Corpoboyacá

LÍNEA BASE PARA ESTABLECER OBJETIVOS DE CALIDAD CON EL FIN DE FORMULAR LAS METAS DE CARGA GLOBAL CONTAMINANTE DE LA CORRIENTE PRINCIPAL SUTAMARCHAN – MONIQUIRÁ Y SUÁREZ AD.

Proyecto: METAS DE CARGA GLOBAL CONTAMINANTE EN LAS FUENTES HÍDRICAS

Informe Final
(noviembre de 2018)

Elaboró	**Revisó**	**Aprobó**
Oscar Fonseca Flor Fuentes Nathalia López Iván Mayorga Danilo Medina	Carlos Alfonso Alfonso Amanda Medina Bermúdez	Amanda Medina Bermúdez

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 8
JUSTIFICACIÓN 9
1. OBJETIVOS 10
1.1 OBJETIVO GENERAL 10
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 10
2. ASPECTOS GENERALES 11
2.1 MARCO LEGAL 11
2.2 MARCO CONCEPTUAL 13
3. CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO 15
3.1 AREA DE ESTUDIO 15
3.2 CARACTERÍSTICAS PROPIAS DE LA CUENCA Y SUS TRAMOS 17
3.2.1 Características del Recurso Hídrico de la Cuenca del Río Suárez 18
3.2.2 Zonificación, Subcuencas y Cuerpos de Agua Establecidos para el Estudio 18
3.2.3 Municipios que Conforman la Cuenca del Río Suárez 21
3.2.4 Hidrografía 21
3.3 DETERMINACIÓN DEL PERFIL TRANSVERSAL Y TIPOLOGÍA DE LA SUBCUENCA 23
4. DIAGNÓSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO 25
4.1 USOS DEL AGUA 25
4.2 INDICE DE USO DEL AGUA SEGÚN POMCA 2018 26
4.3 CAPACIDAD DE USO DE SUELO DENTRO DEL AREA DE ESTUDIO 28
4.4 COBERTURA DE TIERRA 31
4.5 PLANES DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS – PSMV'S, MUNICIPIOS DE LA ZONA 34
4.6 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE VERTIMIENTO 36
4.7 SUJETOS PASIVOS DE LA ZONA 37
4.7.1 Expedientes de la zona de Estudio 38
4.8 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL – PTAR, MUNICIPIOS DE LA ZONA 42
4.8.1 Municipio de Arcabuco 43

4.8.2 Visita PTAR Municipio de Arcabuco 23-05/18 46
4.8.3 Municipio de San Pedro de Iguaque 53
4.8.4 Visita PTAR Municipio de San Pedro de Iguaque 23-05/18....55
4.8.5 Municipio de Togüí 58
4.8.6 Visita PTAR Municipio de Togüí 23-05/18 59
4.9 PUNTOS DE MONITOREO....64
4.10 CAUDALES PROMEDIO 65
5. ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD PARA LA CORRIENTE PRINCIPAL SUTAMARCHÁN – MONIQUIRÁ Y SUÁREZ AD 68
5.1 INDICES DE CALIDAD DEL AGUA 68
5.2 OBJETIVOS DE CALIDAD SEGÚN RESOLUCIÓN 1848 DE 2014 80
5.3 CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD ESTABLECIDOS 81
5.3.1 Municipio de Santa Sofía 81
5.3.2 Municipio de Samacá....83
5.3.3 Municipio de Moniquirá 83
5.3.4 Municipio de Sáchica 84
5.3.5 Municipio de Arcabuco....85
5.4 CUMPLIMIENTO DEL ACUERDO 021 DE 2014 85
5.5 FORMULACIÓN DE TRAMOS....89
5.6 OBJETIVOS DE CALIDAD 90

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tramos para la Cuenca del Río Suárez 17
Tabla 2. Sistema hídrico subcuencas área hidrográfica- Magdalena Cauca. 19
Tabla 3. Municipios de la zona de estudio 21
Tabla 4. Microcuencas Área de estudio 22
Tabla 5. Calificación IUA 26
Tabla 6. IUA, Área de Estudio 28
Tabla 7. Calificación Capacidad de suelo 29
Tabla 8. Capacidad de Suelo, Área de estudio 31
Tabla 9. Cobertura de Tierra, Área de Estudio 33
Tabla 10. Municipios con PSMV – Tramo 1 34
Tabla 11. Municipios con PSMV - Tramo 1S 35
Tabla 12. Municipios con PSMV – Tramo 2 35
Tabla 13. Municipios con PSMV – Tramo 3 35
Tabla 14. Puntos de vertimientos cuenca Suárez 36
Tabla 15. Sujetos pasivos según cuadro de liquidación 37
Tabla 16. Licencias Ambientales en la zona de estudio 38
Tabla 17. Permisos regulatorios en la cuenca del Suárez 39
Tabla 18. Caracterización PSMV municipio de Arcabuco 51
Tabla 19. Caracterización laboratorio Corpoboyaca 52
Tabla 20. Caracterización alcaldía laboratorio analizar 52
Tabla 21. Caracterización alcaldía San pedro de Iguaque laboratorio Analquin Ltda. 57
Tabla 22. Puntos de monitoreo 64
Tabla 23. Estaciones y municipios de influencia 65
Tabla 24. Estaciones y municipios de influencia 66
Tabla 25. Estaciones por tramos según laboratorio - MCS 67
Tabla 26. Variables y ponderaciones para el caso de 5 variables 69
Tabla 27. Variables y ponderaciones para el caso de 6 variables 69
Tabla 28. Índices de Calidad según resultados de la firma MCS 75
Tabla 29. Cálculo de ICA, según metodología (Ramírez, 1999) 76
Tabla 30. Índices de Calidad según resultados de la firma ANASCOL LTDA. 77
Tabla 31. Índices de calidad sobre la cuenca del Rio Suarez. 78
Tabla 32. Índices de calidad con los resultados de laboratorio sobre la cuenca del Rio Suarez. 79
Tabla 33. Objetivos de calidad Resolución 1848 de 2014 80
Tabla 34. Objetivo de calidad – corto plazo 82
Tabla 35. Objetivo de calidad – corto plazo 82
Tabla 36. Objetivo de calidad – corto plazo 83
Tabla 37. Objetivo de calidad – corto plazo 84
Tabla 38. Objetivo de calidad – corto plazo 84
Tabla 39. Objetivo de calidad – corto plazo 85

Tabla 40. Comparativo de carga anual vertida año 3 86
Tabla 41. Comparativo de carga anual vertida año 2 87
Tabla 42. Comparativo de carga anual vertida año 1 88
Tabla 43. Índice y Uso Propuesto 90
Tabla 44. Estaciones Perfil 91
Tabla 45. Objetivos de calidad establecidos para largo plazo 93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio - Tramos 16
Figura 2. Sistema Hídrico de la Cuenca 20
Figura 3. Tipología de la cuenca.....24
Figura 4. Índice de Uso de Agua.....27
Figura 5. Capacidad de uso de suelo 30
Figura 6. Cobertura de tierra.....32
Figura 7. Sistema de Bombeo.....44
Figura 8. Reactor UASB 45
Figura 9. Laguna Facultativa.....54
Figura 10. Humedal 59
Figura 11. Perfil longitudinal cauce principal.....91
Figura 12. Tramos- Objetivos de calidad corriente principal Sutamarchán- Moniquirá y Suarez A.D.....94
Figura 13. Sistema hídrico nuevos tramos establecidos- Corriente principal Sutamarchán- Moniquirá y Suárez A.D.....95

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Canal de Aproximación....43
Fotografía 2. Desarenador....44
Fotografía 3. Filtro Anaerobio de Flujo Descendente....45
Fotografía 4. Lechos de Secado....46
Fotografía 5. Personal de la Oficina Aguas de Arcabuco que acompaño a la visita de la PTAR....46
Fotografía 6. Entrada del agua a la PTAR....47
Fotografía 7. Estructura de aliviadero de caudal....47
Fotografía 8. Estado actual del Desarenador....48
Fotografía 9. Sistema de Bombeo....48
Fotografía 10. Estado actual del Reactor UASB....48
Fotografía 11. Reactor UASB....49
Fotografía 12. Estado actual del Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente....49
Fotografía 13. Infiltración del tanque del Filtro Anaerobio de Flujo Descendente....50
Fotografía 14. Estado de los lechos de secado proveniente del Reactor UASB....50
Fotografía 15. Estado de los lechos de secado....50
Fotografía 16. La calidad del efluente de la PTAR....51
Fotografía 17. Laguna de Maduración....54
Fotografía 18. Entrada del agua a la PTAR por el canal de aproximación....55
Fotografía 19. Estructura de entrada a la Laguna Facultativa....55
Fotografía 20. Agua de escorrentía que entra a la Laguna de maduración....55
Fotografía 21. Estado actual de la Laguna Facultativa....56
Fotografía 22. Estructura de entrada a la Laguna de Maduración....56
Fotografía 23. Salida del efluente de la PTAR....57
Fotografía 24. Pozo de entrada a la PTAR.....59
Fotografía 25. Entrada del agua al canal de aproximación y rejillas....60
Fotografía 26. Entrada de agua a la canaleta Parshall No.1....60
Fotografía 27. Entrada de agua a la canaleta Parshall No.2....60
Fotografía 28. Filtro de Agua de Flujo Descendente (FAFD)....61
Fotografía 29. Caja que maneja las aguas de excesos que vienen del FAFD....61
Fotografía 30. Reactor UASB....61
Fotografía 31. Lechos de secado....62
Fotografía 32. Humedal de flujo subsuperficial....62
Fotografía 33. Calidad del agua que sale de la PTAR....62
Fotografía 34. Manejo de los lodos proveniente de la PTAR....63

INTRODUCCIÓN

La Corporación Autónoma Regional de Boyacá, y en uso de sus facultades considera la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH) como base para el diagnóstico, formulación e implementación de los diferentes instrumentos de planificación, económicos, informativos y reguladores.

Para la implementación de la política, CORPOBOYACÁ se ha puesto en la tarea de articular la línea base para la formulación de los objetivos de calidad de la fuente principal Río Sutamarchán – Moniquirá y Suárez AD (afluentes directos), con la calidad, la oferta, la demanda, el riesgo, el ordenamiento y el uso de racional del recurso hídrico de la fuente en estudio.

Los objetivos de calidad propuestos son la base para el establecimiento del segundo quinquenio de metas de carga contaminante para la corriente principal de la Subcuenca de los ríos Sutamarchán – Moniquirá y Suárez AD, en consecuencia, se desarrolló un estudio que permitió realizar un diagnóstico de la calidad hídrica, definir las características propias de la cuenca, establecer los diferentes de acuerdo a los usos del recurso hídrico y a los del suelo de acuerdo a los tramos definidos, haciendo uso de la información recolectada en campo e información existente. A su vez, se contemplaron los monitoreos realizados por las diferentes firmas consultoras contratadas por CORPOBOYACÁ, y los documentos de planificación, como los planes de ordenación y manejo de las cuencas (POMCA) y los planes de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV) de los municipios que hacen parte de la Subcuenca que se encuentran vigentes y sus respectivas actualizaciones.

El siguiente informe tiene como finalidad presentar las diferentes actividades que se realizaron para el ajuste y modificación de los objetivos de calidad propuestos a corto, mediano y largo plazo establecidos la Resolución 1848 del 2014 para la corriente principal de las subcuencas de los ríos Sutamarchán – Moniquirá y Suárez AD, jurisdicción de CORPOBOYACÁ.

JUSTIFICACIÓN

Los objetivos de calidad se consideran como un conjunto de variables, parámetros o elementos con su valor numérico que se utiliza para definir la idoneidad del recurso hídrico para un determinado uso[1], 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, subterráneas y marítimas, 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.

Se pretende revisar los objetivos de calidad definidos en la Resolución 2848 de 2014, con el fin de ajustarlos de acuerdo a los usos actuales para la fuente principal de la subcuenca Moniquirá – Sutamarchán y Suárez AD, jurisdicción de CORPOBOYACÁ, con el fin de alcanzar le objetico de calidad en el tiempo establecido que tiene como fin último mejorar la calidad y minimizar la contaminación del recurso hídrico mediante la implementación de acciones de administración, formulación e implementación del ordenamiento del recurso hídrico-PORH, siendo herramienta clave para la planificación, formulación e implementación de la gestión de la calidad hídrica.

La importancia de definir objetivos de calidad a las fuentes hídricas radica en las distintas actividades que las autoridades ambientales implementan dentro de sus políticas de calidad y reducción de la contaminación mancomunado con la fijación de metas de reducción de carga contaminante y acciones de monitoreo de la calidad del recurso hídrico que tiene como fin garantizar la calidad para los diferentes usos a todos aquellos usuarios que lo requieran.

[1] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 2667 de 2012, Artículo 3. Definiciones

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer los objetivos de calidad para la corriente principal de las subcuencas Sutamarchán – Moniquirá y Suárez AD, en jurisdicción de CORPOBOYACÁ.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diagnosticar el estado actual de la calidad del recurso hídrico a través del cálculo de índices de calidad – ICA.

- Actualizar y revisar los usos reales y potenciales del recurso hídrico en la zona de estudio, basado en visitas de identificación de sujetos pasivos y revisión de expedientes.

- Definir los objetivos de calidad para la corriente principal de las subcuencas Moniquirá – Sutamarchán y Suárez AD, fundado en el diagnóstico de la calidad del recurso y el cumplimiento de la resolución 1848 de 2014.

- Determinar el perfil de calidad de la corriente principal de las subcuencas Moniquirá – Sutamarchán y Suárez AD.

- Revisar y ajustar los objetivos de calidad propuestos para corto, mediano y largo plazo según el estado actual de las fuentes receptoras de los municipios de la subcuencas Moniquirá – Sutamarchán y Suárez AD.

2. ASPECTOS GENERALES

2.1 MARCO LEGAL

NORMA	DESCRIPCIÓN
CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA	- Artículo 8. Consagra como obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación. - Artículo 58. Establece una función ecológica inherente a la propiedad privada e incluso incluye el respeto por el derecho a un ambiente sano y la protección del ambiente enmarcados en los tratados internacionales que en materia ecológica se han reconocido (artículos 9, 94 y 226 C.N.). - Artículos 79 y 80. Es deber del Estado proteger el ambiente y el derecho que tienen todos los ciudadanos a gozar de un ambiente sano, así mismo proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines; además de planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar el desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución y tomar las medidas necesarias de prevención y control de los factores de deterioro ambiental.
Decreto-Ley 2811 de 1974	- Artículo 134. corresponde al Estado garantizar la calidad del agua para consumo humano y, en general, para las demás actividades en que su uso es necesario. Para dichos fines deberá: a). Realizar la clasificación de las aguas y fijar su destinación y posibilidades de aprovechamiento mediante análisis periódicos sobre sus características físicas, químicas y biológicas. A esta clasificación se someterá toda utilización de aguas. (…)
Ley 99 de 1993	- Artículo 30. las Corporaciones Autónomas Regionales tendrán por objeto la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio.

	- Artículo 31. Se establecen las funciones de las Corporaciones Autónomas Regionales. - Artículo 42. Se prevé que 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.
Decreto 1076 de 2015	Artículo 2.2.3.3.1.4. la Autoridad Ambiental Competente deberá realizar el Ordenamiento del Recurso Hídrico con el fin de realizar la clasificación de las aguas superficiales subterráneas y marinas, fijar en forma genérica su destinación a los diferentes usos de que trata el el artículo 2.2.3.3.2.1 del mencionado decreto y sus posibilidades de aprovechamiento. Dentro del proceso de planificación del Ordenamiento del Recurso Hídrico la autoridad ambiental competente: 1. *Establece la clasificación de las aguas.* 2. *Fija su destinación y sus posibilidades de uso, con fundamento en la priorización definida para tales efectos en el denominado Orden de Prioridades de que trata el presente Decreto.* 3. ***Define los objetivos de calidad a alcanzar en el corto, mediano y largo plazo.*** 4. *Establece las normas de preservación de la calidad del recurso para asegurar la conservación de los ciclos biológicos y el normal desarrollo de las especies.* 5. *Determina los casos en que deba prohibirse el desarrollo de actividades como la pesca, el deporte y otras similares, en toda la fuente o en sectores de ella, de manera temporal o definitiva.* 6. *Fija las zonas en las que se prohibirá o condicionará, la descarga de aguas residuales o residuos líquidos o gaseosos, provenientes de fuentes industriales o domésticas, urbanas o rurales, en las aguas superficiales, subterráneas, o marinas.* 7. *Establece el programa de seguimiento al recurso hídrico con el fin de verificar la eficiencia y efectividad del ordenamiento del recurso.*
Resolución 1433 del 13 de diciembre de 2004	Establece que el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos debe estar articulado con los objetivos y las metas de calidad y el uso que defina la Autoridad Ambiental para cada corriente, tramo o cuerpo de agua.
Resolución 2145 del 23 de diciembre de 2005	- Sse hace necesario expedir un acto administrativo en el cual la Autoridad Ambiental

	defina los objetivos de calidad de la corriente, tramo o cuerpo receptor de vertimientos, como insumo para que las entidades prestadoras de servicio de alcantarillado formulen los respectivos Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos del área de influencia a la corriente, tramo o cuerpo receptor. - Artículo 1. La información de los PSMV deberá ser presentada ante la autoridad ambiental competente por las personas prestadoras del servicio público de alcantarillado y sus actividades complementarias, en un plazo no mayor de cuatro (4) meses contados a partir de la publicación del acto administrativo mediante el cual la autoridad ambiental competente defina el objetivo de calidad de la corriente, tramo o cuerpo de agua receptor.
Resolución 1848 del 11 de agosto de 2014- CORPOBOYACÁ	Se establecieron los objetivos de calidad para las subcuencas río Moniquirá- Sutamarchán y Rio Suárez AD pertenecientes a la cuenca hidrográfica del río Suárez y sus principales afluentes de la jurisdicción de CORPOBOYACÁ, a corto (2017, mediano (2020) y largo plazo (2025).
Resolución 3382 de 2015- CORPOBOYACÁ	Se adoptan los Criterios de Calidad del Recurso Hídrico dentro de la jurisdicción de CORPOBOYACA.
Resolución 2110 del 08 de junio de 2018- CORPOBOYACÁ	Se aprobó y adoptó el Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca hidrográfica del río medio y bajo Suárez

2.2 MARCO CONCEPTUAL

CORPOBOYACÁ como autoridad ambiental competente debe cumplir con la normatividad vigente, de allí la importancia de definir los objetivos de calidad para las diferentes cuencas hidrográficas pertenecientes a su jurisdicción, el Acto Administrativo en donde estos sean establecidos será uno de los insumos del Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico para la Cuenca del Río Suarez.

Para elaborar la línea base para el establecimiento de los objetivos de calidad se hace importante considerar la definición de los siguientes términos, contenida en el artículo 2.2.9.7.2.1 del Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015:

Cuenca hidrográfica: Área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar

en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar.

Objetivos de calidad. Es el conjunto de variables, parámetros o elementos con su valor numérico, que se utiliza para definir la idoneidad del recurso hídrico para un determinado uso.

Punto de captación. Es el sitio o lugar donde el usuario toma el recurso hídrico para cualquier uso.

Punto de descarga. Sitio o lugar donde se realiza un vertimiento, de manera directa o indirecta al cuerpo de agua.

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

Vertimiento al recurso hídrico. Es cualquier descarga final al recurso hídrico de un elemento, sustancia o parámetro contaminante, que esté contenido en un líquido residual de cualquier origen.

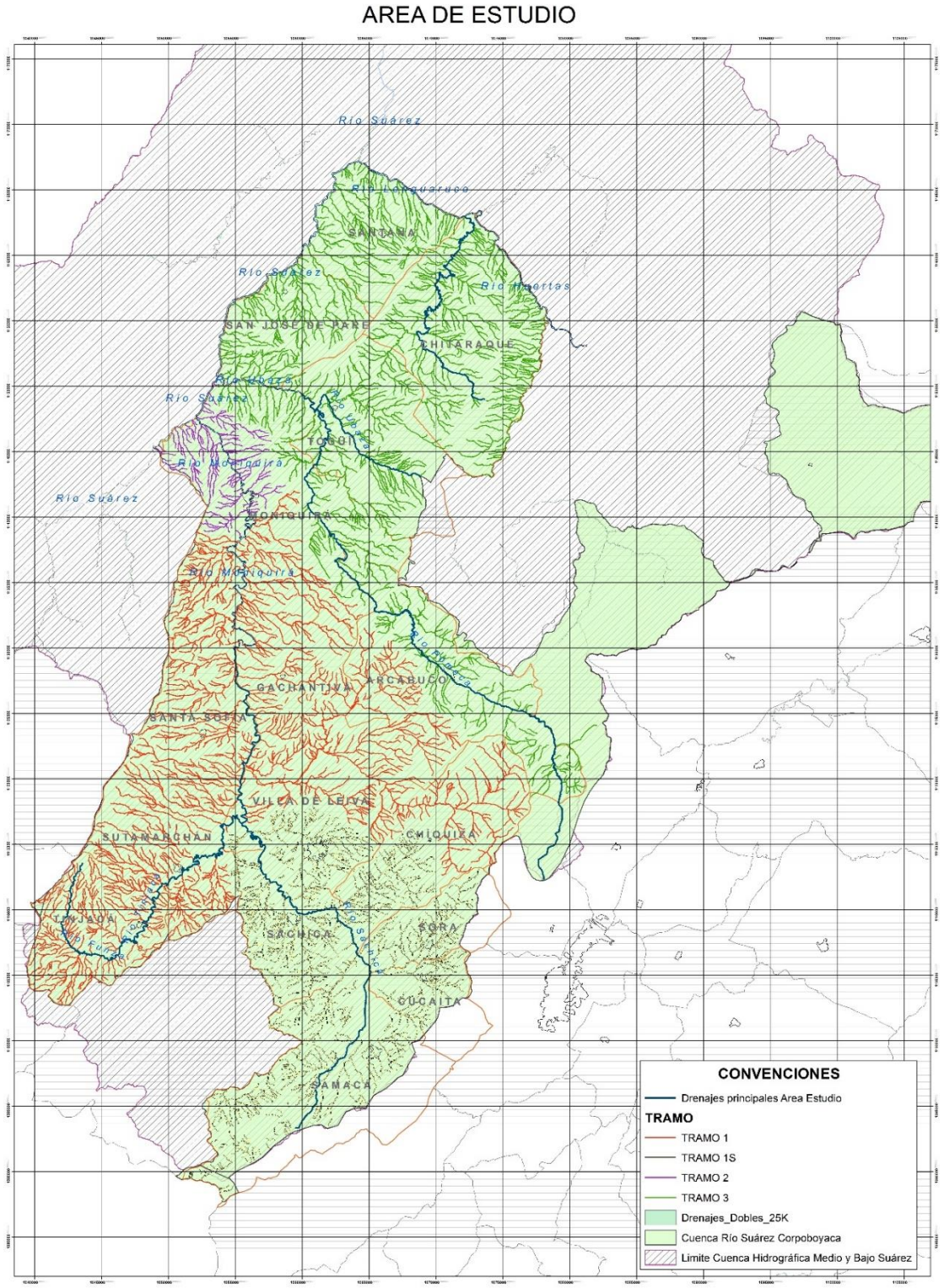
3. CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO

3.1 AREA DE ESTUDIO

La cuenca del Rio Suarez es una de las principales zonas hidrográficas que se encuentran en la jurisdicción de CORPOBOYACA, 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 Rio Suarez, a través de la formación de las corrientes principales como son el Rio Moniquirá, el Rio Sáchica, el Rio Ubaza 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.

El área de estudio se localiza geográficamente en los municipios de Tinjacá, Sutamarchán, Sáchica, Samacá, Sora, Cucaita, Chíquiza, Villa de Leyva, Santa Sofía, Gachantivá, Arcabuco, Moniquirá, Togüí, Chitaraque, San José de Pare y Santana. Además, se debe tener en cuenta que no se analizaron los impactos generados por los municipios de Sotaquira, Paipa, Duitama y Motavita, ya que estos hacen sus vertimientos principales en la Cuenca del Rio Chicamocha, y al área de sus territorios que se encuentra en el área de estudio tiene influencia sobre la subcuenca del Rio Lenguaruco, que recibe principalmente los vertimientos de municipios del departamento de Santander.

Figura 1. Área de estudio - Tramos



Fuente: SIAT Corpoboyaca 2018

Por otra parte, se tuvieron en cuenta otros municipios que no se encuentran en la jurisdicción de CORPOBOYACA pero que debido a su ubicación geográfica tienen influencia en el comportamiento y calidad de las fuentes hídricas que hacen parte del área de estudio. Dichos municipios son, por parte de la CAR, Raquira, y por parte de la CAS, Puente Nacional, Barbosa, Güepsa, San Benito, Suaita y Gambita principalmente.

Para el desarrollo del presente estudio se tomaron como base los documentos de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos de los municipios involucrados en el área de estudio, el POMCA de las Cuencas Media y Baja del Rio Suarez, los estudios realizados por firmas consultoras, como MCS, GAIA madre tierra, entre otros.

3.2 CARACTERÍSTICAS PROPIAS DE LA CUENCA Y SUS TRAMOS

A partir de la Resolución 1848 del 2014 se establecieron un total de cuatro tramos que fueron base fundamental para el establecimiento de los objetivos de calidad del recurso hídrico de la Cuenca del Rio Suarez, dichos tramos fueron establecidos basados, principalmente, en las actividades económicas de los municipios, así como en la interacción entre los mismos. Se consideró un tramo adicional a los tramos definidos en el estudio de diagnóstico de calidad, teniendo como resultado definir al rio Sáchica dentro del proceso como un tramo independiente identificándose con las siglas **1S.** A continuación, en la Tabla 1 se muestran dichos tramos:

Tabla 1. Tramos para la Cuenca del Río Suárez

CUENCA	SUBCUENCA	TRAMO	DESCRIPCION	MUNICIPIOS QUE LO COMPRENDEN	LONGITUD (Km)
SUAREZ	RIO MONIQUIRA - SUTAMARCHAN	1	Afluente Río Funza en Tinjacá hasta el sector el Guamo en Moniquirá.	TINJACA - SUTAMARCHAN - SANTA SOFIA - GACHANTIVA	67,63
		1S	Desde el nacimiento del río Samacá hasta la unión del Rio Sáchica con el río Sutamarchán - Moniquirá.	SAMACA - CUCAITA - SORA - CHIQUIZA - SACHICA - VILLA DE LEYVA	47,61
		2	Desde Sector el Guamo (Moniquirá) hasta la unión con el Rio Ubaza.	MONIQUIRA	15,04
	RIO SUAREZ AD	3	Desde la Unión del Río Suarez y el Río Ubaza hasta la unión con el río Lenguaruco.	SANTANA CHITARAQUE- SAN JOSE DE PARE - ARCABUCO - TOGUI	53,57

Fuente: Proceso establecimiento metas carga contaminante Suarez, primer quinquenio- 2014-2019

3.2.1 Características del Recurso Hídrico de la Cuenca del Río Suárez

La Cuenca del Rio Suarez es una de las zonas hidrográficas más importantes de la región, ya que debido a su extensión atraviesa tres departamentos, Cundinamarca, Boyacá y Santander, y cuenta con un área aproximada de 9823 km^2. El Rio Suarez tiene su nacimiento en la Laguna de Fuquene, a una altura superior a los 3000 m.s.n.m, entre los municipios de Chíquiza, San miguel de Sema y Fuquene, siendo límite entre los departamentos de Boyacá y Cundinamarca. El Rio Suarez, tiene una longitud aproximada de 172 Km, hasta el punto donde desemboca al Rio Chicamocha, en el departamento de Santander; este cuerpo hídrico se caracteriza por su fuerte encañonamiento y su topografía quebrada que genera un alto índice de torrencialidad en su cauce. En la jurisdicción de CORPOBOYACA, los principales cauces que desembocan en el Rio Suarez son el Rio Moniquirá, el Rio Ubaza y el Rio Lenguaruco, este último siendo límite entre los departamentos de Santander y Boyacá.

El área de estudio comprende un total de dieciséis (16) municipios, entre los cuales se encuentran: Tinjacá, Sutamarchán, Sáchica, Samacá, Sora, Cucaita, Chíquiza, Villa de Leyva, Santa Sofía, Gachantivá, Arcabuco, Moniquirá, Togüí, Chitaraque, San José de Pare y Santana. Por otra parte, dicha cuenca, en la jurisdicción de Corpoboyaca, tiene un área 192157,83 Ha, posee un total de 4 Subcuencas (Rio Ubaza, Rio Suarez AD, Rio Lenguaruco y Rio Moniquirá- Sutamarchán), 78 Microcuencas y una variación altitudinal que va desde los 3850 m.s.n.m. hasta los 1050 m.s.n.m.

3.2.2 Zonificación, Subcuencas y Cuerpos de Agua Establecidos para el Estudio

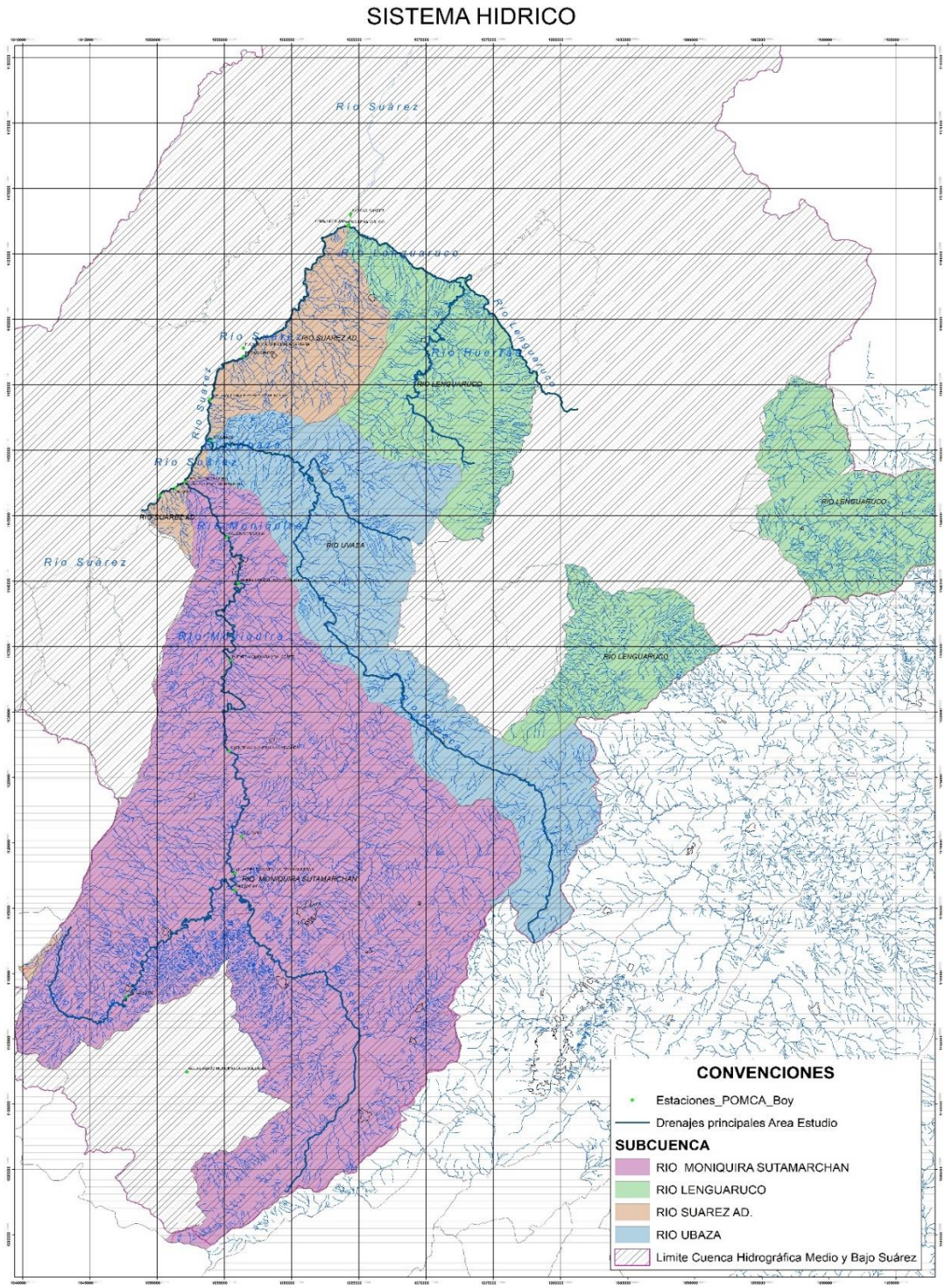
Para la zonificación del área de estudio se partió de un análisis regional hasta llegar a una escala local, donde se parte de la Cuenca Media y Baja del Rio Suarez como un sistema que se ve afectado por la interacción de las variables que se encuentran dentro de este, estas pueden ser tanto antrópicas como naturales y que generan un impacto sobre el recurso hídrico dentro del área de estudio. Para este análisis se tomó como base la información cartográfica suministrada por el POMCA de las cuencas media y baja del Rio Suarez, los monitoreos desarrollados por la corporación en los años directamente anteriores al desarrollo del estudio y a la información recolectada en campo por el personal de la corporación. Con base en lo anterior se identificaron las corrientes principales, que dentro de la jurisdicción de

CORPOBOYACA, tienen un impacto considerable sobre el Rio Suarez, y a su vez se identificaron las subcuencas que hacen parte del área de estudio, las cuales se ven afectadas directamente por las actividades humanas y especialmente por los residuos generados por el desarrollo de estas. Para el análisis de las fuentes hídricas se basó en la resolución 1848 de 2014, donde se establecieron los tramos para la aplicación de los objetivos de calidad del recurso hídrico; por otra parte, se analizó la información recopilada en el cobro de la tasa retributiva, con base en los cálculos de generación de carga contaminante a partir de la producción per cápita, así como los análisis y autodeclaraciones que han presentado los municipios sobre los monitoreos en los puntos de vertimientos generados por estos. Finalmente se tomó la información presente en los planes de saneamiento y manejo de vertimientos que los municipios han presentado y actualizado, así como en los permisos de vertimientos que se han solicitado con la Corporación.

Tabla 2. Sistema hídrico subcuencas área hidrográfica- Magdalena Cauca.

ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA (CUENCA)	SUBCUENCA	MUNICIPIOS
MAGDALENA-CAUCA Código 2	RÍO SOGAMOSO Código 24	RIO SUAREZ Código 2401	Río Sutamarchán - Moniquirá Código 2401-001	Moniquirá Santa Sofía Sutamarchán Tinjacá Gachantivá Villa de Leyva Sáchica Samacá Cucaita Sora Chíquiza Arcabuco
			Río Ubaza Código 2401-002	Arcabuco Togüí San José de Pare
			Río Lenguaruco Código 2401-003	Chitaraque Santana
			Río Suarez ad Código 2401-000	San José de Pare Santana Moniquirá

Figura 2. Sistema Hídrico de la Cuenca



Fuente: SIAT Corpoboyaca 2018

3.2.3 Municipios que Conforman la Cuenca del Río Suárez

Como ya se ha descrito, el área de estudio la conforman un total de dieciséis (16) municipios, a continuación, se relaciona la información poblacional de cada uno, así como el área del municipio.

Tabla 3. Municipios de la zona de estudio

Municipio	Población Cabecera 2018	Área (Ha)
Arcabuco	1.993	13743,0
Chíquiza	91	11473,4
Chitaraque	1.121	15442,1
Cucaita	1.958	4230,5
Gachantivá	356	8690,4
Moniquirá	10.679	21532,9
Sáchica	1.914	6339,8
Samacá	6.169	17098,7
San José de Pare	1.077	7242,4
Santa Sofía	699	7846,7
Santana	2.359	7254,1
Sora	505	4738,8
Sutamarchán	1.356	10057,7
Tinjacá	460	8209,7
Togüí	764	11544,3
Villa de Leyva	10.962	12756,4

Fuente: Construcción propia a partir de información de DANE

3.2.4 Hidrografía

En el área de estudio, se encuentran un total de 4 Subcuencas, las cuales se dividen en un total de 78 microcuencas donde se pueden observar los drenajes que se encuentran, estos a su vez transportan el recurso hídrico y a medida que avanzan y van cambiando de orden, se crean nuevos cuerpos hídricos que finalmente desembocan en la corriente principal, en este caso sería el Rio Suarez. A continuación, se muestra la información básica de dichas subcuencas y microcuencas.

Tabla 4. Microcuencas Área de estudio

SUBCUENCA	MICROCUENCA	AREA (Ha)
RIO UBAZA - 24010202	Q. Portachuelo - 2401020217	792,91
	Q. Negra - 2401020205	1270,27
	Q. Pescadero - 2401020208	2012,99
	RIO POMECA - 2401020204	9311,18
	RIO UBAZA - 2401020209	7341,86
	Q. La Cascada - 2401020211	449,13
	Q. la Lajita - 2401020213	618,87
	Q. Colorada - 2401020210	759,03
	RIO TOGUI - 2401020212	2464,91
	Q. Salitre - 2401020214	635,66
	Q. Raizal - 2401020218	506,76
	Q. Hormas - 2401020215	603,32
	Q. Pozos Negro - 2401020207	481,40
	Q. Pedregal - 2401020206	797,36
	Q. Agua Tendida o La Serrania - 2401020203	1731,17
	Q. Los Munecos - 2401020201	3500,71
	Q. El Roble - 2401020202	966,47
	Q. El Chuscal - 2401020216	376,66
RIO SUAREZ AD. - 24010204	RIO SUAREZ AD. - 2401020402	6504,07
	Q. Santana - 2401020403	1134,25
	Q. Salitre - 2401020401	2268,91
	Q. El Resguardo - 2401020405	1652,66
	Q. de Medellin - 2401020404	373,24
RIO LENGUARUCO - 24010203	RIO LENGUARUCO - 2401020306	2899,84
	RIO RIACHUELO - 2401020305	8095,56
	Q. Honda - 2401020307	1987,53
	RIO HUERTAS - 2401020304	5371,02
	RIO EL VALLE - 2401020301	10477,68
	RIO CHONTAL - 2401020302	11499,60
	RIO TOLOTA - 2401020303	4687,35
RIO MONIQUIRA SUTAMARCHAN - 24010201	Q. Güitoque - 2401020140	658,57
	Q. San Joaquin - 2401020123	976,87
	Q. La Providencia - 2401020125	1088,73
	Q. Los Cerezos - 2401020128	1142,09
	Q. Los Salitrillos (La Romera) - 2401020117	2245,64
	Q. Los Alisos (Periquitos) - 2401020119	601,29
	Q. El Valle El Mane - 2401020118	734,88
	Q. Del Coche - 2401020122	1253,37
	Q. Burriquito - 2401020145	487,70
	Q. La Zambra - 2401020124	411,14
	Q. Resaca - 2401020146	470,56
	Q. Cucarachera - 2401020126	1320,24
	Q. El Arzobispo - 2401020127	1688,23
	RIO RAQUIRA - 2401020129	286,64
	Q. Pollejas - 2401020130	1171,47
	RIO SACHICA - 2401020147	1696,84
	Q. Rivera - 2401020121	1049,70
	Q. Grande - 2401020136	2533,36
	Q. Ritoque - 2401020137	437,99
	Q. El Espinal - 2401020133	909,86

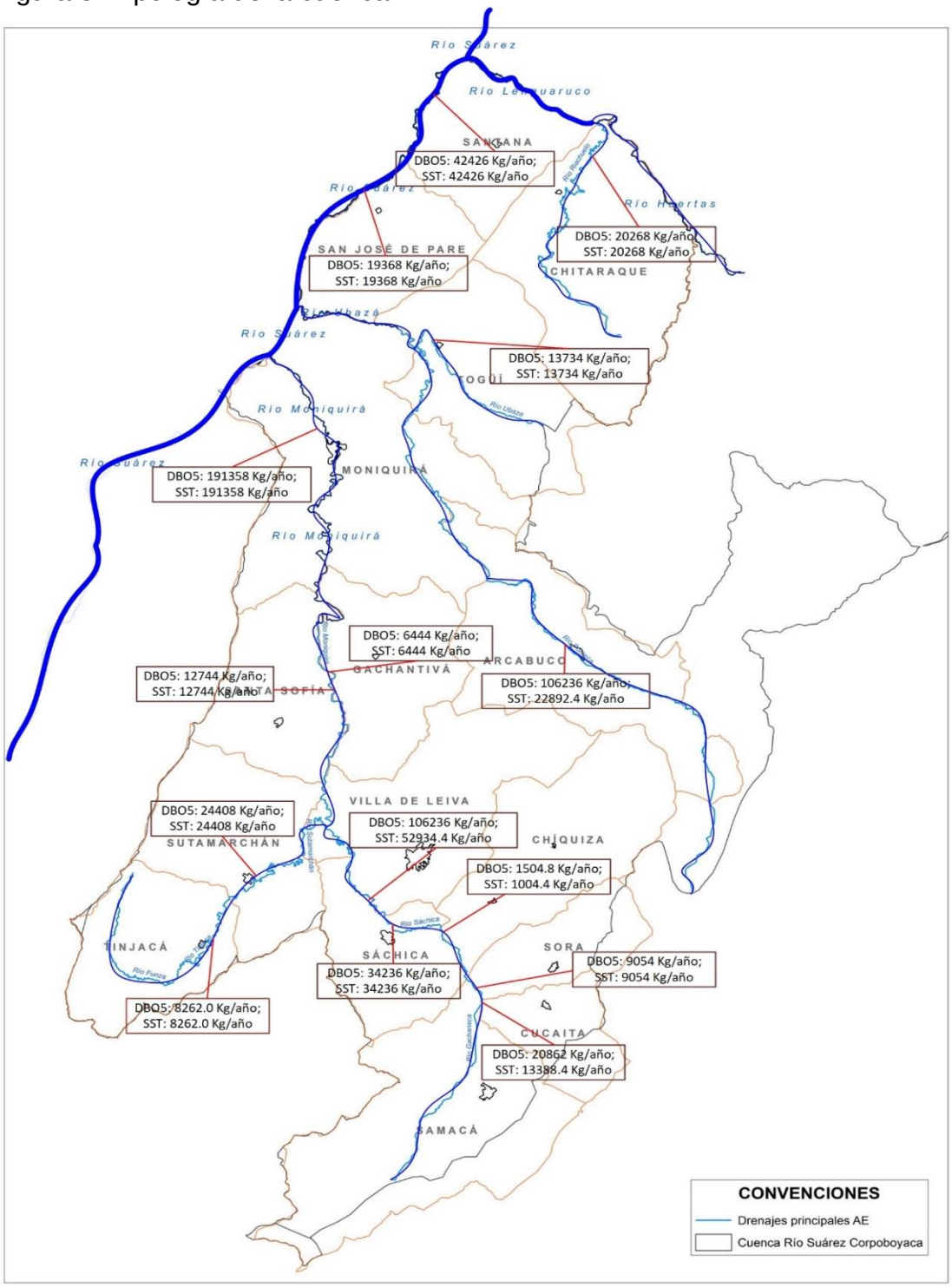
SUBCUENCA	MICROCUENCA	AREA (Ha)
	RIO SAMACA - 2401020101	22075,80
	Q. Barrancohondo - 2401020132	638,20
	Q. Saraza - 2401020109	291,65
	Q. Socha (El Molino) - 2401020141	1302,06
	Q. Vacas - 2401020108	505,82
	Q. La Caña - 2401020110	517,97
	Q. El Colorado - 2401020106	1206,12
	Q. La Sicha - 2401020105	1535,79
	Cañada. San Miguel - 2401020111	234,15
	Q. La Naranja - 2401020112	1057,25
	Q. De Piedras - 2401020115	809,30
	Q. Guatoque - 2401020116	1563,71
	Q. La Honda - 2401020142	1892,53
	Q. Yuca (El Aro) - 2401020120	1105,43
	Q. Honda - 2401020143	1144,66
	Q. Negra - 2401020144	332,69
	Q. Chiquita - 2401020114	1201,01
	Q. El Tejar - 2401020148	346,30
	Q. Las Huertas - 2401020134	722,42
	Q. Las Minas - 2401020131	690,17
	Q. Capona - 2401020113	902,45
	Q. El Arrayan - 2401020135	2157,39
	RIO CANE - 2401020102	10304,52
	RIO LA CEBADA - 2401020104	4847,25
	RIO LEYVA - 2401020138	3369,23
	Q. Colorada - 2401020103	3382,04
	Q. El Roble - 2401020139	1886,78
	RIO MONIQUIRA SUTAMARCHAN - 2401020107	13609,69

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

3.3 DETERMINACIÓN DEL PERFIL TRANSVERSAL Y TIPOLOGÍA DE LA SUBCUENCA

La tipología del área de estudio, se usó para identificar y representar de una manera más interactiva la información relacionada con las cargas contaminantes que vierten los municipios a las corrientes hídricas que hacen parte de las subcuencas, y que finalmente desembocan en el Rio Suarez. Además, de lo anterior sirve para resaltar los municipios que aportan mayores niveles de contaminación, cabe resaltar que esta información se tomó de la base de datos consolidada en el cobro de la tasa retributiva. A continuación, se muestra la tipología de las cargas en los afluentes principales al Rio Suarez.

Figura 3. Tipología de la cuenca



Fuente: SIAT Corpoboyaca 2018

4. DIAGNÓSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

El diagnóstico de la zona es un estudio detallado de lo evidenciado mediante recolección de información primaria, como visitas e identificación de sujetos pasivos. Información secundaria como los Planes de Manejo de las cuencas (POMCAS), Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV), monitoreos realizados por diferentes firmas consultoras contratadas por la Corporación, revisión de expedientes y otorgamiento de permisos regulatorios (Licencias Ambientales, Permisos de Vertimientos, Concesiones de aguas).

4.1 USOS DEL AGUA

El uso del agua se adecua de acuerdo a las necesidades de los habitantes de las subcuenca, los principales usos se relacionan con la economía y desarrollo de la región, como es el uso pecuario y agrícola. Éstos usos predominan en la parte alta de la subcuenca, comprendido por los municipios de Samacá, Sora, Cucaita, Sáchica, Chíquiza, Sutamarchán, Santa Sofía y Gachantivá.

Las concesiones otorgadas por la Corporación muestran otros usos que pueden ir desde el consumo doméstico hasta el recreativo, su uso depende de la calidad de las fuentes, así como su capacidad, continuidad y reducción del riesgo de contaminación. Por otra parte, existen fuentes para la asimilación y dilución de aguas residuales domesticas e industriales, como es el caso de los Ríos la Cebada, Moniquirá, Sáchica.

En el recorrido realizado a la zona de estudio, se identificó qué existen zonas de residencia influyentes de contaminación, que realizan sus vertimientos directamente al suelo mediante sistemas de campos de infiltración, otros no han implementado sistemas de vertimientos, por lo que sus residuos líquidos son arrojados directamente a las fuentes hídricas; en algunos casos los vertimientos generados por los municipios son aprovechados para riego y abrevadero. De igual manera, los usos recreativos como canotaje y recreativo contacto primario se evidenciaron en las zonas bajas de la subcuenca, en el municipio de Moniquirá.

4.2 INDICE DE USO DEL AGUA SEGÚN POMCA 2018

Para determinar el uso del agua que se le da al recurso hídrico dentro del área de estudio, se tomó la información generada por el POMCA de las Cuencas Media y Baja del Rio Suarez, donde se expone que el Índice de Uso de Agua (IUA), es la relación entre la demanda de agua total realizada por los usuarios del recurso hídrico y la oferta hídrica disponible o aprovechable en el área de interés, durante un periodo de tiempo y a una unidad de estudio determinada. A continuación, se muestra la manera de cálculo y su respectiva categorización:

$$IUA = (\frac{Dh}{Oh}) * 100$$

Donde,
Dh: Demanda hídrica total solicitada por los diferentes sectores establecidos dentro de la cuenca.
Oh: Oferta hídrica superficial disponible o aprovechable.

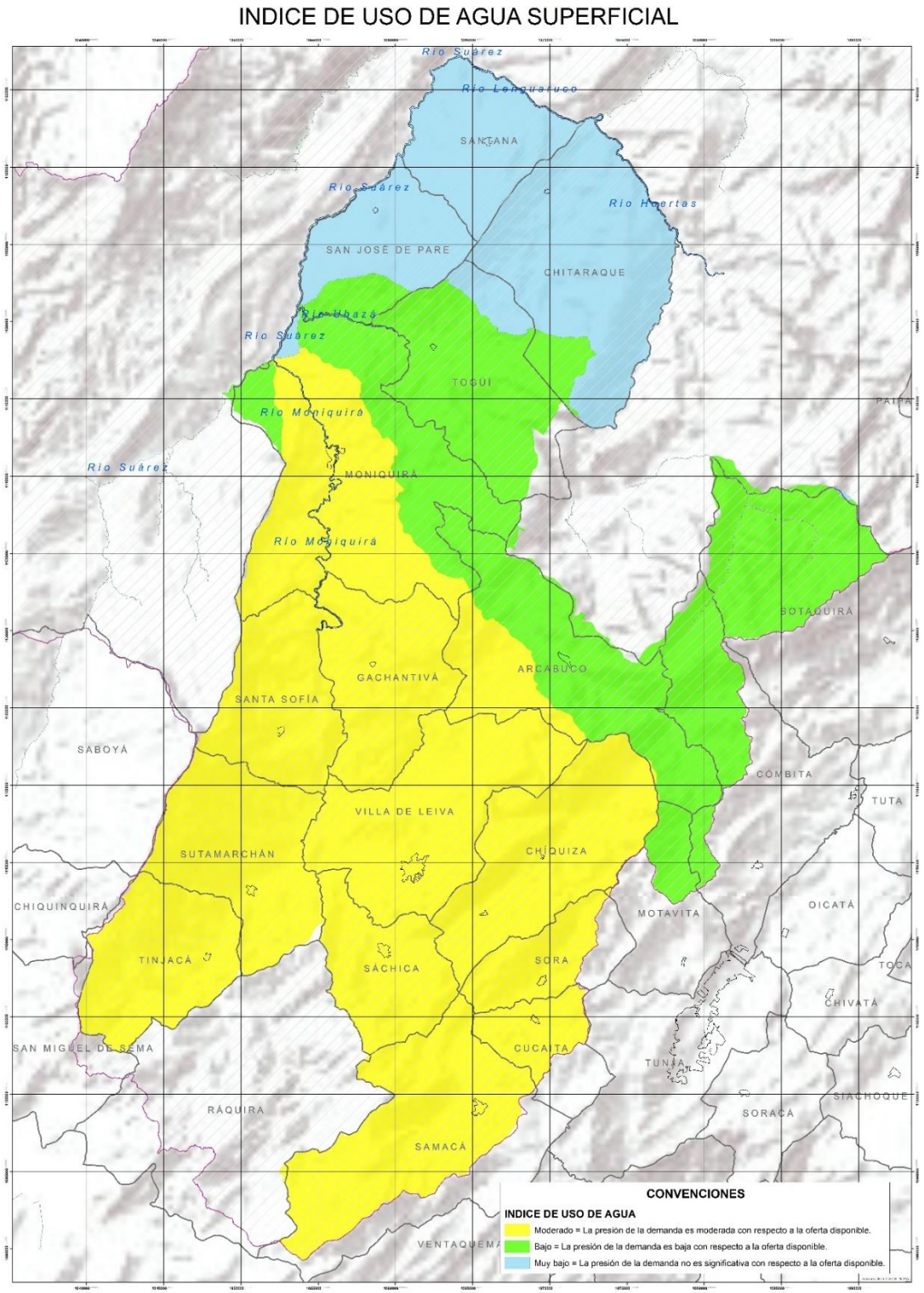
Tabla 5. Calificación IUA

DESCRIPCION	RANGO	CATEGORIA
La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible	> 50%	Muy Alta
La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible	20% - 50%	Alta
La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible	10% - 20%	Moderada
La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible	1% - 10%	Baja
La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible	< 1%	Muy baja

Fuente: Pomca Cuencas Media y Baja Rio Suarez, 2018

Una vez analizado el IUA, se procede a mostrar la información, espacialmente; a continuación, se muestra la imagen que corresponde al IUA en el área de estudio:

Figura 4. Índice de Uso de Agua



Fuente: SIAT Corpoboyaca 2018

Como se puede observar en la anterior imagen, el IUA dentro del área de interés se encuentra entre Moderado y Muy Baja, por lo tanto se supone que el recurso hídrico que se encuentra disponible para su uso satisface las necesidades de los usuarios, sin embargo se hace necesario tener cierto grado de responsabilidad para su manejo, esto específicamente en la parte sur del área de estudio, lo que corresponde principalmente a los municipios que se encuentran dentro de la subcuenca del Rio Sutamarchán – Moniquirá, ya que se observa un índice de uso de agua, "Moderado", por lo tanto puede verse comprometido seriamente la disponibilidad del recurso hídrico en esta área. A continuación, se muestra la distribución de las categorías del IUA, respecto al área de estudio, así como las Hectáreas que se encuentran dentro de cada una y su respectivo porcentaje.

Tabla 6. IUA, Área de Estudio

INDICE DE USO DE AGUA	AREA (Ha)	% AREA
Moderado	100448,07	57%
Bajo	46045,86	26%
Muy bajo	28812,96	16%
TOTAL	175306,89	100%

Fuente: Corpoboyaca, el estudio

4.3 CAPACIDAD DE USO DE SUELO DENTRO DEL AREA DE ESTUDIO

El componente de capacidad de uso de suelo, permite a los interesados, determinar las diferentes potencialidades de un suelo para desarrollar una u otra actividad, o para identificar su riesgo de deterioro o la prudencia de su destinación a actividades de protección o conservación. Todo esto se obtiene al analizar variables como la pendiente, la erosión, las características físicas y químicas y las condiciones climáticas; y finalmente determinar las áreas que pueden desarrollar ciertas actividades que, en términos de sostenibilidad y conservación, no generen un grado se sobreutilización.

En el Pomca de las Cuencas Media y Baja del Rio Suarez se realizó un análisis profundo para determinar la capacidad de uso para las áreas que comprenden estas cuencas, por lo tanto, se tomó dicha información para sustentar las decisiones que se toman en el presente estudio. A continuación, se muestran la capacidad de uso o la clasificación agrologica de los suelos, y posteriormente el mapa donde se observa la información contenida en el POMCA.

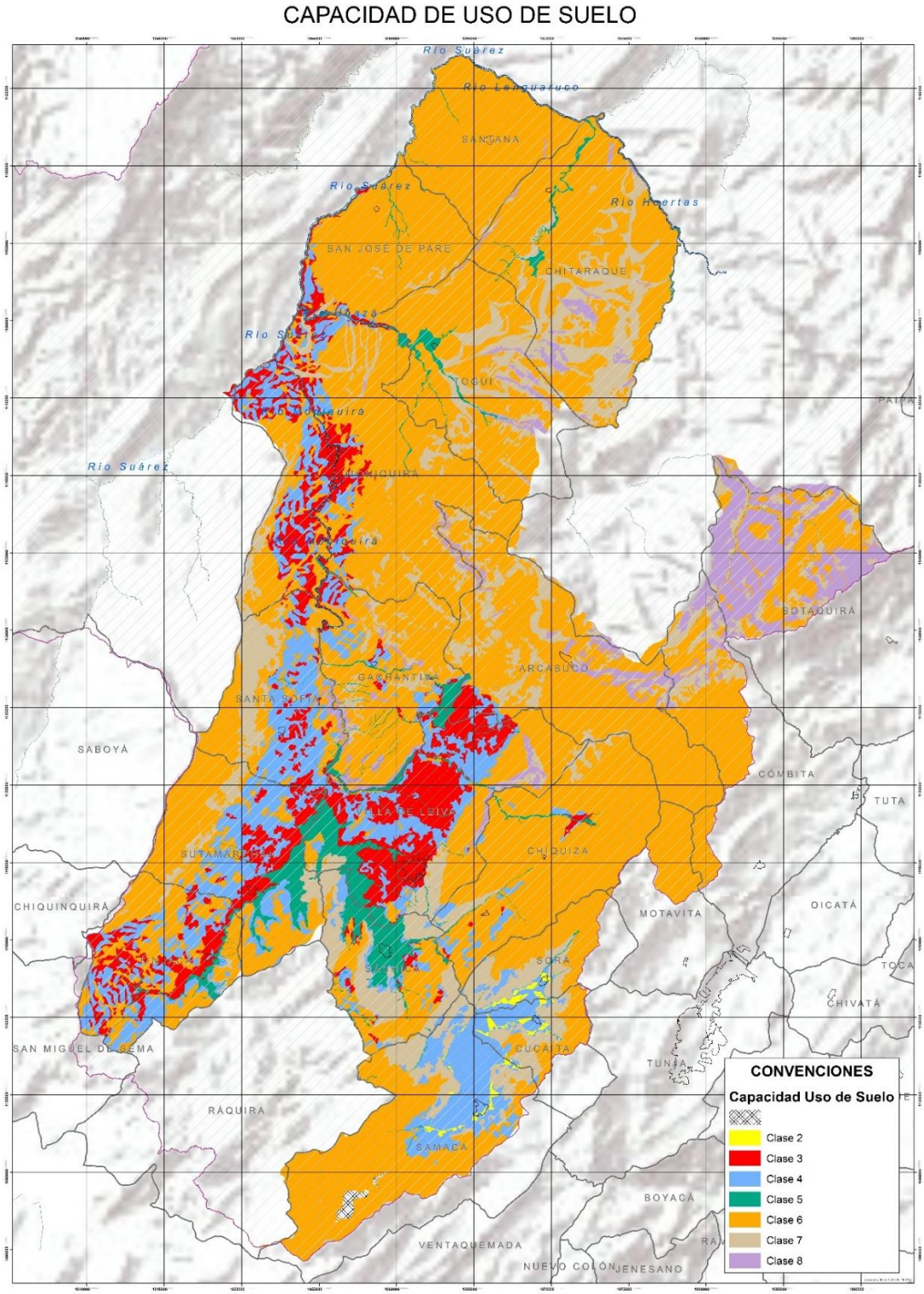
Tabla 7. Calificación Capacidad de suelo

<---------- Disminuye la intensidad de uso Aumenta ---------->								
CLASES DE CAPACIDAD DE USO o AGROLOGICAS	Vida Silvestre Conservación	Pastoreo restringido			Pastoreo y/o Cultivos			
		Severo	Moderado	Ligero	Limitado	Moderado	Intensivo	Muy intensivo
		Forestal	Agroforestal		Forestal y/o Agrosilvopastoril			
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7				Todas las Clases pueden destinarse a vida silvestre				
8				Sólo la Clase 1 sostendría cultivos muy intensivos				
Aumentan las limitaciones y riesgos en el sentido vertical 1 a 8 y disminuye la adaptabilidad y la libertad de elección para el uso, en el mismo sentido.								

Fuente: Pomca Cuencas Media y Baja Rio Suarez, 2018

Como se puede observar entre menor sea el número de la clase agrologica, mejor capacidad de uso tendrá, sin embargo, se debe tener en cuenta que, para el caso del área de interés, no se observa ningún área que tenga estas características.

Figura 5. Capacidad de uso de suelo



Fuente: SIAT Corpoboyaca 2018

Al ver la información plasmada en la imagen anterior, podemos fácilmente concluir que la mayor parte del área de estudio se encuentra en las categorías 6 y 7, lo cual las hace óptimas para un aprovechamiento agroforestal y forestal, además de pastoreo restringido, sin embargo no son tantas las tierras que tienen un desempeño adecuado para el pastoreo o el cultivo, sin embargo, en la actualidad podemos observar que muchos municipios basan su economía en este tipo de actividades por lo cual están generando un alto impacto sobre el suelo que podrá repercutir en la perdida de las características edafológicas de este y por ende, en la presencia de una erosión intensa en grandes áreas de las cuencas de estudio. A continuación, se muestra la distribución de las clases agrologicas con el área que ocupan dentro de las subcuencas de interés.

Tabla 8. Capacidad de Suelo, Área de estudio

CLASE AGROLOGICA	AREA (Ha)	% AREA
CLASE 2	465,12	0,3%
CLASE 3	12423,03	7,1%
CLASE 4	19753,97	11,3%
CLASE 5	5911,42	3,4%
CLASE 6	105062,70	60,0%
CLASE 7	23295,86	13,3%
CLASE 8	8166,44	4,7%
TOTAL	175078,53	100%

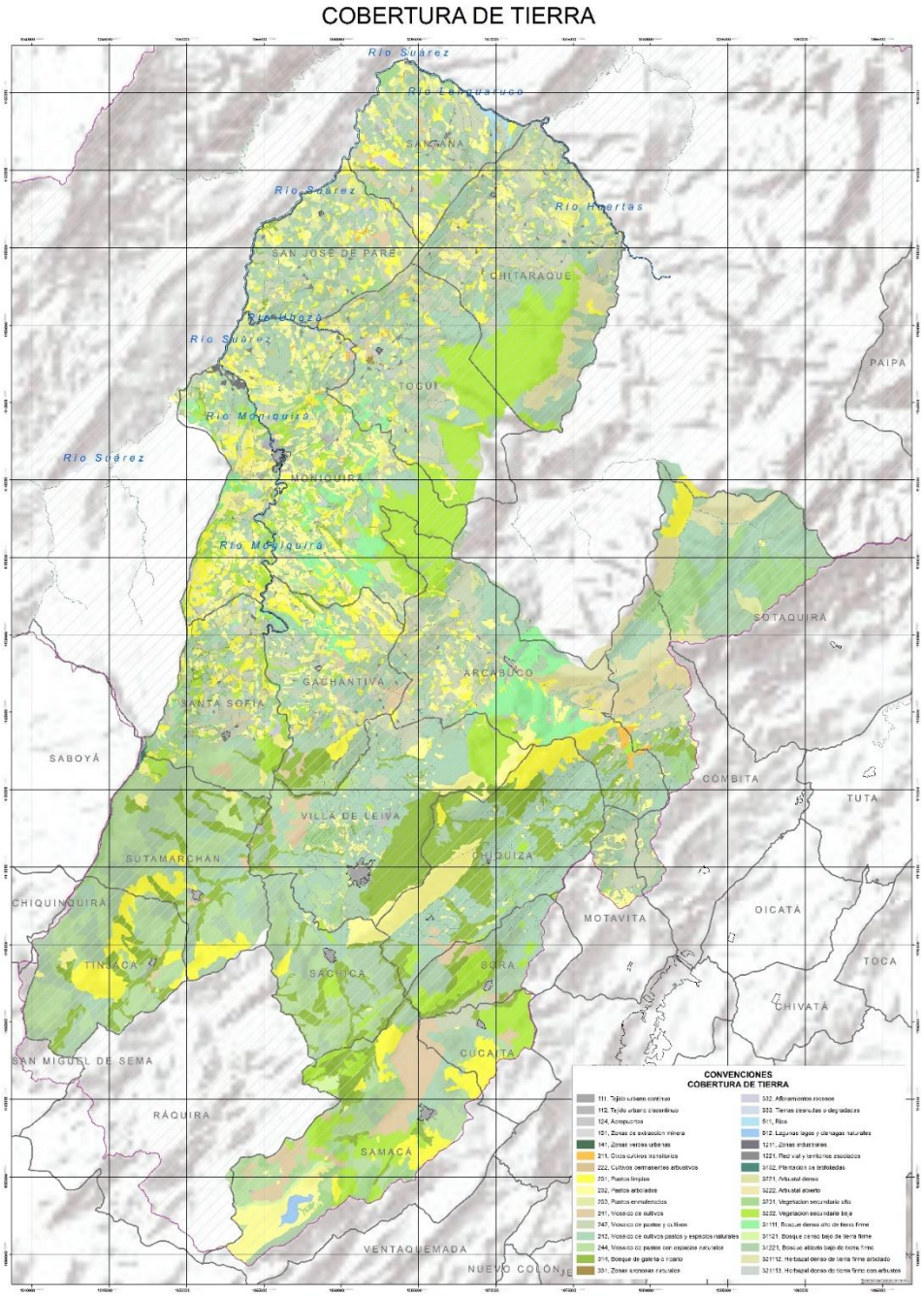
Fuente: Corpoboyaca, el estudio

4.4 COBERTURA DE TIERRA

Así como la información de la capacidad de uso de suelo se hace importante para determinar los posibles usos que se le puede dar a la tierra, la cobertura muestra la actualidad del terreno, es por eso que se tomó la información contenida en el Pomca para identificar el uso que se le da actualmente al suelo y que influye en el comportamiento del área de estudio. Para realizar esta clasificación, la firma consultora encargada de desarrollar el Pomca de las cuencas Media y Baja del Rio Suarez, uso una metodología basada en el análisis de información satelital, así como la toma en campo de puntos de control, todo para definir de la mejor manera posible el tipo de cobertura que se encuentra el sitio de interés.

A continuación, se muestra el resultado cartográfico obtenido por el estudio de Pomca y se analiza particularmente el área de interés en el presente documento. Además del análisis del tipo de cobertura con el área respectiva.

Figura 6. Cobertura de tierra



Fuente: SIAT Corpoboyaca 2018

Tabla 9. Cobertura de Tierra, Área de Estudio

COBERTURA	COD.	AREA (Ha)	% AREA
Tejido urbano continuo	111	327,90	0,19%
Tejido urbano discontinuo	112	577,35	0,33%
Aeropuertos	124	30,57	0,02%
Zonas de extracción minera	131	45,74	0,03%
Zonas verdes urbanas	141	18,52	0,01%
Otros cultivos transitorios	211	401,25	0,23%
Cultivos permanentes arbustivos	222	5,85	0,00%
Pastos limpios	231	12677,00	7,23%
Pastos arbolados	232	15054,92	8,58%
Pastos enmalezados	233	5101,37	2,91%
Mosaico de cultivos	241	4097,68	2,34%
Mosaico de pastos y cultivos	242	15760,48	8,99%
Mosaico de cultivos pastos y espacios naturales	243	26529,52	15,12%
Mosaico de pastos con espacios naturales	244	16766,64	9,56%
Bosque de galeria o ripario	314	12193,70	6,95%
Zonas arenosas naturales	331	29,24	0,02%
Afloramientos rocosos	332	496,37	0,28%
Tierras desnudas o degradadas	333	152,40	0,09%
Rios	511	206,88	0,12%
Lagunas lagos y cienagas naturales	512	185,73	0,11%
Zonas industriales	1211	116,57	0,07%
Red vial y territorios asociados	1221	3368,39	1,92%
Plantacion de latifoliadas	3152	39,75	0,02%
Arbustal denso	3221	514,67	0,29%
Arbustal abierto	3222	1224,20	0,70%
Vegetacion secundaria alta	3231	7947,55	4,53%
Vegetacion secundaria baja	3232	16006,95	9,13%
Bosque denso alto de tierra firme	31111	4313,46	2,46%
Bosque denso bajo de tierra firme	31121	569,72	0,32%
Bosque abierto bajo de tierra firme	31221	26809,55	15,28%
Herbazal denso de tierra firme arbolado	321112	3791,40	2,16%
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	321113	41,43	0,02%
TOTAL		175402,74	100%

Fuente: Corpoboyaca, el estudio

Como se puede observar en la tabla anterior, la cobertura de la tierra en el área de estudio se encuentra en su mayoría dirigida hacia el desarrollo de actividades agropecuarias, por lo tanto, la demanda del recurso hídrico es bastante y a su vez

los residuos generados y vertidos en este pueden afectar a largo plazo la calidad del mismo.

4.5 PLANES DE SANEAMIENTO Y MANEJO DE VERTIMIENTOS – PSMV'S, MUNICIPIOS DE LA ZONA

Los planes de saneamiento y manejo de vertimientos – PSMV'S se caracterizan por ser instrumentos de planificación, articulados con las metas de reducción de carga contaminante y los objetivos de calidad propuestos para la fuente receptora. Sin embargo, el objetivo principal de éstos planes se enfatiza en establecer proyectos, programas y actividades en pro del saneamiento básico, el adecuado manejo de vertimientos y la reducción de carga contaminante, constatados mediante un horizonte de planificación debidamente aprobado por la Corporación.

Actualmente 6 de los 16 municipios de las subcuencas Moniquirá – Sutamarchán y Suárez AD, presentaron trámite para ajuste y modificación del plan de acción contenido en los respectivos PSMV'S aprobados, de los cuales, los municipios de Chitaraque, Samacá, Moniquirá tienen PSMV aprobado recientemente, mientras que los municipios de Santa Sofía, Sáchica, Arcabuco y Villa de Leyva se encuentran en revisión y solicitud de requerimientos por parte del grupo de instrumentos económicos de la Corporación.

Las siguientes tablas relacionan el estado en qué se encuentran los respectivos planes de saneamiento y manejo de vertimientos de los municipios de la zona de estudio.

Tabla 10. Municipios con PSMV – Tramo 1

MUNICIPIO	ESTADO PSMV
Gachantivá	Aprobado mediante resolución 0498 del 2010. Proyección de cargas 2009-2018. A la fecha no hay trámite de modificación.
Sutamarchán	Aprobado mediante resolución 1587 del 2010. Proyección de cargas 2010-2019. Presentaron solicitud de modificación mediante radicado 14151 del 13 de octubre de 2015, a la fecha se encuentra en desistimiento el trámite.
Tinjacá	Aprobado mediante resolución 0159 del 2009. A la fecha no hay trámite de modificación.

Santa Sofía	Se encuentra en proceso de aprobación de la modificación, radicado de última No. entrega 15650 del 28 de septiembre de 2018.

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Tabla 11. Municipios con PSMV - Tramo 1S

MUNICIPIO	ESTADO PSMV
Villa de Leyva	Se encuentra con oficio de requerimientos del 02 de mayo de 2018 No. 160-5235 para el trámite de modificación del PSMV.
Sáchica	Mediante radicado 16090 del 05 de octubre de 2018, el municipio hace tercera entrega del documento de ajuste al PSMV, se encuentra en evaluación para aprobación.
Samacá	A la fecha cuenta con concepto técnico de aprobación No. OOPV-04818 del 17 de octubre de 2018.
Sora	Aprobado mediante resolución 0910 del 2010. Proyección de cargas 2009-2018. A la fecha no hay trámite de modificación.
Cucaita	Aprobado mediante resolución 1072 del 2012. Proyección de cargas 2010-2020. A la fecha no hay trámite de modificación.
Chíquiza	Cuenta con radicado No. 16540 de 19 de octubre de 2017 para solicitud de modificación, a la fecha se encuentra aprobada la viabilizarían de modificación mediante concepto técnico No. OOPV-001/18 de 21 de mayo de 2018.

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Tabla 12. Municipios con PSMV – Tramo 2

MUNICIPIO	ESTADO PSMV
Moniquirá	Aprobada modificación mediante resolución 3643 del 16 de octubre de 2018.

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Tabla 13. Municipios con PSMV – Tramo 3

MUNICIPIO	ESTADO PSMV
Arcabuco	En proceso de evaluación de la tercera entrega de documento para modificación según radicado de entrada No. 14694 de septiembre de 2018.

MUNICIPIO	ESTADO PSMV
San José de Pare	Aprobado mediante resolución 0500 del 2010. Proyección de cargas 2010-2019. A la fecha no hay trámite de modificación.
Santana	Aprobado mediante resolución 1075 del 2012. Proyección de cargas 2012-2022. A la fecha no hay trámite de modificación.
Togüí	Aprobado mediante resolución 3613 del 2011. Proyección de cargas 2011-2021. A la fecha no hay trámite de modificación.
Chitaraque	Aprobada modificación mediante resolución 2700 del 03 de agosto de 2018.

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

4.6 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE VERTIMIENTO

Para la identificación de los puntos de vertimientos, se realizó visita a cada uno de los municipios de jurisdicción de la cuenca del río Suárez y a su vez se inspeccionó las diferentes actividades económicas propensas a generar vertimientos al recurso, como los condominios, balnearios, estaciones de servicio, industrias lácteas y de bocadillos, sitios de recreación. La información se registró en el formato de campo FGP-59 del sistema de gestión de calidad de la Corporación, denominado “VISITA DE IDENTIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO SUJETOS PASIVOS TASA RETRIBUTIVA”.

Tabla 14. Puntos de vertimientos cuenca Suárez

USUARIOS	PUNTOS DE VERTIMIENTOS OBSERVADOS EN EL 2016	PUNTOS DE VERTIMIENTOS OBSERVADOS EN EL 2017	AÑO 2018		DIFERENCIA
			VERTIMIENTOS DESCRITOS EN PSMV	PUNTOS DE VERTIMIENTOS OBSERVADOS EN EL 2018	
TINJACÁ	2	3	2	2	0
SUTAMARCHÁN	1	2	1	1	0
SANTA SOFÍA	5		10	7	3
GACHANTIVÁ	3		3	3	0
SAMACA	5	3	4	5	-1
SORA	1	1	1	1	0
CUCAITA	1	1	1	2	-1
CHÍQUIZA (IGUAQUE)	1	1	2	1	1
SÁCHICA	2	2	2	2	0
VILLA DE LEYVA	11	11	11	9	2
MONIQUIRÁ	93	102	5	112	-107

USUARIOS	PUNTOS DE VERTIMIENTOS OBSERVADOS EN EL 2016	PUNTOS DE VERTIMIENTOS OBSERVADOS EN EL 2017	AÑO 2018		DIFERENCIA
			VERTIMIENTOS DESCRITOS EN PSMV	PUNTOS DE VERTIMIENTOS OBSERVADOS EN EL 2018	
ARCABUCO	6	6	1	6	-5
TOGUI	2	2	4	2	2
CHITARAQUE	3	4	2	4	-2
SAN JOSE DE PARE	2	2	7	10	-3
SANTANA	7	7	9	7	2

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

La tabla 7 describe los puntos de vertimientos identificados de acuerdo a lo evidenciado por el grupo de seguimiento y control de la subdirección de Recursos Naturales de la Corporación en los años 2016 y 2017 respectivamente, y los puntos de vertimientos identificados en las visitas realizadas en el presente proyecto. La información que se menciona puede ser verificada en el anexo 1 “Visitas de sujetos pasivos”.

4.7 SUJETOS PASIVOS DE LA ZONA

De acuerdo a la información reportada por el grupo de instrumentos económicos de la corporación, se tienen los siguientes sujetos pasivos objeto de cobro y que a la fecha se encuentran haciendo uso del recurso directa e indirectamente como fuente receptora de sus vertimientos.

Tabla 15. Sujetos pasivos según cuadro de liquidación

TRAMO	USUARIO	DBO Cc (kg/año)	SST Cc (kg/año)
TRAMO 1	MUNICIPIO DE GACHANTIVA	6.444,00	6.444,00
TRAMO 1	MUNICIPIO DE SUTAMARCHAN	24.408,00	24.408,00
TRAMO 1	MUNICIPIO DE TINJACA	8.262,00	8.262,00
TRAMO 1	MUNICIPIO DE SANTA SOFÍA	12.744,00	12.744,00
TRAMO 1	SUMICOL S.A.S	214,56	4,32
TRAMO 1	ARCILLAS Y MINERALES ORCA SAS	799,20	1.922,40
TRAMO 1	PAMPLONA LASSO CLODOCINDO	288,00	576,00
TRAMO 1S	EMPRESA MUNICIPAL DE SERVICIOS PUBLICOS DE VILLA DE LEYVA	118.504,80	52.934,40
TRAMO 1S	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DEL MUNICIPIO DE SACHICA E.S.P.	34.236,00	34.2 36,00
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE SAMACÁ	109.530,00	109.530,00
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE SORA	9.054,00	9.054,00
TRAMO 1S	ADMINISTRACIÓN PUBLICA COOPERATIVA ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS SERVIMANANTIALES CUCAITA	20.862,00	13.388,40
TRAMO 1S	MINAS PAZ DEL RIO S.A. - Los pinos	867,60	2.602,80
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE VILLA DE LEYVA	8.478,40	1.944,80
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE CHIQUIZA	1.504,80	1.004,40
TRAMO 1S	MARIA FILEMONA NOVOA LARROTTA	1,92	7,44

TRAMO	USUARIO	DBO Cc (kg/año)	SST Cc (kg/año)
TRAMO 2	CAJA DE COMPENSACION FAMILIAR DE BOYACA COMFABOY	568,80	417,60
TRAMO 2	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE MONIQUIRA S.A E.S.P.	191.358,00	191.358,00
TRAMO 2	CONDOMINIO LOS CAYENOS	770,40	403,20
TRAMO 3	AGUAS DE ARCABUCO S.A. E.S.P.	106.236,00	22.892,40
TRAMO 3	EMPRESA SOLIDARIA DE SERVICIOS PUBLICOS DE SAN JOSE DE PARE	19.368,00	19.368,00
TRAMO 3	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DEL MUNICIPIO DE SANTANA EMSANTANA S.A. E.S.P.	42.426,00	42.426,00
TRAMO 3	MUNICIPIO DE TOGÜÍ	13.734,00	13.734,00
TRAMO 3	MUNICIPIO DE CHITARAQUE	20.268,00	20.268,00
TRAMO 3	TRUCHAS LA MARÍA S.A.S	4.194,00	0,00
TRAMO 3	TRUCHAS LLANO BLANCO S.A.S	122,40	241,20
TRAMO 3	LEÓN SALAMANCA JOSÉ FERNANDO	90,00	180,00
TRAMO 3	LÓPEZ SAUL	46,80	93,60
TRAMO 3	POVEDA AGUILERA OSCAR JOSE	252,00	504,00
TRAMO 3	MEJIA ROBLES ALVARO	576,00	1.152,00
TRAMO 3	MUNICIPIO DE SANTANA	1.436,40	648,00
TRAMO 3	MARTHA AMPARO MATEUS BARBOSA	2.358,00	1.180,80
TOTAL CARGA	**760.004,08**	**593.929,76**	

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

En el anexo “visitas de identificación de sujetos pasivos” se evidencian otros usuarios del recurso, que por su nivel de caudal vertido no son objeto de cobro, pero si de seguimiento y control por parte del grupo permisionario de la corporación.

4.7.1 Expedientes de la zona de Estudio

Durante el estudio, se realizó la actividad de revisión de expedientes mediante el cual se otorgan permisos ambientales en la jurisdicción de la zona de estudio, con el fin de determinar el uso prioritario y las diferentes actividades económicas a las qué se les identificó como objeto de seguimiento y posteriormente visita, a continuación, se detalla el proceso de selección de los usuarios con trámites ambientales en la zona de estudio.

Tabla 16. Licencias Ambientales en la zona de estudio

Expediente	Coordenadas		Municipio	Actividad	Se incluirá al proyecto
OOLA-22/07	1071,39	1099,63	Samacá	Minería de Carbón	No requiere incluirse
OOLA-57/08			Cucaita	Minería	No requiere incluirse
OOLA-23/07	73°26'18,02"	5°30'1,14"	Samacá	Minería de Carbón	No
	73°26'12,18"	5°29'58,31"			
	73°26'12,13"	5°29'58,15"			

Expediente	Coordenadas		Municipio	Actividad	Se incluirá al proyecto
OOLA-65/02	1112583	1060109	Villa de Leyva	Minería Explotación de Mármol	No requiere incluirse
OOLA-09/02			Samacá	Hornos de coquización	No se incluye ya que el permiso se negó.
OOLA-68/09	1106340	1067150	Sora	Minería de Carbón	No requiere incluirse
OOLA-04/10	73°31'54"	5°36'46"	Villa de Leyva	Producción de Asfalto	
OOLA-44/07	1162069	1069736	Chitaraque	Minería de Calizas	
OOLA-55/01	1062,525	1097,595	Samacá	Hornos de coquización	No requiere incluirse
OOLA-51/01			Samacá	Hornos de coquización	No requiere incluirse
OOLA-57/01			Samacá	Hornos de coquización	No requiere incluirse

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Desde luego que también se realizó una exhaustiva revisión de las concesiones y permisos de vertimientos otorgados en el área de influencia para definir el uso potencial del recurso y especialmente las fuentes involucradas.

Tabla 17. Permisos regulatorios en la cuenca del Suárez

EXPEDIENTE	MUNICIPIO	FUENTE	USO
OOCA-0187/13	ARCABUCO	RIO POMECA	DOMESTICO Y PECUARIO
OOCA-00001-14	VILLA DE LEYVA	QUEBRADA EL CARRIZAL Y LA PALMA	PECUARIO Y RIEGO
OOCA-00006-14	SACHICA	RIO SACHICA	PECUARIO Y RIEGO
OOCA-00028-14	MONIQUIRA	QUEBRADA LA CAÑA Y NACIMIENTO CALIFORNIA,	DOMESTICO
OOCA-00039-14	VILLA DE LEYVA	RIO CANE	PECUARIO Y RIEGO
OOCA-00040-14	SACHICA	RIO SACHICA	RIEGO
OOCA-00056-14	SANTA SOFIA MONIQUIRA	QUEBRADA LA LALITA Y RIO CANE	INDUSTRIAL
OOCA-00065-14	MONIQUIRA	QUEBRADA LA HONDA	RIEGO
OOCA-00081-14	SAMACA	RIO GACHANECA	DOMESTICO
OOCA-00091-14	SAMACA	QUEBRADA N.N	INDUSTRIAL
OOPV-00009-14	VILLA DE LEYVA		PERMISO DE VERTIMIENTOS
OOPV-00010-14	SAMACA		PERMISO DE VERTIMIENTO
OOCA-0154/12	VILLA DE LEYVA	QUEBRADA SAN AGUSTIN CANAL DE LOS ESPAÑOLES	RECREATIVO Y AGRICOLA
OOCA-00058-15	TOGUI	RIO UVASA	INDUSTRIAL
OOCA-00065-15	TOGUI	RÍO TOGUI	DOMÉSTICO
OOCA-00078-15	SACHICA	RIO SACHICA	AGRICOLA
OOCA-00095-15	SAMACA	QUEBRADA EL TUNAL	INDUSTRIAL

EXPEDIENTE	MUNICIPIO	FUENTE	USO
OOCA-00135-15	SACHICA	QUEBRADA GRANDE	AGRÍCOLA
OOCA-00141-15	SACHICA	RÍO SACHICA	PECUARIO Y AGRÍCOLA
OOCA-00145-15	VILLA DE LEYVA	QUEBRADA LOS MICOS	AGRÍCOLA
OOCA-00149-15	CHIQUIZA	RÍO CHIQUIZA	AGRÍCOLA
OOCA-00151-15	ARCABUCO	RÍO POMECA	INDUSTRIAL
OOCA-00158-15	ARCABUCO	QUEBRADA RAMOS	PECUARIO Y AGRÍCOLA
OOCA-00166-15	GACHANTIVA	QUEBRADA LA CHORRERA	DOMÉSTICO Y PECUARIO
OOCA-00180-15	TOGUI	QUEBRADA LA NICHA	DOMÉSTICO
OOCA-00204-15	SAMACA	QUEBRADA MANA DE RIAÑO	AGRÍCOLA
OOCA-00222-15	SAMACA	AGUAS PROVENIENTES DE LA MINA LA ESPERANZA	INDUSTRIAL
OOCA-00229-15	CHITARAQUE	AGUAS SERVIDAS - AGUA BLANCA	AGRÍCOLA
OOCA-00230-15	CUCAITA	RÍO SAMACA	PECUARIO
OOCA-00236-15	SAMACA	QUEBRADA EL TROMPETO	DOMÉSTICO
OOCA-00259-15	SAMACA	AGUAS SERVIDAS - MINA LUIS ALVARO RAMÍREZ	INDUSTRIAL
OOCA-00260-15	GACHANTIVA	RÍO LA CEBADA	AGRÍCOLA
OOCA-00274-15	SAMACA	RÍO SAMACA	PECUARIO Y AGRÍCOLA
OOCA-00279-15	CUCAITA	RÍO SAMACA	AGRÍCOLA
OOCA-00281-15	SACHICA	QUEBRADA CANALES	AGRÍCOLA
OOPV-00022-15	ARCABUCO	RÍO POMECA	VERTIMIENTOS
OOCA-0010/12	VILLA DE LEYVA	RÍO CANE	OCUPACIÓN DE CAUCE
OOCA-0174/09	ARCABUCO	RIO POMECA	DOMÉSTICO
OOCA-0033/04	SAMACA	QUEBRADA GRANDE, QUEBRADA OSCURAALJIBE EL LAUREL	DOMÉSTICO Y PECUARIO
OOCA-0014/12	SAMACA	QUEBRADA POZO NEGRO	DÓMESTICO
OOCA-0083/10	SACHICA	QUEBRADA ARRIBA	DOMÉSTICO
OOCA-0339/10	SAMACA	AGUAS PROVENIENTES DE LA MINA SAN CAYETANO	INDUSTRIAL
OOCA-0139/07	CHITARAQUE	QUEBRADA GLORIA Y/O LA MATA	PECUARIO Y AGRÍCOLA
OOCA-0332/10	VILLA DE LEYVA	CANAL LOS ESPAÑOLES	DOMÉSTICO
OOCA-0185/08	SAMACA	QUEBRADA EL TUNAL	INDUSTRIAL
OOCA-0469/10	VILLA DE LEYVA	RÍO LEYVA	DOMÉSTICO, PECUARIO Y AGRÍCOLA
OOLA-0105/00	SAMACA	EMBALSE GACHANECA II	AGRÍCOLA
OOCA-00008-16	VILLA DE LEYVA	QUEBRADA EL ROBLE	DOMÉSTICO
OOCA-00010-16	SANTA SOFÍA	RÍO MONIQUIRÁ RÍO SUTAMARCHAN	AGRÍCOLA
OOCA-00026-16	VILLA DE LEYVA	RÍO LEYVA RÍO SÁCHICA RÍO SUTAMARCHÁN	RIEGO
OOCA-00082-16	SANTANA	QUEBRADA CHIMANA	PECUARIO Y AGRÍCOLA
OOCA-00140-16	SAMACÁ	QUEBRADA CALABAZO	DOMÉSTICO Y PECUARIO
OOCA-00169-16	ARCABUCO	QUEBRADA EL CONTENTO	PECUARIO Y AGRÍCOLA
OOCA-00170-16	SAN JOSÉ DE PARE	QUEBRADA SAN FRANCISCO	INDUSTRIAL
OOCA-00181-16	GÜICAN	QUEBRADA LAS PLAYITAS	PECUARIO Y AGRÍCOLA
OOCA-00210-16	SORA	RÍO SAMACA	AGRÍCOLA
OOCA-00227-16	SORA	RÍO SAMACA	AGRÍCOLA

EXPEDIENTE	MUNICIPIO	FUENTE	USO
OOCA-00238-16	SORA	RÍO SAMACA	AGRÍCOLA
OOCA-00262-16	TINJACA	QUEBRADA NN	AGRÍCOLA Y PECUARIO
OOCA-00273-16	VILLA DE LEYVA	RÍO CANE	DOMÉSTICO
OOCA-00284-16	SAN JOSÉ DE PARE	QUEBRADA SAN JACINTO	DOMÉSTICO
OOCA-00287-16	SAMACÁ	PANTANO LAS PALMAS	INDUSTRIAL
OOCA-00294-16	VILLA DE LEYVA	QUEBRADA LOS CURIES	DOMÉSTICO Y AGRÍCOLA
OOPV-00014-16	SAN JOSÉ DE PARE	QUEBRADA SAN FRANCISCO	VERTIMIENTOS
OOPV-00015-16	CUCAITA	SUELO	VERTIMIENTOS
OOCA-0033/04	SAMACÁ	QUEBRADA GRANDE QUEBRADA OSCURA QUEBRADA EL LAUREL	DOMÉSTICO Y PECUARIO
OOPV-0005/11	VILLA DE LEYVA	SUELO	VERTIMIENTOS
OOCA-0185/08	SAMACA	QUEBRADA EL TUNAL	INDUSTRIAL
OOCA-00009-17	CUCAITA	RÍO VEGA	DOMÉSTICO
OOCA-00016-17	SAMACA	RÍO SAMACA	INDUSTRIAL
OOCA-00020-17	SANTA SOFÍA	QUEBRADA DE PIEDRAS	PECUARIO Y AGRÍCOLA
OOCA-00021-17	MONIQUIRA	QUEBRADA POZO AZUL	INDUSTRIAL
OOCA-00027-17	ARCABUCO	QUEBRADA FARIQUE	DOMÉSTICO Y PECUARIO
OOCA-00061-17	MONIQUIRA	QUEBRADA PUENTE BONITA	PECUARIO
OOCA-00062-17	TINJACA	QUEBRADA CUCARACHERA	DOMESTICO
OOCA-00063-17	SAN JOSÉ DE PARE	QUEBRADA EL MILAGRO	AGRÍCOLA
OOCA-00092-17	SORA	QUEBRADA CHAREVA QUEBRADA FARUY POZO PROFUNDO CENTRO POZO PROFUNDO QUEBRADA HONDA POZO PROFUNDO EL LLANO POZO PROFUNDO EL ESPARTAL POZO PROFUNDO EL CARDONAL POZO PROFUNDO LLANO GRANDE	DOMESTICO
OOCA-00094-17	TINJACA	RO MONIQUIRA	DOMESTICO
OOCA-00118-17	MONIQUIRA	QUEBRADA LA COLORADA	AGRICOLA Y PECUARIO
OOCA-00131-17	MONIQUIRA	QUEBRADA SALITRE	AGRICOLA Y PECUARIO
OOCA-00134-17	TINJACA	QUEBRADA LA HONDA	DOMESTICO
OOCA-00149-17	SANTA SOFIA	QUEBRADA HONDA QUEBRADA SOROCOTA	AGRICOLA
OOCA-00176-17	TINJACA	RIO RAQUIRA	AGRICOLA
OOCA-00177-17	SANTANA	QUEBRADA NN	DOMESTICO
OOCA-00179-17	MONIQUIRA	QUEBRADA EL INFIERNITO	DOMESTICO
OOCA-00180-17	MONIQUIRA	QUEBRADA LA RAIZ	DOMESTICO Y PECUARIO
OOCA-00189-17	SUTAMARCHAN	RIO CHORRO	PECUARIO Y AGRÍCOLA
OOCA-00192-17	TINJACA	RIO MONIQUIRA SUTAMARCHAN	PECUARIO Y AGRÍCOLA
OOCA-00207-17	SAMACA	QUEBRADA GACHANECA	INDUSTRIAL
OOCA-00211-17	SUTAMARCHAN	QUEBRADA YUCA EL ARO	AGRICOLA Y PECURIO
OOCA-00212-17	SAMACA	QUEBRADA EL VENADO	DOMESTICO
OOCA-00234-17	MONIQUIRA	QUEBRADA NN	PECUARIO
OOCA-00255-17	MONIQUIRA	QUEBRADA HORMAS	AGRICOLA
OOCA-00256-17	SORA	RIO SAMACA	AGRICOLA
OOPV-00022-17	MONIQUIRA	QUEBRADA ZARZA	VERTIMIENTOS

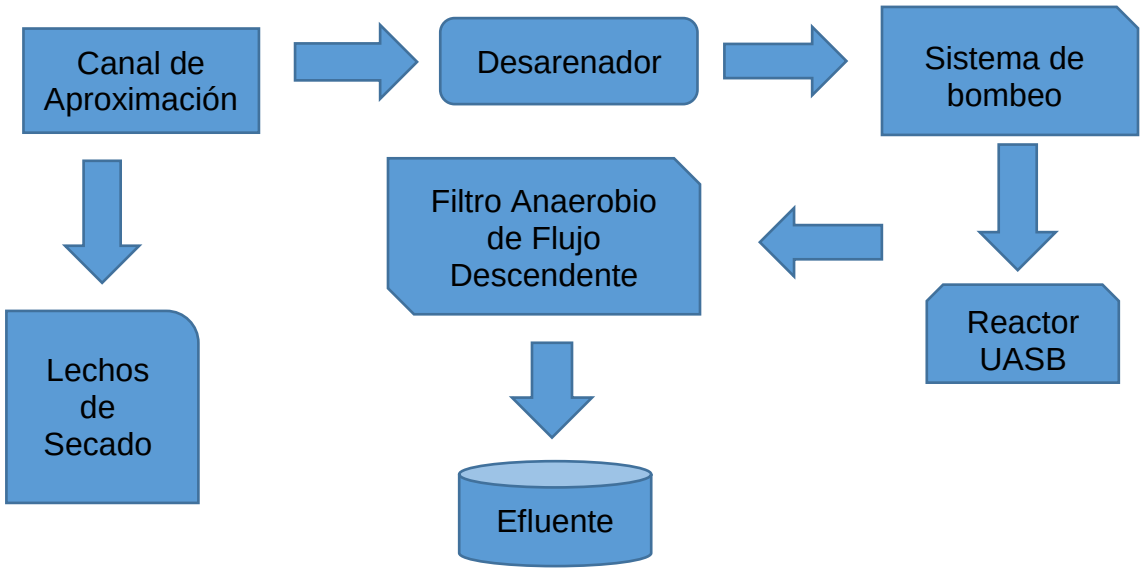
EXPEDIENTE	MUNICIPIO	FUENTE	USO
OOPV-00025-17	SAMACA	QUEBRADA GACHANECA	VERTIMIENTOS
OOCA-0029/12	MONIQUIRA	QUEBRADA CHORRERA	DOMESTICO Y PECUARIO
OOCA-0336/10	MONIQUIRA	RIO MONIQUIRA SUTAMARCHAN	DOMESTICO Y PECUARIO
OOCA-00026-18	SANTA SOFIA	QUEBRADA CAMELO	DOMESTICO
OOCA-00058-18	ARCABUCO	RIO POMECA	PECUARIO
OOCA-00063-18	VILLA DE LEYVA	REUSO DE AGUA RESIDUAL TRATADA	AGRICOLA
OOCA-00066-18	ARCABUCO	QUEBRADA NN	AGRICOLA Y PECUARIO
OOCA-00077-18	TINJACA	QUEBRADA RANCHERIA	DOMESTICO, PECUARIO Y AGRICOLA
OOCA-00095-18	SAMACA		EXTACCION Y BENEFICIO DE CARBON
OOCA-00127-18	TINJACA	QUEBRADA	AGRICOLA
OOCA-00150-18	SANTANA	QUEBRADA SALITRE	DOMESTICO Y PECUARIO
OOCA-00156-18	ARCABUCO	RIO POMECA	INDUSTRIAL
OOPV-00014-18	SAMACA		
RECA-00001-18	SAMACA	TEATINOS	AGRICOLA

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

4.8 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL – PTAR, MUNICIPIOS DE LA ZONA

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente del uso humano. Se hizo un recorrido por las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), que están en la zona de estudio (Arcabuco, San pedro de Iguaque y Togüí) y se realizó un diagnóstico de lo que se encontró visualmente en la visita de cada PTAR. Así mismo, se revisó la información existente en la Corporación, como los análisis de laboratorio suministrada por los PSMV (en actualización a la fecha), las auto declaraciones de los municipios y muestreos realizados por la Corporación.

4.8.1 Municipio de Arcabuco



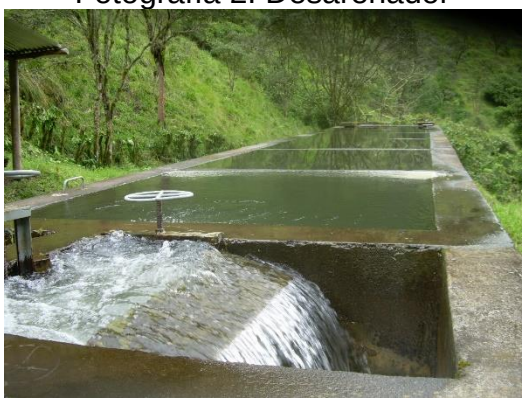
Fotografía 1. Canal de Aproximación

Fuente: Google Imágenes

El tratamiento preliminar de un agua residual, se refiere a la eliminación de aquellos componentes que puedan provocar problemas operacionales y de mantenimiento en el proceso de tratamiento o en los sistemas auxiliares. Ejemplo de ello, es la eliminación de componentes de gran y mediano volumen como ramas, piedras, animales muertos, plásticos, arenas, grasas y aceites. El tratamiento se efectúa por medio de cribas o rejillas, desarenadores, flotadores. En ciertas ocasiones se

emplean trituradores para reducir el tamaño de ciertos desechos y reincorporarlos al tratamiento. (Noyola, y otros, 2015)

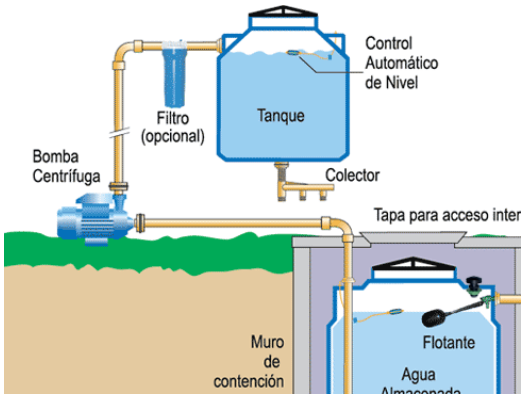
Fotografía 2. Desarenador



Fuente: Google Imágenes

Los desarenadores, en tratamiento de aguas residuales, se usan para remover arena, grava, partículas u otro material sólido pesado que tenga velocidad de asentamiento o peso específico bastante mayor que el de los sólidos orgánicos degradables de las aguas residuales. Los desarenadores protegen el equipo mecánico del desgaste anormal y reducen la formación de depósito pesados en tuberías, canales y conductos. Además, minimizan la frecuencia requerida de limpieza de los digestores, en aquellos casos en que se presenta una acumulación excesiva de arena en dichas unidades.

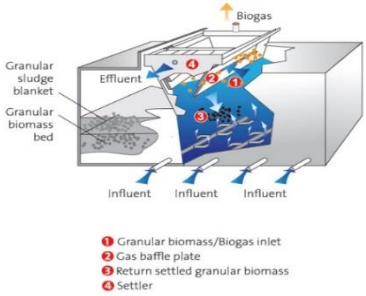
Figura 7. Sistema de Bombeo



Fuente: Autor

Un equipo de bombeo es un transformador de energía. Recibe energía mecánica y la convierte en energía que un fluido adquiere en forma de presión, de posición o de velocidad.

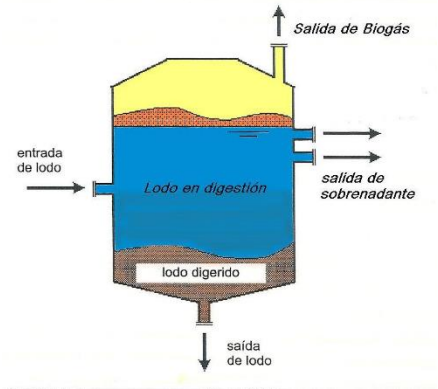
Figura 8. Reactor UASB



Fuente: Google Imágenes

Los reactores UASB (del inglés Upflow Anaerobic Sludge Blanket), también conocido como RAFA (reactor anaerobio de flujo ascendente) son un tipo de biorreactor tubular que operan en régimen continuo y en flujo ascendente, es decir, el afluente entra por la parte inferior del reactor, atraviesa todo el perfil longitudinal, y sale por la parte superior. Son reactores anaerobios en los que los microorganismos se agrupan formando biogránulos.

Fotografía 3. Filtro Anaerobio de Flujo Descendente

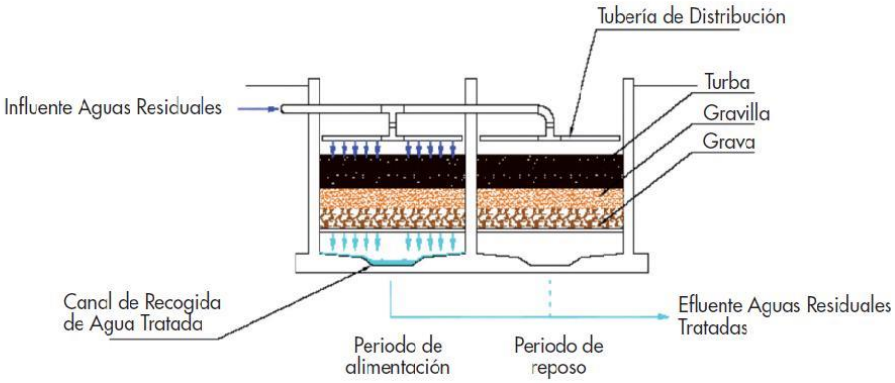


Fuente: Google Imágenes

Esta tecnología consiste en un tanque de sedimentación (o fosa séptica) seguido de una o más cámaras de filtración. Los materiales comúnmente usados para el filtro incluyen grava, piedras quebradas, carboncillo, o piezas de plástico formadas

especialmente. Los tamaños típicos de los materiales del filtro varían entre 12 y 55 mm de diámetro. Idealmente, el material proporcionará entre 90 y 300 m2 de superficie por 1 m3 de volumen del reactor. Al proporcionar una gran superficie para la masa bacteriana, hay un mayor contacto entre la materia orgánica y la biomasa activa que la degrada efectivamente.

Fotografía 4. Lechos de Secado



Fuente: Google Imágenes

En el lecho de secado al aire, el lodo proveniente, ya sea de: un tanque Imhoff; un RAFA o reactor anaerobio de flujo ascendente; un FAFA o filtro anaerobio de flujo ascendente; o, de los sedimentadores de las plantas depuradoras, el proceso es natural, el agua contenida en los lodos filtra, por efecto de la gravedad, a través de un lecho filtrante de arena y grava, y es recogida por ductos perforados para ser luego conducida al cuerpo receptor final. Otra parte del agua contenida en los lodos se evapora.

4.8.2 Visita PTAR Municipio de Arcabuco 23-05/18

Fotografía 5. Personal de la Oficina Aguas de Arcabuco que acompaño a la visita de la PTAR.

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 6. Entrada del agua a la PTAR

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 7. Estructura de aliviadero de caudal

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 8. Estado actual del Desarenador

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 9. Sistema de Bombeo

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 10. Estado actual del Reactor UASB

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 11. Reactor UASB

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 12. Estado actual del Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 13. Infiltración del tanque del Filtro Anaerobio de Flujo Descendente

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 14. Estado de los lechos de secado proveniente del Reactor UASB

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 15. Estado de los lechos de secado

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 16. La calidad del efluente de la PTAR

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Tabla 18. Caracterización PSMV municipio de Arcabuco

CARACTERIZACION PSMV MUNICIPIO DE ARCABUCO		**A LA ENTRADA DE LA PTAR**	**A LA SALIDA DE LA PTAR**	
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	VALOR	REMOCION
DBO5	mg/l	284,0	209,0	Presenta remoción pero en un porcentaje muy pequeño y no cumple,
SST	mg/l	110,0	103,0	Presenta remoción pero en un porcentaje muy pequeño y no cumple,

Fuente: PSMV municipio de Arcabuco octubre de 2018.

Los parámetros suministrados en el PSMV se determina la poca eficiencia en remoción de la PTAR, y se plantea como solución para el mejoramiento de esta estructura, el traslado a un nuevo lote (ya que el predio actual se encuentra sobre la ronda del rio Pomeca, y presenta peligro de inundación) y la optimización de los componentes de la PTAR para aumentar su eficiencia y dar cumplimiento a la resolución 631 de 2015.

Tabla 19. Caracterización laboratorio Corpoboyaca

CARACTERIZACION LABORATORIO CORPOBOYACA		**A LA ENTRADA DE LA PTAR**	**A LA SALIDA DE LA PTAR**	
PARAMETRO	**UNIDAD**	**VALOR**	**VALOR**	**REMOCION**
DBO5	mg/l	2488,0	446,0	Presenta remoción en un porcentaje elevado pero no cumple,
SST	mg/l	452,5	107,5	Presenta remoción en un porcentaje elevado pero no cumple,

Fuente: Corpoboyaca Resultados análisis de laboratorio 2018-10-03.

Se puede determinar que hay una gran remoción de carga (DBO_5) y de solidos suspendidos totales (SST) pero no da cumplimiento a la Resolución 631 de 2015.

Tabla 20. Caracterización alcaldía laboratorio analizar

CARACTERIZACION ALCALDIA LABORATORIO ANALIZAR		**A LA SALIDA DE LA PTAR**	
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	REMOCION
DBO5	mg/l	81,0	Presenta remoción en un porcentaje elevado y cumple,
SST	mg/l	50,0	Presenta remoción en un porcentaje elevado y cumple,

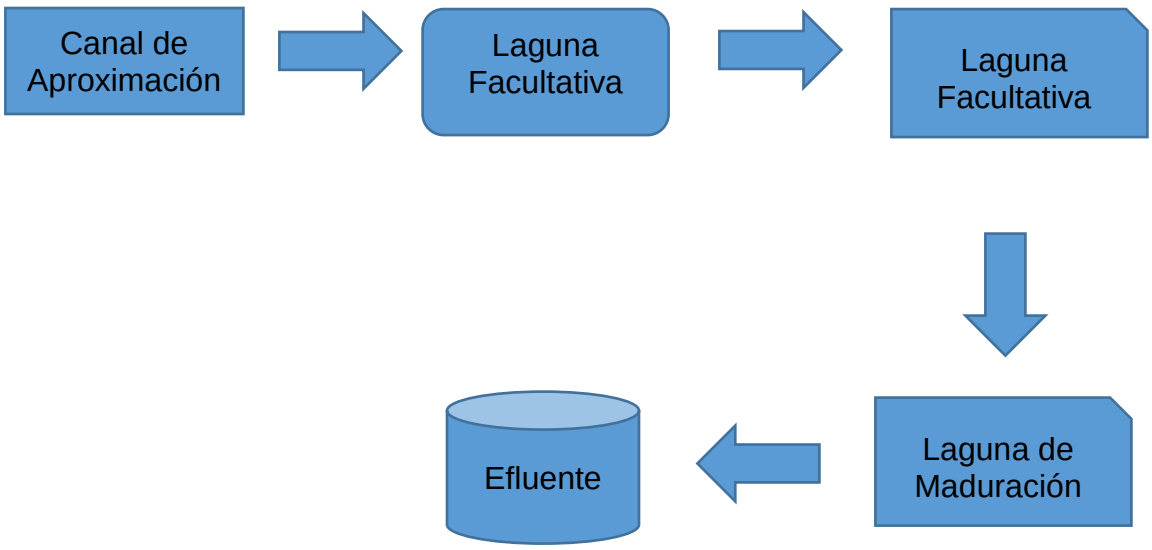
Fuente: Resultados laboratorio realizados por la Alcaldía municipal con el laboratorio Analizar 2018-28-05

Observaciones encontradas durante la visita:

- El canal de entrada se encuentra en muy malas condiciones y las rejillas (gruesa y delgadas) no están en uso.

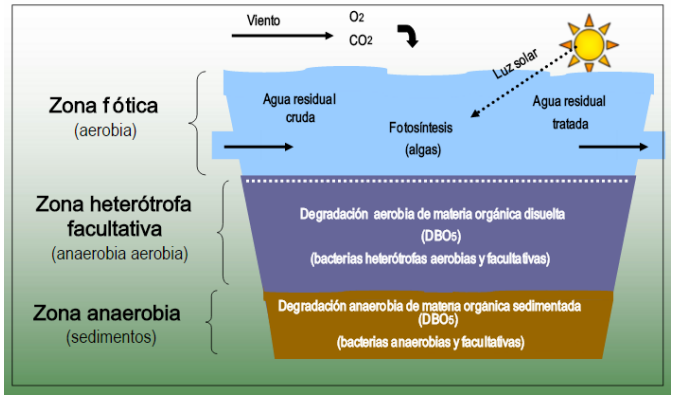
- El desarenador se encontró totalmente colmatado, y le hacía falta mantenimiento.
- El tanque del sistema de bombeo y las bombas les hacen falta mantenimiento.
- El Reactor UASB presenta fisuras en su estructura (fibra de vidrio) y no está operando correctamente, hace falta mantenimiento.
- El filtro anaerobio de flujo descendente (FAFD) presenta fisuras en su estructura (fibra de vidrio), no está funcionando correctamente y hace falta mantenimiento.
- Los lechos de secado proveniente del Reactor UASB y del FAFD hace falta mantenimiento, y no se tiene conocimiento del manejo de lodos que se hace después del secado.
- La PTAR no funciona correctamente (no hay una remoción de DBO_5 y SST), debido a la industria de lácteos.

4.8.3 Municipio de San Pedro de Iguaque



Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Figura 9. Laguna Facultativa



Fuente: Google Imágenes

En el tratamiento de las aguas servidas, se llaman lagunas facultativas a las lagunas que operan, en su estrato superior como lagunas aeróbicas, en su estrato inferior como lagunas anaerobias, y en el estrato intermedio, con la presencia de bacterias facultativas se crea un estrato particular llamada zona facultativa.

Fotografía 17. Laguna de Maduración

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Las lagunas de maduración tienen como objetivo principal la de reducir la concentración de bacterias patógenas. Estas lagunas generalmente son el último paso del tratamiento antes de volcar las aguas tratadas en los receptores finales o de ser reutilizadas en la agricultura.

4.8.4 Visita PTAR Municipio de San Pedro de Iguaque 23-05/18

Fotografía 18. Entrada del agua a la PTAR por el canal de aproximación

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 19. Estructura de entrada a la Laguna Facultativa

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 20. Agua de escorrentía que entra a la Laguna de maduración

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 21. Estado actual de la Laguna Facultativa

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 22. Estructura de entrada a la Laguna de Maduración

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 23. Salida del efluente de la PTAR

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Tabla 21. Caracterización alcaldía San pedro de Iguaque laboratorio Analquin Ltda.

CARACTERIZACION ALACLDIA SAN PEDRO DE IGUAQUE LABORATORIO ANALQUIN LTDA.		**A LA ENTRADA DE LA PTAR**	**A LA SALIDA DE LA PTAR**	
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	VALOR	REMOCION
DBO5	mg/l	976,0	22,0	Presenta remoción Y cumple,
SST	mg/l	350,0	20,0	Presenta remoción Y cumple,

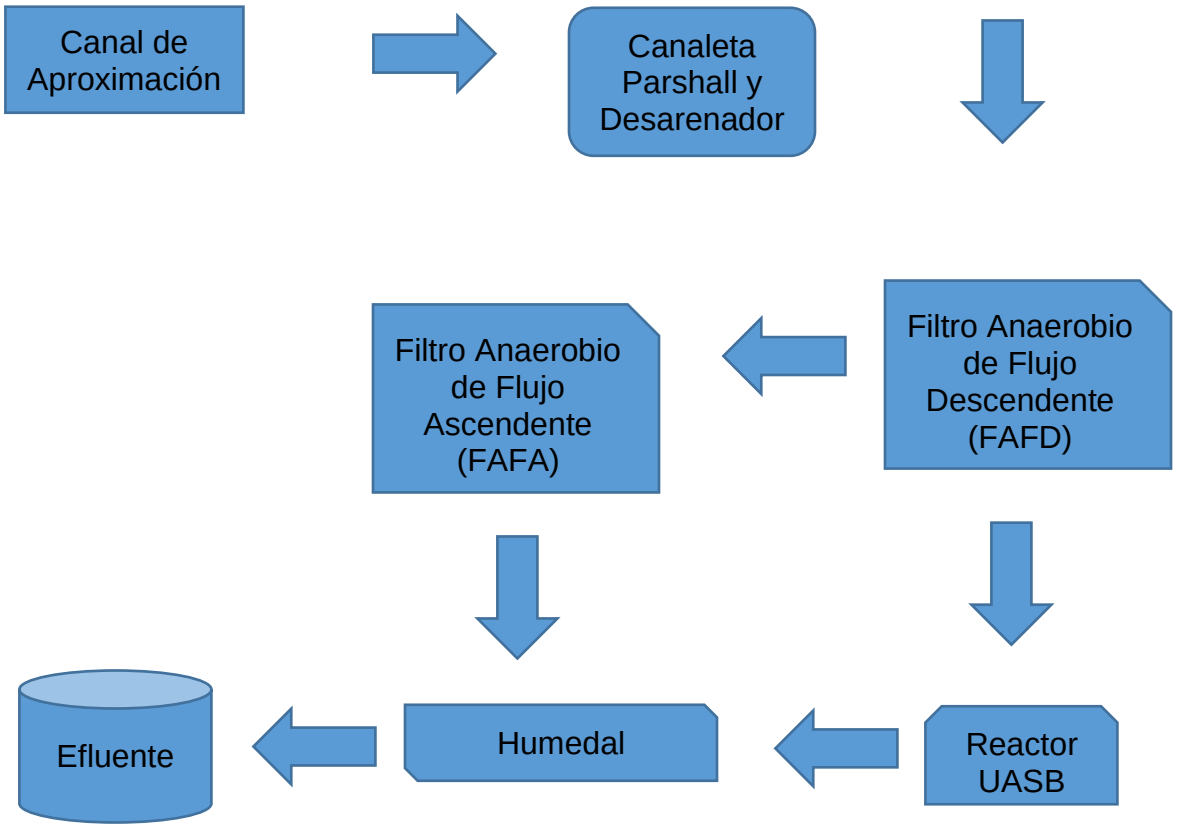
Fuente: Resultados laboratorio realizados por la Alcaldía municipal con el laboratorio ANALQUIM LTDA. 2017-11-03

Observaciones encontradas durante la visita:

- En el canal de aproximación les hacía falta mantenimiento a las rejillas (gruesas y finas).
- Está entrando una gran cantidad de agua de escorrentía (en época de lluvias) a las lagunas.

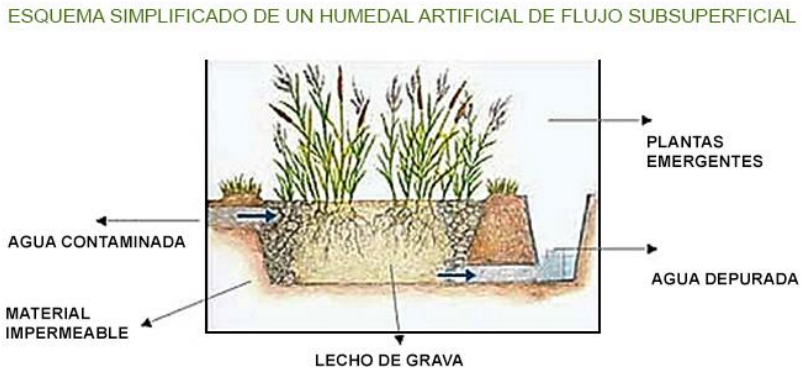
- En la construcción de la PTAR (en el 2015), no se tuvo en cuenta el nivel freático que en la zona es muy alto, y se está presentado una acumulación de aguas en las partes bajas, que llegan a las lagunas.
- No existe un canal perimetral para el manejo de aguas de escorrentía.
- Según Laboratorio (análisis de aguas a la entrada y salida) la PTAR está funcionando bien.
- Hasta la fecha el municipio no ha diligenciado el permiso de vertimiento ante la autoridad competente (Corpoboyaca).

4.8.5 Municipio de Togüí



Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Figura 10. Humedal



Fuente: Google Imágenes

Un Humedal Artificial de Flujo Horizontal subsuperficial es un canal grande relleno con grava y arena donde se planta vegetación acuática. Al fluir horizontalmente las aguas residuales por el canal, el material filtra partículas y microorganismos y degrada el material orgánico.

4.8.6 Visita PTAR Municipio de Togüí 23-05/18

Fotografía 24. Pozo de entrada a la PTAR.

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 25. Entrada del agua al canal de aproximación y rejillas

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 26. Entrada de agua a la canaleta Parshall No.1

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 27. Entrada de agua a la canaleta Parshall No.2

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 28. Filtro de Agua de Flujo Descendente (FAFD)

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 29. Caja que maneja las aguas de excesos que vienen del FAFD

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 30. Reactor UASB

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

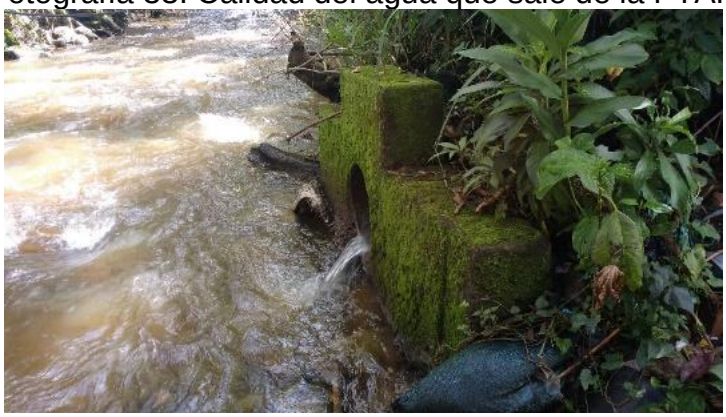
Fotografía 31. Lechos de secado

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 32. Humedal de flujo subsuperficial

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 33. Calidad del agua que sale de la PTAR



Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Fotografía 34. Manejo de los lodos proveniente de la PTAR

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Observaciones encontradas durante la visita:

- Las fuertes lluvias que caen sobre el sector y el alcantarillado combinado que existe en el municipio, hacen que la PTAR no funcione bien debido a la calidad del agua residual (Entra a la PTAR muy diluida).
- Falta de mantenimiento a las estructuras (purgas de lodos y lavado de las gravas en los filtros).
- Falta de mantenimiento al Humedal (poda de las matas acuáticas).

4.9 PUNTOS DE MONITOREO

Sobre la cuenca del rio Suarez se localizaron 15 puntos de monitoreo dentro de la formulación de la Actualización del POMCA el río medio y bajo Suárez, que se encuentras en la jurisdicción de Corpoboyacá, las cuales se muestran a continuación.

Tabla 22. Puntos de monitoreo

Nombre de la estación	Ubicación
Pte. San José de Pare Vda. Muñoces	San José De Pare
P2 CAS Suarez	Barbosa
Rio Suarez Pte. Vía Barbosa	Barbosa
Final Rio Moniquirá	Barbosa-Santander
Rio Ubaza	San José De Pare
Pte. Gachantiva a Santa Sofía	Municipio Gachantiva Boyacá
Pte. Moniquirá Vda. Coper	Municipio Moniquirá Boyacá
Moniquirá antes de Comfaboy	Municipio Moniquirá Boyacá
Salida Moniquirá	Municipio Moniquirá Boyacá
P3 CAS Suarez	Municipio San José de Pare Boyacá
Pte. Vía principal a Santana	Municipio San José de Pare Boyacá
Rio Cane	Municipio Villa de Leyva Boyacá
Villa de Leyva Vda. Salto	Municipio Villa de Leyva Boyacá
Rio Sanchica	Municipio villa de Leyva Boyacá
Rio Raquira	Municipio Tinjacá Boyacá

Fuente: Actualización POMCA Río medio y bajo Suárez, 2018

Los 15 puntos de monitoreo utilizados para la formulación de la Actualización del POMCA el río medio y bajo Suárez ubicados dentro de la jurisdicción de Corpoboyacá midieron parámetros como lo son: Conductividad, demanda química de oxígeno, pH, Solidos Suspendidos Totales, Fosforo total, Nitrógeno total, Oxígeno disuelto y Coliformes fecales. Para la formulación de los objetivos de calidad de la cuenca del río Suárez se tuvieron en cuenta cinco estaciones, las cuales fueron seleccionadas teniendo en cuenta los tramos establecidos, a continuación, se muestran las estaciones con los municipios que abarca cada una de estas.

Tabla 23. Estaciones y municipios de influencia

TRAMOS	Nombre de la estacion	Ubicación	Municipios de influencia
Tramo Is	Rio Sachica 1	Villa de Leyva	Villa de Leyva
			Sachica
			Chiquiza
			Sora
			Cucaita
			Samaca
Tramo I	Moniquira Antes de Comfaboy 2	Moniquira	Moniquira (entrada)
			Gachantiva
			Santasofia
			Arcabuco
			Villa de Leyva
			Chiquiza
			Sutamarchan
Tramo II	Rio Moniquira3	Barbosa	Moniquira (Cabecera municipal)
Tramo IIIs	Rio Ubaza 4	San Jose de Pare	Arcabuco
			Moniquira (Rural)
			Togui
Tramo III	Final Rio Suarez 5	San Benito	Santana
			Chitaraque
			San Jose de Pare

Fuente: Actualización POMCA Río medio y bajo Suárez, 2018

4.10 CAUDALES PROMEDIO

Los aforos de caudal realizados sobre los diferentes puntos de monitoreo sobre la cuenca del rio Suarez fueron realizados por MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S. conforme a las obligaciones contractuales adquiridas con la Corporación autónoma regional de Boyacá (CORPOBOYACÁ) según el contrato de servicio CDS 2016.

En el documento se especifica que, para la medición del caudal, se utilizó un programa de aseguramiento de la calidad en el muestreo y en el análisis de campo para correlacionar las condiciones del entorno con el comportamiento del agua superficial en un momento dado, curvas de calibración y certificados de calibración de equipos de campo.

El consultor MCS específica que, para llevar a cabo los aforos de caudal, se realizó previamente una inspección en cada una de las zonas de aforo, con el fin de establecer un punto que permita realizar mediciones acertadas de profundidad y velocidad, las cuales permitieron establecer con mayor precisión el caudal en los puntos aforados. A continuación, se muestran los resultados de los aforos de caudal de todos los puntos monitoreados el 30 de enero del año 2017.

Tabla 24. Estaciones y municipios de influencia

RÍO SUAREZ - ESTACIONES						
ESTACIÓN	Fecha	Hora	Caudal (m3)	Vel. Media (m/s)	Área Mojada (m2)	Perímetro (m)
E1 RIO TINJACA	28/01/2017	08:40:00 a. m.	1.44	0.316	4.55	22.30
E-2 VILLA DE LEYVA VEREDA SALTO	28/01/2017	11:30:00 a. m.	1.60	0.350	4.59	21.21
E-3 PUENTE GACHANTIVA A SANTA SOFIA	28/01/2017	01:00:00 p. m.	2.57	0.220	11.69	29.18
E-4 PUENTE MONIQUIRA VEREDA COPER	28/01/2017	02:40:00 p. m.	4.48	0.663	6.77	27.29
E-5 MONIQUIRA-COMFABOY	29/01/2017	09:00:00 a. m.	3.41	0.156	21.94	39.09
E-6 SALIDA MONIQUIRA	29/01/2017	11:20:00 a. m.	3.65	0.597	6.12	24.17
E-7 FINAL RIO MONIQUIRA	29/01/2017	01:30:00 p. m.	7.53	0.385	19.57	31.24
E-8 PUENTE DE SAN JOSE DE PORE	30/01/2017	11:00:00 a. m.	24.42	0.795	30.71	43.73
E-9 PUENTE PRINCIPAL SANTANA	31/01/2017	10:10:00 a. m.	26.60	1.093	24.33	60.20
E-10 FINAL RIO SUAREZ	31/01/2017	01:30:00 p. m.	48.67	0.727	66.92	91.62

RÍO SUAREZ - PUNTOS AFLUENTES						
Punto	Fecha	Hora	Caudal (m^3)	Vel. Media (m/s)	Área Mojada (m^2)	Perímetro (m)
SSMS-P1 VERTIMIENTOS TINJACA	28/01/2017	03:00:00 p. m.	0.0043	0.097	0.04	1.04
SSMS-P3 RIO SACHICA	28/01/2017	10:30:00 a. m.	0.21	0.149	1.44	9.68
SSMS-P4 RÍO CANE	28/01/2017	11:45:00 a. m.	1.70	0.603	2.82	16.58
SSMS-P8 VERTIMIENTO Q. OCAÑA	29/01/2017	02:00:00 p. m.	0.02	0.182	0.11	2.18
SSMS-P11 VERTIMIENTO LAVADERO	30/01/2017	01:55:00 p. m.	0.02	0.120	0.16	2.17
SSMS-P12 RÍO SUAREZ PTE VIA BARBOSA	31/01/2017	08:00:00 a. m.	12.10	0.439	27.56	42.87
SSMS-P13 RÍO UBAZA	31/01/2017	11:45:00 a. m.	7.09	0.353	20.12	68.25
SSMS-P14 RÍO LENGUARICO	31/01/2017	02:00:00 p. m.	18.78	0.696	26.96	71.21

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S, 2017

Para la formulación de los objetivos de calidad de la cuenca del río Suárez se tuvieron en cuenta cinco estaciones, las cuales fueron seleccionadas teniendo en cuenta los tramos establecidos, a continuación, se muestran los resultados de los caudales para los puntos seleccionados según los tramos seleccionados:

Tabla 25. Estaciones por tramos según laboratorio - MCS

TRAMOS	ESTACION	FECHA	HORA	Caudal (m3)	Vel. Media (m/s)	Área Mojada (m2)	Perimetro (m)
Tramo Is	Rio Sachica 1	28/01/2017	3:00 p. m.	0,0043	0,097	0,004	1,04
Tramo I	Moniquira Antes de Comfaboy 2	29/01/2017	9:00 a. m.	3,41	0,156	21,94	39,09
Tramo II	Rio Moniquira3	29/01/2017	1:30 p. m.	7,53	0,385	19,57	31,24
Tramo IIIs	Rio Ubaza 4	31/01/2017	11:45 a. m.	7,09	0,353	2012	68,25
Tramo III	Final Rio Suarez 5	31/01/2017	1:30 p. m.	48,67	0,757	66,92	91,62

Fuente: MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S, 2017

Los datos de caudales monitoreados por la consultoría MCS en el año 2017, fueron utilizado con el fin de determinar las cargas en cuanto a solidos suspendidos totales “SST” y Demanda Biológica de Oxigeno “DBO”, con el fin de realizar y analizar los perfiles en toda la cuenca del río Suárez y de este modo determinar los objetivos de calidad por cada tramo.

5. ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD PARA LA CORRIENTE PRINCIPAL SUTAMARCHÁN – MONIQUIRÁ Y SUÁREZ AD

5.1 INDICES DE CALIDAD DEL AGUA

El Índice de Calidad de Agua (ICA) se usa para diagnosticar el estado sanitario de las corrientes, es un índice general, se basa en el supuesto de que la calidad del agua es un atributo general de las superficies de agua, independiente del uso para el cual ésta es destinada.

Descripción General del Indicador: 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**.

Metodología de cálculo: 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. Estas variables han sido medidas en las 150 estaciones que conforman la Red Básica de Monitoreo de Calidad de Agua, en cuatro ocasiones (una cada trimestre) durante el año.

La fórmula de cálculo del indicador es:

$$ICA_{njt} \quad W_i \quad I_{ikjt}^{n}$$

Donde:

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

$W_{i:}$ 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 período 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.

Se recomienda que la tabla de datos del indicador incluya el valor mínimo del ICA registrado en el periodo de tiempo t y, además, el ICA promedio de ese periodo, que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$ICA\ promedio \quad \frac{\sum_{k1}^{m} W_i \sum_{i1}^{n} I_{ikjt}}{}$$

Donde:

m: Es el número de muestreos en los cuales se midieron las variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador. 1 ≤ m ≤ 4 si el periodo es anual.

En las siguientes tablas se resumen las variables que están involucradas en el cálculo del indicador para los casos en los que se emplea 5 o 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 26. Variables y ponderaciones para el caso de 5 variables

Variable	Unidad de medida	Ponderación
Oxígeno disuelto, OD.	% Saturación	0,2
Sólidos suspendidos totales, SST.	mg/l	0,2
Demanda química de oxígeno, DQO.	mg/l	0,2
Conductividad eléctrica, C.E.	µS/cm	0,2
pH	Unidades de pH	0,2

Fuente: IDEAM

Tabla 27. Variables y ponderaciones para el caso de 6 variables

Variable	Unidad de medida	Ponderación
Oxígeno disuelto, OD.	% Saturación	0,17
Sólidos suspendidos totales, SST.	mg/l	0,17
Demanda química de oxígeno, DQO.	mg/l	0,17
Conductividad eléctrica, C.E.	µS/cm	0,17
pH	Unidades de pH	0,17

Fuente: IDEAM

Para cada una de las variables se construye una "relación funcional" o "curva funcional" (ecuación) en la que los niveles de calidad de 0 a 1 se representan en las ordenadas de cada gráfico, mientras que los distintos niveles (o intensidades) de cada variable se disponen en las abscisas, trazando en cada gráfico una curva que represente la variación de la calidad del agua respecto a la magnitud de cada contaminante.

Las curvas funcionales adoptadas son las propuestas por Ramírez y Viña para oxígeno disuelto (OD), sólidos suspendidos totales (SST), y conductividad eléctrica (CE), la propuesta por Universidad Politécnica de Catalunya (2006) para demanda química de oxígeno (DQO), la propuesta por el laboratorio del Departamento de Calidad Ambiental de Oregón (Estados Unidos) para pH y la propuesta por Rueda (2008) para la relación N/P.

Cálculo del valor de cada variable: El procedimiento general consiste en ingresar el valor que, en una determinada medición haya registrado la variable de calidad i, en la curva funcional correspondiente y estimar el valor $I_{ikjt.}$

Cada curva indica en la ordenada la calidad del agua en una escala de 0 a 1; en la abscisa se definen varios niveles de la variable en particular. Cuando se toman como referencia las curvas desarrolladas por Ramírez y Viña respecto al concepto de contaminación, para traducirlo a términos de calidad el subíndice se toma como la diferencia entre uno (1) y el índice de contaminación respectivo de la magnitud de la variable.

A continuación, se muestran las ecuaciones de referencia.

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} :

$$PS_{OD} \quad \frac{Ox\,100}{C}$$

Donde:

Ox: Es el oxígeno disuelto medido en campo (mg/l) asociado a la elevación, caudal y capacidad de reoxigenación.

Cp: Es la concentración de equilibrio de oxígeno (mg/l), a la presión no estándar, es decir, oxígeno de saturación.

Nota: Los cálculos para el porcentaje de saturación de oxígeno están incluidos en el subsistema de información denominado Módulo Fisicoquímico Ambiental – MFQA, y se puede consultar como cálculo de déficit de oxígeno disuelto para cada muestra a partir de su identificador, que es un código numérico asignado por el Sistema. Luego se importa a la base de datos que contiene la consulta de las demás variables para poder calcular el índice consolidado. Una vez calculado el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, el valor I_{OD}

$$I_{OD}\ 1\ (1\ 0{,}01\ PS_{OD})$$

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

$$I_{OD}\ 1\ (0{,}01\ PS_{OD}\ 1)$$

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

El subíndice de calidad para sólidos suspendidos se calcula como sigue

$$I_{SST}\ 1(0{,}02\ \ 0{,}003\ SST)$$

Si $SST\ 4{,}5$, entonces $I_{SST}\ 1$

Si $SST\ \ 320$, entonces $I_{SST}\ \ 0$

Demanda química de oxígeno (DQO): Refleja la presencia de sustancias químicas susceptibles de ser oxidadas a condiciones fuertemente ácidas y alta temperatura, como la materia orgánica, ya sea biodegradable o no, y la materia inorgánica.

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

Si DQO 20, entonces I_{DQO} 0,91

Si 20 DQO 25, entonces I_{DQO} 0,71

Si 25 DQO 40, entonces I_{DQO} 0,51

Si 40 DQO 80, entonces IDQO 0,26

Si DQO 80, entonces I_{DQO} 0,125

Conductividad eléctrica (C.E.): Está íntimamente relacionada con la suma de cationes y aniones determinada en forma química, refleja la mineralización. Se calcula como sigue:

$$I_{C.E.} \quad 110^{(3,261,34Log10C.E.)}$$

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

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

Si pH 4, entonces I_{pH} 0,1

Si 4 pH 7, entonces I_{pH} 0,02628419$e^{(pH0,520025}$

Si 7 pH 8, entonces I_{pH} 1

Si 8 pH 11, entonces I_{pH} $1e^{pH80,5187742}$

Si pH 11, entonces I_{pH} 0,1

Nitrógeno total/Fósforo total (NT/PT)

Mide la degradación por intervención antrópica, es una forma de aplicar el concepto de saprobiedad empleado para cuerpos de agua lénticos (ciénagas, lagos, etc.) como la posibilidad de la fuente de asimilar carga orgánica; es una relación que indica el balance de nutrientes para la productividad acuícola de las zonas

inundables en los ríos neotropicales (desde el norte de Argentina hasta el centro de Méjico).

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

Si $15 \; NT/PT \; 20$, entonces $I_{NT/PT} \; 0{,}8$

Si $10 \; NT/PT \; 15$, entonces $I_{NT/PT} \; 0{,}6$

Si $5 \; NT/PT \; 10$, entonces $I_{NT/PT} \; 0{,}35$

Si $NT/PT \; 5$, ó $NT/PT \; 20$, entonces $I_{NT/PT} \; 0{,}15$

Interpretación general: Los valores optativos que puede llegar a tomar el indicador han sido clasificados en categorías, de acuerdo a ellos se califica la calidad del agua de las corrientes superficiales, al cual se le ha asociado un color como señal de alerta. En la siguiente tabla se registra la relación entre valores y calificación:

Categorías de valores que pueda tomar el indicador	Categorías de valores que Calificación de la calidad del agua	Señal de alerta	Color
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	

El estado de las corrientes superficiales se puede visualizar mediante mapas de puntos, con las estaciones categorizadas de acuerdo a los valores calculados del Índice de calidad del agua.

Finalidad / Propósito: El indicador refleja las condiciones fisicoquímicas generales de la calidad de una corriente de agua, y en alguna medida permite reconocer problemas de contaminación de manera ágil en un punto determinado en un intervalo de tiempo específico. Permite conceptuar respecto a las posibilidades o limitaciones del uso del agua para determinadas actividades. Su formulación permite evaluar una amplia cantidad de recursos hídricos en forma periódica.

- Análisis de tendencias: para determinar degradación o recuperación de la calidad hídrica a través de un período de tiempo.

- Agregar información: para mostrar de forma fácilmente comprensible las variaciones que presenta la calidad de las aguas superficiales.
- Cumplimiento de estándares.
- Clasificación de sitios: pueden compararse las condiciones ambientales en diferentes áreas geográficas.
- Asignación de recursos: para ayudar a tomar decisiones en la asignación de fondos y determinación de prioridades.
- Información pública: para informar al público acerca de las condiciones del recurso.

Tabla 28. Índices de Calidad según resultados de la firma MCS

		DATOS										*IDEAM*							
No	**Estación**	**OD**	**DBO5**	**SST**	**Col. Fec**	**DQO**	**Cond. Elec.**	**pH**	**Nitrog. Total**	**Fosf. Total**	**NT/PT**	**IOD**	**ISST**	**IDQO**	**ICE**	**I NT/PT**	**IpH**	**ICA**	**Calidad**
1	Tinjacá	6.5	5.0	20	2100	20.0	288	7.52	3.0	0.10	30	0.06	0.96	0.91	1.0	0.15	1.31	0.72	Aceptable
2	Tinjacá P1	6.47	5.0	10	3500	20.0	442	6.27	3.0	0.10	30	0.06	0.99	0.910	1.0	0.15	0.69	0.63	Regular
3	Rio Sáchica	4.5	5.0	39	2400	20.0	865	6.9	3.0	0.10	30	0.05	0.90	0.910	1.0	0.15	0.95	0.65	Regular
4	Rio Cané	7.12	5.0	18	2020	20.0	78.9	7.3	3.0	0.10	30	0.07	0.97	0.91	1.0	0.15	1.17	0.70	Regular
5	Villa de Leyva Vrd. Salto y Banderas	7.1	31.0	12	5600	52.0	375	7.49	3.0	0.10	30	0.07	0.98	0.26	1.0	0.15	1.29	0.61	Regular
6	Pte Gachantivá a Santa Sofía	6.88	5.0	47	3200	20.0	383	7.95	3.0	0.195	15	0.07	0.88	0.910	1.0	0.80	1.64	0.87	Aceptable
7	Pte Moniquirá a Vda. Coper	6.88	5.0	8	2400	20.0	383	7.95	3.0	0.10	30	0.07	1.00	0.910	1.0	0.15	1.64	0.78	Aceptable
8	Moniquirá antes de Comfaboy	7.83	5.0	6	3700	20.0	395	8.3	3.0	0.10	30	0.08	1.00	0.91	1.0	0.15	1.97	0.83	Aceptable
9	PTAR Comfaboy	4.01	324	26	1.2E+07	472	868	7.4	12.0	0.877	14	0.04	0.94	0.125	1.0	0.80	1.23	0.68	Regular
10	Vertimiento curva vía a Tunja	1.04	124	137	7300000	177	461	8.04	9.25	1.70	5	0.01	0.61	0.125	1.0	0.15	1.72	0.58	Regular
11	Vertimiento Q. la Caña	3.51	133	8	8560000	196	428	7.42	3.0	0.71	4	0.04	1.00	0.125	1.0	0.35	1.25	0.61	Regular
12	Salida Moniquirá	6.76	5.0	320	3400	20.0	413	8.31	3.0	0.10	30	0.07	0.06	0.910	1.0	0.15	1.98	0.67	Regular
13	Vertimiento Barrio Ricaurte	1.49	233	246	9500000	364	1079	7.3	16.2	3.23	5	0.01	0.28	0.125	1.00	0.15	1.17	0.44	Mala
14	Vertimiento Lavadero	3.67	188	158	5300000	282	702	7.98	9.32	1.82	5	0.04	0.55	0.125	1.00	0.15	1.67	0.57	Regular
15	Final Rio Moniquirá	6.72	5.0	8	3200	20.0	312	6.46	3.0	0.10	30	0.07	1.00	0.91	1.00	0.15	0.76	0.64	Regular
16	San José de Pare Vda. Muñones y Camachos	4.67	5.0	6	2900	20.0	295	8.3	3.0	0.10	30	0.05	1.00	0.91	1.00	0.15	1.97	0.82	Aceptable
18	Rio Suarez Pte via Barbosa	6.5	5.0	37	2450	20.0	328	6.8	3.0	0.10	30	0.06	0.91	0.91	1.00	0.15	0.90	0.65	Regular
19	Rio Ubaza	7.02	5.0	8	2830	20.0	91	7.6	3.0	0.10	30	0.07	1.00	0.91	1.00	0.15	1.37	0.74	Aceptable
20	Rio Lenguarico	7.11	5.0	10	2570	20.0	99.9	7.32	3.0	0.10	30	0.07	0.99	0.91	1.00	0.15	1.18	0.71	Aceptable
21	Final Rio Suarez	8.13	5.0	8	2580	20.0	213	7.41	3.0	0.10	30	0.08	1.00	0.91	1.00	0.15	1.24	0.72	Aceptable

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

El cálculo del ICA se basó teniendo en cuenta el resultado de los análisis de los monitoreos realizados por la firma consultora MSC

Tabla 29. Cálculo de ICA, según metodología (Ramírez, 1999)

		RAMIREZ 1999						
No	**Estación**	**IDBO**	**ICOT**	**IO%**	**ICOMO**	**Calidad**	**ICOSUS**	**Contaminación**
1	Tinjacá	0.44	0.42	0.94	0.60	Buena	0.04	Muy Baja
2	Tinjacá P1	0.44	0.54	0.94	0.64	Buena	0.01	Muy Baja
3	Rio Sáchica	0.44	0.45	0.96	0.62	Buena	0.10	Muy Baja
4	Rio Cané	0.44	0.41	0.93	0.59	Buena	0.03	Muy Baja
5	Villa de Leyva Vrd. Salto y Banderas	0.99	0.66	0.93	0.86	Excelente	0.02	Muy Baja
6	Pte Gachantivá a Santa Sofía	0.44	0.52	0.93	0.63	Buena	0.12	Muy Baja
7	Pte Moniquirá a Vda. Coper	0.44	0.45	0.93	0.61	Buena	0.01	Muy Baja
8	Moniquirá antes de Comfaboy	0.44	0.56	0.92	0.64	Buena	0.01	Muy Baja
9	PTAR Comfaboy	1.71	2.53	0.96	0.20	Mala	0.06	Muy Baja
10	Vertimiento curva vía a Tunja	1.42	2.40	0.99	0.30	Mala	0.39	Baja
11	Vertimiento Q. la Caña	1.44	2.44	0.96	0.28	Mala	0.01	Muy Baja
12	Salida Moniquirá	0.44	0.54	0.93	0.64	Buena	0.94	Muy Alta
13	Vertimiento Barrio Ricaurte	1.61	2.47	0.99	0.36	Mala	0.72	Alta
14	Vertimiento Lavadero	1.54	2.33	0.96	0.30	Mala	0.45	Media
15	Final Rio Moniquirá	0.44	0.52	0.93	0.63	Buena	0.01	Muy Baja
16	San Jose de Pare Vda. Muñones y Camachos	0.44	0.50	0.95	0.63	Buena	0.01	Muy Baja
17	Pte. Via pincipal a Santana	0.44	0.49	0.93	0.62	Buena	0.01	Muy Baja
18	Rio Suarez Pte via Barbosa	0.44	0.46	0.94	0.61	Buena	0.09	Muy Baja
19	Rio Ubaza	0.44	0.49	0.93	0.62	Buena	0.00	Muy Baja
20	Rio Lenguaruco	0.44	0.47	0.93	0.61	Buena	0.01	Muy Baja
21	Final Rio Suarez	0.44	0.47	0.92	0.61	Buena	0.01	Muy Baja

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Los índices de calidad obtenidos por el método del IDEAM y de Ramírez demuestran que la fuente receptora presenta una autodepuración de forma rápida debido al caudal y a la pendiente presentes en el terreno.

Tabla 30. Índices de Calidad según resultados de la firma ANASCOL LTDA.

		DATOS										***IDEAM***							
No	**Estación**	**OD**	**DBO5**	**SST**	**Col. Fec**	**DQO**	**Cond. Elec.**	**pH**	**Nitrog. Total**	**Fosf. Total**	**NT/PT**	**IOD**	**ISST**	**IDQO**	**ICE**	**I NT/PT**	**IpH**	**ICA**	**Calidad**
1	TINJACA ESTACION 1	7.1	31	10	1600	94	285	7.6	4	0.0634	63	0.07	0.99	0.125	1.0	0.15	1.00	0.55	Regular
2	VERTIMIENTO TINJACA	0.1	162	230	1600	472	1157	7.2	52.1	0.178	293	0.00	0.33	0.125	1.0	0.15	1.00	0.42	Mala
3	PUENTE GACHANTIVA Y SANTA SOFIA	7.6	45	139	1600	45	360	7.77	5.73	0.0744	77	0.08	0.60	0.260	1.0	0.15	1.00	0.51	Regular
4	PUENTE Moniquirá vereda Coper	7.2	9	211	1600	20	330	7.74	4.69	0.054	87	0.07	0.39	0.91	1.0	0.15	1.00	0.58	Regular
5	MONIQUIRA ANTES DE COMFABOY	8.2	10	79	1600	30	362	7.87	4.0	0.0775	52	0.08	0.78	0.51	1.0	0.15	1.00	0.58	Regular
6	PTAR COMFABOY	7.5	5	40	1600	20	339	7.87	4.0	0.0681	59	0.08	0.90	0.910	1.0	0.15	1.00	0.67	Regular
7	FINAL RIO MONIQUIRA	7.7	5	42	1600	20	350	7.24	4.0	0.0916	44	0.08	0.89	0.910	1.0	0.15	1.00	0.67	Regular
8	RIO UBAZA	8.0	5	10	1600	20	86	7.69	4.0	0.05	80	0.08	0.99	0.91	1.0	0.15	1.00	0.68	Regular
9	RIO LENGUARUCO	8.2	5	10	1600	20	96	7.85	4.0	0.307	13	0.08	0.99	0.910	1.0	0.60	1.00	0.76	Aceptable
10	RIO SUAREZ FINAL	7.2	14	16	1600	40	186	7.66	4.0	0.40	10	0.07	0.97	0.510	1.0	0.35	1.00	0.64	Regular
11	PUENTE PRINCIPAL SANTA ANA	8.2	5	13	1600	20	236	7.73	4.30	0.40	11	0.08	0.98	0.910	1.0	0.60	1.00	0.76	Aceptable
12	RIO SUAREZ, PUENTE SAN JOSE	7.8	5	17	1600	20	242	7.82	4.0	0.618	6	0.08	0.97	0.910	1.0	0.60	1.00	0.75	Aceptable
13	RIO SUAREZ, PUENTE VIA BARBOSA	5.0	17	54	1600	49	314	8.22	4.0	0.552	7	0.05	0.86	0.260	1.0	0.60	0.73	0.58	Regular

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Tabla 31. Índices de calidad sobre la cuenca del Rio Suarez.

CUERPO DE AGUA	ICOMO (MATERIA ORGANICA) (RMIREZ Y VIÑA) (AÑO 2016)		ICOSUS (SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES) (RAMIREZ Y VIÑA) (AÑO 2016)		ICOTRO (FOSFORO TOTAL) RAMIREZ Y VIÑA) (AÑO 2016)
P2 CAS SUAREZ (Barbosa)	0.32	Bajo	0.02	Ninguno	Eutrofia
RIO SUAREZ PTE VIA BARBOSA	0.4	Bajo	0.04	Ninguno	Oligotrofico
FINAL RIO MONIQUIRA	0.39	Bajo	0.14	Ninguno	Eutrofia
RIO UBAZA	0.28	Bajo	0.03	Ninguno	Oligotrofico
PTE SAN JOSE DE PARE VDA: MUÑOCES	0.34	Bajo	0.02	Ninguno	Oligotrofico
P15 CAS SUAREZ (Villa Nueva Santander)	0.48	Media	1.48	Muy alta	Eutrofia
P7 CAS SUAREZ (Socorro Santander)	0.56	Media	0.43	Media	Eutrofia
P8 CAS SUAREZ (Socorro Santander)	0.49	Media	0.45	Media	Oligotrofico
P11 CAS SUAREZ (la Fuente Santander)	0.42	Media	0.03	Ninguno	Oligotrofico
P10 CAS SUAREZ (Galan Santander)	0.38	Bajo	0	Ninguno	Oligotrofico
P9 CAS SUAREZ (Galan Santander)	0.56	Media	0.26	Bajo	Oligotrofico
P12 CAS SUAREZ (municipio de Guane)	0.58	Media	0.37	Bajo	Oligotrofico
P6 CAS SUAREZ (municipio del Socorro vda. Cinco mil)	0.58	Media	0.47	Media	Oligotrofico
P5 CAS SUAREZ (municipio Simacota vda. Santa Ana de las Flores)	0.41	Media	0.19	Ninguno	Oligotrofico
P4 CAS SUAREZ (municipio Chima vda. Sabaneta)	0.36	Bajo	0.36	Bajo	Oligotrofico
RIO LENGUARICO	0.59	Media	0.3	Bajo	Eutrofia
FINAL RIO SUAREZ	0.48	Media	0.84	Muy alta	Oligotrofico
P13 CAS SUAREZ (municipio San Benito)	0.41	Media	0.24	Bajo	Oligotrofico
P14 CAS SUAREZ (municipio Aguada Santander)	0.3	Bajo	0.15	Ninguno	Oligotrofico
Estacion Garavito	0.3	Bajo	0.21	Bajo	Oligotrofico
P1 CAS SUAREZ (Municipio Garavito Boyaca)	0.44	Media	0.02	Ninguno	Eutrofia
PT GACHANTIVA A SANTA SOFIA	0.39	Bajo	0.36	Bajo	Oligotrofico
PTE MONIQUIRA VDA. COPER	0.41	Media	0.15	Ninguno	Eutrofia
MONIQUIRA ANTES DE COMFABOY	0.47	Media	0.14	Ninguno	Oligotrofico
SALIDA MONIQUIRA	0.58	Media	0.06	Ninguno	Oligotrofico
P3 CAS SUAREZ (municipio San Jose de Pare)	0.47	Media	0.64	Alto	Eutrofia
PT VIA PRINCIPAL A SANTANA	0.59	Media	0.53	Media	Eutrofia
RIO CANE	0.35	Bajo	0	Ninguno	Oligotrofico
VILLA DE LEYVA VDA. SALTO	0.42	Media	0.08	Ninguno	Oligotrofico
RIO SACHICA	0.45	Media	0	Ninguno	Oligotrofico
RIO RAQUIRA	0.21	Bajo	0.01	Ninguno	Oligotrofico
AGUAS ABAJO MUNICIPIO LA CANDELARIA	0.3	Bajo	0	Ninguno	Oligotrofico

Fuente: POMCA CUENCA RIO SUAREZ

Tabla 32. Índices de calidad con los resultados de laboratorio sobre la cuenca del Rio Suarez.

CUERPO DE AGUA	IDEAM (ICA) CON 6 VARIABLES ENA2010 (AÑOS 2010,2011,2012,2013,2015) (ESTACIONES PTE NACIONAL; MONIQUIRA Y EL BOQUERON)	DESCRIPCION	IDEAM (ICA) CON 7 VARIABLES ENA 2013 (AÑOS 2010,2011,2012,2013,2015) (ESTACIONES PTE NACIONAL; MONIQUIRA Y EL BOQUERON)	DESCRIPCION
P2 CAS SUAREZ (Barbosa)	0.64	Regular	0.69	Regular
RIO SUAREZ PTE VIA BARBOSA	0.60	Regular	0.66	Regular
FINAL RIO MONIQUIRA	0.69	Regular	0.69	Regular
RIO UBAZA	0.64	Regular	0.69	Regular
PTE SAN JOSE DE PARE VDA: MUÑOCES	0.65	Regular	0.69	Regular
P15 CAS SUAREZ (Villa Nueva Santander)	0.61	Regular	0.55	Regular
P7 CAS SUAREZ (Socorro Santander)	0.68	Regular	0.69	Regular
P8 CAS SUAREZ (Socorro Santander)	0.61	Regular	0.61	Regular
P11 CAS SUAREZ (la Fuente Santander)	0.67	Regular	0.62	Regular
P10 CAS SUAREZ (Galán Santander)	0.77	Aceptable	0.79	Aceptable
P9 CAS SUAREZ (Galán Santander)	0.72	Aceptable	0.76	Aceptable
P12 CAS SUAREZ (municipio de Guane)	0.63	Regular	0.57	Regular
P6 CAS SUAREZ (municipio del Socorro vda. Cinco mil)	0.61	Regular	0.55	Regular
P5 CAS SUAREZ (municipio Simacota vda. Santa Ana de las Flores)	0.72	Aceptable	0.72	Aceptable
P4 CAS SUAREZ (municipio Chima vda. Sabaneta)	0.7	Regular	0.70	Aceptable
RIO LENGUARICO	0.63	Regular	0.56	Regular
FINAL RIO SUAREZ	0.46	Mala	0.48	Mala
P13 CAS SUAREZ (municipio San Benito)	0.63	Regular	0.62	Regular
P14 CAS SUAREZ (municipio Aguada Santander)	0.65	Regular	0.58	Regular
Estación Garavito	0.72	Aceptable	0.75	Aceptable
P1 CAS SUAREZ (Municipio Garavito Boyacá)	0.49	Mala	0.53	Regular
PT GACHANTIVA A SANTA SOFIA	0.45	Mala	0.5	Mala
PTE MONIQUIRA VDA. COPER	0.64	Regular	0.64	Regular
MONIQUIRA ANTES DE COMFABOY	0.60	Regular	0.6	Regular
SALIDA MONIQUIRA	0.59	Regular	0.53	Regular
P3 CAS SUAREZ (municipio San Jose de Pare)	0.62	Regular	0.64	Regular
PT VIA PRINCIPAL A SANTANA	0.53	Regular	0.48	Mala
RIO CANE	0.71	Aceptable	0.79	Aceptable
VILLA DE LEYVA VDA. SALTO	0.55	Regular	0.49	Mala
RIO SACHICA	0.62	Regular	0.56	Regular
RIO RAQUIRA	0.62	Regular	0.67	Regular
AGUAS ABAJO MUNICIPIO LA CANDELARIA	0.62	Regular	0.66	Regular

Fuente: POMCA CUENCA RIO SUAREZ

De la información obtenida del POMCA CUENCA RIO SUAREZ, se pude determinar que los datos conseguidos por el monitoreo en el laboratorio de la firma ChemiLab (2016 -10 – 31), muestran una carga contaminante muy baja (DBO_5 y SST), valores que se presenta en la fuente receptora. Los índices de calidad obtenidos por el método del IDEAM y de Ramírez demuestran que la fuente receptora presenta una autodepuración de forma rápida debido al caudal y a la pendiente presentes en el terreno.

5.2 OBJETIVOS DE CALIDAD SEGÚN RESOLUCIÓN 1848 DE 2014

"*Para la determinación de los Objetivos de Calidad se tuvieron en cuenta: los usos actuales y potenciales, las cargas totales dispuestas en la actualidad, los criterios y normas locales, nacionales e internacionales. Así mismo, se tuvo en cuenta el perfil de calidad de agua mediante la utilización del índice de calidad, donde a cada coeficiente de importancia arrojado por el índice de calidad se le asignó un uso de acuerdo a la calidad; de la siguiente manera*" (Corpoboyacá, 2013).

Tabla 33. Objetivos de calidad Resolución 1848 de 2014

Cuenca	Subcuenca	Tramo	Descripción del Tramo	Municipios que lo comprenden	Longitud (Km)	uso predominante actual o usos principales	OBJETIVOS DE CALIDAD		
							Corto plazo 2017	Mediano plazo 2020	Largo plazo 2025
RIO SUAREZ	Río Moniquira Sutamarchan Código 2401-001	Tramo 1	Afluente Río Funza en Tinjacá Hasta la Unión con el Río Sáchica, luego va desde unión con el Río Sáchica hasta la Unión con el Río Cané, finalmente va desde el rio cané hasta el sector el Guamo	Tinjacá Sutamarchan Santa Sofía Gachantiva Villa de Leyva	Desde Km 0 hasta km 14,53 en la unión con el río Sáchica y hasta 15.9km con la unión al rio Cané, finalmente va hasta el Km 36.38 en el sector el guamo en Moniquirá	• Agrícola No Restringido • Pecuario • Estético • Trasporte y Asimilación de Aguas Residuales	• Agrícola no restringido • Pecuario • Estético • Asimilación de Aguas residuales	• Agrícola restringido • Pecuario • Estético	• Agrícola Restringido. • Pecuario • Recreativo • Contacto Primario
		Tramo 2	Desde Sector el Guamo hasta el Sector de Miravalles Unión con el Río Suarez, pasando por Santander hasta la unión con el Rio Ubazá	Moniquirá	Desde el km 36.38 hasta el km 52.28	• Agrícola No Restringido • Pecuario • Recreativo Contacto Primario • Trasporte y Asimilación de Aguas Residuales	• Agrícola No Restringido • Pecuario • Recreativo Contacto Primario • Transporte y Asimilación de aguas residuales	• Agrícola Restringid • Pecuario • Recreativo Contacto Primario	• Agrícola Restringido • Pecuario • Recreativo Contacto Primario
	Río Suarez ad Código 2401-000	Tramo 3	Desde la Unión del Río Suarez y el Río Ubazá Hasta la unión con el río Lenguarico	San José de Pare Santana Moniquirá	Desde el Km 52,8 Hasta el Km 76	• Agrícola No Restringido • Pecuario	• Agrícola No restringido • Pecuario	• Agrícola Restringido • Pecuario • Recreativo Contacto Primario	• Agrícola Restringido • Pecuario • Recreativo Contacto Primario • Consumo Doméstico con tratamiento convencional

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

La Corporación Autónoma Regional de Boyacá – CORPOBOYACÁ, celebró el convenio 014 de 2010 con la CORPORACIÓN GAIA Madre tierra cuyo objeto era "AUNAR LOS ESFUERZOS TÉCNICOS Y FINANCIEROS CON UNA ORGANIZACIÓN NO GUBERNAMENTAL (ONG), CON IDONEIDAD TÉCNICA ADMINISTRATIVA, PROFESIONAL Y DE CONOCIMIENTOS, CON EL FIN DE ADELANTAR EL ESTUDIO DE MODELACIÓN DE LA CORRIENTE PRINCIPAL DE LA SUB-CUENCA RÍO MONIQUIRÁ Y DE LA CUENCA DEL RÍO SUÁREZ DENTRO DE LA JURISDICCIÓN DE CORPOBOYACÁ, cuyo trabajo fue actualizado por el grupo en ese entonces subdirección técnica ambiental en el año 2013, con la finalidad de establecer los objetivos de calidad de la fuente principal de las sub cuencas río Moniquirá – Sutamarchán y Suárez AD.

5.3 CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD ESTABLECIDOS

En el marco del proyecto establecimiento de los objetivos de calidad, el presente estudio pretende determinar el cumplimiento de los objetivos de calidad propuestos en la resolución No. 1848 de 2014, y para ello se tuvo en cuenta el análisis de la calidad de las fuentes receptoras de los municipios de Samacá, Arcabuco, Villa de Leyva, Moniquirá, Sáchica, Chitaraque y Santa Sofía, puesto que estos reportaron información actualizada mediante monitoreos realizados para el ajuste y actualización del PSMV.

5.3.1 Municipio de Santa Sofía

El objetivo de calidad a corto plazo (año 2017) propuesto para el tramo 1, abarca al Municipio de Santa Sofía. En él, se establece como usos del recurso, agrícola no restringido, pecuario, estético y dilución y asimilación. El municipio, actualmente compromete dos fuentes receptoras denominadas quebrada Bengala y quebrada Bolívar y en su propuesta de eliminación de vertimientos y reducción de carga contaminante pretende construir sistema de tratamiento para el año 2022.

Tabla 34. Objetivo de calidad – corto plazo

	Usos del Recurso / Parámetro	AGRÍCOLA NO RESTRINGIDO		PECUARIO		ESTÉTICO		DILUCIÓN Y ASIMILACIÓN	
		Res. 1848/2014	Monitoreo 2017	Res. 1848/2014	Monitoreo 2017	Res. 1848/2014	Monitoreo 2017	Res. 1848/2014	Monitoreo 2017
Santa Sofía - Q. Bengala	Coliformes Totales (NMP)	5000	8124	-	-	-	-	-	-
	Coliformes Fecales (NMP)	1000	7436	-	-	-	-	-	-
	DBO (mg/l)	-	-	-	-	30	18	-	-
	OD (mg/l)	2	3,95	-	-	1 - 2	3,95	-	-
	Nitrógeno Amoniacal (mg/l $N\text{-}NH_3$)	0,5	0,15	5000	0,15	5	0,15	-	-
	Nitratos (mg/l NO_3)	<50	0,5	90 - 100	0,5	-	-	-	-
	Nitritos (mg/l NO_2)	0,1	4,8	10	4,8	-	-	-	-
	SDT (mg/l)	750 - 2000	-	7000	-	-	-	-	-
	Fosfatos (mg/ $P\text{-}PO_4$)	2	-	-	-	-	-	-	-
	pH (unidades)	4,5 - 9,0	8,23	-	-	5,0 - 9,0	8,23	-	-
	Cloruros (mg/l Cl)	600	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

La quebrada Bolívar va a funcionar como una única fuente receptora de los siete vertimientos que actualmente el municipio cuenta, sin embargo; la quebrada sólo recibe cuatro vertimientos, cuenta con un caudal promedio de 1.36 l/s, pero teniendo en cuenta el caudal de los vertimientos éste aumenta tres veces el caudal natural de la fuente.

Tabla 35. Objetivo de calidad – corto plazo

	Usos del Recurso / Parámetro	AGRÍCOLA NO RESTRINGIDO		PECUARIO		ESTÉTICO		DILUCIÓN Y ASIMILACIÓN	
		Res. 1848/2014	Monitoreo 2017	Res. 1848/2014	Monitoreo 2017	Res. 1848/2014	Monitoreo 2017	Res. 1848/2014	Monitoreo 2017
Santa Sofía - Q. Bolivar	Coliformes Totales (NMP)	5000	7313	-	-	-	-	-	-
	Coliformes Fecales (NMP)	1000	5981	-	-	-	-	-	-
	DBO (mg/l)	-	-	-	-	30	37	-	-
	OD (mg/l)	2	4,64	-	-	1 - 2	4,64	-	-
	Nitrógeno Amoniacal (mg/l $N\text{-}NH_3$)	0,5	26,4	5000	26,4	5	26,4	-	-
	Nitratos (mg/l NO_3)	<50	1,2	90 - 100	1,2	-	-	-	-
	Nitritos (mg/l NO_2)	0,1	0	10	0	-	-	-	-
	SDT (mg/l)	750 - 2000	-	7000	-	-	-	-	-
	Fosfatos (mg/ $P\text{-}PO_4$)	2	-	-	-	-	-	-	-
	pH (unidades)	4,5 - 9,0	8,67	-	-	5,0 - 9,0		-	-
	Cloruros (mg/l Cl)	600	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

De acuerdo a lo evidenciado en la Tabla 34 y Tabla 35, se deduce que, al no contemplarse un sistema de tratamiento para el municipio de Santa Sofía, la calidad, continuidad y capacidad del recurso presenta incumplimiento para el objetivo qué establece la resolución 1848 del 2014, en el tramo 1 a corto plazo.

5.3.2 Municipio de Samacá

La quebrada San José o Vallado San José, es la misma fuente denominada quebrada El Puerto, fuente que recibe las aguas residuales del municipio, las cuales generan un impacto significativo, relevante y duradero debido a la intermitencia del flujo del agua en los diferentes periodos climáticos de la región, aguas abajo la quebrada el puerto se une con el canal de riego teatinos, aumentado la oferta hídrica, pero deteriorando su calidad (Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos-Samacá, 2018).

Tabla 36. Objetivo de calidad – corto plazo

	Usos del Recurso / Parámetro	AGRÍCOLA NO RESTRINGIDO		PECUARIO		ESTÉTICO		DILUCIÓN Y ASIMILACIÓN	
		Res. 1848/2014	Monitoreo 2016	Res. 1848/2014	Monitoreo 2016	Res. 1848/2014	Monitoreo 2016	Res. 1848/2014	Monitoreo 2016
Samacá - Q. El Puerto	Coliformes Totales (NMP)	5000	2200000	-	-	-	-	-	-
	Coliformes Fecales (NMP)	1000	170000	-	-	-	-	-	-
	DBO (mg/l)	-	-	-	-	30	336	-	-
	OD (mg/l)	2	-	-	-	1 - 2	-	-	-
	Nitrógeno Amoniacal (mg/l $N\text{-}NH_3$)	0,5	-	5000	-	5	-	-	-
	Nitratos (mg/l NO_3)	<50	-	90 - 100	-	-	-	-	-
	Nitritos (mg/l NO_2)	0,1	-	10	-	-	-	-	-
	SDT (mg/l)	750 - 2000	-	7000	-	-	-	-	-
	Fosfatos (mg/ $P\text{-}PO_4$)	2	-	-	-	-	-	-	-
	pH (unidades)	4,5 - 9,0	6,75	-	-	5,0 - 9,0	6,75	-	-
	Cloruros (mg/l Cl)	600	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Es preciso afirmar que la fuente receptora es un canal natural de aguas lluvia y que sus aguas son intervenidas para uso y aprovechamiento de agricultura y riego de pastos, a simple vista se puede inferir que el canal sólo transporta aguas residuales del municipio por cuanto es necesario la intervención de un sistema de tratamiento para garantizar la calidad y reducción de la contaminación de la fuente intermitente.

5.3.3 Municipio de Moniquirá

El municipio de Moniquirá cuenta con 102 vertimientos que van a descargar a las fuentes receptoras, quebrada la Caña, quebrada Sarabia, quebrada Sarasa, quebrada puente bonito y el río Moniquirá, el municipio pretende construir el sistema de tratamiento y disposición final para el año 2025, cuya alternativa consta de un filtro percolador sin clarificador primario, debido a qué es más factible en términos de requerimiento de espacio, producción y manejo de lodos, flexibilidad, desarrollo institucional, efectos ambientales, costos de inversión (Plan Maestro de Alcantarillado Moniquirá, 2017).

Tabla 37. Objetivo de calidad – corto plazo

	Usos del Recurso / Parámetro	AGRÍCOLA NO RESTRINGIDO		PECUARIO		RECREATIVO CONTACTO PRIMARIO		DILUCIÓN Y ASIMILACIÓN	
		Res. 1848/2014	Monitoreo 2017	Res. 1848/2014	Monitoreo 2017	Res. 1848/2014	Monitoreo 2017	Res. 1848/2014	Monitoreo 2017
Moniquirá - Río Moniquirá	Coliformes Totales (NMP)	5000	-	-	-	1000	-	-	-
	Coliformes Fecales (NMP)	1000	-	-	-	200	-	-	-
	DBO (mg/l)	-	-	-	-	5	3	-	-
	OD (mg/l)	2	-	-	-	5	-	-	-
	Saturación Oxígeno (%)	-	-	-	-	70	-	-	-
	Nitrógeno Amoniacal (mg/l N-NH_3)	0,5	0,58	5000	0,58	2,5	0,58	-	-
	Nitratos (mg/l NO_3)	<50	<0,38	90 - 100	<0,38	5	<0,38	-	-
	Nitritos (mg/l NO_2)	0,1	0,019	10	0,019	1	0,019	-	-
	SDT (mg/l)	750 - 2000	-	7000	-	-	-	-	-
	Fosfatos (mg/ P-PO_4)	2	<0,04	-	-	-	-	-	-
	pH (unidades)	4,5 - 9,0	8,16	-	-	5 - 9	8,16	-	-
	Cloruros (mg/l Cl)	600	15,88	-	-	-	-	-	-

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

En la actualización del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos - PSMV, el diagnóstico de la fuente receptora se realiza al río Moniquirá, y en comparación del cumplimiento del objetivo de calidad a corto plazo. La calidad y la oferta hídrica para los diferentes usos determinados en la resolución 1848 de 2014 estaría siendo el adecuado, aún sin contar con un sistema previo de tratamiento.

5.3.4 Municipio de Sáchica

El municipio de Sáchica contempla como fuente receptora el río Sáchica, la fuente presentaría capacidad de asimilación y depuración de los vertimientos y el cumplimiento del objetivo de calidad más restrictivo para el tramo, recreativo con contacto primario, siempre y cuando se adecue un sistema de tratamiento con eficiencias del 80% (PSMV - Sáchica, 2017).

Tabla 38. Objetivo de calidad – corto plazo

	Usos del Recurso / Parámetro	AGRÍCOLA NO RESTRINGIDO		PECUARIO		ESTÉTICO		DILUCIÓN Y ASIMILACIÓN	
		Res. 1848/2014	Monitoreo 2016	Res. 1848/2014	Monitoreo 2016	Res. 1848/2014	Monitoreo 2016	Res. 1848/2014	Monitoreo 2016
Sáchica - Río Sáchica	Coliformes Totales (NMP)	5000	170000	-	-	-	-	-	-
	Coliformes Fecales (NMP)	1000	130000	-	-	-	-	-	-
	DBO (mg/l)	-	-	-	-	30	233	-	-
	OD (mg/l)	2	<0,08	-	-	1 - 2	<0,08	-	-
	Nitrógeno Amoniacal (mg/l N-NH_3)	0,5	54,1	5000	54,1	5	54,1	-	-
	Nitratos (mg/l NO_3)	<50	<0,38	90 - 100	<0,38	-	-	-	-
	Nitritos (mg/l NO_2)	0,1	<0,017	10	<0,017	-	-	-	-
	SDT (mg/l)	750 - 2000	1900	7000	1900	-	-	-	-
	Fosfatos (mg/ P-PO_4)	2	8,07	-	-	-	-	-	-
	pH (unidades)	4,5 - 9,0	7,2	-	-	5,0 - 9,0	7,2	-	-
	Cloruros (mg/l Cl)	600	879	-	-	-	-	-	-

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Los datos de caracterización obtenidos en el monitoreo del año 2016, presentan resultados atípicos por influencia de la sequía (fenómeno del niño). En la presentación de la actualización del plan de saneamiento y manejo de vertimientos, en el término de referencia de pre alternativas de tratamiento, se escogió como alternativa una laguna facultativa seguido de una laguna de maduración, previamente de un sistema preliminar.

5.3.5 Municipio de Arcabuco

El municipio de Arcabuco cuenta con un sistema de tratamiento

Tabla 39. Objetivo de calidad – corto plazo

	Usos del Recurso / Parámetro	AGRÍCOLA NO RESTRINGIDO		PECUARIO	
		Res. 1848/2014	Monitoreo 2016	Res. 1848/2014	Monitoreo 2017
Arcabuco - Río Pómeca	Coliformes Totales (NMP)	5000	5720000	-	-
	Coliformes Fecales (NMP)	1000	700	-	-
	DBO (mg/l)	-	-	-	-
	OD (mg/l)	2	7,73	-	-
	Nitrógeno Amoniacal (mg/l $N\text{-}NH_3$)	0,5	0,11	5000	0,11
	Nitratos (mg/l NO_3)	<50	0,36	90 - 100	0,36
	Nitritos (mg/l NO_2)	0,1	0,03	10	0,03
	SDT (mg/l)	750 - 2000	-	7000	-
	Fosfatos (mg/ $P\text{-}PO_4$)	2	-	-	-
	pH (unidades)	4,5 - 9,0	6,76	-	-
	Cloruros (mg/l Cl)	600	-	-	-

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

De acuerdo al diagnóstico de las fuentes receptoras evidenciado mediante el análisis de laboratorio, se puede inferir que es necesario establecer objetivos de calidad para cada una de ellas, puesto que, por su naturaleza, capacidad, continuidad, las fuentes son determinadas para diferentes usos y porque las comunidades demandan según sus necesidades y como se evidenció en las visitas, no en todos los sectores se usa el recurso para un fin común.

5.4 CUMPLIMIENTO DEL ACUERDO 021 DE 2014

La Corporación Autónoma Regional de Corpoboyacá – CORPOBOYACÁ y en uso de sus facultades expidió el Acuerdo No. 021 de 16 de diciembre de 2014, “por el

cual se establece la meta global de carga contaminante para los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y Sólidos Suspendidos Totales (SST) por vertimientos puntuales en las subcuencas Sutamarchán – Moniquirá y Suárez AD con sus principales afluentes en jurisdicción de CORPOBOYACÁ, para el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2019".

Con el fin de justificar el motivo por el cual es necesario hacer un ajuste a los objetivos de calidad propuestos en la Resolución 1848 de 2014, se elaboró una tabla comparativa del avance en cumplimiento de la reducción de carga contaminantes por parte de los sujetos pasivos identificados en el 2014, y la carga anual vertida facturada.

En la tabla 28, se encuentra el total de carga anual permitida para verter por parte de los usuarios y la carga anual facturada para el año 2017, y qué para el acuerdo 021 de 2014 es año 3. Las celdas identificadas con color rojo representan el incumplimiento de la carga permitida por parte de los usuarios. Se evidencia que, para el caso la totalidad de los tramos establecidos incumplen dando como resultado el incremento del factor regional (FR) y en consecuencia a esto, el costo del cobro de la tasa retributiva también incrementa.

Tabla 40. Comparativo de carga anual vertida año 3

TRAMO	USUARIO	2.017		AÑO 3	
		DBO Cc (kg/año)	SST Cc (kg/año)	Enero 1 de 2017 a Diciembre 31 de 2017	
TRAMO 1	MUNICIPIO DE GACHANTIVA	6.444,00	6.444,00	4.573,45	4.573,45
TRAMO 1	MUNICIPIO DE SUTAMARCHAN	24.747,00	24.408,00	24.747,00	24.747,00
TRAMO 1	MUNICIPIO DE SUTAMARCHAN - PLANTA DE SACRIFICIO	0,00	0,00	582,73	263,32
TRAMO 1	MUNICIPIO DE TINJACA	8.262,00	8.262,00	5.863,73	5.863,73
TRAMO 1	MUNICIPIO DE SANTA SOFÍA	12.744,00	12.744,00	12.921,00	12.921,00
CARGA TOTAL TRAMO		**52.197,00**	**51.858,00**	**48.687,91**	**48.368,50**
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE VILLA DE LEYVA	353.599,20	175.928,40	116.190,45	116.190,45
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE VILLA DE LEYVA - PLANTA DE SACRIFICIO	0,00	0,00	4.361,75	1.971,00
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE SACHICA	34.236,00	34.236,00	20.826,90	20.826,90
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE SAMACÁ	109.530,00	109.530,00	66.630,75	66.630,75
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE SORA	9.054,00	9.054,00	7.314,60	7.341,60
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE CUCAITA	20.862,00	13.388,40	28.075,80	28.075,80
TRAMO 1S	MINAS PAZ DEL RIO S.A. - Los pinos	867,60	2.602,80	491,93	2.487,20
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE CHIQUIZA	1.504,80	1.004,40	4.139,10	4.139,10
CARGA TOTAL TRAMO		**529.653,60**	**345.744,00**	**248.031,28**	**247.662,80**
TRAMO 2	COMFABOY	568,80	417,60	323,33	584,13
TRAMO 2	MUNICIPIO DE MONIQUIRÁ	191.358,00	191.358,00	135.811,03	135.811,03
CARGA TOTAL TRAMO		**191.926,80**	**191.775,60**	**136.134,36**	**136.395,16**
TRAMO 3	MUNICIPIO DE ARCABUCO	331.758,00	81.727,20	21.713,85	21.713,85

TRAMO 3	MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE PARE	19.368,00	19.368,00	19.637,00	19.637,00
TRAMO 3	MUNICIPIO DE SANTANA	42.426,00	42.426,00	43.015,25	43.015,25
TRAMO 3	MUNICIPIO DE SANTANA - PLANTA DE SACRIFICIO	0,00	0,00	728,41	329,16
TRAMO 3	MUNICIPIO DE TOGÜÍ	13.734,00	13.734,00	8.354,85	8.354,85
TRAMO 3	MUNICIPIO DE CHITARAQUE	20.268,00	20.268,00	18.494,55	18.494,55
TRAMO 3	TRUCHAS LA MARÍA S.A.S	4.194,00	0,00	11.002,60	22.005,21
TRAMO 3	TRUCHAS LLANO BLANCO S.A.S	122,40	241,20	1.405,89	2.811,78
TRAMO 3	POVEDA AGUILERA OSCAR JOSE	252,00	504,00	855,76	1.711,52
TOTAL CARGA TRAMO		**432.122,40**	**178.268,40**	**125.208,16**	**138.073,17**

Fuente: El estudio

De igual manera, la tabla 29 muestra celdas de color rojo indicando incumplimiento de la meta permitida para ese año, en comparación al año 3, éste se caracteriza porque no todos los tramos suman considerablemente la carga vertida a la permitida. También es importante notar que la falta de implementación de sistemas de tratamiento, imposibilita cada año cumplir con las metas establecidas; pretender cumplir con los objetivos de calidad propuestos para los municipios involucrados también será un reto.

Tabla 41. Comparativo de carga anual vertida año 2

TRAMO	USUARIO	2.016		AÑO 2	
		DBO Cc (kg/año)	SST Cc (kg/año)	Enero 1 de 2016 a Diciembre 31 de 2016	
TRAMO 1	MUNICIPIO DE GACHANTIVA	6.516,00	6.516,00	5.285,20	5.285,20
TRAMO 1	MUNICIPIO DE SUTAMARCHAN	24.390,00	24.390,00	24.728,75	24.728,75
TRAMO 1	MUNICIPIO DE SUTAMARCHAN - PLANTA DE SACRIFICIO	1.436,88	649,22	874,09	394,99
TRAMO 1	MUNICIPIO DE TINJACA	8.226,00	8.226,00	6.672,20	6.672,20
TRAMO 1	MUNICIPIO DE SANTA SOFÍA	12.816,00	12.816,00	12.994,00	12.994,00
CARGA TOTAL TRAMO		**53.384,88**	**52.597,22**	**50.554,24**	**50.075,14**
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE VILLA DE LEYVA	271.918,80	234.428,40	168.602,63	168.602,63
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE VILLA DE LEYVA - PLANTA DE SACRIFICIO	8.604,00	3.888,00	5.234,10	2.365,20
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE SACHICA	34.002,00	34.002,00	31.026,83	31.026,83
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE SAMACÁ	107.946,00	107.946,00	98.500,73	98.500,73
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE SORA	9.018,00	9.018,00	7.314,60	7.314,60
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE CUCAITA	20.860,56	13.388,04	28.075,80	28.075,80
TRAMO 1S	MINAS PAZ DEL RIO S.A. - Los pinos	867,84	2.603,40	491,93	2.487,20
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE CHIQUIZA	8.568,00	8.568,00	4.139,10	4.139,10
CARGA TOTAL TRAMO		**461.785,20**	**413.841,84**	**343.385,72**	**342.512,09**
TRAMO 2	COMFABOY	567,36	418,08	316,99	572,68
TRAMO 2	MUNICIPIO DE MONIQUIRÁ	190.620,00	190.620,00	154.614,00	154.614,00
CARGA TOTAL TRAMO		**191.187,36**	**191.038,08**	**154.930,99**	**155.186,68**
TRAMO 3	MUNICIPIO DE ARCABUCO	51.180,36	22.997,04	28.791,20	28.791,20
TRAMO 3	MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE PARE	19.332,00	19.332,00	19.600,50	19.600,50
TRAMO 3	MUNICIPIO DE SANTANA	42.354,00	42.354,00	42.942,25	42.942,25
TRAMO 3	MUNICIPIO DE SANTANA - PLANTA DE SACRIFICIO	1.436,88	649,32	874,09	394,99
TRAMO 3	MUNICIPIO DE TOGÜÍ	13.716,00	13.716,00	11.125,20	11.125,20

TRAMO	USUARIO	2.016		AÑO 2	
		DBO Cc (kg/año)	SST Cc (kg/año)	Enero 1 de 2016 a Diciembre 31 de 2016	
TRAMO 3	MUNICIPIO DE CHITARAQUE	20.322,00	20.322,00	20.604,25	20.604,25
TRAMO 3	TRUCHAS LA MARÍA S.A.S	0,00	0,00	13.219,20	26.438,40
TRAMO 3	TRUCHAS LLANO BLANCO S.A.S	164,16	328,32	1.689,12	3.378,24
TRAMO 3	POVEDA AGUILERA OSCAR JOSE	252,00	504,00	1.028,16	2.056,32
TOTAL CARGA TRAMO		**148.757,40**	**120.202,68**	**139.873,97**	**155.331,35**

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Es de evidenciar que para el año 1 (tabla 30) de evaluación del quinquenio de metas, los diferentes usuarios cumplen y en efecto a que en la formulación de los objetivos de calidad se establecieron para el año 2017 a corto plazo, pretendiendo que para esa época los municipios y principales aportantes de contaminación iban a implementar sistemas de tratamiento; mancomunado con el horizonte de planificación y la proyección de cargas que fueron debidamente articuladas con la estructuración del presente acuerdo.

Tabla 42. Comparativo de carga anual vertida año 1

TRAMO	USUARIO	2.015		AÑO 1	
		DBO Cc (kg/año)	SST Cc (kg/año)	Enero 1 de 2015 a Diciembre 31 de 2015	
TRAMO 1	MUNICIPIO DE GACHANTIVA	6.552,00	6.522,00	6.643,00	6.643,00
TRAMO 1	MUNICIPIO DE SUTAMARCHAN	24.336,00	24.336,00	24.674,00	24.674,00
TRAMO 1	MUNICIPIO DE SUTAMARCHAN - PLANTA DE SACRIFICIO	1.436,88	649,32	1.456,00	658,31
TRAMO 1	MUNICIPIO DE TINJACA	8.190,00	8.190,00	8.303,75	8.303,75
TRAMO 1	MUNICIPIO DE SANTA SOFÍA	12.978,00	12.978,00	13.158,25	13.158,25
CARGA TOTAL TRAMO		**53.492,88**	**52.675,32**	**54.235,00**	**53.437,31**
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE VILLA DE LEYVA	271.918,44	233.767,44	181.149,50	181.149,50
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE VILLA DE LEYVA - PLANTA DE SACRIFICIO	8.604,00	4.547,40	8.723,50	3.942,00
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE SACHICA	33.750,00	33.750,00	34.218,75	34.218,75
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE SAMACÁ	106.344,00	106.344,00	107.821,00	107.821,00
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE SORA	8.982,00	8.982,00	9.106,75	9.106,75
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE CUCAITA	20.860,56	13.388,04	34.766,25	34.766,25
TRAMO 1S	MINAS PAZ DEL RIO S.A. - Los pinos	737,84	3.000,84	803,80	4.064,05
TRAMO 1S	MUNICIPIO DE CHIQUIZA	4.284,00	4.284,00	4.544,25	4.544,25
CARGA TOTAL TRAMO		**455.480,84**	**408.063,72**	**381.133,80**	**379.612,55**
TRAMO 2	COMFABOY	31,44	157,20	310,77	561,45
TRAMO 2	MUNICIPIO DE MONIQUIRÁ	189.792,00	189.792,00	192.428,00	192.428,00
CARGA TOTAL TRAMO		**189.823,44**	**189.949,20**	**192.738,77**	**192.989,45**
TRAMO 3	MUNICIPIO DE ARCABUCO	45.356,88	24.420,84	35.788,25	35.788,25
TRAMO 3	MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE PARE	19.278,00	19.278,00	19.545,75	19.545,75
TRAMO 3	MUNICIPIO DE SANTANA	42.264,00	42.264,00	42.851,00	42.851,00
TRAMO 3	MUNICIPIO DE SANTANA - PLANTA DE SACRIFICIO	1.436,88	649,32	1.456,82	658,31
TRAMO 3	MUNICIPIO DE TOGÜÍ	13.680,00	13.680,00	13.870,00	13.870,00
TRAMO 3	MUNICIPIO DE CHITARAQUE	20.358,00	20.358,00	20.640,75	20.640,75
TRAMO 3	TRUCHAS LA MARÍA S.A.S	1.750,68	3.501,36	13.219,20	26.438,40
TRAMO 3	TRUCHAS LLANO BLANCO S.A.S	177,96	355,98	1.689,12	3.378,24

TRAMO 3	POVEDA AGUILERA OSCAR JOSE	252,00	504,00	1.028,16	2.056,32
TOTAL CARGA TRAMO		**144.554,40**	**125.011,50**	**150.089,05**	**165.227,02**

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Se observa que el tramo crítico y que ha incumplido desde el inicio del quinquenio, es el tramo 1S comprendido por los municipios de Villa de Leyva, Sáchica, Samacá, Sora, Cucaita, Chíquiza y como actividad económica Minas Paz del Río. El cual evidencia un impacto negativo sobre las fuentes receptoras y el incumplimiento del objetivo de calidad.

5.5 FORMULACIÓN DE TRAMOS

A partir de la información propuesta en la Resolución 1848 de 2014, se observan cuatro tramos definidos perfectamente, esto se realizó basados principalmente en las condiciones socioeconómicas de los municipios y en su ubicación geográfica. Sin embargo, una vez analizada la información actual, se observa que esta distribución puede ser mejorada a tal punto que los municipios se vean más involucrados en el manejo de las aguas residuales producto de sus actividades productivas y tomen una mayor responsabilidad frente a los impactos ambientales que estas generan sobre el medio ambiente, en especial sobre la calidad del recurso hídrico.

A partir de lo anterior se propone dividir el tramo 3 en dos, es decir un tramo 3s y un tramo 3, las razones por las cuales se proponen se enuncian a continuación:

1. Actualmente los municipios que se encuentran en el tramo 3 son Arcabuco, Togüí, Chitaraque, San José de Pare, Santana y un sector rural de Moniquirá; sin embargo los municipios de San José de Pare, Chitaraque y Santana, vierten sus residuos líquidos en fuentes que desembocan en el Rio Lenguaruco y/o al Rio Suarez, las cuales además son afectadas por la actividad de municipios aledaños que están bajo la jurisdicción de la Corporación Regional de Santander (CAS) y que afectar directamente la calidad del agua de dichas fuentes hídricas, y afectan directamente el cobro de la Tasa Retributiva.
2. Por otra parte, los municipios de Arcabuco y Togüí, se encuentran dentro de la Subcuenca del Rio Ubaza, la cual va a desembocar en el Rio Suarez, es por esta razón geográfica, bajo la cual se puede sustentar la creación de un tramo más, denominado tramo 3s.
3. Finalmente, se ha observado particularmente, que las actividades industriales del municipio de Arcabuco, principalmente industrias lecheras y mineras, están generando un fuerte impacto sobre la calidad del agua de las fuentes receptoras de sus residuos líquidos, por lo cual sería oportuno crear un tramo donde este

municipio se vea más responsable dentro de sus actividades y que sus esfuerzos puedan verse reflejados en el cobro de la Tasa Retributiva.

5.6 OBJETIVOS DE CALIDAD

Para el establecimiento de los objetivos de calidad para las corrientes que se encuentran dentro del área de estudio se tuvo en cuenta:

- Se analizó la normativa local, regional y nacional en lo relacionado con el establecimiento de objetivos de calidad y los criterios admisibles para el desarrollo de actividades que involucren el uso del recurso hídrico.
- La información suministrada y contenida en el POMCA de las cuencas Media y Baja del Rio Suarez, donde se muestra el uso del suelo actual, así como el uso del suelo potencial para el área que comprende dichas cuencas.
- Por otra parte, se realizó un perfil de calidad de agua con la información suministrada por el POMCA, el cual permitió observar el estado actual de las fuentes receptoras de los vertimientos generados por los municipios que se encuentran dentro del área de estudio. Dicha información se confronto con lo establecido en la Resolución 1848 de 2014, respecto a la propuesta de usos del recurso hídrico. Posteriormente se usó la Resolución 3382 de 2015, para determinar los usos compatibles y así proceder a la formulación de los mismos.

Finalmente, se tuvo en cuenta el horizonte de planificación de los Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, que actualmente se encuentran en actualización o que han sido aprobado posterior a la expedición de la resolución 1848 de 2014, a fin de definir el largo plazo para el cumplimiento de lo establecido en el presente documento. A continuación, se muestra la información usada para el establecimiento de los objetivos de calidad de las corrientes principales en el área de estudio:

Tabla 43. Índice y Uso Propuesto

Estado de la fuente (ICA)	USO
Excelente (91-100)	• Consumo doméstico con tratamiento convencional
Buena (81-90)	• Recreativo contacto primario • Agrícola restringido • Preservación y reproducción de fauna
Regular (51-80)	• Agrícola no restringido • Recreativo contacto primario y secundario • Pecuario
Mala (26-50)	• Industrial • Estético

	• Aprovechamiento de material de arrastre
Muy mala (0-25)	• Trasporte y asimilación de aguas residuales.

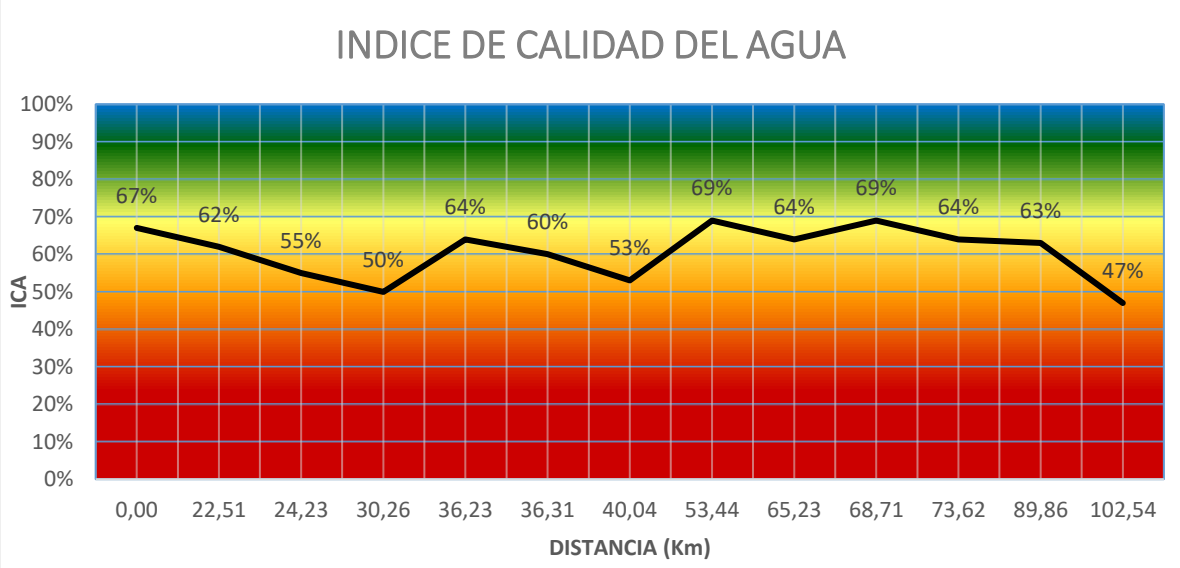
Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Tabla 44. Estaciones Perfil

N°	ESTACIÓN	DISTANCIA ENTRE ESTACION	DISTANCIA ACUMULADA (Km)	ICA (POMCA)	CALIDAD
1	Rio Raquira	0,000	0,00	67%	Regular
2	Rio Sachica	22,513	22,51	62%	Regular
3	Villa de Leyva Vda Salto y Banderas	1,718	24,23	55%	Regular
4	Puente Gachantiva a Santasofia	6,030	30,26	50%	Mala
5	Puente Moniquira Vda Coper	5,973	36,23	64%	Regular
6	Moniquira Antes de Comfaboy	0,077	36,31	60%	Regular
7	Salida Moniquira	3,726	40,04	53%	Regular
8	Final Rio Moniquira	13,399	53,44	69%	Regular
9	Rio ubaza	11,794	65,23	64%	Regular
10	Pte San Jose de Pare	3,478	68,71	69%	Regular
11	P3 Cas Suarez	4,917	73,62	64%	Regular
12	Rio Lenguaruco	16,231	89,86	63%	Regular
13	Final Rio Suarez	12,688	102,54	47%	Mala

Fuente: Corpoboyacá, el estudio

Figura 11. Perfil longitudinal cauce principal



Fuente: Corpoboyacá, el estudio

CALIDAD AGUA	ICA (%)	CONVENCION
EXCELENTE	91 - 100	
BUENA	81 - 90	
REGULAR	51 - 80	
MALA	26 - 50	
MUY MALA	0 - 25	

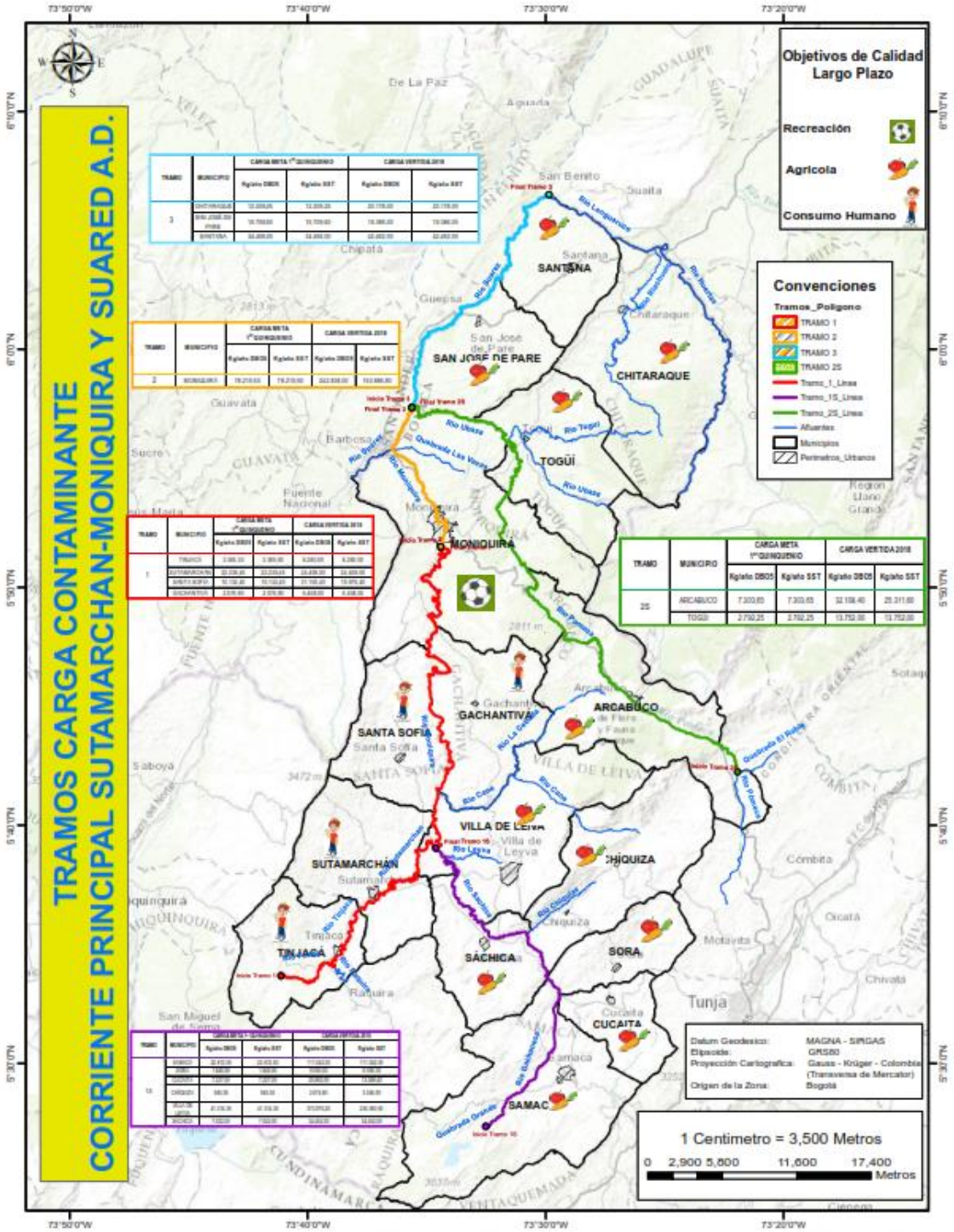
A partir de la anterior información y de los PSMV, se establece un horizonte de planificación para el cumplimiento de los objetivos de calidad para las corrientes principales del área de estudio, como se muestra a continuación:

Tabla 45. Objetivos de calidad establecidos para largo plazo

CUENCA	SUBCUENCA	TRAMO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS (ORIGEN: BOGOTÁ – DATUM: MAGNA SIRGAS)		MUNICIPIOS QUE LO COMPRENDEN	USO PREDOMINANTE ACTUAL O USOS PRINCIPALES	OBJETIVOS DE CALIDAD
				INICIO	FIN			LARGO PLAZO
RÍO SUÁREZ	RIO MONIQUIRA - SUTAMARCHAN	1	Confluencia Río Funza y Quebrada Las Peñas en Tinjacá hasta el sector el Guamo en Moniquirá.	X: 1043468.37 Y: 1106707.93 (5°33'39.70" N 73°41'6.69" W)	X: 1055835.23 Y: 1139935.96 (5°51'41.06" N 73°34'23.95" W)	TINJACA - SUTAMARCHAN – VILLA DE LEYVA - SANTA SOFIA – GACHANTIVA-MONIQUIRA	Agrícola - Pecuario - Consumo humano y domestico - Industrial	CONSUMO HUMANO TTO CONVENCIONAL
		1S	Desde la salida de la Represa Gachaneca en Samacá hasta la unión del Rio Sáchica con el Río Sutamarchán en Moniquirá.	X: 1059378.89 Y: 1095047.51 (5°27'19.71" N 73°32'30.10" W)	X: 1055488.68 Y: 1116606.83 5°39'1.64" N 73°34'35.88" W)	SAMACA - CUCAITA - SORA - SACHICA – CHIQUIZA-VILLA DE LEYVA	Agrícola - Pecuario - Consumo humano y domestico - Industrial-Recreativo	AGRÍCOLA
		2	Desde Sector el Guamo en Moniquira hasta la unión del Rio Moniquira-Rio Ubaza.y Rio Suarez entre los municipios de Moniquira y San Jose de Pare	X: 1055835.22 Y: 1139935.96 (5°51'41.06" N 73°34'23.95" W)	X: 1053600.12 Y: 1150729.25 (5°57'32.47" N 73°35'36.30" W)	MONIQUIRA	Agrícola - Pecuario - Consumo humano y domestico - Industrial	RECREATIVO CON CONTACTO PRIMARIO-
	RIO UBAZA	2S	Desde la desembocadura de la Quebrada El Roble en el Rio Pómeca entre los municipios de Cómbita y Arcabuco hasta la desembocadura del Rio Ubaza en el Rio Suarez entre los municipios de Moniquira y San Jose de Pare	X: 1078906.16 Y: 1122528.15 (5°42'13.59" N 73°21'54.70" W)	X: 1053600.12 Y: 1150729.25 (5°57'32.47" N 73°35'36.30" W)	ARCABUCO – MONIQUIRA-TOGUI-SAN JOSE DE PARE	Agrícola - Pecuario - Consumo humano y domestico - Industrial	AGRICOLA
	RIO SUÁREZ AD	3	Desde la unión del Rio Moniquira-Rio Ubaza.y Rio Suarez en los municipios de Moniquira y San José de Pare hasta la unión del Rio Suarez con el río Lenguaruco en el municipio de Santana.	X : 1053600.12 Y: 1150729.25 (5°57'32.47" N 73°35'36.30" W)	X: 1064194.96 Y: 1167242.32 N (6°6'29.67" N 73°29'51.26" W)	SANTANA-SAN JOSE DE PARE- CHITARAQUE	Agrícola - Pecuario - Consumo humano y domestico	AGRICOLA -

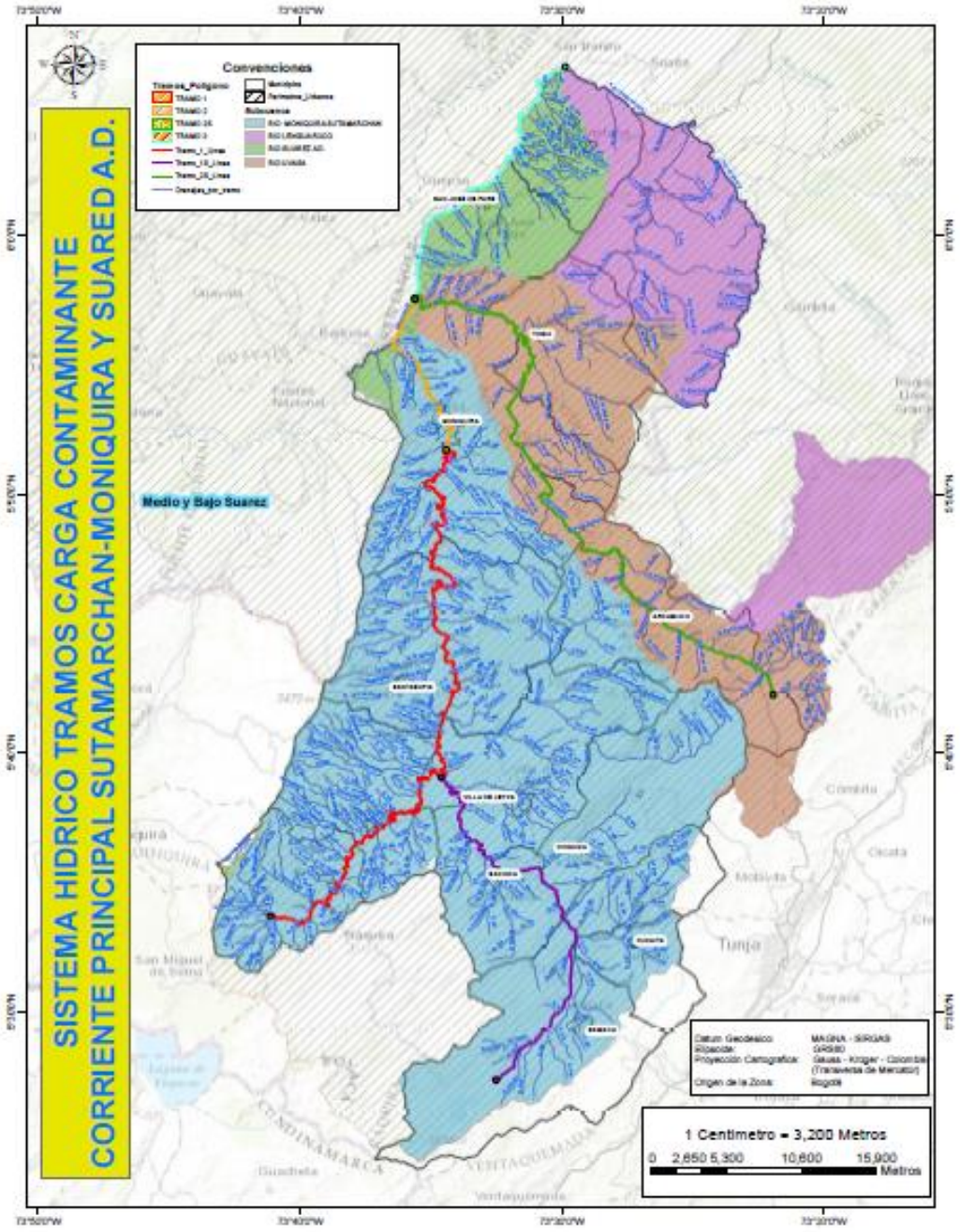
Fuente: Resolución 1433 del 10 de Mayo de 2019

Figura 12. Tramos- Objetivos de calidad corriente principal Sutamarchán- Moniquirá y Suarez A.D.



Fuente: SIAT Corpoboyaca 2018

Figura 13. Sistema hídrico nuevos tramos establecidos- Corriente principal Sutamarchán- Moniquirá y Suárez A.D.



Fuente: SIAT Corpoboyaca 2018