31'59,1"W
				5°38'32,3"N	73°32'9,5"W
17	Toguí	PSMV-00009-22	Evacuación y tratamiento de aguas residuales		
18	Villa De Leyva	OOPV-00011-05	Evacuación y tratamiento de aguas residuales		
<b>ACTIVIDADES ECONÓMICAS</b>					
19	Pascual Camacho Mora	OOPV-00005-23	Alojamiento en centros vacacionales	5°55'13,77"N	73°36'56,86"W
20	Wilmer Silva Abril	OOPV-00004-23	Alojamiento en centros vacacionales	5°55'55,26"N	73°31'16,29"W

No.	Usuario	Expediente	Actividad Económica	Coordenadas	
				Norte (N)	Oeste (W)
21	Canalife S.A.S	OOPV-00001-22	Cultivo de especias y de plantas aromáticas y medicinales	5°43'18,00"N	73°29'47,00"W
22	Armando Sáenz García – Estación Guadalajara	OOPV-00031-19	Comercio al por menor de combustible para automotores	5°53'21,27"N	73°34'38,44"W
23	Estación De Servicio De Miravalles – Ana Mercedes Cepeda Cifuentes	OOPV-00002-18	Comercio al por menor de combustible para automotores	5°55'24,28"N 5°55'26"N	73°36'7,57"W 73°36'9,13"W
24	Caja De Compensación Familiar De Boyacá - Comfaboy	OOPV-00021-18	Alojamiento en centros vacacionales	5°51'52,61"N	73°34'16,43"W
25	Harold Castillo - Termales La Portada de la Villa	OOPV-00020-18	Alojamiento en centros vacacionales	5°35'15,06"N 5°35'15,23"N	73°31'59,08"W 73°31'58,32"W
26	Serviteatino Samacá S.A E.S.P	OOPV-00014-18	Evacuación y tratamiento de aguas residuales	5°30'18,7"N	73°29'26,5"W
27	Frigorífico Regional De Boyacá Y Santander - FRIBOSAN S.A.S	OOPV-00005-18	Procesamiento y conservación de carne y productos cárnicos	5°56'1,48"N	73°35'50,37"W
28	María Filomena Novoa Larrotta	OOPV-00025-17	Comercio al por menor de combustible para automotores	5°32'54,26"N	73°29'26,14"W
29	Anselmo Peña Acosta	OOPV-00022-17	Evacuación y tratamiento de aguas residuales	5°52'32,9"N	73°34'38,30"W
30	Martha Amparo Mateus Barbosa	OOPV-00014-16	Acuicultura de agua dulce	06°00'42"N	73°31'57"W
31	Condominio Los Cayenos	OOPV-00007-16	Evacuación y tratamiento de aguas residuales	5°55'93,0"N	73°36'21,60"W
32	Batallón Bolívar - Primera Brigada (Central Administrativa Y Contable Cenac)	OOPV-00015-15	Actividades de defensa	5°27'24,35"N	73°35'58,76"W
33	Minersa S.A.S	OOPV-00007-13	Alojamiento en centros vacacionales	5°35'10,1"N	73°31'54,8"W
34	Condominio Turístico Colonia Tierra Santa	OOPV-00004-12	Evacuación y tratamiento de aguas residuales		
35	Intextil LTDA	OOPV-00012-06	Fabricación de artículos textiles.	5°9'42,49"N	73°11'52,80"W

*Fuente: Corpoboyacá.*

### 9.1.3. Revisión de bases de datos asociadas a Licencias Ambientales

También encontramos los expedientes en cuanto a licencias ambientales y sus actividades presentes en la cuenca del Río Suárez.

**Tabla 88.**

*Expedientes de Licencias Ambientales Presentes en la Cuenca del Río Suárez.*

No.	Usuario	Expediente	Actividad Económica	Coordenadas	
				Norte (N)	Oeste (W)
1	Sumicol S.A.S	OOLA-00015-95	Extracción de otros minerales no metálicos	5°45'15,4"N	73°28'49,6"W
				5°44'58,0"N	73°29'13,2"W
				5°43'15,0"N	73°29'04,5"W
2	Sumicol S.A.S	OOLA-00079-96	Extracción de otros minerales no metálicos	5°46'6,23"N	73°29'0,59"W
3	COOPROCARBON	OOLA-00270-98	Extracción de hulla (carbón de piedra)	5°27'24,3"N	73°34'1,33"W
				5°27'10"N	73°34'20,1"W
				5°27'29,6"N	73°35'19,8"W
				5°27'12,7"N	73°34'35,7"W
4	COOPROCARBON	OOLA-00271-98	Extracción de hulla (carbón de piedra)	5°28'42,1"N	73°32'23,2"W
				5°28'43,9"N	73°32'30,5"W
				5°28'44,4"N	73°32'31,4"W
				5°28'51,4"N	73°32'50,1"W
5	COOPROCARBON	OOLA-00273-98	Extracción de hulla (Carbón de piedra)	5°26'54,1"N	73°35'38,2"W
				5°26'55"N	73°35'31,3"W
				5°26'56,8"N	73°35'38,2"W
				5°27'17,8"N	73°35'31,3"W
				5°27'27,4"N	73°35'27,2"W
6	Arcillas Y Minerales Orca S.A.S	OOLA-00039-07	Extracción de piedra, arena arcillas comunes, yeso y anhidrita	5°44'09,9"N	73°29'59,3"W
7	Obdulio Larotta García	OOLA-00001-22	Expl. de materiales de construcción	5°32'21,1"N	73°28'21,2"W
8	Gonzalo Aníbal Villamil Páez	OOLA-00004-21	Expl. Materiales de construcción	5°31'46,72"N	73°30'37,68"W
9	Empresa De Energía De Boyacá S.A. E.S.P.	OOLA-00012-17	Subestación de energía	5°35'42,33"N	73°34'40,09"W
10	Granitos Y Mármoles S.A.	OOLA-00032-16	Expl. de materiales de construcción	5°37'6,72"N	73°31'37,57"W
11	Aura María Rodríguez Vargas	OOLA-00027-14	Expl. de materiales de construcción	5°34'15,19"N	73°29'29,87"W
12	María Luisa Parra De Parra	OOLA-00042-11	Expl. de materiales de construcción	5°30'26,07"N	73°28'42,10"W
13	Municipio De Samacá	OOLA-00032-10	Expl. de materiales de construcción	5°30'22,79"N	73°29'57,79"W
14	Julio Roberto Cabra Durán	OOLA-00045-10	Expl. de materiales de construcción	5°36'29,8"N	73°33'28,4"W
15	Mario Pérez García	OOMH-0018-10	Minería de hecho	5°31'32,07"N	73°25'10,41"W
16	Agustín Niño	OOMH-0028-10	Minería de hecho	5°30'28,06"N	73°26'1,41"W
17	Betty Ruíz Cadena	OOLA-00021-95	Expl. de materiales de construcción	5°50'49,1"N	73°33'8,9"W
18	Calizas Y Agregados Boyacá S.A.	OOLA-00079-95	Expl. de materiales de construcción	5°35'29,20"N	73°31'19,84"W
19	Municipio De Moniquirá	OOLA-00015-96	Relleno sanitario	5°50'5,31"N	73°31'3,56"W
20	Pedro Enrique Ruíz Beltrán	OOLA-00094-97	Expl. de materiales de construcción	5°50'50,83"N	73°32'28,93"W

No.	Usuario	Expediente	Actividad Económica	Coordenadas	
				Norte (N)	Oeste (W)
21	Dagoberto Acevedo López	OOLA-00148-97	Expl. de materiales de construcción	5°50'50,46"N	73°32'53,58"W
22	Milpa S.A.	OOLA-00229-97	Hornos de coquización	5°28'0,81"N	73°33'24,39"W
23	COOPROCARBON	OOLA-00274-98	Minería de hecho	5°28'15,1"N	73°31'49,8"W
24	Municipio Santa Sofia	OOLA-00059-99	Relleno Sanitario	5°42'19,98"N	72°35'37,75"W
25	Agregados Santa Lucia LTDA	OOLA-00244-99	Expl. de materiales de construcción	5°32'33,66"N	73°28'11,57"W
26	Procesos Industriales Y Manufacturas De Colombia S.A.S	OOLA-00057-01	Hornos de Coquización	5°27'43,8"N	73°34'8,9"W
27	Luis Humberto Lancheros Ramírez	OOLA-00063-01	Hornos de coquización	5°28'23,5"N	73°31'50,06"W
28	Coquecol S.A C.I	OOLA-00073-01	Hornos de coquización	5°28'41,9"N	73°31'27,7"W
29	Jaime Altivar Bohórquez	OOLA-00108-01	Expl. de materiales de construcción	5°37'26,70"N	73°34'48,30"W

***Fuente: Corpoboyacá.***



## 10. ESTADO DE LEGALIDAD DE LOS USUARIOS EN LA CUENCA.

A continuación, en la Tabla 89 se presenta el estado de legalidad de los usuarios que realizan algún vertimiento directo o indirecto en la cuenca del río Sutamarchán - Moniquirá y Suárez AD. Se presentan los usuarios que poseen PSMVs ajustados o actualizados junto a los que presentan un Permiso de vertimiento otorgado para sus actividades económicas, Licencias ambientales y entre otros permisos.

**Tabla 89.**

*Estado de legalidad de los usuarios de la cuenca del Río Sutamarchán - Moniquirá y Suárez AD.*

CUENCA SUTAMARCHÁN- MONIQUIRÁ Y SUÁREZ AD								
EXPEDIENTE	MUNICIPIO	USUARIO	Estado actual	Número de acto administrativo (Resolución)	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización	Fuente Receptora	Observaciones
PLANES DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS (PSMV)								
OOPV-00016-05	Arcabuco	Municipio de Arcabuco	PSMV Vigente	4491	27/12/2019	26/12/2029	Río Pomeca Quebrada El Páramo	Actualizado
PSMV-00015-21	Chíquiza – San Pedro de Iguaque	Municipio de Chíquiza	PSMV Vigente	1074	19/08/2023	18/08/2033	Quebrada Yerbabuena	Actualizado
OOPV-00032-19			Otorgado	2739	19/12/2022	18/12/2032	Quebrada Yerbabuena	Otorgado
PSMV-00019-22	Chíquiza – Centro Poblado	Municipio de Chíquiza	PSMV Vencido	1005	18/05/2010	17/05/2020	Quebrada el Cedro	Sin trámite de actualización - Desistido
OOPV-00002-05	Chitaraque	Municipio de Chitaraque	PSMV Vigente	2700	18/09/2018	17/09/2028	Río Riachuelo	Actualizado
PSMV-00011-23	Cucaita	Municipio de Cucaita	PSMV Vigente	1698	25/07/2023	24/07/2033	Quebrada Santiago	Actualizado
PSMV-00022-21	Gachantivá	Municipio de Gachantivá	PSMV Vigente	1487	07/09/2023	06/09/2033	Quebrada Casequilla Quebrada Ciénega	Actualizado
OOPV-00017-05	Moniquirá	Municipio de Moniquirá	PSMV Vigente	3643	16/10/2018	15/10/2036	Río Moniquirá Quebrada Sarabia	Actualizado

**CUENCA SUTAMARCHÁN- MONQUIRÁ Y SUÁREZ AD**

EXPEDIENTE	MUNICIPIO	USUARIO	Estado actual	Número de acto administrativo (Resolución)	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización	Fuente Receptora	Observaciones
OOPV-00001-12	Paipa – Centro Poblado Palermo	Municipio de Paipa	PSMV vigente	0039	08/01/2015	07/01/2025	Río Palermo	Sin trámite de actualización
PSMV-00005-22	Sáchica	Municipio de Sáchica	PSMV Vigente	1027	18/05/2023	17/05/2033	Río Sáchica Quebrada Tejar	Actualizado
OOPV-00018-05	Samacá	Municipio de Samacá	PSMV Vigente	3944	06/11/2018	05/11/2038	Quebrada El Chulo Quebrada San José Caño Hachón	Actualizado
OOPV-00015-05	San José de Pare	Municipio de San José de Pare	PSMV Vencido	500	23/03/2010	22/03/2020	Quebrada El Palmarito Quebrada La Fiscalía, Quebrada Resguardo	En trámite de actualización
OOPV-00004-09	Santa Sofía	Municipio de Santa Sofía	PSMV Vigente	2837	21/10/2019	20/10/2029	Quebrada Bengala Quebrada Bolívar	Actualizado
OOPV-00019-05	Santana	Municipio de Santana	PSMV Vencido	1075	16/07/2012	15/07/2022	Quebrada Mondonguera Quebrada Guari Quebrada San Pablo	En trámite de actualización
PSMV-00015-22	Sora	Municipio de Sora	PSMV Vigente	2115	05/09/2023	04/09/2033	Quebrada Soacha	Actualizado
OOPV-00057-04	Sutamarchán	Municipio de Sutamarchán	PSMV Vencido	1587	29/07/2010	28/07/2020	Río Sutamarchán	Sin trámite de actualización - Desistido
OOPV-00010-05	Tinjacá	Municipio de Tinjacá	PSMV Vencido	0159	03/03/2009	02/03/2019	Río Tinjacá	Sin trámite de actualización
PSMV-00009-22	Toguí	Municipio de Toguí	PSMV Vigente	1084	29/06/2023	28/06/2033	Río Toguí Río Ubazá	Actualizado
OOPV-00011-05	Villa de Leyva	Municipio de Villa de Leyva	PSMV Vigente	0324	12/03/2019	11/03/2031	Río Leyva	Actualizado

**CUENCA SUTAMARCHÁN- MONQUIRÁ Y SUÁREZ AD**

EXPEDIENTE	MUNICIPIO	USUARIO	Estado actual	Número de acto administrativo (Resolución)	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización	Fuente Receptora	Observaciones
<b>ACTIVIDADES ECONÓMICAS – PERMISO DE VERTIMIENTOS</b>								
OOPV-00005-23	Moniquirá	Pascual Camacho Mora	En evaluación	AUTO 7390	07/07/2023		Quebrada El Cajón	En evaluación
OOPV-00001-22	Arcabuco	Canalife SAS	En evaluación	AUTO 0979	21/10/2022		Río La Cebada	En Evaluación
OOPV-00031-19	Moniquirá	Armando Sáenz García – Estación Guadalajara	Otorgado	00358	03/03/2023	02/03/2033	Río Moniquirá	Otorgado
OOPV-00002-18	Moniquirá	Estación De Servicio De Miravalles – Ana Mercedes Cepeda Cifuentes	Otorgado	1538	02/05/2018	01/05/2028	Quebrada La Mana	Otorgado
OOPV-00021-18	Moniquirá	Caja De Compensación Familiar De Boyacá - Comfaboy	Otorgado	0836	28/05/2020	27/05/2030	Río Moniquirá	Otorgado
OOPV-00020-18	Sáchica	Harold Castillo - termales la portada de la villa	En tramite	1507	12/08/2022	-	Río Sáchica	Negado
OOPV-00014-18	Samacá	Serviteatinos Samacá S.A E.S.P	Otorgado	2754	10/08/2018	09/08/2028	Quebrada San José	
OOPV-00025-17	Samacá	María Filomena Novoa Larotta	Otorgado	0799	12/05/2022	11/05/2032	Quebrada Gachaneca	Otorgado
OOPV-00022-17	Moniquirá	Anselmo Peña Acosta	Otorgado	2334	05/07/2018	04/07/2028	Quebrada Saraza	Otorgado
OOPV-00014-16	San José de Pare	Martha Amparo Mateus Barbosa	Desistido	1874	21709/2022		Quebrada San Francisco	Desistido
OOPV-00007-16	Moniquirá	Condominio Los Cayenos	Otorgado – Por dos años	4063	09/11/2018	08/11/2020	Cañada Molino Quemado	Ya no se encuentra vigente
OOPV-00012-06	Samacá	Intextil LTDA	Desistido	-	-	-	Qda. Gachaneca	Desistido
<b>LICENCIAS AMBIENTALES (LA)</b>								
OOLA-00039-07	Gachantivá	Arcillas y Minerales Orca S.A.S	Activo	1490	04/06/2015	-	Río La Cebada	Otorgamiento de licencia
OOLA-00015-95	Arcabuco	SUMICOL S.A.S	Activo	2928	08709/2016	-	Río La Cebada	Otorgamiento de licencia
OOLA-00079-96	Arcabuco	SUMICOL S.A.S	Activo	1829	20/10/2020	-	Río La Cebada	Otorgamiento de licencia

**CUENCA SUTAMARCHÁN- MONIQUIRÁ Y SUÁREZ AD**

EXPEDIENTE	MUNICIPIO	USUARIO	Estado actual	Número de acto administrativo (Resolución)	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización	Fuente Receptora	Observaciones
OOLA-00273-98	Samacá	Cooperativa Boyacense De Productores De Carbón De Samacá - COOPROCARBÓN	Activo	4221	12/12/2019	-	Quebrada Agua Blanca	Otorgamiento de licencia
OOLA-00270-98	Samacá	Cooperativa Boyacense De Productores De Carbón De Samacá - COOPROCARBÓN	Activo	3968	07/11/2018	-	Quebrada Agua Blanca	Otorgamiento de licencia
OOLA-00271-98	Samacá	Cooperativa Boyacense De Productores De Carbón De Samacá - COOPROCARBÓN	Activo	2098	25/11/2020	-	Quebrada Agua Blanca	Otorgamiento de licencia
<b>OTROS</b>								
PERM-00006-06	Samacá	Acerías Paz del Río S.A	Otorgado	0452	24/04/2006	-	Quebrada Tintoque	Usuario sujeto al pago de la Tasa Retributiva
OOCA-00104-13	Villa de Leyva	Truchas Llano Blanco – Héctor Guillermo Castellanos Sáenz	Otorgado	2962	06/11/2014	05/11/2024	Quebrada La Colorada	Usuario sujeto al pago de la Tasa Retributiva
OOCA-00134-11	Arcabuco	Oscar José Poveda Aguilera	Vencida	0257	28/02/2013	27/02/2023	Río Pomeca	Usuario sujeto al pago de la Tasa Retributiva
OOCA-00262-07	Arcabuco	Truchas La María S.A.S	Otorgado	1865	12/08/2014	12/08/2024	Río Pomeca	Usuario sujeto al pago de la Tasa Retributiva
OOCA-00130-01	Santana	Traslaviña Gonzalo Beltrán	Otorgado	0384	18/06/2002	17/06/2007	Quebrada El Mohán	Usuario sujeto al pago de la Tasa Retributiva
CAPP-00001-06 OOPV-00001-06	Moniquirá	Casa Nacional del Profesor - CANAPRO	Archivada	0676	17/04/2023	-	Quebrada Pueblo viejo	Usuario sujeto al pago de la Tasa Retributiva
-	Tinjacá	Clodocindo Pamplona Lasso	Informal	-	-	-	Quebrada N.N	Usuario sujeto al pago de la Tasa Retributiva
-	Moniquirá	Condominio Santa Clara	Informal	-	-	-	Quebrada N.N	Usuario sujeto al pago de la Tasa Retributiva

**CUENCA SUTAMARCHÁN- MONIQUIRÁ Y SUÁREZ AD**

EXPEDIENTE	MUNICIPIO	USUARIO	Estado actual	Número de acto administrativo (Resolución)	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización	Fuente Receptora	Observaciones
-	Moniquirá	Establecimiento Penitenciario De Mediana Seguridad Moniquirá	Informal	-	-	-	Río Moniquirá	Usuario sujeto al pago de la Tasa Retributiva
-	Chitaraque	Ciro Antonio Mejía Robles	Informal	-	-	-	Quebrada N.N	Usuario sujeto al pago de la Tasa Retributiva
-	Chitaraque	Finca piscícola El Trébol – Bernardo Arístides Velasco	Informal	-	-	-	Quebrada N.N	Usuario sujeto al pago de la Tasa Retributiva
-	Chitaraque	Piscícola Pesque y Coma – John Leandro Mejía Robles	Informal	-	-	-	Quebrada N.N	Usuario sujeto al pago de la Tasa Retributiva
-	Toguí	Piscícola Los Lagos - Roland Fabrisio Camacho Robles	Informal	-	-	-	Quebrada N.N	Usuario sujeto al pago de la Tasa Retributiva
-	San José de Pare	Trapiche El Panelero – Saúl Mora	Informal	-	-	-	Quebrada N.N	Usuario sujeto al pago de la Tasa Retributiva
-	San José de Pare	Trapiche buena Vista – Edgar José Barreto Abaunza	Informal	-	-	-	Quebrada N.N	Usuario sujeto al pago de la Tasa Retributiva

**Fuente:** Corpoboyacá.



## 11. LINEA BASE DE CARGA CONTAMINANTE (SST Y DBO<sub>5</sub>) AÑO 2024

A continuación, se encuentra el cálculo de la proyección de la línea base de la carga contaminante para los parámetros de Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) vertida por los usuarios identificados como sujetos pasivos de la cuenca del río Sutamarchán - Moniquirá y Suárez AD para el año 2024.

**Tabla 90.**

*Proyección de la línea base de la carga contaminante año 2024 para el tramo 1.*

TRAMO	MUNICIPIO/USUARIO	CARGA LINEA BASE 2024	
		DBO <sub>5</sub> (Kg/año)	SST (Kg/año)
<b>MUNICIPIOS</b>			
	MUNICIPIO DE GACHANTIVÁ	26.366,35	59.080,57
	MUNICIPIO DE SANTA SOFÍA	39.048,24	23.139,23
	MUNICIPIO DE SUTAMARCHÁN	43.560,00	43.560,00
	MUNICIPIO DE TINJACÁ	33.775,20	18.219,60
1	<b>ACTIVIDADES ECONÓMICAS</b>		
	ARCILLAS Y MINERALES ORCA S.A.S	50,40	291,60
	SUMICOL S.A.S	523,80	352,92
	CLODOCINDO PAMPLONA LASSO	288,00	576,00
	CANALIFE S.A.S	770,40	2.570,40
	<b>TOTAL TRAMO 1</b>	<b>144.382,39</b>	<b>147.790,32</b>

**Fuente:** Corpoboyacá.

**Tabla 91.**

*Proyección de la línea base de la carga contaminante año 2024 para el tramo 1S.*

TRAMO	MUNICIPIO/USUARIO	CARGA LINEA BASE 2024	
		DBO <sub>5</sub> (Kg/año)	SST (Kg/año)
<b>MUNICIPIOS</b>			
	MUNICIPIO DE SAMACÁ	64.800,00	43.560,00
	EMPRESA MUNICIPAL DE SERVICIOS PUBLICOS DE VILLA DE LEYVA	500.798,25	500.798,25
	ADMINISTRACIÓN PUBLICA COOPERATIVA ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS PÚBLICOS	36.652,19	20.173,69
1S	DOMICILIARIOS SERVIMANANTIALES CUCAITA		
	MUNICIPIO DE SORA	9.012,31	5.674,42
	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DEL MUNICIPIO DE SACHICA E.S.P.	35.999,74	30.666,44
	MUNICIPIO DE CHIQUIZÁ - CENTRO POBLADO SAN PEDRO DE IGUAQUE	5.187,00	7.000,00

TRAMO	MUNICIPIO/USUARIO	CARGA LINEA BASE 2024	
		DBO5 (Kg/año)	SST (Kg/año)
<b>ACTIVIDADES ECONÓMICAS</b>			
	COPERATIVA BOYACENSE DE PRODUCTORES DE CARBÓN DE SAMACÁ - COOPROCARBÓN	410,88	4.652,88
	COPERATIVA BOYACENSE DE PRODUCTORES DE CARBÓN DE SAMACÁ - COOPROCARBÓN	99,72	1116,72
	COPERATIVA BOYACENSE DE PRODUCTORES DE CARBÓN DE SAMACÁ - COOPROCARBÓN	93,60	614,64
	ACERIAS PAZ DEL RIO S.A	867,60	2.602,80
	INTEXTIL LTDA	921,60	366,24
	HAROLD CASTILLO - TERMALES LA PORTADA DE LA VILLA	5.675,8	1.396,58
	MARÍA FILOMENA NOVOA LARROTTA	77,52	83,04
	HECTOR GUILLERMO CASTELLANOS SAENZ (TRUCHAS LLANO BLANCO)	172,8	342
<b>TOTAL TRAMO 1S</b>		<b>660.768,97</b>	<b>617.930,98</b>

Fuente: Corpoboyacá.

**Tabla 92.**

Proyección de la línea base de la carga contaminante año 2024 para el tramo 2.

TRAMO	MUNICIPIO/USUARIO	CARGA LINEA BASE 2024	
		DBO5 (Kg/año)	SST (Kg/año)
<b>MUNICIPIOS</b>			
	ALCALDIA MUNICIPAL DE MONQUIRÁ	77.821,65	167.571,5
<b>ACTIVIDADES ECONÓMICAS</b>			
	CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR DE BOYACÁ - COMFABOY	568,80	417,60
	CONDOMINIO LOS CAYENOS	680,40	316,80
	CONDOMINIO SANTA CLARA	183,60	82,80
2	CASA NACIONAL DEL PROFESOR ORGANIZACIÓN COOPERATIVA MULTIACTIVA - CANAPRO	698,40	1.065,60
	ARMANDO SAENZ GARCIA - ESTACIÓN GUADALAJARA	36,00	36,00
	ESTABLECIMIENTO PENITENCIARIO DE MEDIANA SEGURIDAD MONQUIRA	1.807,20	514,80
	PASCUAL CAMACHO MORA	7,20	14,40
	ANA MERCEDES CEPEDA CIFUENTES	43,20	21,60
<b>TOTAL TRAMO 2</b>		<b>81.846,45</b>	<b>170.041,10</b>

Fuente: Corpoboyacá.

**Tabla 93.**

*Proyección de la línea base de la carga contaminante año 2024 para el tramo 2S.*

TRAMO	MUNICIPIO/USUARIO	CARGA LINEA BASE 2024	
		DBO5 (Kg/año)	SST (Kg/año)
<b>MUNICIPIOS</b>			
	AGUAS DE ARCABUCO S.A. E.S.P.	51.057,70	45.534,50
	MUNICIPIO DE TOGÜÍ	3.010,62	1.305,52
<b>ACTIVIDADES ECONÓMICAS</b>			
2S	OSCAR POVEDA AGUILAR	252,00	504,00
	TRUCHAS LA MARÍA S.A.S	0,00	0,00
	ROLAND FABRISIO CAMACHO ROBLES - PISCÍCOLA LOS LAGOS	982,80	1.965,60
<b>TOTAL TRAMO 2S</b>		<b>55.303,12</b>	<b>49.309,62</b>

**Fuente:** Corpoboyacá.

**Nota aclaratoria:** La carga de la línea base del usuario Truchas La María S.A.S corresponde a cero, debido a que este usuario capta y vierte en la misma fuente hídrica, vertiendo concentraciones de DBO<sub>5</sub> y SST en mejores condiciones que las obtenidas en la captación.

**Tabla 94.**

*Proyección de la línea base de la carga contaminante año 2024 para el tramo 3.*

TRAMO	MUNICIPIO/USUARIO	CARGA LINEA BASE 2024	
		DBO5 (Kg/año)	SST (Kg/año)
<b>MUNICIPIOS</b>			
	EMPRESA SOLIDARIA DE SERVICIOS PUBLICOS DE SAN JOSE DE PARE	22538,75	22538,75
	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DEL MUNICIPIO DE SANTANA EMSANTANA S.A. E.S.P.	67596,53	67596,53
	MUNICIPIO DE CHIITARAQUE	6.712,35	3.836,15
	MUNICIPIO DE PAIPA - CENTRO POBLADO PALERMO	12.600,00	12.600,00
<b>ACTIVIDADES ECONÓMICAS</b>			
	CIRO ANTONIO MEJÍA ROBLES	32,40	64,80
3	BERNARDO ARISTIDES VELASCO - FINCA PISCÍCOLA EL TRÉBOL CHITARAQUE	64,80	129,60
	JHON MEJÍA ROBLES "PISCÍCOLA PESQUE Y COMA"	180,00	356,40
	GONZALO BELTRAN TRASLAVIÑA	8,28	16,92
	MARTHA AMPARO MATEUS	68,76	198,84
	SAUL MORA - TRAPICHE EL PANELERO	13.424,40	1.389,60
<b>TOTAL TRAMO 3</b>		<b>123.226,27</b>	<b>108.727,59</b>
<b>TOTAL CUENCA</b>		<b>1.065.527,20</b>	<b>1.093.799,61</b>

**Fuente:** Corpoboyacá.

## 12. CONCLUSIONES

Los parámetros evaluados presentan variación en la fuente receptora, que evidencia un impacto considerable que pueda conducir al detrimento de la fuente, puesto que las concentraciones manejadas en los vertimientos descargados a la misma, son valores altos.

Así mismo se concluye que el río presenta muy buena dilución en el recorrido de la cuenca donde se reduce la concentración de la mayoría de contaminantes, producto de procesos de mezcla y autodepuración.

Para las condiciones actuales la corriente tiene valores bajos de contaminantes, sin embargo, cabe destacar que la corriente tiene aportes significativos de DBO<sub>5</sub> y sólidos suspendidos totales por lo tanto es necesario un sistema de tratamiento previo a las descargas en especial por los municipios pertenecientes al tramo 1 y tramo 2.

Se observó que los resultados obtenidos tanto en la calibración y la confirmación del modelo representaron aproximadamente las condiciones actuales del Río Suárez, no obstante, se recomienda contar con más campañas de monitoreo que permitan establecer con mayor precisión la influencia directa de los vertimientos a los cuerpos receptores que descargan y se aclara que el modelo actual en el programa Qual2k puede ser ajustado posteriormente con una campaña de monitoreo en época húmeda.

### 13. REFERENCIAS

Aley, T.J., Fletcher, M.W. (1976): The water tracer's cookbook. Missouri Speleology, 16 (3), 1–32.

Andersen, J. K., Boldrin, A., Christensen, T. H., & Scheutz, C. (2011). Mass balances and life cycle inventory of home composting of organic wastes, Waste Management, 31 (9-10), 1934-1942.

APHA, AWWA, and WEF, 2005. “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, 21st ed. American Public Health Association, Washington. 2005

Barnwell, T., Brown, L., Whittemore, R. (2004). Importance of field data in stream water quality modeling using QUAL2E-UNCAS. Journal of Environmental Engineering-ASCE, 130 (6), 643-647.

Borbolla-Sala, Manuel E., & Cruz-Vázquez, Lucio de la, & Piña-Gutiérrez, Olga E., & Fuente -Gutiérrez, José del C. de la, & Garrido-Pérez, Silvia M. G. (2003). Calidad del agua en Tabasco. Salud en Tabasco, 9(1),170-177.[fecha de Consulta 14 de junio de 2024]. ISSN: 1405-2091. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48709106>

Brown, L. C., Barnwell, T.O. (1987). Computer program documentation for the enhanced stream water quality model QUAL 2E and QUAL 2E-UNCAS. EPA-600/3-87/007. Environmental Research Laboratory, U.S. EPA, Athens, GA.

Centro de Investigaciones en Hidroinformática. (2007). Informe final Contrato 111/2007 IDEAM CIH UP. 161. Retrieved from <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/020735/Informe%20Final/INFORME%20FINAL%20IDEAM.pdf>

Chapra Steve and Pelletier Greg. (2008). QUAL2Kw theory and documentation (version 5.1). A modeling framework for simulating river and stream water quality

Chapra, S. C. (1997). Surface Water-Quality Modelling, The McGraw-Hill Companies. Inc., New York.

Chapra, S. C. (2003). Engineer



Decreto 1076 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. 26 de mayo de 2015

Escuela Superior de Administración Pública. (14 de 06 de 2024). COMPONENTE ESPACIAL . Obtenido de <https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/10336/4232-14.pdf?sequence=14>

Flores Nieto, V. (2016). Incertidumbres en Mediciones de Caudal con Perfiladores de Corriente Acústicos Doppler desde Plataformas Móviles (UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA). Retrieved from [https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4995/Practica Supervisada Flores Nieto%2C Victoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4995/Practica%20Supervisada%20Victoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Gómez Diaz, J.L., & Delance-Martinic, J.S. (2014). Determinación del parámetro sólidos sus-pendidos totales (SST) mediante imágenes de sensores ópticos en un tramo de la cuenca media del río Bogotá (Colombia). *UD y la Geomática*, (9), pp 19-27

Guzman y Merino, 1992, Montoya et al, 1997, modificado por Gomez, et al, 2007 aplicado a la normatividad colombiana. Diagnóstico de la contaminación del agua en Jalisco. Guadalajara

Holguin (2010). Parameter optimization of the QUAL2K model for a multiple-reach river using an influence coefficient algorithm. *Science of the Total Environment*, 408, 1985–1991. 2010

IDEAM, INVEMAR, & MINAMBIENTE. (2017). Protocolo de Monitoreo del Agua - Colombia. Ideam, 1–587. Retrieved from [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023773/PROTOCOLO\\_MONITOREO\\_AGUA\\_IDEAM.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023773/PROTOCOLO_MONITOREO_AGUA_IDEAM.pdf)

IDEAM. (14 de junio de 2024). SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EN AGUA SECADOS A. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/S%C3%B3lidos+Suspendidos+Totales+en+aguas.pdf/f02b4c7f-5b8b-4b0a-803a-1958aac1179c>

Jiménez, A. A. (2000). Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas. *Revista interdisciplinaria de gestión ambiental*, 2(23), 12-19.

Iowa Department of Natural Resources. Consultation Package. 2009. Water Quality Standards Review: Chloride, Sulfate and Total Dissolved Solids.

Lozano G., Zapata M.A. y Peña L.E. (2003). Selección del modelo de calidad del agua en el proyecto “Modelación de corrientes hídricas superficiales en el departamento del Quindío

Manahan (1998). Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. McGraw Hill. 3ª Edición

Marbello Pérez, R. (n.d.). Manual De Prácticas De Laboratorio De Hidráulica. Medellín.

Mejía Garcés, J. (junio de 2024). EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE MEDIANTE LA CARACTERIZACIÓN DE METALES PESADOS EN SÓLIDOS SEDIMENTABLES EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA. Obtenido de <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/6226/1/236T0235.pdf>

Muniz Gamaro, P. E. (2012). Medição De Vazão Pelo Método Acústico Doppler (Adcp)-Avançado Operações Básicas Do Adcp Com Fundo Móvel. Retrieved from <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/64/1/apostila.pdf>

Pérez - Osorio, Gabriela, & Arriola - Morales, Janette, & García - Lucero, Tania, & Saldaña - Blanco, María Lourdes, & Mendoza - Hernández, José Carlos (2016). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CUATRO JAGÜEYES DEL PARQUE ESTATAL “FLOR DEL BOSQUE”, PUEBLA, MÉXICO. *Ra Ximhai*, 12(4),153-168.[fecha de Consulta 14 de junio de 2024]. ISSN: 1665-0441. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46146927009>

Pérez, R., & Riveiro, F., & Jiménez–Noda, M., & Manganiello, Lisbeth, & Vega, C., & Cova, R., & Moreno, J. (2017). Evaluación de la calidad del agua en un humedal de agua salada del Caribe. *Revista INGENIERÍA UC*, 24(3),417-427.[fecha de Consulta 14 de junio de 2024]. ISSN: 1316-6832. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70754692015>

Prat et al; 1996,Pardo y Marañon, 1997 ; Nitrogen Renoval and reeyeling by Scendemus

Prieto Ramírez, M. A., & Dinas Chinchilla, N. A. (05 de 2019). Impactos socioambientales del extractivismo de carbón para los campesinos . Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/17788/2019m%C3%B3nicaprieto.pdf?sequence=1>

Ramirez González, A., & Viña Vizcaíno, G. (1998). Limnología Colombiana: aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. Bogotá D.C: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Ramírez, Restrepo, R., & Cardeñosa, M. (1998). Índices De Contaminación Para Caracterización De Aguas Continentales Y Vertimientos. Formulaciones. CT&F - Ciencia, Tecnología y Futuro, 1(5), 89-99. Retrieved August 21, 2021, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-53831999000100008&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-53831999000100008&lng=en&tlng=es).

Resolución 1315 de 2020 [Corporación Autónoma Regional de Boyacá - CORPOBOYACÁ]. Por medio de la cual se modifica parcialmente la Resolución 3382 del 01 de octubre de 2015, y se dictan otras disposiciones”. 15 de agosto de 2020.

Rojas Orjuela, D. R. (2000). Sistema de evaluación de la calidad ambiental de corrientes de agua superficial con base en la interpretación de parámetros fisicoquímicos. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/1335](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1335)

Singler, A., & Bauder, J. (14 de junio de 2024). Well Educated Educación en el Agua de Pozo . Obtenido de [http://region8water.colostate.edu/PDFs/we\\_espanol/Alkalinity\\_pH\\_TDS%202012-11-15-SP.pdf](http://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Alkalinity_pH_TDS%202012-11-15-SP.pdf)

Torres Ramos Pamela Tania. (2018). Caudales, aforos y cálculos de las persistencias. 82. Retrieved from [http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/340/Torres Ramos Pamela Tania\\_trabajo de suf.\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/340/Torres%20Ramos%20Pamela%20Tania_trabajo_de_suf._2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)