



RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA VMABCCGDF N° 018 /21

La Paz, **05 MAY 2021**

VISTOS Y CONSIDERANDOS

Que el Artículo 33 de la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia establece que las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado. El ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollarse de manera normal y permanente.

Que el Artículo 342 establece que, es deber del Estado y de la población conservar, proteger y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales y la biodiversidad, así como mantener el equilibrio del medio ambiente.

Que el Parágrafo I del Artículo 374 del Texto Constitucional, dispone que el Estado protegerá y garantizará el uso prioritario del agua para la vida. Es deber del Estado gestionar, regular, proteger y planificar el uso adecuado y sustentable de los recursos hídricos, con participación social, garantizando el acceso al agua a todos sus habitantes. La ley establecerá las condiciones y limitaciones de todos los usos.

Que el Parágrafo II del Artículo 347 de la Norma Fundamental establece que quienes realicen actividades de impacto sobre el medio ambiente deberán, en todas las etapas de la producción, evitar, minimizar, mitigar, remediar, reparar y resarcir los daños que se ocasionen al medio ambiente y a la salud de las personas, y establecerán las medidas de seguridad necesarias para neutralizar los efectos posibles de los pasivos ambientales.

Que el numeral 5 parágrafo II del artículo 298 refiere que el régimen de los recursos hídricos y sus servicios son competencias exclusivas del Nivel Central del Estado, son aquellas en las que un Nivel de Gobierno tiene sobre una determinada materia las facultades legislativa, reglamentaria y ejecutiva pudiendo transferir y delegar estas dos últimas.

Que el parágrafo II del artículo 374 del mismo cuerpo legal establece que el Estado protegerá y garantizará el uso prioritario del agua para la vida. Es deber del Estado gestionar, regular, proteger y planificar el uso adecuado y sustentable de los recursos hídricos, con participación social, garantizando el acceso al agua a todos sus habitantes. La Ley establecerá las condiciones y limitaciones de todos los usos.

Que la Ley N° 071, promulgada en diciembre de 2010, establece que la Madre Tierra como sujeto de derechos tiene Derecho al Agua, siendo este el derecho a la preservación de la funcionalidad de los ciclos del agua, de su existencia en la cantidad y calidad necesarias para el sostenimiento de los sistemas de vida, y su protección frente a la contaminación para la reproducción de la vida de la Madre Tierra y todos sus componentes, siendo un deber del Estado promover el reconocimiento y defensa del citado derecho. Por cuanto, la clasificación de cuerpo de aguas y la misión que se tiene para mejorar la calidad de cuerpos de agua es vital para dar cumplimiento a dicho postulado.

Que el Numeral 5 del Artículo 27 de la Ley N° 300, de 15 de octubre de 2012, Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien, establece como una base y orientación del Vivir Bien, a través del Desarrollo Integral en Agua, el regular, monitorear y fiscalizar los parámetros y niveles de la calidad del agua.

Que el Artículo 1 de la Ley 1333 de 27 de abril de 1992, de Medio Ambiente, tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población.

2021 Año por la Recuperación del Derecho a la Educación



Que, el Decreto Supremo N° 29894, modificado por el Decreto Supremo N° 0429 establece que el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal ejerce las funciones de Autoridad Ambiental Competente Nacional – AACN, en el marco de las atribuciones establecidas en la legislación ambiental.

Que el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH) conforme el Título I, Capítulo II “De las Siglas y Definiciones”, Artículo 3, inciso b) Definiciones, señala lo siguiente: que, la “AUTORIDAD AMBIENTAL COMPETENTE: El Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, MDSMA, a nivel nacional (...)” Asimismo el Título II, Capítulo I, en su Artículo 9 establece las funciones, atribuciones y competencias en lo que se refiere a la aplicación del RMCH, señalando lo siguiente: “Artículo 9.- Para efectos del presente reglamento, el MDSMA tendrá las siguientes funciones, atribuciones y competencias: “e) Aprobar la clasificación de los cuerpos de agua a partir de su aptitud de uso propuesta por la Instancia Ambiental Dependiente de la Prefectura”.

Que la Resolución Ministerial (RM) N° 0129 de fecha 13 de abril de 2017 emitida por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), aprueba el documento “Guía Metodológica para la Elaboración de la Propuesta de clasificación de Cuerpos de Agua y su Procedimiento de Aprobación”, de la clasificación de cuerpos de agua en el marco del RMCH, establece que: “**PRIMERO:** Aprobar el documento “Guía Metodológica para la Elaboración de la Propuesta de clasificación de Cuerpos de Agua y su Procedimiento de Aprobación”, (...), **SEGUNDO:** Los Viceministerios de Recursos Hídricos y Riego, Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal y la Dirección General de Planificación, quedan encargados de la difusión, ejecución, seguimiento y cumplimiento de la presente Resolución Ministerial, debiendo asumir las medidas necesarias para socializar el documento aprobado entre las Entidades Territoriales Autónomas.

CONSIDERANDO:

Que en relación a las competencias de la Autoridad Ambiental Competente Nacional, en el marco de la normativa ambiental podemos señalar que por medio del Decreto Supremo N° 24176 de 08 de diciembre de 1995 se aprueba los Reglamentos de la Ley de Medio Ambiente (RGGGA, RPCA, RMCH, RASP y RMCA). En ese sentido, cabe señalar que inicialmente los reglamentos ambientales aprobados mediante el citado Decreto Supremo, el “Ministro de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente” era la Autoridad Ambiental Competente a nivel nacional (o sea Autoridad Ambiental Competente Nacional). Por tanto, las atribuciones y competencias aprobadas en los reglamentos ambientales aprobados mediante D.S. N° 24176 como parte de la legislación ambiental, reconocía al Ministro de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente como Autoridad Ambiental Competente a nivel nacional.

Que el Decreto Supremo N° 28592 de 17/01/2006 se modifica y complementa el RGGGA y el RPCA, reconociendo al que el “**Viceministro de Recursos Naturales y Medio Ambiente es la Autoridad Ambiental Competente Nacional**”, es decir, el Artículo 2 del D.S. N° 28592 modifica el Artículo 5 del RGGGA donde se reconocía que el Ministro de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente era la Autoridad Ambiental Competente a nivel nacional (AACN); en ese sentido, la facultad de ejercer las atribuciones y competencias de la legislación ambiental hoy en día son ejercidas por el/la Viceministro/a de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal.

Que el Decreto Supremo N° 29894, posterior a las normas antes anotadas, señala en su Artículo 98 que el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos ejerce las funciones de Autoridad Ambiental Competente Nacional – AACN, en el marco de las atribuciones establecidas en la legislación ambiental [inciso d)]. Se debe mencionar que el Artículo 6 del Decreto Supremo N° 0429 (norma promulgada en 2010), modifica la estructura de diferentes Ministerios entre ellos el Ministerio de Medio Ambiente y Agua donde se modifica el nombre del Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos por el nombre actual de “Viceministerio de Medio Ambiente,

2021 Año por la Recuperación del Derecho a la Educación



Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal". En ese sentido y con las modificaciones antes analizadas, la AACN es la Autoridad que debe aprobar la clasificación de cuerpos de agua para su posterior implementación por los Gobiernos Autónomos Municipales involucrados bajo seguimiento y control de la Autoridad Ambiental Competente Departamental.

Que, el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH) de la Ley de Medio Ambiente N° 1333, señala en su Título II del Marco Institucional, que son los Gobiernos Autónomos Municipales quienes deben en el ámbito de sus jurisdicción territorial, proponer al Gobierno Autónomo Departamental la clasificación de sus cuerpos de agua en función a su aptitud de uso, para que esta instancia remita dicha propuesta a la Autoridad Ambiental Competente Nacional, para su correspondiente revisión y aprobación.

CONSIDERANDO:

Que en la gestión 2018, la Contraloría General del Estado (CGE) remite el Informe de la Auditoría Ambiental K2/AP23/S16-E1 de desempeño ambiental sobre la contaminación hídrica en las sub cuencas Tumusla y San Juan del Oro en la cuenca del río Pilcomayo, cuyos hallazgos han derivado en la formulación de 87 recomendaciones orientadas a corregir y mejorar el desempeño ambiental de las entidades evaluadas, con el fin de lograr la restauración de cuerpos de agua y reducir los riesgos de la población existente.

Que la recomendación N° 19 establece la incorporación de los programas y proyectos conducentes a la implementación de las actividades de monitoreo, clasificación de cuerpos de agua, prevención, mitigación y restauración de los cuerpos en los instrumentos del Sistema de Planificación Integral del Estado; para lo cual se ha incorporado de manera específica la clasificación de los cuerpos de agua de las cuencas Cotagaita y Tupiza.

Que en fecha 17/12/2020, mediante carta GAMC-SDAYSA-N° 125/2020, el Gobierno Autónomo Municipal de Cotagaita (GAMC), remite el documento de clasificación de cuerpos de agua de la cuenca del río Cotagaita correspondiente a su jurisdicción al Gobierno Autónomo Departamental de Potosí (GADP), para su evaluación según el procedimiento correspondiente.

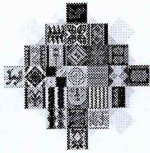
Que producto de dicha evaluación, según Informe Técnico SDMT/UGAyRN N° 120/2021, el GADP concluye que: "el documento presentado por el GAMC se encuentra conforme al formato establecido en la Guía Metodológica para la Elaboración de la Propuesta de Clasificación de Cuerpos de Agua", recomendando remitir el documento al Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA).

Que en fecha 02/03/2021, mediante nota con cite: DGADP N° 258, el GADP remite el documento de Clasificación de Cuerpos de Agua de la Cuenca del río Cotagaita, en el marco del cumplimiento al Informe de Auditoría Ambiental N° K2/AP23/S16-E1, para la evaluación conjunta entre el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego y el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal - Autoridad Ambiental Competente Nacional, según el procedimiento para la aprobación de clasificación de cuerpos de agua establecido por medio de la Resolución Ministerial N° 0129 del 13 de abril de 2017.

Que en fecha 14 de abril de 2021, se elabora el informe conjunto INF/MMAYA/VRHR/DGCRH/UPHCA N° 0064/2020 entre el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal y el Viceministerio de Recursos Hídricos, el cual concluye que de la Propuesta de Clasificación de los Cuerpos de Agua de la Cuenca del río Cotagaita remitida por el GADP cumple con los requisitos mínimos establecidos en el artículo 4, del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH) y la Resolución Ministerial N° 0129, del 13 de abril de 2017.

Que, mediante Informe Técnico INF/MMAYA/VMABCCGDF/DGMACC/UPCAM/No. 0513/2021- MMAyA/2021 N° 03706 - MMAyA/2021 N° 03693, recomienda lo siguiente: En base al análisis de la propuesta, la documentación presentada, las conclusiones expuestas

2021 Año por la Recuperación del Derecho a la Educación



que se establecen en el informe técnico conjunto INF/MMAYA/VRHR/DGCRH/UPHCA N° 0064/2020, recomienda aprobar la propuesta de Clasificación de Cuerpos de Agua de la Cuenca del Río Cotagaita propuesta por la AACD POTOSI mediante una Resolución Administrativa emitida por la Autoridad Ambiental Competente Nacional.

Que el agua es un elemento esencial no solo para la preservación de la vida, sino también para la conservación de la flora y fauna de la región. Su conservación y calidad están estrechamente vinculadas prácticamente a todas las actividades económicas y sociales en forma ineludible, así como a la salud de su población. La valoración de la calidad del agua se hizo utilizando el Índice de Clasificación conforme a la R.M. N° 0129/2017. Por lo que es responsabilidad del Estado el régimen de los recursos hídricos para el vivir bien.

POR TANTO:

El Señor Viceministro de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal, en ejercicio de sus funciones y competencias otorgadas por la Ley N° 1333 de fecha 27/04/92 - Ley de Medio Ambiente, sus Reglamentos conexos y el Decreto Supremo N° 29894 de 07/02/09.

RESUELVE:

PRIMERO: APROBAR la Clasificación de Cuerpos de Agua del Río Cotagaita del Departamento de Potosí y principales afluentes considerando que la propuesta presentada por el Gobierno Autónomo Departamental de Potosí cumple con los requisitos mínimos establecidos en el Artículo 4 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH) y la Resolución Ministerial 0129/2017 del MMAyA, de acuerdo al siguiente detalle:

Clasificación del Cuerpo de Agua de la Cuenca del río Cotagaita en la Jurisdicción del Municipio de Cotagaita

Tramo	Clase Propuesta
Tramo 1. - Río Blanco: desde RBL-02 hasta RBL-08 (confluencia río Quechisla).	D
Tramo 2. - Río Cotagaita: desde RCOT-01 (confluencia río Blanco y río Quechisla) hasta RCOT-02 (confluencia río Cayti)	D
Tramo 3. - Río Cotagaita: desde RCOT-02 hasta RCOT-05 (salida de la cuenca).	C
Tramo 4. - Río Quechisla: desde la entrada del río al municipio hasta RQ-02 (confluencia río Blanco).	C
Tramo 5.- Río Cayti: desde la entrada del río al municipio hasta RCOT-02 (confluencia río Cotagaita).	C

SEGUNDO: I. En el marco del seguimiento y control de los planes de acción, el Gobierno Autónomo Municipal de Cotagaita deberá presentar lo siguiente:

- Deberá presentar informes de monitoreos anuales del Cuerpo de Agua de la Cuenca del río Cotagaita en época de estiaje y época de lluvia, conforme los puntos y tramos aprobados en la presente clasificación, a fin de verificar la calidad del cuerpo de agua.
- Deberá presentar anualmente informes técnicos de seguimiento sobre el cumplimiento del Plan de Acción aprobado.
- Deberá identificar si corresponde las brechas de cumplimiento y proponer proyectos, actividades y tareas orientados a la prevención, mitigación y/o recuperación de los cuerpos de agua principales y afluentes.

2021 Año por la Recuperación del Derecho a la Educación



- Deberá adjuntar todos los respaldos de verificación (informes técnicos, pliegos de licitación, notas de adjudicación, reportes de seguimiento y/o monitoreo, entre otros), que permitan el seguimiento de las acciones realizadas para determinar el cumplimiento del Plan de Acción.

II. Los plazos de presentación de los citados informes y los respectivos respaldos, deberán ser presentados ante el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, no debiendo exceder treinta (30) días hábiles cumplido la gestión correspondiente.

TERCERO: En el marco de la normativa ambiental vigente, la Autoridad Ambiental Competente Departamental – AACD de Potosí deberá solicitar iniciar la Adecuación Ambiental de las Actividades Obras o Proyectos – AOPs, circundantes a la Cuenca del Río Cotagaita, para que sus vertidos se enmarquen en los nuevos límites permisibles en coherencia a su clasificación.

CUARTO: La Autoridad Ambiental Competente Departamental (AACD) del Departamento de Potosí y la Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos del Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal, en calidad de brazo técnico – operativo de la Autoridad Ambiental Competente Nacional, en el marco de la legislación vigente, deben velar por el cumplimiento de la precitada Resolución Administrativa.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.



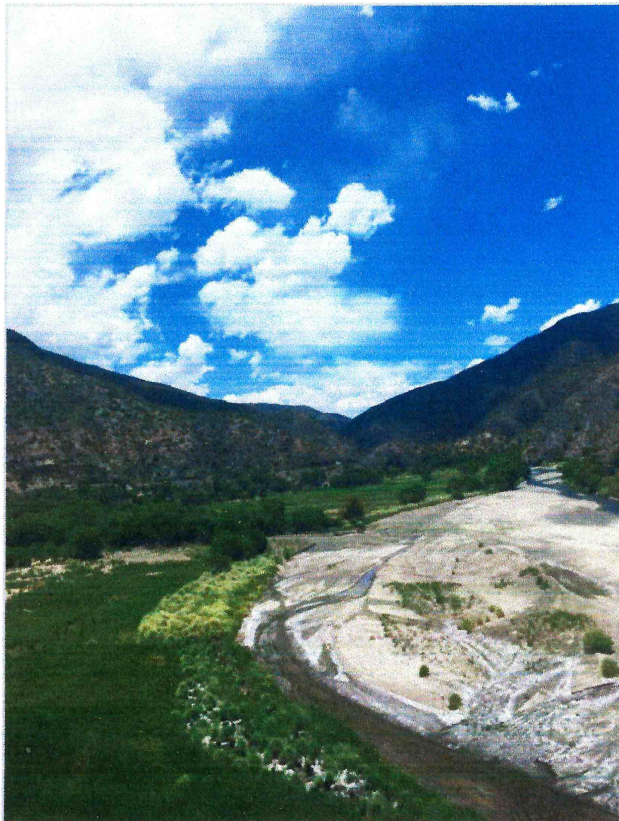

M.Sc. Ing. Magaly J. Jirera López
VICEMINISTRO DE MEDIO AMBIENTE
BIODIVERSIDAD CAMBIOS CLIMATICOS Y
DE GESTIÓN Y DESARROLLO FORESTAL
MMAYA - VMA



Gobierno Autónomo Municipal de Cotagaita

Propuesta de Clasificación de los
Cuerpos de Agua de la Cuenca del

Río Cotagaita



- *Río Blanco*
- *Río Cotagaita*
- *Río Quechisla*
- *Río Cayti*

Jurisdicción del Municipio de Cotagaita

Potosí - Bolivia

2020

Macario Navarro Quispe
Alcalde Municipal de Cotagaita

Wilfredo Blanco Alfaro
Secretario de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente

Álvaro Eyzaguirre Rodríguez
Responsable Unidad de Medio Ambiente

Lista de abreviaciones y acrónimos

AOP	Actividad Obra o Proyecto
AAC	Autoridad Ambiental Competente
BMWP	Biological Monitoring Working Party
CCA	Clasificación Cuerpos de Agua
CEDOCA	Centro de Documentación de Calidad Ambiental
DAM	Descargas Ácidas de Mina
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
GAM	Gobierno Autónomo Municipal
GAD	Gobierno Autónomo Departamental
GIRH	Gestión Integral de Recursos Hídricos
MMAYA	Ministerio de Medio Ambiente y Agua
MMM	Ministerio de Minería y Metalurgia
MIC	Manejo Integral de Cuencas
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
RMCH	Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica
RM	Resolución Ministerial
SIMOVH	Sistema de Monitoreo y Verificación Hídrica
UTO	Universidad Técnica de Oruro
VAPSB	Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico
VIPFE	Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo
VRHR	Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego

Contenido

RESUMEN	1
1 INTRODUCCIÓN	2
2 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	2
3 PROCEDIMIENTO	3
3.1 ALCANCE TERRITORIAL.....	3
3.2 DETERMINACIÓN DEL USO ACTUAL DE LOS CUERPOS DE AGUA	6
3.3 INVESTIGACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CONTAMINACIÓN	6
3.4 ESTUDIO DE LAS FUENTES CONTAMINANTES ACTUALES Y SU PROBABLE EVOLUCIÓN	6
3.5 ANÁLISIS DE AGUAS DE LOS CUERPOS RECEPTORES A SER CLASIFICADOS	6
3.6 CONDICIONES BIOLÓGICAS	7
3.7 PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN	10
4 ESTADO ACTUAL DE LOS CUERPOS DE AGUA	11
4.1 DOCUMENTACIÓN DE LOS USOS ACTUALES	11
4.2 FUENTES CONTAMINANTES DE ORIGEN NATURAL Y ANTRÓPICO	18
4.3 FUENTES CONTAMINANTES ACTUALES Y SU PROBABLE EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO.....	25
4.4 ANÁLISIS DE AGUA DE LOS CUERPOS RECEPTORES	30
4.5 CONDICIONES BIOLÓGICAS DE LOS CUERPOS DE AGUA	80
5 PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN	87
6 PLAN DE ACCIÓN BASADO EN LA CLASIFICACIÓN DEL CUERPO DE AGUA	89
6.1 OBJETIVOS	89
6.2 ÁREAS Y LÍNEAS ESTRATÉGICAS.....	89
6.3 ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN	90
6.4 MATRIZ INTEGRADA.....	91
7 ANEXOS	95

RESUMEN

En el marco de la Ley 1333 del Medio Ambiente y del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica referido a las atribuciones y competencias señaladas de los Gobiernos Municipales, el Gobierno Autónomo Municipal de Cotagaita presenta la Propuesta de Clasificación de Cuerpos de Agua de la cuenca del río Cotagaita que incluye los ríos Blanco, Quechisla, Cayti y Cotagaita.

El procedimiento seguido comprendió acciones de campo y talleres participativos para la recolección de muestras de agua y análisis de parámetros complementarios, recolección de muestras de macroinvertebrados para la determinación de condiciones biológicas e identificación de usos y fuentes contaminantes. Todos desarrollados siguiendo la Guía Metodológica para la Elaboración de Propuestas de Clasificación de Cuerpos de Agua del Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

Asimismo, se recolectó, sistematizó y analizó información generada como resultado de los monitoreos de calidad de agua que desarrolla el Gobierno Autónomo Municipal de Cotagaita en coordinación con el Gobierno Autónomo Departamental de Potosí y el Viceministerio de Recursos Hídrico y Riego del Ministerio de medio Ambiente y Agua desde la gestión 2016.

Como resultado y con base en su estado actual y deseado, la Propuesta plantea clasificar al río Blanco y parte baja del Quechisla como cuerpos de agua de Clase D, al río Cotagaita, parte media y alta del Quechisla y al río Cayti como cuerpos de agua de Clase C, acordándose realizar acciones, propuestas en el Plan de Acción correspondiente, para el control de la fuentes contaminantes, entre ellas los drenajes ácidos de mina y aguas residuales municipales, que deben implementarse para alcanzar las clases propuestas.

1 INTRODUCCIÓN

La propuesta de Clasificación de los Cuerpos de Agua de la Cuenca del río Cotagaita, ubicada en el departamento de Potosí, se presentan en cumplimiento con el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH) de la Ley de Medio Ambiente 1333 y como parte de la Política Ambiental y de Seguridad Hídrica. Su establecimiento permitirá al municipio de Cotagaita proteger y, donde corresponda, recuperar el estado de la calidad de agua de los ríos Blanco, Cotagaita, Quechisla y Cayti para beneficio de las comunidades locales de cuerdo a las políticas ambientales del país en el marco del desarrollo sostenible.

En este sentido y de acuerdo al Artículo 4 del RMCH, el Gobierno Autónomo Municipal de Cotagaita (GAM Cotagaita) desarrolló y presenta en este documento resultados de los estudios señalados como requisitos. Es decir:

1. Análisis fisicoquímico de los cuerpos de agua propuestos para su clasificación.
2. Documentación sobre el uso actual de los cuerpos de agua.
3. Investigación de las condiciones de contaminación natural y actual por aguas residuales crudas o tratadas.
4. Estudio de las fuentes contaminantes actuales y su probable evolución en el futuro en cuanto a la cantidad y calidad de las descargas.
5. Estudio sobre las condiciones biológicas.

Asimismo, en cumplimiento con la Guía: Metodología para la elaboración de la propuesta de clasificación de cuerpos de agua y su procedimiento de aprobación, aprobada mediante Resolución Ministerial N 129 del 13 de abril del 2017, se incluye el Plan de Acción basado en la propuesta de clasificación de los cuerpos de agua, el mismo que identifica acciones orientadas principalmente al control y reducción de la contaminación por actividades mineras, aguas residuales municipales, el uso de agroquímicos y actividades de aprovechamiento de áridos y agregados.

2 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La Clasificación de Cuerpos de Agua, como instrumento normativo para la gestión de la calidad hídrica, permitirá y orientará a los gobiernos nacional, departamental de Potosí y municipal de Cotagaita en la implementación de actividades, obras y proyectos de prevención y control de la contaminación hídrica, así como en la regulación y control de las descargas de origen minero, doméstico, industrial y de otras fuentes, en términos de fiscalización y seguimiento, considerando que la misma define límites máximos permisibles de cumplimiento obligatorio con el fin de garantizar los usos y disponibilidad de este recurso para el beneficio de la población local y su desarrollo.

Asimismo, la clasificación de los cuerpos de agua de la cuenca del río Cotagaita, por constituirse en parte de la cuenca transfronteriza del río Pilcomayo, se constituye en una acción que tendrá trascendencia regional debido a que considera acciones para el control de los impactos ambientales ocasionados por la actividad minera, identificada como uno de los

problemas más importantes que deterioran el estado de la calidad de los recursos hídricos de la región.

En este sentido, se establecen como objetivos de la clasificación de los cuerpos de agua de la cuenca del río Cotagaita:

- 1) Definir el estado deseado y el que se plantea alcanzar con respecto a la calidad de los cuerpos de agua de la cuenca.
- 2) Plantear medidas de prevención, mitigación y remediación sobre las fuentes contaminantes que deterioran el estado de la calidad hídrica en la cuenca.

3 PROCEDIMIENTO

A continuación, se describen el alcance y las actividades desarrolladas como parte de los estudios requeridos para el planteamiento de la propuesta de clasificación de los cuerpos de agua de la cuenca del río Cotagaita.

3.1 ALCANCE TERRITORIAL

El área de intervención corresponde a la cuenca del río Cotagaita, dentro de la jurisdicción del municipio del mismo nombre, que es parte de las subcuencas de los ríos San Juan del Oro y Tumusla de la cuenca del río Pilcomayo, que a su vez forma parte de la cuenca del río La Plata, constituida por los países de Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay. La ubicación de la cuenca se muestra en la Figura 1.

La cuenca del río Cotagaita, considerando las unidades hidrográficas Pfafstetter a nivel 5, está constituida por nueve subcuencas. La Tabla 1 presenta las características de cada una de las mismas.

Tabla 1. Subcuencas de la cuenca del río Cotagaita

Subcuenca	Código Pfafstetter	Altura min. (msnm)	Altura max. (msnm)	Altura med. (msnm)	Pendiente media (%)	Superficie (km ²)
R. Blanco	86849	2 823	5 074	3 789	36,4	1 731,39
R. Quechisla	86848	2 823	5 485	3 889	32,4	1 522,74
Parte Alta R. Cotagaita,	86847	2 737	4 158	3 312	45,8	70,27
R. Cayti	86846	2 737	5 477	3 832	34,5	689,66
Parte Media R. Cotagaita	86845	2 621	3 973	3 066	32,9	217,66
R. Totorá	86844	2 621	4 412	3 311	29,3	529,83
Parte Baja R. Cotagaita	86843	2 560	3 256	2 879	24,1	84,27
R. Limeta	86842	2 560	4 339	3 449	24,9	1 218,05
Desemb. R. Cotagaita	86841	2 420	4 046	3 019	33,5	207,62

Es importante hacer notar que en términos administrativos la cuenca Cotagaita, en su parte alta forma parte de los municipios de Tomave, Uyuni, Atocha y Cotagaita; en la cuenca media de Cotagaita y una pequeña parte de Tupiza, y la cuenca baja de los municipios de Cotagaita y Tupiza, tal como se muestra en la Figura 2.

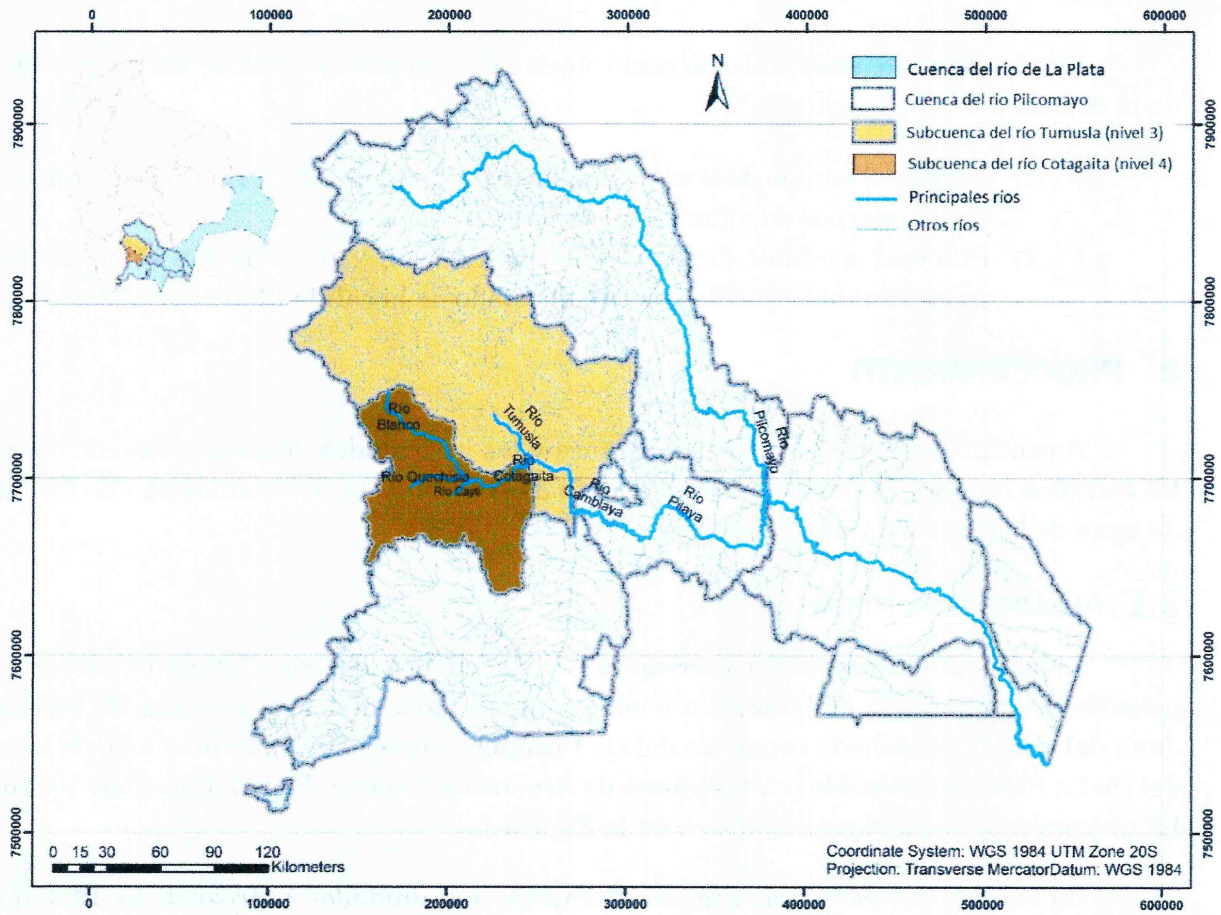


Figura 1. Ubicación de la cuenca Cotagaita en la cuenca Tumusla y Pilcomayo

Con base en el Sistema de Monitoreo y Vigilancia Hídrica del río Cotagaita (SIMOVH Cotagaita) que define la red de monitoreo (puntos de muestreo), los parámetros a analizar (básicos y específicos), la frecuencia de muestreo, el presupuesto, el sistema de información, y los responsables de las actividades (MMAyA, GAD, GAM, comunidades) se ha definido que los cuerpos de agua sujeto de clasificación son los ríos: Blanco, Quechisla, Cayti y Cotagaita de jurisdicción del municipio de Cotagaita. En La Tabla 2 se presenta la ubicación y tramos de los cuerpos de agua a clasificarse.

Tabla 2. Ubicación y tramos de los cuerpos de agua sujeto de clasificación

Río	Zona	Coordenada inicio (UTM WGS84)		Zona	Coordenadas fin (UTM WGS84)		Longitud (km)	Observación
		X	Y		X	Y		
Blanco	19K	792715	7749733	20K	206549	7702931	73,05	Hasta la confluencia con el río Quechisla
Quechisla	19K	789016	7682106	20K	206549	7702931	62,06	Hasta la confluencia con el río Blanco
Cayti	20K	221211	7685880	20K	213023	7698137	18,93	Hasta la confluencia con el río Cotagaita
Cotagaita	20K	206549	7702931	20K	246757	7710382	56,78	Tramos alto, medio y desembocadura

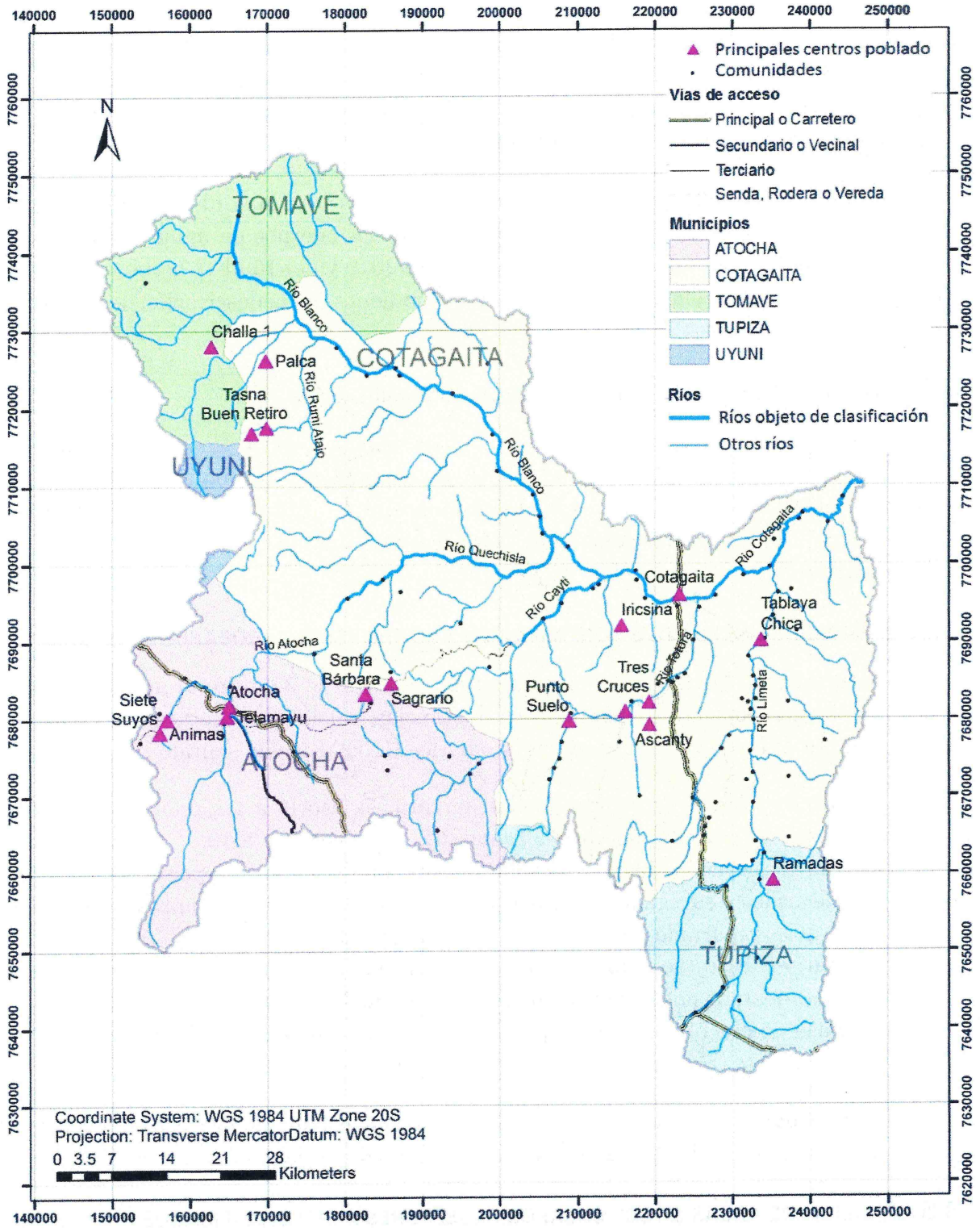


Figura 2. Delimitación de la cuenca y cuerpos de agua objeto de clasificación

3.2 DETERMINACIÓN DEL USO ACTUAL DE LOS CUERPOS DE AGUA

Para la determinación del uso actual de los cuerpos de agua, se realizaron reuniones y talleres donde se elaboraron listas de todas las actividades que se realizan entorno a los cuerpos de agua, relevando los diferentes usos establecidos en el RMCH. En estas actividades participaron representantes de sectores productivos y autoridades locales que elaboraron mapas parlantes y llenaron formularios donde se identificaron sitios o puntos clave para conocer el uso tradicional de los cuerpos de agua.

Asimismo, se realizaron recorridos por los sitios o puntos identificados para tomar fotografías que evidencien los usos identificados en los cuerpos de agua. Esta actividad se desarrolló en dos periodos: del 23 al 26/septiembre/2019 y del 15 al 16/octubre/2019. Con las fotografías tomadas, se elaboró el archivo correspondiente con la descripción de la información recolectada.

3.3 INVESTIGACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CONTAMINACIÓN

Con base en los resultados de las campañas de monitoreo precedentes realizados entre el GAM Cotagaita, el GAD Potosí, el VRHR y entrevistas a personas y autoridades de la cuenca, se identificaron las fuentes de contaminación naturales y actuales o antrópicas, las mismas que fueron verificadas por observación directa en el trabajo de campo correspondiente.

3.4 ESTUDIO DE LAS FUENTES CONTAMINANTES ACTUALES Y SU PROBABLE EVOLUCIÓN

Identificadas las fuentes contaminantes actuales, se determinaron sus orígenes y se asociaron a información disponible en instancias oficiales o indicadores estadísticos reportados por el Instituto Nacional de Estadística (INE). En este sentido:

- En el caso de la contaminación minera, se asoció a los informes de monitoreo emitidos por la Cooperativa Tasna R.L. en la gestión 2019.
- En el caso de las fuentes de sólidos suspendidos generados por el aprovechamiento de áridos y agregados, se asoció a la tasa media anual de compras de cemento 2000 – 2019 reportado por el INE para el departamento de Potosí.
- En el caso de contaminación generada por aguas residuales domésticas, manifestado por la variación en el contenido de nitrógeno amoniacal, se asoció a la tasa de crecimiento anual poblacional reportado por el INE para el municipio de Cotagaita.

Con los datos señalados, se elaboraron tablas de cálculo de proyecciones a cinco años, los mismos que adicionalmente se representaron en figuras para facilitar su interpretación.

3.5 ANÁLISIS DE AGUAS DE LOS CUERPOS RECEPTORES A SER CLASIFICADOS

Se trabajó con la información generada en el marco del Sistema de Monitoreo y Vigilancia Hídrica definido para los ríos Blanco y Cotagaita. De manera concreta, la Tabla 3

presenta las coordenadas de los sitios o puntos de monitoreo donde se realizaron los muestreos de agua en las épocas de Avenida y Seca, y la Figura 3 su ubicación en la cuenca.

Tabla 3. Red de monitoreo de calidad hídrica de la cuenca Cotagaita

Punto	Código	Coordenada X	Coordenada Y	Elevación (msnm)	Cuerpo de agua
1	RBL-01	19K 791178	7748618	3760	Río Blanco
2	RQ-01	19K 803374	7694341	3351	Río Quechisla
3	RBL-02	19K 799410	7733905	3540	Río Blanco
4	RBL-04	19K 806302	7726059	3241	Río Blanco
5	RBL-05	20K 187280	7724472	3163	Río Blanco
6	RBL-06	20K 197806	7719014	3018	Río Blanco
7	RBL-07	20K 198873	7717132	3006	Río Blanco
8	RCAI-01	20K 202981	7689936	2988	Río Cayti
9	RBL-08	20K 206478	7703287	2855	Río Blanco
10	RQ-02	20K 206554	7703254	2824	Río Quechisla
11	RCOT-01	20K 206749	7703470	2855	Río Cotagaita
12	RCOT-02	20K 213368	7698085	2775	Río Cotagaita
13	RCOT-03	20K 222504	7695366	2681	Río Cotagaita
14	RCOT-04	20K 231320	7698958	2618	Río Cotagaita
15	RCOT-05	20K 246273	7709990	2474	Río Cotagaita

Se verificaron los puntos de muestreo en trabajo de campo realizado la semana del 23 de septiembre de 2019 con la participación de personal técnico del GAD Potosí GAM Cotagaita, Atocha y Tomave, así como del VRHR.

El análisis de las muestras de agua recolectadas se encargó al laboratorio Spectrolab, ubicado en la ciudad de Oruro. Los resultados de los análisis de las muestras de aguas fueron evaluados con base en los límites establecidos en el Cuadro N° 1 del RMCH.

Asimismo, para la evaluación histórica, se sistematizó y analizó la base de datos facilitada por el VRHR correspondiente al SIMOVH Blanco y Cotagaita de las gestiones 2016, 2017, 218 y 2019.

3.6 CONDICIONES BIOLÓGICAS

De acuerdo a la Guía para la Evaluación de las Condiciones Biológicas en Cuerpos de Agua Utilizando Macroinvertebrados Bentónicos, publicado por el MMAyA, se siguió el siguiente procedimiento:

1. Identificación de puntos de muestreo, que fueron ubicados en los mismos sitios para el monitoreo de calidad de agua, tal como se muestran en la Figura 4.
2. Recolección de muestras de macroinvertebrados bentónicos en 14 sitios de monitoreo establecidos.
3. Identificación de macroinvertebrados recolectados de acuerdo a procedimientos señalados en la guía. Para este propósito, las muestras colectadas se trasladaron al laboratorio de la Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos de la Universidad Mayor de San Simón en Cochabamba.
4. Determinación del Índice BMWP Bol e interpretación de resultados.

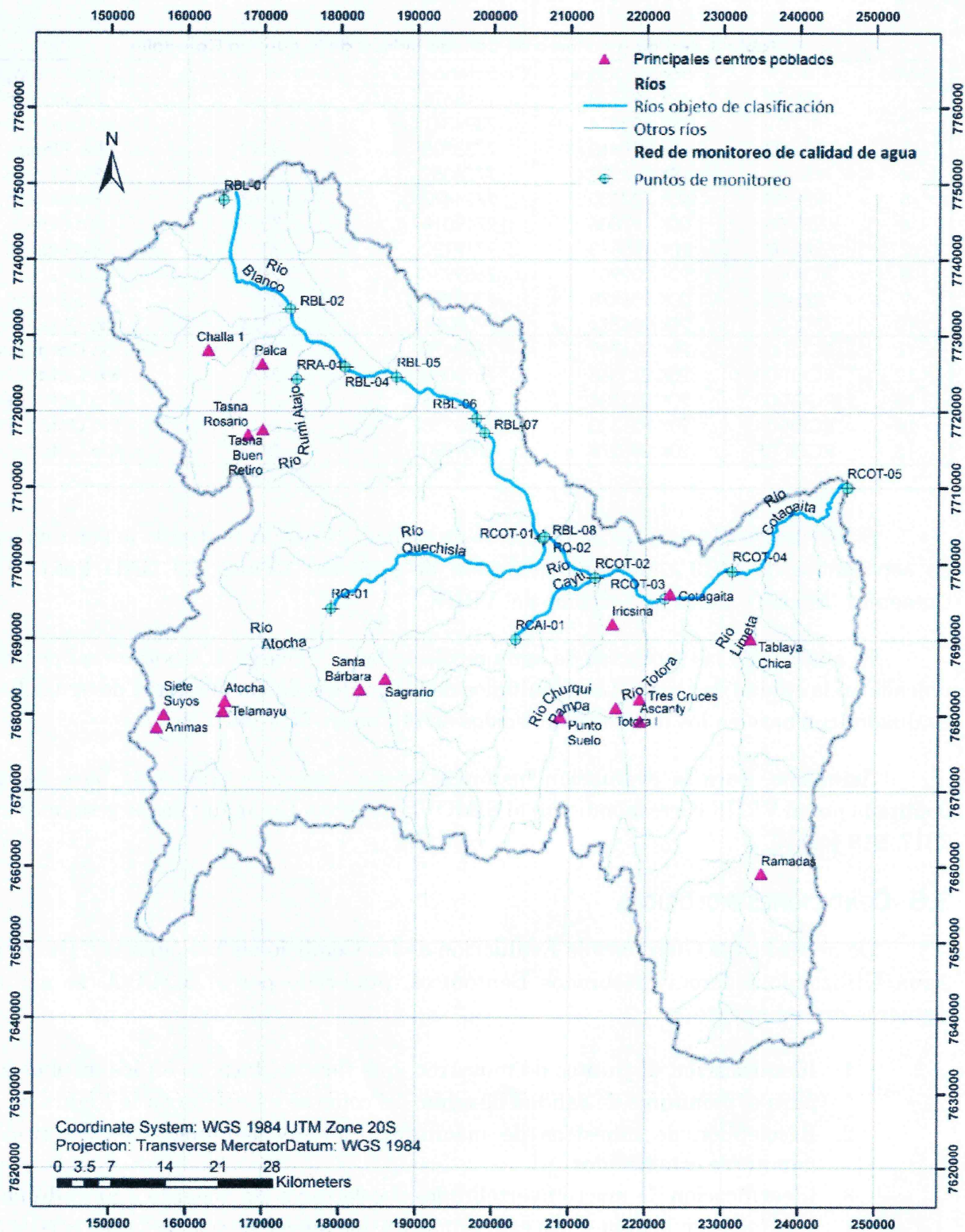


Figura 3. Red de monitoreo de calidad de agua de la cuenca del río Cotagaita

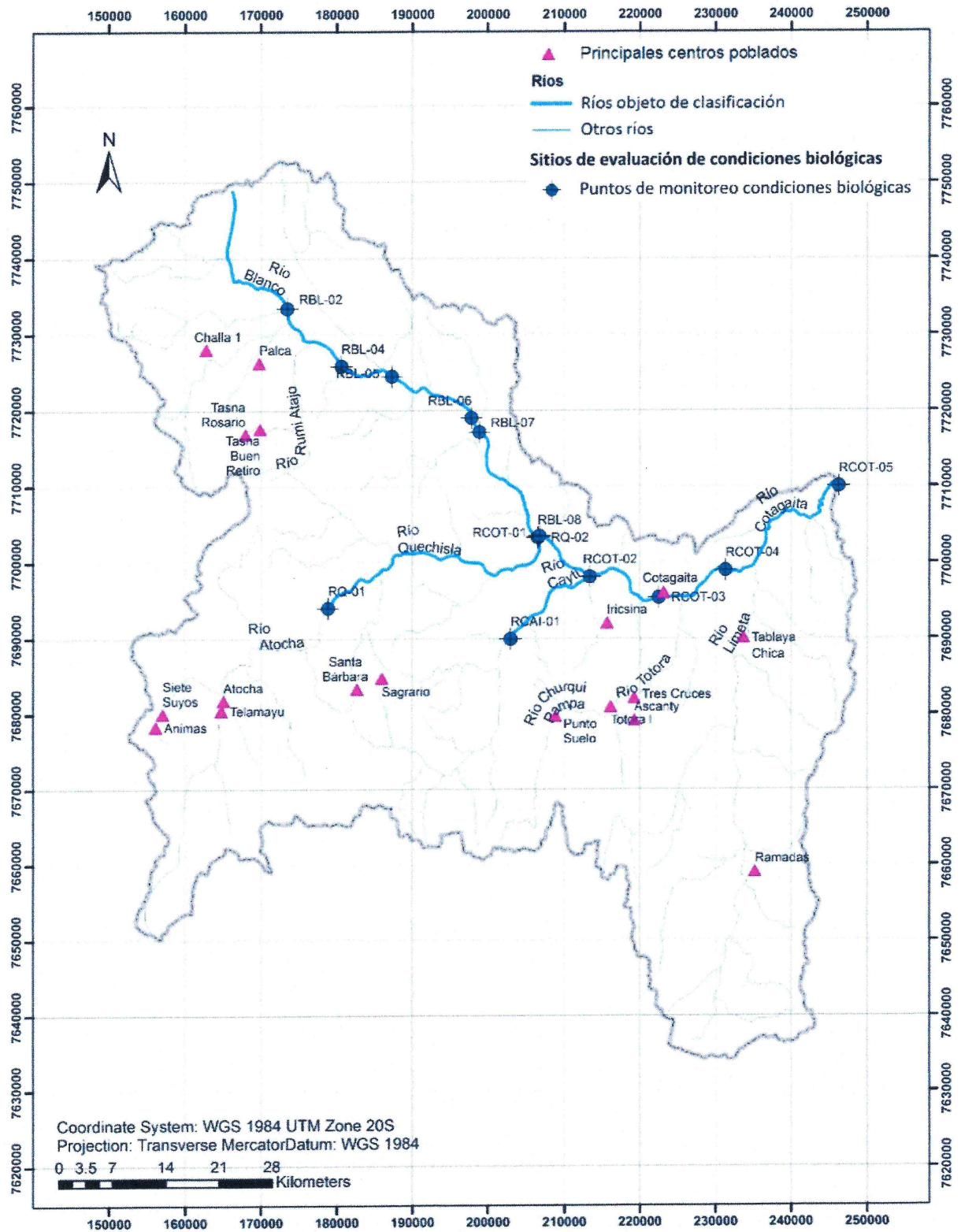


Figura 4. Red de monitoreo para la evaluación de condiciones biológicas de la cuenca Cotagaita

3.7 PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN

La formulación de la propuesta de clasificación de los cuerpos de agua comprendió los siguientes pasos:

Paso 1. Análisis espacial, con enfoque de cuenca, de los resultados obtenidos en los cinco estudios o componentes desarrollados:

- 1) Análisis de los cuerpos de agua de la cuenca.
- 2) Evaluación de las condiciones biológicas o estado ecológico de los cuerpos de agua.
- 3) Identificación de los usos de los cuerpos de agua de la cuenca.
- 4) Investigación de las condiciones de contaminación natural y actual de los cuerpos de agua.
- 5) Estudio de las fuentes contaminantes actuales y su probable evolución.

Paso 2. Identificación y delimitación de zonas de la cuenca y cuerpos de agua con diferentes tipos de uso y estado de calidad o impacto.

Paso 3. Identificación de medidas preventivas, de mitigación o remediación factibles de implementación para el control y reversión de los problemas de contaminación.

Paso 4. Elaboración de proyecciones sobre el estado de la calidad de los cuerpos de agua que se plantearía mantenerse o alcanzarse con la aplicación de las medidas preventivas, de mitigación o remediación identificadas.

Paso 5. Identificación y delimitación de tramos de los cuerpos de agua y asignación de clase de cuerpo de agua de acuerdo a normativa (Clases A, B, C y D), incluye la elaboración del mapa temático de sobre la propuesta de clasificación de los cuerpos de agua de la cuenca.

4 ESTADO ACTUAL DE LOS CUERPOS DE AGUA

4.1 DOCUMENTACIÓN DE LOS USOS ACTUALES

Para el desarrollo del presente acápite es importante mencionar que la información provino de tres fuentes; a) información secundaria, b) información primaria relevada a través de análisis de los cuerpos de agua y c) información primaria relevada a través de entrevistas con los responsables ambientales de los municipios de Atocha y Cotagaita.

A partir de la información, se identifican para toda la cuenca los siguientes usos actuales de los cuerpos de agua:

- Para abastecimiento doméstico de agua.
- Para recreación de contacto primario (natación, inmersión).
- Para riego de hortalizas (granos básicos maíz principalmente, hortalizas, papa, frutales de carozo y pepita, forraje para el ganado).
- Para abastecimiento industrial (lavado y explotación de agregados).
- Para la cría natural y/o intensiva de especies destinadas a la alimentación humana.
- Para abrevadero de animales.

En los siguientes acápites se describen los usos actuales en la cuenca Cotagaita, según los cuerpos de agua que la conforman: río Blanco, río Quechisla, río Cayti y río Cotagaita.

4.1.1 Usos actuales del río Blanco

En el río Blanco se han identificado los usos actuales que se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Resumen de usos actuales del río Blanco en los puntos de monitoreo

Coord. X	Coord. Y	Elevación (msnm)	Comunidad	Municipio	Usos del cuerpo de agua reportados y/u observados*
791178 19K	7748618	3760	Marquiri	Tomave	Riego de hortalizas; Cría de especies destinadas a la alimentación humana.
799410 19K	7733905	3540	Pilahuani	Cotagaita	Cría de especies destinadas a la alimentación humana
806302 19K	7726059	3241	Miyuni	Cotagaita	Cría de especies destinadas a la alimentación humana
187280 20K	7724472	3163	Caytola	Cotagaita	Cría de especies destinadas a la alimentación humana
197806 20K	7719014	3018	Cotagaitilla	Cotagaita	Cría de especies destinadas a la alimentación humana
198873 20K	7717132	3006	Chawisa	Cotagaita	Riego de hortalizas; Cría de especies destinadas a la alimentación humana
206478 20K	7703287	2855	Mocko Pata	Cotagaita	Riego de hortalizas; Cría de especies destinadas a la alimentación humana

(*) Para el cuadro, se incluyen coordenadas de los puntos de monitoreo, lugares en los que también se verificaron usos

Riego de hortalizas. Se identifica actividad agrícola reducida entorno al río Blanco. Las áreas agrícolas identificadas se localizan en el pie de los cerros y lechos del río, sobre ambos márgenes, en zonas con pendientes moderadas. Estas zonas agrícolas están dispersas a lo largo del cuerpo de agua (Figura 5).

La principal producción observada es el forraje (ej., maíz, cebada), seguida por papa y haba. A medida que se presentan climas más apropiados también se cultivan hortalizas. La agricultura que se desarrolla es principalmente de subsistencia, y de manera marginal la producción excedente es comercializada (AATEC, S.A.).



Figura 5. Uso de agua para riego de hortalizas entorno al río Blanco; Detalle de áreas agrícolas al pie de monte y llanura aluvial – sobre el Río Blanco antes de la confluencia con el río Quechisla

Para la cría natural y/o intensiva de especies destinadas a la alimentación humana. El uso agropecuario extensivo se combina con el pastoreo extensivo de ganada camélido y ovino. El ganado camélido también es predominante en el Distrito Río Blanco del municipio de Cotagaita (AATEC, S.A.). La cría de camélidos y ovinos consiste en el pastoreo extensivo de manera dispersa. Los animales se alimentan de pastos nativos, y existe poca asistencia técnica y veterinaria para los pequeños productores. Asimismo, se practica el pastoreo localizado de caprinos y ovinos. Este tipo de uso se caracteriza por la cría extensiva, donde el ganado se alimenta de pastos de praderas nativas (VRHR, 2018).

Por la forma de pastoreo, de manera libre y sin control, los animales beben agua en el cuerpo de agua al que tienen acceso, por tanto, el agua para ganado se constituye en un uso actual del río Blanco. Durante la visita de campo se ha evidenciado la presencia ganado bovino en los márgenes y lecho del río (Figura 6).

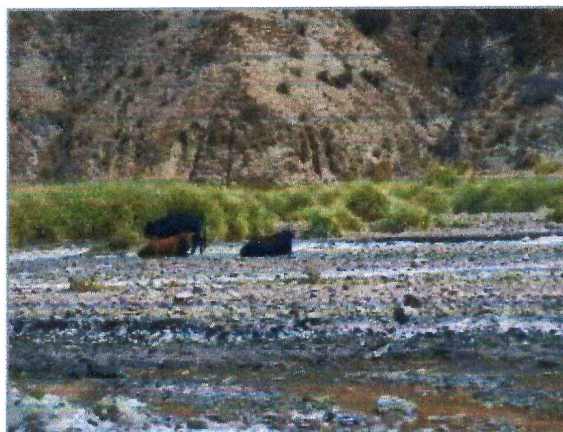


Figura 6. Uso como abrevadero de animales, sobre el Río Blanco

4.1.2 Usos actuales del río Cayti

En el río Cayti se han identificado los usos que muestra la Tabla 5.

Tabla 5. Resumen de usos actuales del río Cayti según puntos de monitoreo

Coordenada X	Coordenada Y	Elevación (msnm)	Comunidad	Municipio	Usos del cuerpo de agua reportados y/u observados
202981 20K	7689936	2988	Cayti	Cotagaita	Riego de hortalizas; abrevadero de animales; abastecimiento doméstico de agua de consumo humano

Riego de hortalizas. Se identifica actividad agrícola reducida entorno al río Cayti, más específicamente en torno a su desembocadura al río Cotagaita (Figura 7), debido a baja disponibilidad de suelos apropiados. Las escasas áreas agrícolas identificadas se localizan en el pie de monte y lechos del río, sobre ambos márgenes, en zonas con pendientes moderadas.



Figura 7. Zona agrícola en los márgenes del río Cayti

Sobre el río Cayti se encuentra el Sistema de Riego Peras Pampa Cayti, que según información reciente habrían sido concluidos. El Sistema de Riego Peras Pampa Cayti beneficia a 292 familias y tiene un área bajo riego de 171,45 ha.

Para la cría natural y/o intensiva de especies destinadas a la alimentación humana.

Se verifica uso agropecuario de ganado camélido y ovino. La cría de camélidos y ovinos consiste en el pastoreo extensivo de manera dispersa. Los animales se alimentan de pastos nativos, y existe poca asistencia técnica y veterinaria para los pequeños productores. Asimismo, se practica el pastoreo localizado de caprinos y ovinos. Por la forma de pastoreo, de manera libre y sin control, los animales beben agua de los cuerpos de agua a los que tienen acceso, por tanto, el agua para ganado se constituye en un uso actual del río Cayti.

Abastecimiento doméstico de agua de consumo humano. Se reportó uso del agua del río para consumo humano a la altura del río Cayti y nacimiento del río Cotagaita, donde el agua del río sería captada a través de galerías filtrantes.

4.1.3 Usos actuales del río Quechisla

En el río Quechisla se han identificado los usos que se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Resumen de usos actuales del río Quechisla según puntos de monitoreo

Coordenada X	Coordenada Y	Elevación (msnm)	Comunidad	Municipio	Usos del cuerpo de agua reportados y/u observados
803374 19K	7694341	3351	San Antonio	Cotagaita	Riego de hortalizas; abastecimiento doméstico de agua; recreación de contacto primario; abastecimiento industrial.
206554 20K	7703254	2824	Mocko Pata	Cotagaita	Riego de hortalizas, abrevadero de animales.

Riego de hortalizas. La agricultura en la cuenca está limitada a nichos, es decir, zonas con microclimas favorables, con acceso al riego y con disponibilidad de suelos aptos para esta actividad. Se identifica actividad agrícola reducida entorno al río Quechisla (Figura 8). La actividad agrícola es más intensa en la nacimiento del río Cotagaita (donde confluye con el Quechisla), ya que se presentan condiciones más favorables para la actividad.

El Sistema Ampliación Microrriego Tholaphujru-Villa Solano, en el municipio de Atocha, se encuentra localizado en un tributario del río Quechisla o Atocha, aguas arriba de la confluencia con el río Cotagaita. De manera similar, el Sistema de Riego Ciénega, en el municipio de Cotagaita, se encuentra localizado sobre el río Quechisla antes de confluir con el río Cotagaita.

Abrevadero de animales. El uso agropecuario extensivo se combina con el pastoreo extensivo de ganado camélido y ovino en el municipio Atocha (VRHR, 2018) que utilizan agua del río Quechisla. Por la forma de pastoreo, de manera libre y sin control, los animales beben agua de los cuerpos de agua a los que tienen acceso, por tanto, el agua para ganado se constituye en un uso actual del río. Durante la visita de campo de manera visual se verifica la presencia de ganado bovino en los márgenes y lecho del río.

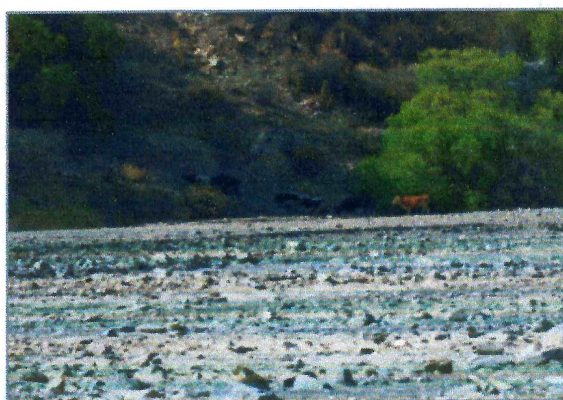


Figura 8. Abrevadero de animales, sobre el Río Quechisla

Abastecimiento domestico de agua de consumo humano. Con base en la información del Plan Territorial de Desarrollo Integral 2017 – 2021 de Atocha, se identifica como fuentes de agua para consumo humano, entre otras fuentes subterráneas, en partes del río Quechisla. La mayoría de estas fuentes de agua son permanentes, exceptuando el río de las comunidades de Tacmari y Portugaleta (en Atocha).

Del total de comunidades del municipio de Atocha (24), el 54% dispone de agua potable mediante piletas domiciliarias o piletas públicas, el restante 46% se provee mediante el uso de pozos, vertiente, ríos u otros. En las comunidades del área rural debido a la dispersión de las viviendas la cobertura del agua potable es complicada y normalmente los SAP llegan a la escuela y viviendas próximas como el caso de Tacmari, Guadalupe, Flores Palca y otros.

El uso del agua del río para consumo humano fue reportado de manera explícita por pobladores de la Comunidad San Antonio (cerca del río Quechisla, aguas abajo de Atocha). El agua de este río se recolecta en baldes y se filtra en paños para su uso o consumo.

Recreación de contacto primario (lavado de ropa y aseo personal). De manera similar, pobladores de la Comunidad San Antonio (próxima al río Quechisla) reportaron uso del agua del río para lavado de ropa y aseo, así como en las nacientes del río Cotagaita.

Abastecimiento industrial (lavado y explotación de agregados). Durante la verificación a los sitios, se evidenció la existencia de esta actividad como un uso actual del río Quechisla, principalmente a la altura de la localidad de Atocha (Figura 9).



Figura 9. Abastecimiento industrial, aprovechamiento de agregados próximo a Atocha, río Quechisla

4.1.4 Usos actuales del río Cotagaita

En el río Cotagaita se verifica los usos que se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7. Resumen de usos actuales río Cotagaita según puntos de monitoreo

Coord. X	Coord. Y	Elevación (msnm)	Comunidad	Municipio	Usos del cuerpo de agua reportados y/u observados
206749 20K	7703470	2855	Mocko Pata	Cotagaita	Riego de hortalizas; cría natural y/o intensiva de especies destinadas a la alimentación humana, abastecimiento doméstico de agua.
213368 20K	7698085	2775	Cotagaitilla	Cotagaita	Riego de hortalizas; cría natural y/o intensiva de especies destinadas a la alimentación humana, abastecimiento doméstico de agua; abastecimiento industrial.
222504 20K	7695366	2681	Cotagaita	Cotagaita	Riego de hortalizas; cría natural y/o intensiva de especies destinadas a la alimentación humana, abastecimiento doméstico de agua; abastecimiento industrial.
231320 20K	7698958	2618	Tutti	Cotagaita	Riego de hortalizas; cría natural y/o intensiva de especies destinadas a la alimentación humana, abastecimiento doméstico de agua; abastecimiento industrial.
246273 20K	7709990	2474	Palca Higuera	Cotagaita	Riego de hortalizas; cría natural y/o intensiva de especies destinadas a la alimentación humana, abastecimiento doméstico de agua; abastecimiento industrial.

Riego de hortalizas. La actividad agrícola se localiza entre pie de montaña y lechos de los ríos Cotagaita y Totorá, sobre ambos márgenes y en zonas con pendientes moderadas (Figura 10).



Figura 10. Zona agrícola entorno al Río Cotagaita, zonas de Chollcapa y Mocko Pata

Según el Censo Agropecuario 2013, en el municipio de Cotagaita existen 3 297 *ha* dedicadas a la actividad agrícola. Del total de la superficie agrícola, 2 551 *ha* son cultivos de verano, de las que 2 527 *ha* son de verano con riego y 24 *ha* de verano sin riego. La superficie de invierno con riego es de 4 *ha*. Los cultivos son rotativos, siendo el maíz el principal cultivo. Se cultivan también frutas (uva, durazno, manzana, higo, etc.) además de hortalizas (zanahoria, lechuga, tomate). Los sistemas de riego implementados utilizan agua del río Cotagaita y, en menor proporción, agua de manantiales.

Para la cría natural y/o intensiva de especies destinadas a la alimentación humana. En la zona media de la cuenca la actividad pecuaria está basada en la crianza de ganado caprino y ovino, y en los valles en el ganado bovino para engorde. El ganado caprino es el de mayor importancia, según el Censo Agropecuario 2013, en Cotagaita existen 89 744 cabezas de ganado caprino y 15,725 cabezas de ganado bovino. La actividad ganadera se practica en todo el municipio de Cotagaita con distintos grados de intensidad.

La cría de ganado es una actividad complementaria a la agricultura que se desarrolla en las áreas utilizadas para agricultura de subsistencia.

Abastecimiento doméstico de agua para consumo humano. Las principales fuentes de agua para consumo humano corresponden a manantiales presentes en la cuenca, cuyos caudales varían entre 1 y 1,5 L/s. No obstante, en época seca los ríos Cotagaita y Totora se constituye para varias poblaciones en la fuente de agua para consumo humano, como es el caso de las poblaciones de Challa Uno, Ascanty, donde los pobladores se proveen directamente del río o las acequias.

Abastecimiento industrial (lavado y aprovechamiento de áridos y agregados). Próximos a los centros con mayor población, como es el caso de Cotagaita (puente de Cotagaita), en el mismo cause del río se observan pequeñas actividades de aprovechamiento de áridos y agregados para la construcción de infraestructura en la zona (Figura 11).



Figura 11. Aprovechamiento de agregados en Cotagaita, a la altura del puente Cotagaita

4.2 FUENTES CONTAMINANTES DE ORIGEN NATURAL Y ANTRÓPICO

Las fuentes contaminantes de origen natural y antrópico en la cuenca del río Cotagaita están asociadas principalmente a las características geológicas de la región y a los efluentes de origen doméstico provenientes de los centros poblados. En este contexto, con base en los resultados obtenidos de los ensayos de análisis fisicoquímicos aplicados a muestras de agua recolectadas en las épocas de avenida y seca, en los siguientes puntos se presentan las fuentes contaminantes de origen natural y antrópico por cuerpo de agua.

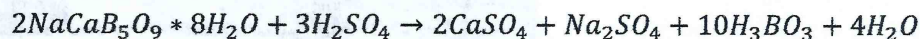
4.2.1 Fuentes contaminantes de origen natural

Los resultados de los monitoreos de época seca y de avenida muestran al boro y, en algunos casos, al magnesio como elementos de origen natural cuyas concentraciones sobrepasan los límites máximos permitidos en cuerpos de agua de Clase D y cuya fuente correspondería a formaciones geológicas conteniendo ulexita ($NaCaB_5O_9 \cdot 8H_2O$) y, en menor proporción, halita ($NaCl$) que se estarían disolviendo en las corrientes de agua o manantiales que escurren de las partes altas de la serranía de la cuenca.

Entre estas corrientes destaca el arroyo de la población de Durazno Palca que descarga sus aguas en el río Blanco con $pH > 8$ debido a la disolución de la ulexita. Como referencias, la solubilidad de la ulexita está alrededor de 0,7 g B/100 g H_2O entre 10 y 15 °C y produce una solución con pH entre 8,5 y 8,7¹.

En los cuatro cuerpos de agua objeto de la clasificación los valores de concentración registrados en las gestiones 2018 y 2019 para el boro están entre 1 a 2 mg/L, para el calcio alrededor de 100 mg/L y para el sodio entre 50 y 60 mg/L, con muy poca variación entre las épocas de avenida y seca, hecho que ratificaría principalmente el origen natural del boro. La presencia observada de magnesio es muy probable que se pueda deber a la presencia del borato hydroboracita ($CaMg[B_3O_4(OH)_3]_2 \cdot 3H_2O$), que vendría también asociada a la ulexita.

Es importante señalar que la sustancia salina de color blanco depositada en los bordes del río Blanco y Cotagaita (Figura 12) corresponde al sulfato de calcio o yeso ($CaSO_4$) formado por reacción de los iones sulfato, que contienen las aguas ácidas de mina que son vertidos en los cuerpos de agua, con los iones calcio, que contienen las aguas de las corrientes que atraviesan las formaciones de ulexita. Se debe notar que el boro permanece soluble observándose por tanto su presencia en toda la cuenca. La siguiente ecuación presenta la reacción química correspondiente.



Asimismo, se debe recordar que la ulexita es utilizada como fertilizante adecuado para la agricultura orgánica por ser fuente de boro, de la misma manera el magnesio que viene

¹ Garcés, I., Reyes, J., Geraldo C. y Yunis F. (1999), Minerales de Boro: Solubilidad de ulexita en H_2O . Densidades, viscosidades e índices de refracción entre 15° y 80°C, V Conferencia Iberoamericana sobre Equilibrio entre Fases para el Diseño de Procesos, Actas EQUIFASE, Vigo, España.

acompañando a este mineral. En el caso del sulfato de calcio, se conoce que es utilizado también en la agricultura como acondicionador y fuente de calcio precisamente.

En este sentido, si bien los contenidos de boro y magnesio registrado en los cuerpos de agua están por encima de los límites máximos permitidos en cuerpos de agua de clase A, B, C y D, al parecer podrían estar beneficiando a la agricultura por sus propiedades de micronutrientes o fertilizantes, además de constituirse en reguladores de la acides o pH del suelo.



Figura. 12. Depósitos de sulfato de calcio observados en los márgenes de los ríos Blanco y Cayti

4.2.2 Fuentes contaminantes de origen antrópico

Las fuentes contaminantes de origen antrópico están constituidos principalmente por aguas residuales domésticas, efluentes de operaciones mineras, efluentes de actividades económicas y de servicios, como es el caso del aprovechamiento de áridos y agregados, mataderos, lavaderos de autos y otros, además de residuos sólidos que son descargados y depositados en los cuerpos de agua de la cuenca.

Las aguas residuales domésticas corresponden principalmente a los centros poblados de los municipios de Atocha y Cotagaita, que en ningún caso cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales. La Tabla 8 y la Figura 13 presentan las comunidades y población que descargan sus aguas residuales sin tratamiento en los cuerpos de agua de la cuenca del río Cotagaita.

Según datos del último Censo de Población y Vivienda 2012, el municipio con mayor cobertura de alcantarillado sanitario es Atocha (84.18%), mientras que el municipio de Cotagaita tiene una cobertura baja (32.16%). Sin embargo, en ambos casos el sistema de alcantarillado descarga su efluente en los cuerpos de agua sin tratamiento, como se señaló antes.

Es así que, considerando adicionalmente a la población que utiliza las quebradas o ríos como cuerpos receptores de sus efluentes, que en el caso de Atocha 3,24% y en Cotagaita es de 1,16%, el total de la población que estaría descargando sus aguas residuales en los cuerpos de agua sería de 7 303 en Atocha y 4 665 en el caso del municipio de Cotagaita.

Tabla 8. Principales centros poblados de la cuenca del río Cotagaita

Municipio	Comunidad	Habitantes
Atocha	Animas	1 599
	Atocha	2 241
	Santa Bárbara	2 227
	Siete Suyos	1 223
	Telamayu	1 065
	Sub Total	8 355
Cotagaita	Ascanty	498
	Challa 1	420
	Collpa 1	588
	Cotagaita	3 931
	Iricsina	668
	Palca	450
	Punto Suelo	553
	Ramadas	996
	Sagrario	889
	Tablaya Chica	487
	Tasna Buen Retiro	813
	Tasna Rosario	2 493
	Totora I	724
Tres Cruces	491	
	Sub Total	14 001
	TOTAL	22 356

Con respecto a la gestión de residuos sólidos, el servicio público de recolección en carro basurero es la forma predominante en el municipio de Atocha, mientras que en el municipio de Cotagaita predomina la quema de basura. No obstante, en estos municipios se reporta que depositar o botar la basura al río es práctica común de cerca del 20 % de la población (aproximadamente 4 471 habitantes). Se estima que se produce alrededor de 0,26 kg/hab/día de residuos sólidos en Atocha y 0,31 kg/hab/día en Cotagaita.

Sobre los efluentes provenientes de la actividad minera, según el Diagnóstico Integral Participativo de la Cuenca Cotagaita y Análisis de la Problemática en la Cuenca (VRHR/MMAyA 2018), el proceso de contaminación se origina en las cabeceras de los ríos, debido a la descarga directa de aguas ácidas de mina o drenajes ácidos de mina (DAM) y efluentes de ingenios o sistemas de concentración de minerales.

Los DAM, como se observa en los resultados de los monitoreos de cuerpos de agua, se constituyen en fuentes de metales pesados que son liberados o disueltos como consecuencia de procesos espontáneos de oxidación y lixiviación bacteriana que se genera en el interior de las minas y que deben ser desalojadas de las mismas para permitir el acceso de los operadores.

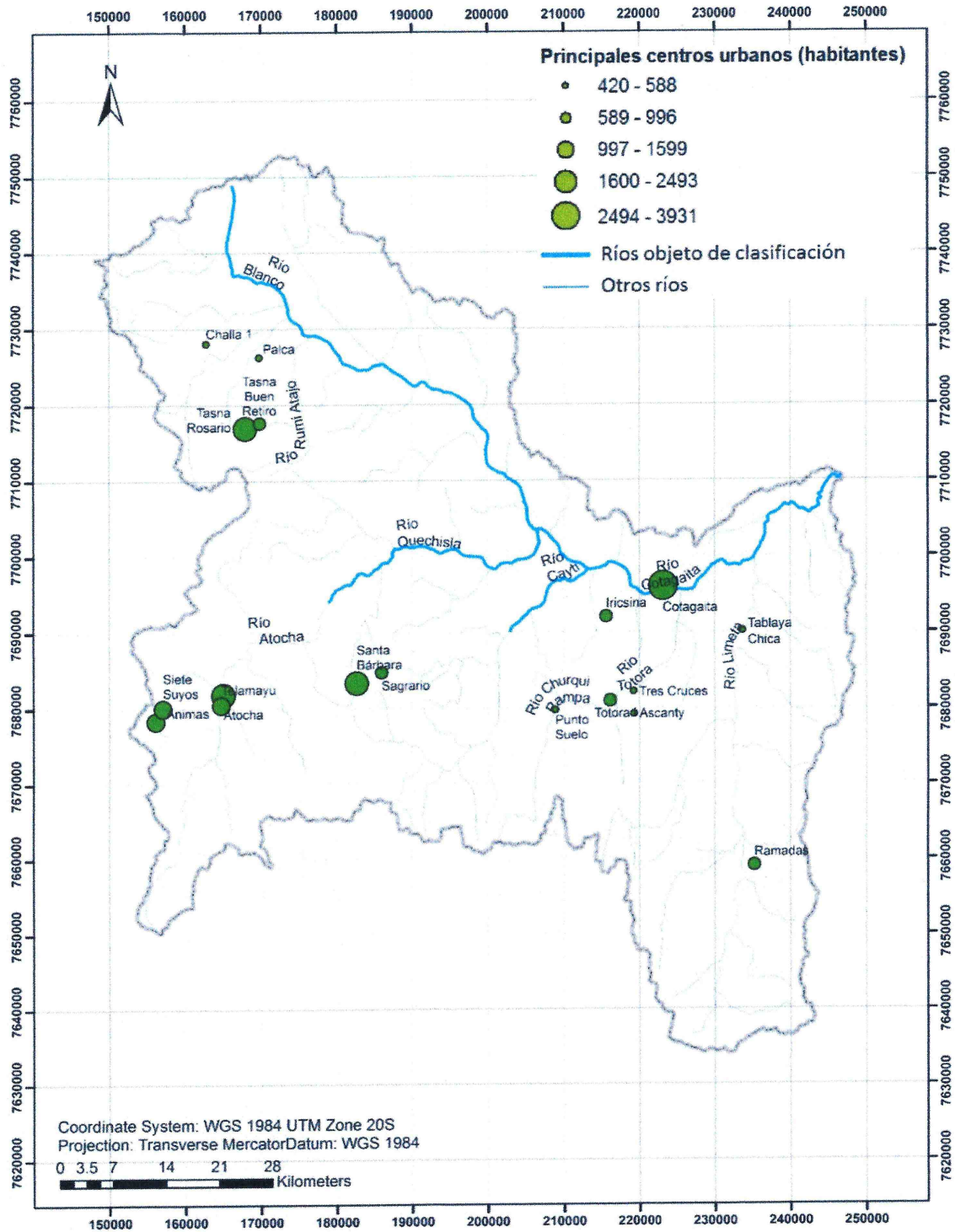


Figura 13. Principales centros poblados de la cuenca del río Cotagaita.

Asimismo, los efluentes de ingenios mineros transportan principalmente sólidos en suspensión que corresponden a minerales de baja ley o colas y que son descargados sobre los cauces principales próximos a los centros mineros.

Como se puede notar en la Figura 14, la mayor actividad minera está ubicada en la parte alta de la cuenca con alrededor de 90 concesiones con influencia en los ríos Blanco, Quechisla, Cayti, Totora y Limeta, los dos últimos de bajo caudal. La Tabla 9 presenta los centros mineros y los cuerpos de agua que son impactados por sus efluentes.

Tabla 9. Centros mineros activos y cuerpos de agua impactados por sus efluentes

Municipio	Centro Minero	Tipo de Efluente		Cuerpos Receptores
		Drenaje Ácido de Mina	Efluente de Ingenio	
Cotagaita	Tasna Rosario	Si	Si	Río Blanco
	Tasna Buen Retiro	Si	Si	Río Blanco
	Isca Isca	Si		Río Cotagaita
	Cotagaita	Si		Río Cotagaita
	Almona Comaca	Si		Río Cotagaita
	Victoria Pompaya	Si		Río Cotagaita
	Pampa Chica	Si		Río Cotagaita
Atocha	Ánimas	Si	Si	Río Quechisla
	Atocha	Si	Si	Río Quechisla
	Santa Bárbara	Si		Río Quechisla
	Telamayu		Si	Río Quechisla
	Chorolque	Si		Ríos Quechisla y Cayti
	Siete Suyos	Si		Río Quechisla
	Inocentes	Si		Río Quechisla
	Chocaya	Si		Río Quechisla
	Gran Chocaya	Si		Río Quechisla
	Santa Ana	Si	Si	Río Quechisla
	Fierro Uno	Si		Río Cayti

Otras fuentes contaminantes identificadas, de menor impacto, corresponden a los mataderos municipales ubicados en las poblaciones de Atocha y Cotagaita, los lavaderos de automóviles ubicados en estas mismas poblaciones que descargan sus efluentes con aceites, grasas y detergentes sobre los ríos Quechisla y Cotagaita respectivamente, y los plaguicidas utilizados en actividades agrícolas para la producción de maíz, uva, durazno y papa principalmente.

La Figura 15 muestra las imágenes de las fuentes contaminantes identificadas en el trabajo de campo realizado durante el mes de octubre del 2019.



Figura 15. Fuentes contaminantes identificados en los municipios de Cotagaita y Atocha.

4.3 FUENTES CONTAMINANTES ACTUALES Y SU PROBABLE EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO

Los resultados obtenidos durante los monitoreos de época seca y de avenida identifican como principales fuentes contaminantes, en orden de impacto, a los drenajes ácidos de mina (DAM), que proviene del centro minero Tasna, los efluentes de actividades de aprovechamiento de áridos, ubicados principalmente sobre el río Quechisla y en la zona baja del río Cotagaita, y las aguas residuales domésticas y efluentes de mataderos (aguas residuales municipales), provenientes de las poblaciones de Tasna y Cotagaita. A continuación, se describe la evolución de cada una de estas fuentes.

4.3.1 Drenajes ácidos de mina

En el centro minero de Tasna, se tienen identificadas cinco bocaminas de donde se descargan drenajes ácidos de mina:

1. Bocamina Nivel 260.
2. Bocamina Jerusalén.
3. Bocamina Nivel 96 – Oficina
4. Bocamina Nivel 6 – Farellón Viejo.
5. Bocamina Alianza.

De estas cinco bocaminas, los DAM con mayor caudal corresponden a la Bocamina Nivel 260, con alrededor de 3 L/s en época seca y 10 L/s en época de avenida, y la Bocamina Nivel 96 – Oficina, con alrededor de 5 L/s en época seca y 20 L/s en época de avenida.

A pesar de los cambios en los caudales de los DAM en las épocas seca y de avenida, el contenido registrado de metales pesados Plomo (Pb) y Cadmio (Cd), así como en el nivel de pH, entre las gestiones 2015 y 2020 muestran muy poca variación. Así, en la Bocamina Nivel 96 – Oficina, que es el caso más representativo por el caudal y sus características fisicoquímicas críticas, las variaciones presentadas son las siguientes (Tabla 10):

- El pH en época de avenida varía entre 1,8 y 2,6 (ΔpH 0,8), y en época seca entre 2,0 y 2,8 (ΔpH 0,8). Entre ambas épocas el pH varía entre 1,8 y 2,8.
- El contenido de Cd en época de avenida varía entre 0,3 y 0,5 mg/L (ΔCd 0,2), y en época seca entre 0,1 y 0,3 mg/L (ΔCd 0,2). Entre ambas épocas el contenido de Cd varía entre 0,1 y 0,5 mg/L, y
- El contenido de Pb en época de avenida varía entre 1,0 y 2,3 mg/L (ΔPb 1,3) y en época seca entre 0,2 y 1,3 mg/L (ΔPb 1,1). Entre ambas épocas el contenido de Pb varía entre 0,2 y 2,3 mg/L.

Asimismo, como se puede notar en las Figuras 16 y 17, el nivel de pH y el contenido de metales pesados en los DAM muestran no variar en el tiempo, permaneciendo entre los rangos antes señalados.

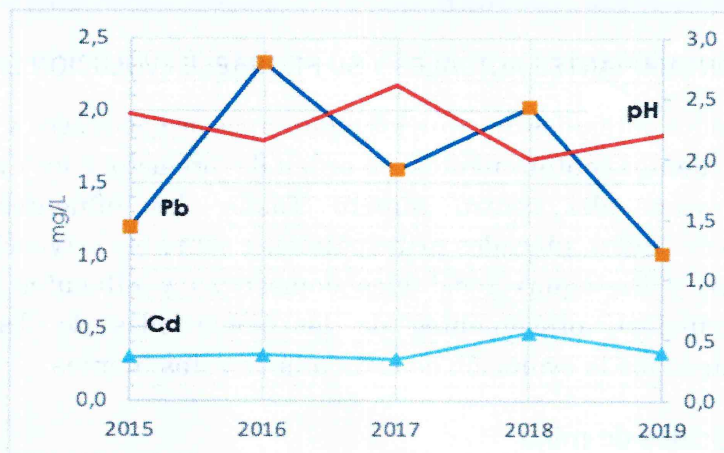


Figura 16. Variación del pH, Pb y Cd en la Bocamina Nivel 96 – Oficina en época de avenida de las gestiones 2015 al 2019.

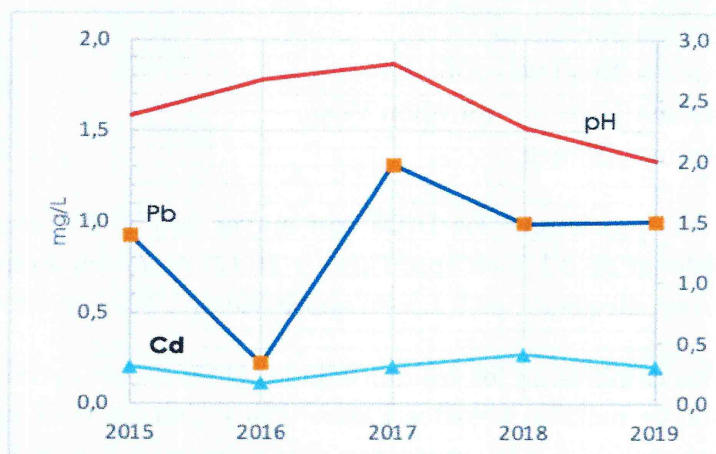


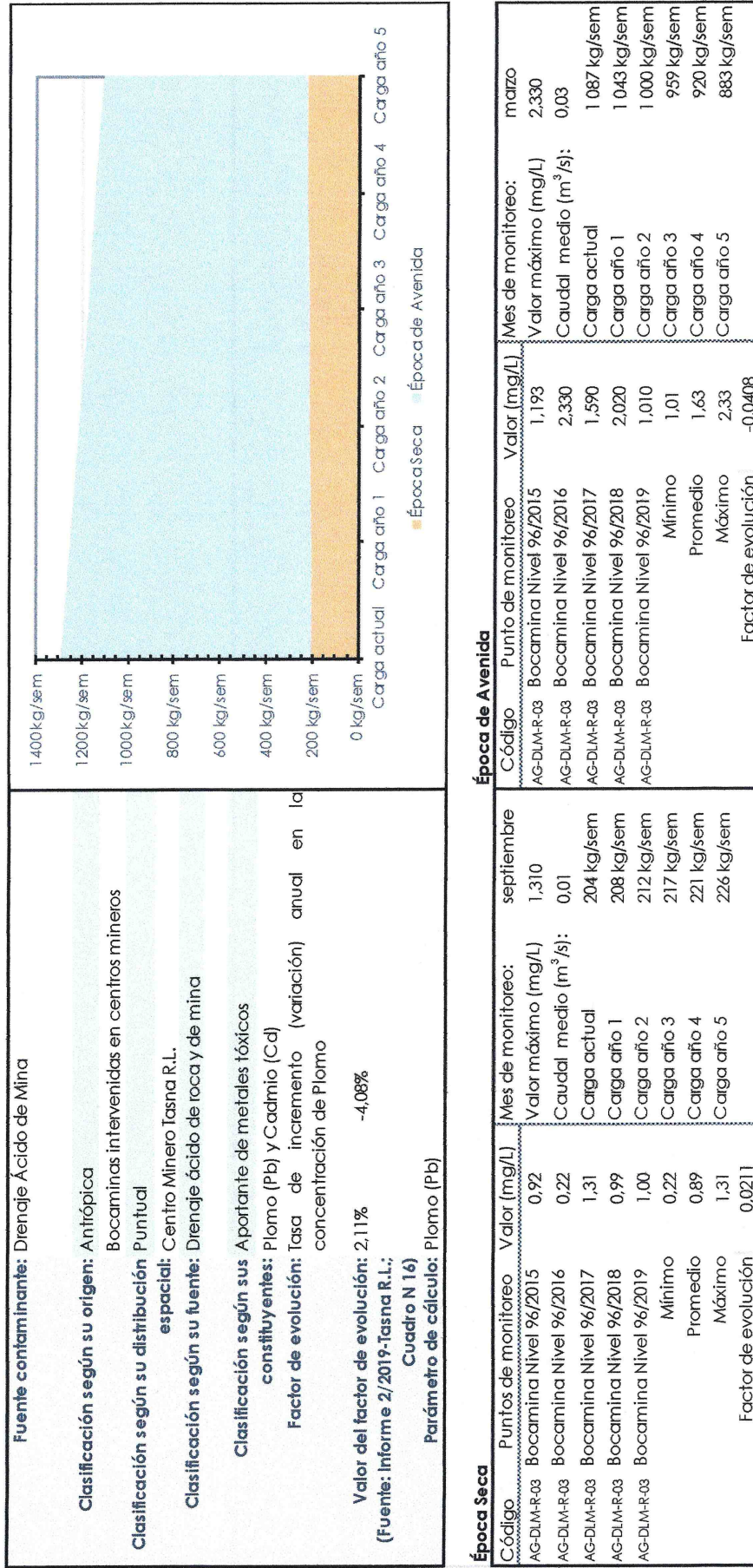
Figura 17. Variación de pH, Pb y Cd en la Bocamina Nivel 96 – Oficina en época seca de las gestiones 2015 al 2019.

4.3.2 Efluentes de actividades de aprovechamiento de áridos

Las actividades de aprovechamiento de áridos, ubicados en los ríos Quechisla y Cotagaita, promueven la incorporación de sólidos suspendidos totales en el río Cotagaita en cantidades que varían entre 26 y 92 mg/L en época seca y entre 146 y 754 mg/L en época de avenida. Su evolución está relacionada con las construcciones civiles urbanas y esta a su vez con la tasa media anual de compras de cemento 2000 – 2019 en el departamento de Potosí, reportado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) con un valor de 8,72%.

Con base en los resultados de los monitoreos del 2019 y la tasa media anual de compras de cemento (Tabla 11), la carga de sólidos suspendidos se incrementaría, en un periodo de cinco años, de 2 146 a 3 260 tn/semestre (52%) en época seca y de 35 179 a 53 435 tn/semestre (52%) en época de avenida. Se debe hacer notar que el incremento mayor en época de avenida se debe principalmente al arrastre de sedimentos por las escorrentías de la época.

Tabla 10. Contaminación actual por drenaje ácido de mina y su probable evolución en cinco años – Cuenca del río Cotagaita



Época Seca		Época de Avenida	
Código	Puntos de monitoreo	Punto de monitoreo	Valor (mg/L)
AG-DLM-R-03	Bocamina Nivel 96/2015	Bocamina Nivel 96/2015	1,193
AG-DLM-R-03	Bocamina Nivel 96/2016	Bocamina Nivel 96/2016	2,330
AG-DLM-R-03	Bocamina Nivel 96/2017	Bocamina Nivel 96/2017	1,590
AG-DLM-R-03	Bocamina Nivel 96/2018	Bocamina Nivel 96/2018	2,020
AG-DLM-R-03	Bocamina Nivel 96/2019	Bocamina Nivel 96/2019	1,010
	Mínimo	Mínimo	1,01
	Promedio	Promedio	1,63
	Máximo	Máximo	2,33
	Factor de evolución	Factor de evolución	-0,0408

Mes de monitoreo:	
Valor máximo (mg/L)	2,330
Caudal medio (m ³ /s):	0,03
Carga actual	1 087 kg/sem
Carga año 1	1 043 kg/sem
Carga año 2	1 000 kg/sem
Carga año 3	959 kg/sem
Carga año 4	920 kg/sem
Carga año 5	883 kg/sem

Tabla 12. Contaminación actual por materia orgánica y su probable evolución en cinco años – Cuenca del río Cotagaita

<p>Fuente contaminante: Aguas residuales domésticas y de mataderos</p> <p>Clasificación según su origen: Antropica Centros poblados con sistema de alcantarillado</p> <p>Clasificación según su distribución espacial: Puntual Descargas sobre el río Cotagaita</p> <p>Clasificación según su fuente: Agua residual doméstica y municipal</p> <p>Clasificación según sus constituyentes: Aportante de nutrientes (N y P)</p> <p>Factor de evolución: Tasa de crecimiento anual poblacional para el municipio de Cotagaita</p> <p>Valor del factor de evolución: 0,55% (Fuente: INE)</p> <p>Parámetro de cálculo: NH₃ (Nitrógeno amoniacal)</p>																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Época Seca 2019</th> <th colspan="2">Época de Avenida 2019</th> </tr> <tr> <th>Código</th> <th>Puntos de monitoreo</th> <th>Valor (mg/L)</th> <th>Mes de monitoreo:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RCOT-01</td> <td>Mocko Pata</td> <td>1,74</td> <td>oct-19</td> </tr> <tr> <td>RCOT-02</td> <td>Cotagaitilla</td> <td>1,79</td> <td>1,79</td> </tr> <tr> <td>RCOT-03</td> <td>Puente Cotagaita</td> <td>1,76</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>RCOT-04</td> <td>Comunidad Tullí</td> <td>1,79</td> <td>42 tn/sem</td> </tr> <tr> <td>RCOT-05</td> <td>Puente Higuerras</td> <td>1,45</td> <td>42 tn/sem</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Máximo</td> <td>1,79</td> <td>43 tn/sem</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>43 tn/sem</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Punto de monitoreo</th> <th>Valor (mg/L)</th> <th>Mes de monitoreo:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RCOT-01</td> <td>Mocko Pata</td> <td>0,12</td> <td>may-19</td> </tr> <tr> <td>RCOT-02</td> <td>Cotagaitilla</td> <td>0,11</td> <td>0,16</td> </tr> <tr> <td>RCOT-03</td> <td>Puente Cotagaita</td> <td>0,14</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>RCOT-04</td> <td>Comunidad Tullí</td> <td>0,16</td> <td>7 tn/sem</td> </tr> <tr> <td>RCOT-05</td> <td>Puente Higuerras</td> <td>0,13</td> <td>8 tn/sem</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Máximo</td> <td>0,16</td> <td>8 tn/sem</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>8 tn/sem</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>8 tn/sem</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>8 tn/sem</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>8 tn/sem</td> </tr> </tbody> </table>		Época Seca 2019		Época de Avenida 2019		Código	Puntos de monitoreo	Valor (mg/L)	Mes de monitoreo:	RCOT-01	Mocko Pata	1,74	oct-19	RCOT-02	Cotagaitilla	1,79	1,79	RCOT-03	Puente Cotagaita	1,76	1,5	RCOT-04	Comunidad Tullí	1,79	42 tn/sem	RCOT-05	Puente Higuerras	1,45	42 tn/sem		Máximo	1,79	43 tn/sem				43 tn/sem	Código	Punto de monitoreo	Valor (mg/L)	Mes de monitoreo:	RCOT-01	Mocko Pata	0,12	may-19	RCOT-02	Cotagaitilla	0,11	0,16	RCOT-03	Puente Cotagaita	0,14	3	RCOT-04	Comunidad Tullí	0,16	7 tn/sem	RCOT-05	Puente Higuerras	0,13	8 tn/sem		Máximo	0,16	8 tn/sem				8 tn/sem				8 tn/sem				8 tn/sem				8 tn/sem
Época Seca 2019		Época de Avenida 2019																																																																															
Código	Puntos de monitoreo	Valor (mg/L)	Mes de monitoreo:																																																																														
RCOT-01	Mocko Pata	1,74	oct-19																																																																														
RCOT-02	Cotagaitilla	1,79	1,79																																																																														
RCOT-03	Puente Cotagaita	1,76	1,5																																																																														
RCOT-04	Comunidad Tullí	1,79	42 tn/sem																																																																														
RCOT-05	Puente Higuerras	1,45	42 tn/sem																																																																														
	Máximo	1,79	43 tn/sem																																																																														
			43 tn/sem																																																																														
Código	Punto de monitoreo	Valor (mg/L)	Mes de monitoreo:																																																																														
RCOT-01	Mocko Pata	0,12	may-19																																																																														
RCOT-02	Cotagaitilla	0,11	0,16																																																																														
RCOT-03	Puente Cotagaita	0,14	3																																																																														
RCOT-04	Comunidad Tullí	0,16	7 tn/sem																																																																														
RCOT-05	Puente Higuerras	0,13	8 tn/sem																																																																														
	Máximo	0,16	8 tn/sem																																																																														
			8 tn/sem																																																																														
			8 tn/sem																																																																														
			8 tn/sem																																																																														
			8 tn/sem																																																																														

4.3.3 Aguas residuales domésticas y efluentes de mataderos

Las poblaciones de Cotagaita, Tasna y otras menores con sistemas de alcantarillado descargan sus aguas residuales domésticas y efluentes de servicios municipales, principalmente mataderos, sobre los cuerpos de agua de la cuenca. Sin embargo, por la característica ácida y oxidante de los drenajes ácidos de mina, la carga orgánica contenida en estas aguas residuales es oxidada tanto que en los monitoreos se reportan niveles bajos de Demanda Química de Oxígeno (DQO) y de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅).

No obstante, para determina el impacto y la evolución de las aguas residuales, se considera para el presente caso al Nitrógeno Amoniacal, expresado como amoniaco (NH₃), como indicador de la evolución de estas fuentes contaminantes. En este sentido, la Tabla 12 muestra que la carga orgánica se incrementará de 42 a 43 tn/semestre en época seca y de 7 a 8 tn/semestre en época de avenida. En cualquiera de los dos casos y como se puede notar, el incremento sería mínimo y no cambiaría básicamente las condiciones de calidad del agua con referencia a la carga orgánica.

En conclusión, las fuentes contaminantes en los siguientes cinco años permanecerán constantes o se incrementarán muy levemente. Por tanto, cualquier intervención para el control y reducción de las mismas se podrá notar muy fácilmente en los monitoreos.

4.4 ANÁLISIS DE AGUA DE LOS CUERPOS RECEPTORES

4.4.1 Análisis de la calidad hídrica del río Blanco – Época de avenida

En la Tabla 13 se muestra los datos obtenidos para los parámetros básicos, correspondientes a la campaña de monitoreo realizada en época de avenida en la gestión 2019.

Tabla 13. Datos del grupo de parámetro básicos del río Blanco – Época de Avenida 2019

DATOS GEN	PARÁMETROS BÁSICOS								
	Código	CE μS/cm	OD %	pH	SDT mg/L	SSed ml/L	SST mg/L	T °C	Turb NTU
RBL-01									
RBL-02	1704	98,9	3,9	1644	0,0	0	21,6	2,3	
RBL-04	1480	99,4	4,2	1636	0,5	64	21,2	54,3	
RBL-05	1748	95,7	3,9	1768	0,1	1	20,3	4,3	
RBL-06	1740	95,5	4,4	1672	0,1	2	17,6	8,8	
RBL-07	1664	95,6	5,0	1768	0,1	4	15,1	8,2	
RBL-08	1593	97,2	7,3	1484	0,7	8	14,9	13,2	

Dentro de este grupo de constituyentes, se puede identificar como parámetros críticos a la conductividad, pH y sólidos disueltos totales que, de manera general, guardan una relación entre sí. Las elevadas concentraciones de estos parámetros están asociados a la acidez y presencia de sales disueltas.

Conductividad y Sólidos Disueltos. La conductividad y los sólidos disueltos en la campaña de avenida de la gestión 2019 (Figura 18) muestra valores que corresponden a aguas salinas desde la cabecera hasta la desembocadura del río Blanco sobre el río Cotagaita donde observa una leve mejoría de la calidad.

Adicionalmente, estos valores estarían asociados a los pH ácidos de efluentes de drenaje ácido de mina y drenaje ácido de roca que existen a lo largo del cuerpo de agua.

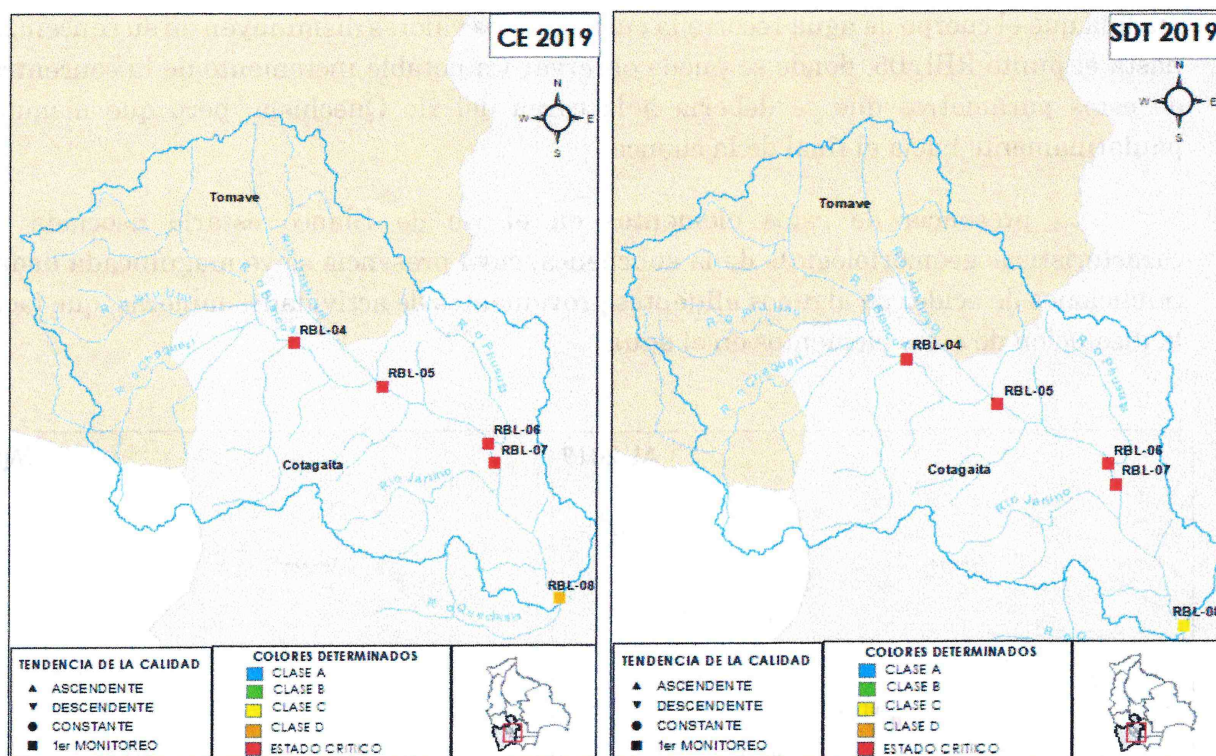


Figura 18. Conductividad Eléctrica y de Sólidos Disueltos Totales en el río Blanco, época de avenida 2019

Constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides. En la Tabla 14 se muestran los datos obtenidos para los parámetros pertenecientes al grupo de constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides, correspondiente a la campaña de monitoreo realizada en época de avenida en la gestión 2019.

Tabla 14. Constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides del río Blanco – Época de Avenida 2019

DATOS GEN	CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES																									
	Al	B	As	Ba	Be	B	Ca	Cd	Cu	Co	Cr ⁶⁺	Mn	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Ag	Pb	Se	Na	U	V	Zn	
Código	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
RBL-01																										
RBL-02	14.0	0,0002	0,0028	0,012	0,009	2,7	94	0,0641	0,038	0,138	0,005	0,005	0,2	0,76	146	7,21	0,002	0,514	0,002	0,0028	0,006	46	0,00076	0,0010	1,090	
RBL-03																										
RBL-04	8,5	0,0001	0,0029	0,015	0,004	2,5	120	0,0651	0,039	0,126	0,005	0,004	0,1	0,61	131	5,28	0,003	0,371	0,002	0,0023	0,008	45	0,00036	0,0010	0,909	
RBL-05	22,3	0,0003	0,0079	0,013	0,011	2,7	114	0,0104	0,027	0,168	0,005	0,005	0,1	0,88	135	7,04	0,002	0,681	0,002	0,0027	0,015	47	0,00089	0,0010	1,900	
RBL-06	8,9	0,0004	0,0042	0,017	0,004	2,1	120	0,0649	0,029	0,111	0,005	0,004	0,1	0,74	143	5,60	0,002	0,483	0,002	0,0057	0,009	48	0,00034	0,0010	1,190	
RBL-07	5,1	0,0022	0,0019	0,014	0,005	1,9	115	0,0657	0,165	0,254	0,005	0,011	0,1	0,66	143	5,08	0,002	0,401	0,002	0,0011	0,005	48	0,00025	0,0010	0,987	
RBL-08	0,1	0,0031	0,0029	0,017	0,001	2,1	120	0,0023	0,014	0,084	0,005	0,014	0,1	0,52	137	2,27	0,002	0,188	0,002	0,0040	0,002	55	0,00008	0,0010	0,365	

Dentro de este grupo de constituyentes, se puede apreciar que existen varios parámetros que sobrepasan los límites máximos establecidos en aguas de Clase D, como son: Aluminio, Berilio, Boro, Cobalto, Manganeso, Mercurio y Níquel. Estos valores estarían asociados a la actividad minera que se desarrolla en la zona y las condiciones de acidez del agua, que generan como consecuencia la disolución de compuestos metálicos y metaloides, además de manantiales que incorporan principalmente Boro de manera natural.

Aluminio y Manganeso. Respecto a los valores registrados de aluminio y manganeso, se puede ver (Figura 19) que desde el punto RBL-02, ubicado en la cabecera de la cuenca, se registran valores que sobrepasan los límites permisibles establecidos en aguas Clase D. A medida que el cuerpo de agua recorre la cuenca, estos valores disminuyen en su concentración hasta el punto RBL-05, donde se puede observar un notable incremento de la concentración de estos parámetros que se debería a la carga del río Quechisla, pero que disminuyen paulatinamente hacia el final de la cuenca.

La presencia de estos elementos en el río de Blanco estaría asociada a las características geomorfológicas de la subcuenca, cuya presencia se ve magnificada dadas las condiciones de acidez de algunos afluentes provenientes de actividades mineras, que facilitan la disolución de estos elementos en el agua.

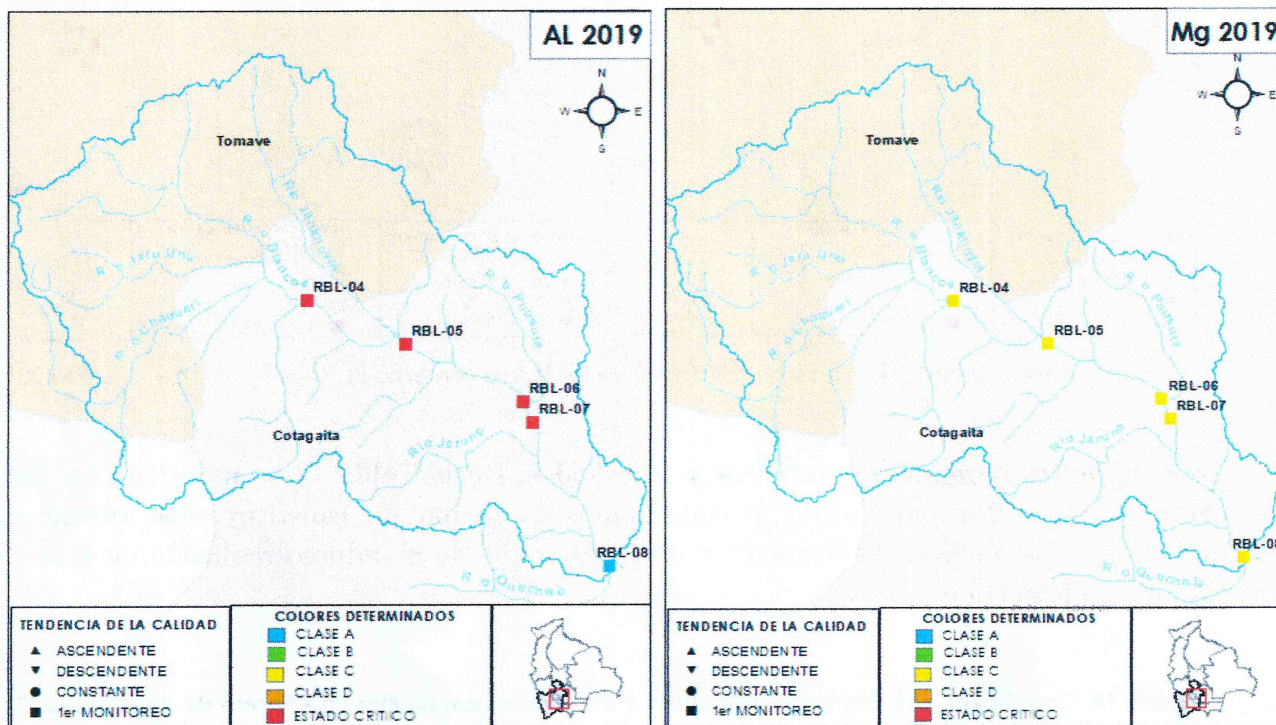


Figura 19. Variación de Aluminio y Manganeso en el río Blanco – Época de Avenida 2019

Cadmio y Boro. En todo el cuerpo de agua, los valores de estos elementos se encuentran por encima de los límites permisibles establecidos para aguas de clase D, ambos elementos registran valores casi constantes, a excepción en el punto RBL-07 donde se registra el valor mínimo de boro y RBL-05 donde se registra el valor máximo de cadmio (Figura 20).

La presencia de estos elementos en el cuerpo de agua, se debería a la geología de la zona de manera que, los procesos de extracción de mineral en el caso del cadmio y la disolución de una forma de Ulexita en el caso del Boro, estarían facilitando la transferencia de estos elementos al cuerpo de agua.

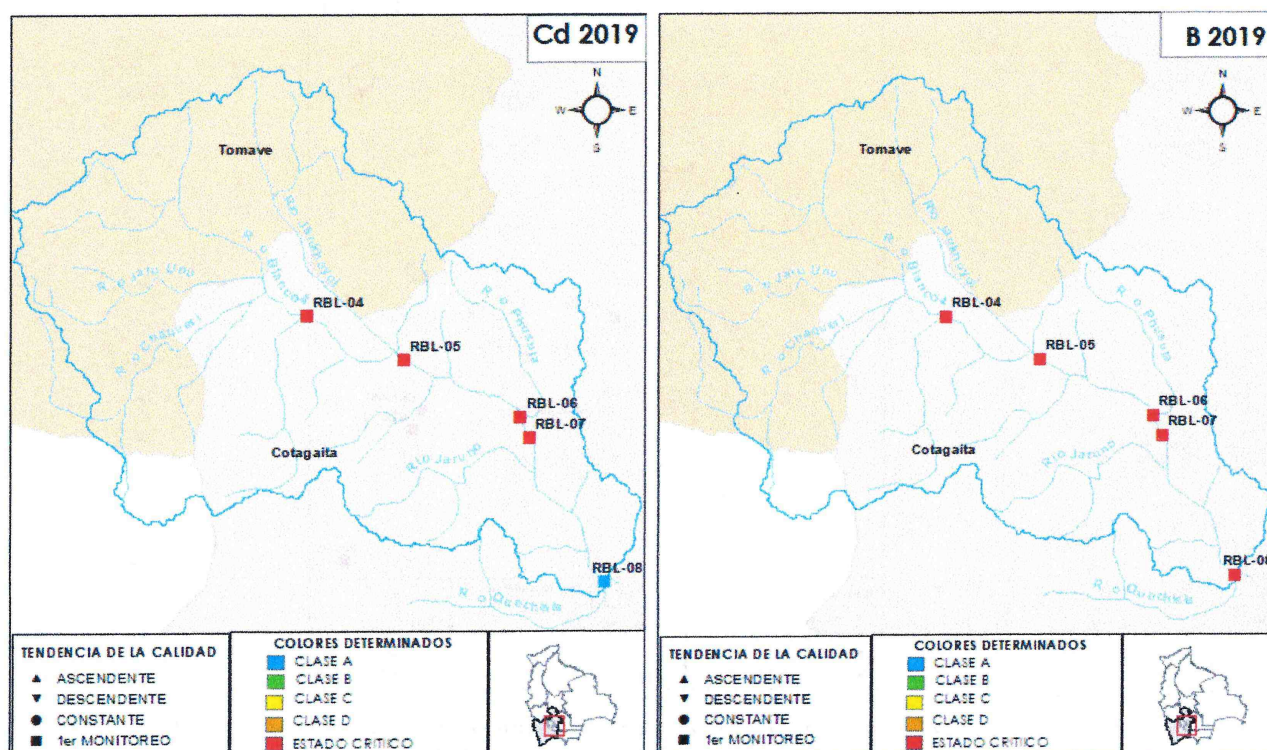


Figura 20. Variación de Cadmio y Boro en el río Blanco – Época de Avenida 2019

Constituyentes inorgánicos no metálicos. En la Tabla 15 se muestran los datos obtenidos para los parámetros pertenecientes al grupo de constituyentes inorgánicos no metálicos del río Blanco, correspondientes a la campaña de monitoreo realizada en época de avenida en la gestión 2019.

Tabla 15. Constituyentes inorgánicos no metálicos del río Blanco – Época de Avenida 2019

DATOS GEN Código	CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS						
	NH ₃ mg/L	Cl ⁻ mg/L	PO ₄ ⁻³ mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	NO ₂ ⁻ mg/L	N ₁ mg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L
RBL-01							
RBL-02	0,27	60,6	1,00	6,78	0	1,8	867,6
RBL-04	0,20	47,8	0,51	8,16	0	1,5	882,3
RBL-05	0,14	60,6	0,10	7,15	0	1,5	779,0
RBL-06	0,23	56,4	0,51	6,78	0	1,1	878,6
RBL-07	0,17	47,8	0,26	3,64	0	1,8	851,3
RBL-08	0,17	39,3	0,26	4,02	0	1,8	941,4

En este grupo, resaltan las elevadas concentraciones de sulfatos registrados en época de avenida, los cuales estarían asociados a los drenajes ácidos de mina y roca. A continuación, se realiza un análisis específico de este parámetro.

Sulfatos. Los valores registrados de sulfatos, que en toda la cuenca se encuentran por encima de los límites permisibles establecidos para Clase D (Figura 21), se relaciona de manera directa con los drenajes ácidos de mina y roca, que está constituido principalmente por ácido sulfúrico producto de la oxidación de minerales sulfurados (piritas).

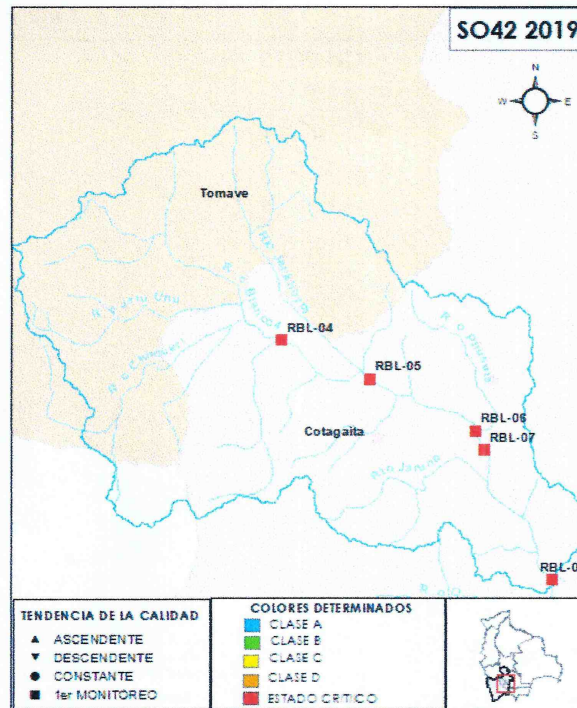


Figura 21. Variación de Sulfatos en el río Blanco – Época de Avenida 2019

4.4.2 Análisis de la calidad hídrica del río Blanco – Época Seca

Parámetros básicos. En la Tabla 16, se muestran los datos obtenidos para los parámetros básicos, correspondientes a las campañas de monitoreo realizadas en época seca en las gestiones 2016, 2017, 2018 y 2019.

Tabla 16. Parámetros básicos del río Blanco – Época Seca 2016, 2017, 2018, y 2019

DATOS GEN		PARÁMETROS BÁSICOS							
Código	CE	OD	pH	SDT	SSed	SST	T	Turb	
	µS/cm	%	-	mg/L	ml/L	mg/L	°C	NTU	
RBL-01	92	94,6	7,3	40	0,1	2	7,7	4,9	
RBL-02	1863	120,0	4,0	1572	0,1	1	22,3	1,3	
RBL-04	1893	99,8	3,7	1664	0,1	1	19,2	1,3	
RBL-05									
RBL-06	1882	94,7	4,4	1684	0,1	1	18,7	2,9	
RBL-07	1502	48,2	7,4	1166	0,1	1	18,2	0,3	
RBL-08	1820	98,9	7,4	1616	0,1	8	17,0	13,9	

DATOS GEN		PARÁMETROS BÁSICOS							
Código	CE	OD	pH	SDT	SSed	SST	T	Turb	
	µS/cm	%	-	mg/L	ml/L	mg/L	°C	NTU	
RBL-01	1115		9,1	802	0,1	1	15,6	1,3	
RBL-02	1416		6,5	1268	0,1	1	16,2	2,9	
RBL-04	1681		4,1	1518	0,1	2	16,3	3,6	
RBL-05	1708		4,2	1680	0,1	3	16,8	9,5	
RBL-06	1733		4,6	1562	0,1	1	15,6	7,3	
RBL-07	1684		5,1	1544	0,1	2	15,6	4,6	
RBL-08	1597		7,0	1414	0,1	14	15,7	19,4	

DATOS GEN		PARÁMETROS BÁSICOS							
Código	CE	OD	pH	SDT	SSed	SST	T	Turb	
	µS/cm	%	-	mg/L	ml/L	mg/L	°C	NTU	
RBL-01	1140	8,0	7,6	1040	0,1	26	23,7	71,3	
RBL-02									
RBL-04	1562	2,7	3,7	1628	0,0	1	20,3	2,0	
RBL-05	1655	0,6	3,5	1766	0,0	1	19,5	3,4	
RBL-06	1590	6,4	4,3	2010	0,0	1	22,9	1,1	
RBL-07	1558	106,6	4,8	1600	0,0	1	19,3	1,8	
RBL-08	1499	7,3	7,8	1770	0,1	43	14,8	32,4	

DATOS GEN		PARÁMETROS BÁSICOS							
Código	CE	OD	pH	SDT	SSed	SST	T	Turb	
	µS/cm	%	-	mg/L	ml/L	mg/L	°C	NTU	
RBL-01	2720	99,5	5,0	2666	1,0	268	27,3	670,0	
RBL-02									
RBL-04	1741	100,4	3,8	1850	0,0	2	23,0	7,3	
RBL-05	1763	104,3	4,0	1966	0,0	0	25,5	3,5	
RBL-06	1741	98,0	4,3	1638	0,0	1	21,3	3,3	
RBL-07	1698	102,9	4,7	1580	0,0	2	25,0	4,1	
RBL-08	1624	103,3	7,2	1698	0,0	5	21,1	11,3	

Los datos correspondientes a este grupo de parámetros muestran como parámetros críticos a la conductividad, pH y SDT; registrándose valores por encima de los límites permisibles establecidos para Clase D. En líneas generales, se puede observar que las

campañas correspondientes a las gestiones 2016 y 2019, son las que han registrado mayores concentraciones de estos parámetros, a diferencia de los datos correspondientes a las gestiones 2017 y 2018. A continuación, se presenta el análisis para conductividad y sólidos disueltos totales debido a que presentan mayor variabilidad a través del tiempo.

Conductividad y Sólidos Disueltos. Respecto a los resultados de conductividad obtenidos en las campañas de monitoreo de época seca, se puede notar en la Tabla 16 que no existe un comportamiento regular del parámetro en el cuerpo de agua a través del tiempo, los valores obtenidos fluctúan entre los puntos de monitoreo sin una tendencia clara (Figura 22).

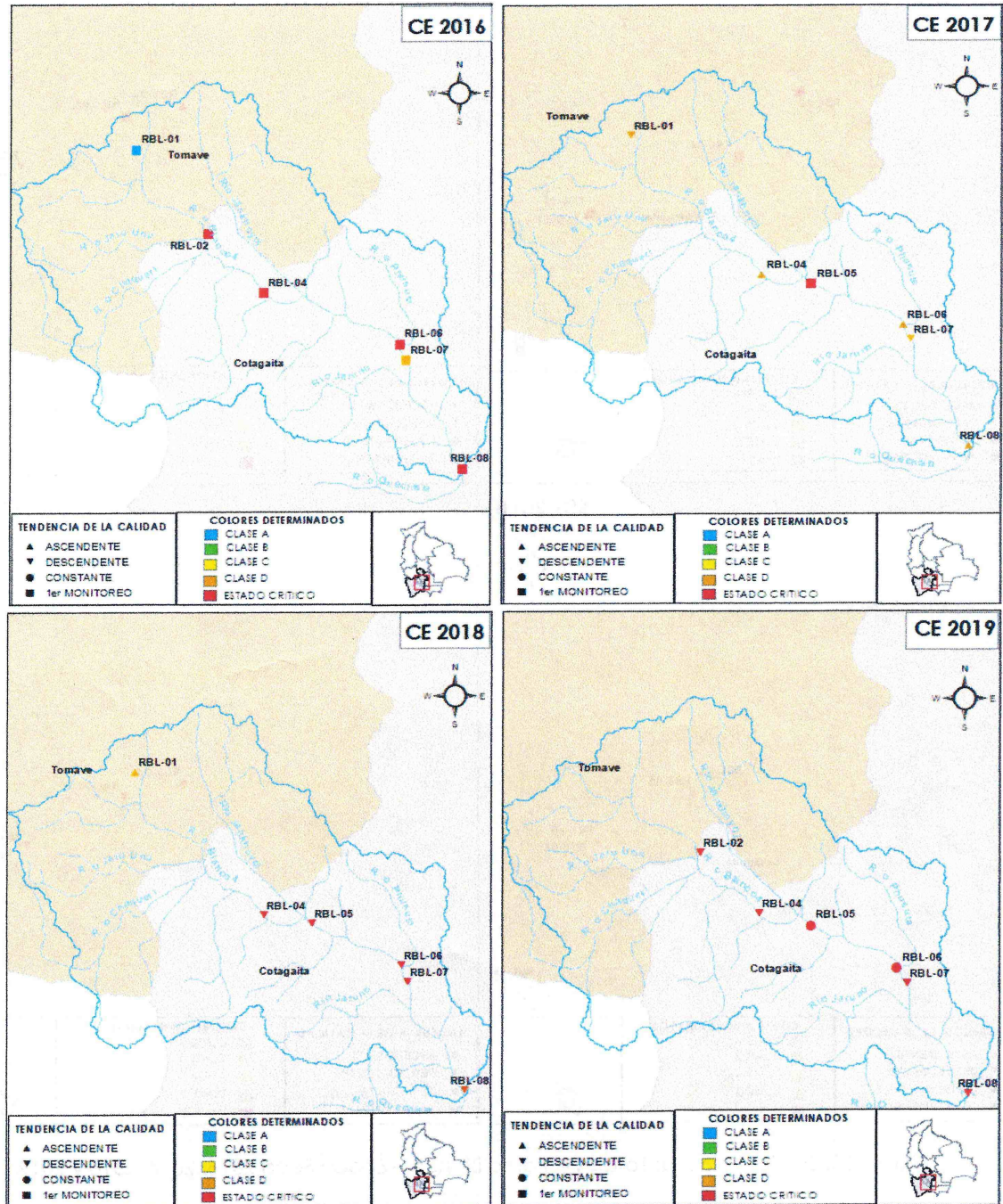


Figura 22. Conductividad Eléctrica en el río Blanco – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

Constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides. En la Tabla 17, se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides, correspondientes a las campañas de monitoreo realizadas en época seca en las gestiones 2016, 2017, 2018 y 2019.

Tabla 17. Constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides del río Blanco – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

DATOS GEI		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES																											
Código	Al	Sb	As	Ba	Be	B	Ca	Cd	Cu	Co	CrVI	Sn	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Ag	Pb	Se	Na	U	V	Zn				
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
RBL-01	0,02	0,0014	0,1399	0,019	0,000	0,2	6,5	0,0000	0,003	0,000	0,001	0,000	0,02	0,00	3	0,00	0,0002	0,000	0,0002	0,0000	0,0002	12	0,00000	0,0003	0,017				
RBL-02	11,30	0,0001	0,0022	0,010	0,009	1,9	103	0,0040	0,038	0,140	0,005	0,006	0,02	0,72	135	5,91	0,002	0,437	0,002	0,0001	0,006	49	0,00048	0,0010	1,170				
RBL-04	28,10	0,0001	0,0106	0,012	0,013	1,5	97	0,0129	1,310	0,717	0,005	0,007	0,02	0,95	131	7,49	0,002	0,844	0,002	0,0001	0,013	58	0,00102	0,0010	2,530				
RBL-05																													
RBL-06	7,61	0,0007	0,0064	0,009	0,006	1,4	117	0,0114	0,276	0,275	0,005	0,007	0,02	0,72	147	5,70	0,002	0,511	0,002	0,0003	0,008	51	0,00019	0,0010	1,310				
RBL-07	0,01	0,0334	0,0023	0,033	0,001	1,0	97	0,0001	0,002	0,000	0,003	0,003	0,02	0,21	103	0,00	0,001	0,002	0,001	0,0001	0,001	43	0,00052	0,0005	0,060				
RBL-08	0,02	0,0032	0,0041	0,011	0,001	1,5	121	0,0015	0,014	0,041	0,005	0,006	0,02	0,50	146	1,37	0,002	0,124	0,002	0,0001	0,002	57	0,00001	0,0010	0,299				

DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES																											
Código	Al	Sb	As	Ba	Be	B	Ca	Cd	Cu	Co	Cr ^{VI}	Sn	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Ag	Pb	Se	Na	U	V	Zn				
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
RBL-01	0,03	0,0005	0,0009	0,032	0,001	0,8	170,5	0,0010	0,003	0,000	0,005	0,010	0,05	0,15	42	0,01	0,001	0,013	0,001	0,0065	0,001	48	0,00059	0,0005	0,027				
RBL-02																													
RBL-04	24,40	0,0007	0,0124	0,013	0,012	2,4	94	0,0129	1,470	0,865	0,005	0,022	0,10	0,95	134	7,49	0,002	0,878	0,002	0,0095	0,005	47	0,00113	0,0010	2,560				
RBL-05	27,00	0,0038	0,0127	0,014	0,014	2,4	104	0,0124	1,030	0,805	0,005	0,022	0,30	1,04	149	7,92	0,002	0,871	0,002	0,0080	0,063	52	0,00112	0,0010	2,530				
RBL-06	7,13	0,0060	0,0051	0,012	0,005	2,4	114	0,0068	0,174	0,318	0,005	0,022	0,10	0,76	157	5,67	0,002	0,523	0,002	0,0206	0,026	55	0,00022	0,0010	1,330				
RBL-07	3,63	0,0022	0,0022	0,012	0,004	2,4	115	0,0055	0,109	0,238	0,005	0,020	0,10	0,70	152	5,00	0,002	0,441	0,002	0,0047	0,021	53	0,00014	0,0010	1,100				
RBL-08	0,44	0,0026	0,0067	0,016	0,001	2,0	119	0,0016	0,022	0,037	0,005	0,022	0,10	0,53	152	1,41	0,002	0,165	0,002	0,0060	0,002	55	0,00004	0,0010	0,292				

DATOS GEI		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES																											
Código	Al	Sb	As	Ba	Be	B	Ca	Cd	Cu	Co	Cr ^{VI}	Cr ^{III}	Sn	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Ag	Pb	Se	Na	U	V	Zn			
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
RBL-01	0,05	0,2380	0,0005	0,035	0,001	1,1	66	0,0001	0,032	0,000	0,005	0,03	0,002	0,05	0,19	102	0,00	0,001	0,002	0,001	0,0009	0,001	43	0,00091	0,0005	0,010			
RBL-02	0,09	0,000	0,0004	0,014	0,0005	1,0	88	0,0006	0,004	0,0324	0,005	0,030	0,002	0,1	0,60	127	1,62	0,001	0,20	0,001	0,003	0,001	47	6,5E-05	0,0005	0,06			
RBL-04	25	0,0009	0,007	0,017	0,013	2,7	100	0,012	1,3	0,73	0,005	0,030	0,004	0,2	0,86	123	6,7	0,002	0,81	0,002	0,009	0,022	44	0,00079	0,001	2,3			
RBL-05	23,5	0,0007	0,006	0,020	0,012	2,5	110	0,011	0,5	0,63	0,005	0,030	0,002	0,1	0,91	134	7,0	0,002	0,74	0,002	0,0114	0,02	46	0,00077	0,001	2,2			
RBL-06	6,5	0,000	0,003	0,011	0,008	2,2	122	0,006	0,10	0,24	0,005	0,030	0,003	0,1	0,71	145	5,4	0,002	0,47	0,002	0,003	0,01	50	0,00018	0,001	1,2			
RBL-07	3,7	0,003	0,002	0,015	0,004	2,1	122	0,006	0,11	0,22	0,005	0,030	0,003	0,1	0,64	141	4,8	0,002	0,42	0,002	0,007	0,011	52	0,00017	0,001	1,08			
RBL-08	0,1	0,002	0,001	0,024	0,001	1,7	119	0,019	0,00	0,062	0,005	0,030	0,002	0,1	0,53	140	2,2	0,002	0,20	0,002	0,0022	0,002	50	0,00004	0,001	0,24			

DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES																											
Código	Al	Sb	As	Ba	Be	B	Ca	Cd	Cu	Co	Cr ^{VI}	Sn	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Ag	Pb	Se	Na	U	V	Zn				
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
RBL-01																													
RBL-02	1,70	0,0004	0,0021	0,038	0,001	1,3	407	0,0058	0,015	0,075	0,005	0,001	0,10	0,20	140	4,81	0,002	0,215	0,002	0,0043	0,006	109	0,00025	0,0010	0,005				
RBL-04	24,40	0,0074	0,0105	0,017	0,013	2,4	104	0,0136	1,470	0,574	0,005	0,001	0,10	0,79	125	6,47	0,002	0,724	0,002	0,0078	0,018	45	0,00124	0,0010	0,008				
RBL-05	19,60	0,0005	0,0095	0,015	0,013	2,3	106	0,0125	0,732	0,513	0,005	0,001	0,10	0,74	123	6,04	0,002	0,708	0,002	0,0054	0,019	42	0,00092	0,0010	0,005				
RBL-06	7,41	0,0006	0,0053	0,016	0,006	2,1	116	0,0082	0,207	0,295	0,005	0,001	0,10	0,69	146	5,70	0,002	0,505	0,002	0,0053	0,009	50	0,00033	0,0010	0,005				
RBL-07	0,07	0,0018	0,0019	0,014	0,005	1,9	111	0,0071	0,172	0,242	0,005	0,001	0,10	0,01	141	5,00	0,002	0,440	0,002	0,0023	0,006	52	0,00031	0,0010	0,005				
RBL-08	0,04	0,0029	0,0018	0,013	0,001	1,8	113	0,0027	0,010	0,081	0,005	0,001	0,10	0,50	135	2,03	0,002	0,169	0,002	0,0021	0,002	49	0,00007	0,0010	0,005				

Aluminio y Manganeseo. El aluminio registra valores por encima de los límites permisibles establecidos para aguas de clase D en 4 de las 7 estaciones de control, su comportamiento es muy variable, registrando el valor mínimo en el punto RBL-02 (1,7 mg/l) y el máximo en el punto RBL-04 (24,4 mg/l). El manganeseo también registra valores por encima de los límites permisibles establecidos para aguas de clase D, presenta un comportamiento decreciente, valores máximos en zona alta (6,47 mg/l en RBL-02) y mínimos en zona baja (2,03 mg/l en RBL-08).

La presencia de ambos elementos en el cuerpo de agua se debería a las actividades mineras y extracción de áridos y agregados (Figura 24).

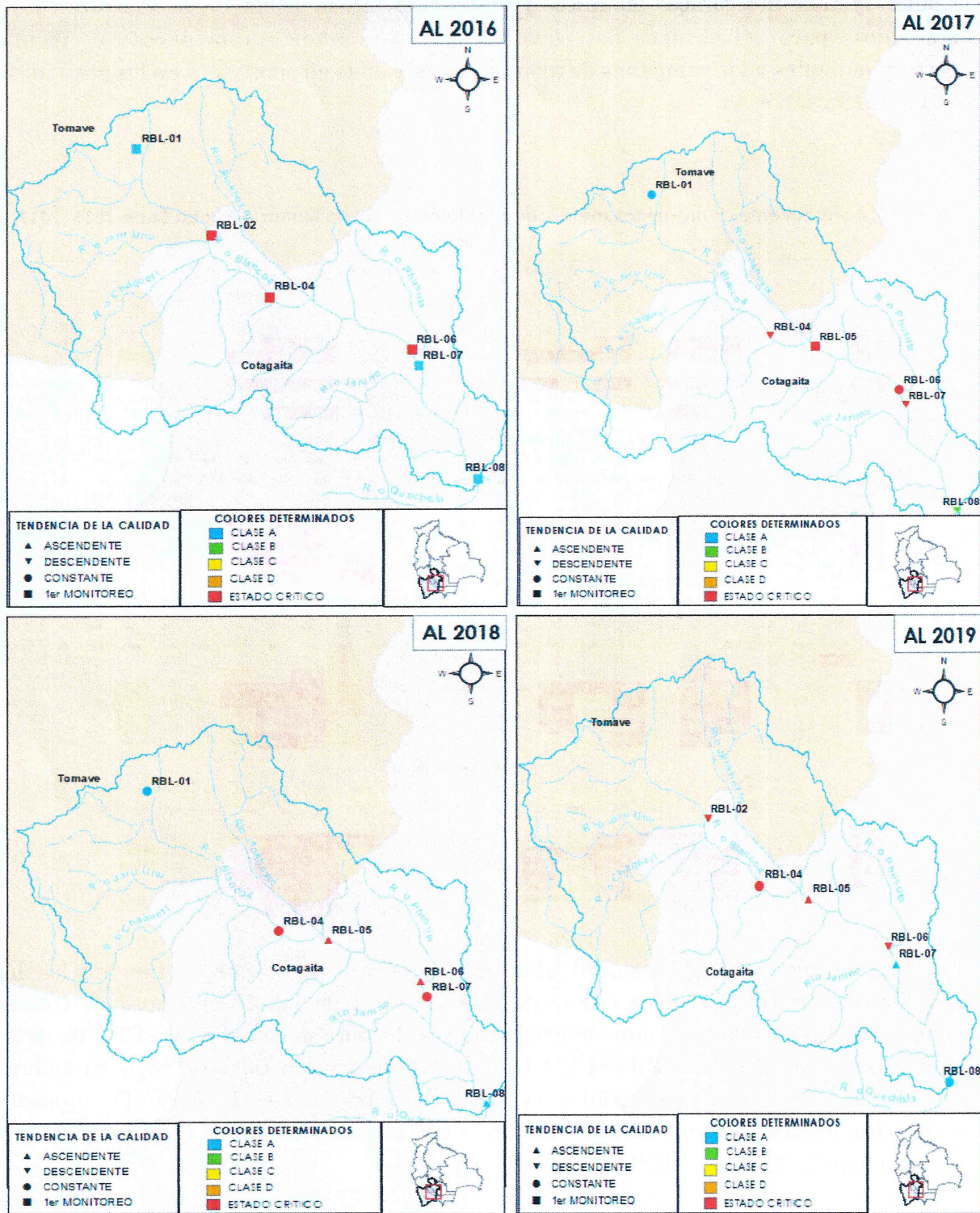


Figura 24. Presencia del Aluminio en el río Blanco – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

Cadmio y Boro. Estos elementos se encuentran presentes en toda la cuenca, registrando valores por encima de los límites permisibles establecidos para aguas de clase D. El boro presenta un comportamiento relativamente uniforme, con un valor mínimo en el punto RBL-02 (1,3 mg/l) y un valor máximo en el punto RBL-04 (2,4 mg/l). Mientras que el cadmio

presenta un comportamiento decreciente con un valor máximo de 0,0136 mg/l en el punto RBL-02 y valor mínimo de 0,0027 mg/l en el punto RBL-08 (Figuras 25 y 26).

La presencia de estos elementos en el cuerpo de agua, se debería a la geología del lecho del río, de manera que los procesos de extracción de mineral, estarían facilitando la transferencia de estos elementos al cuerpo de agua.

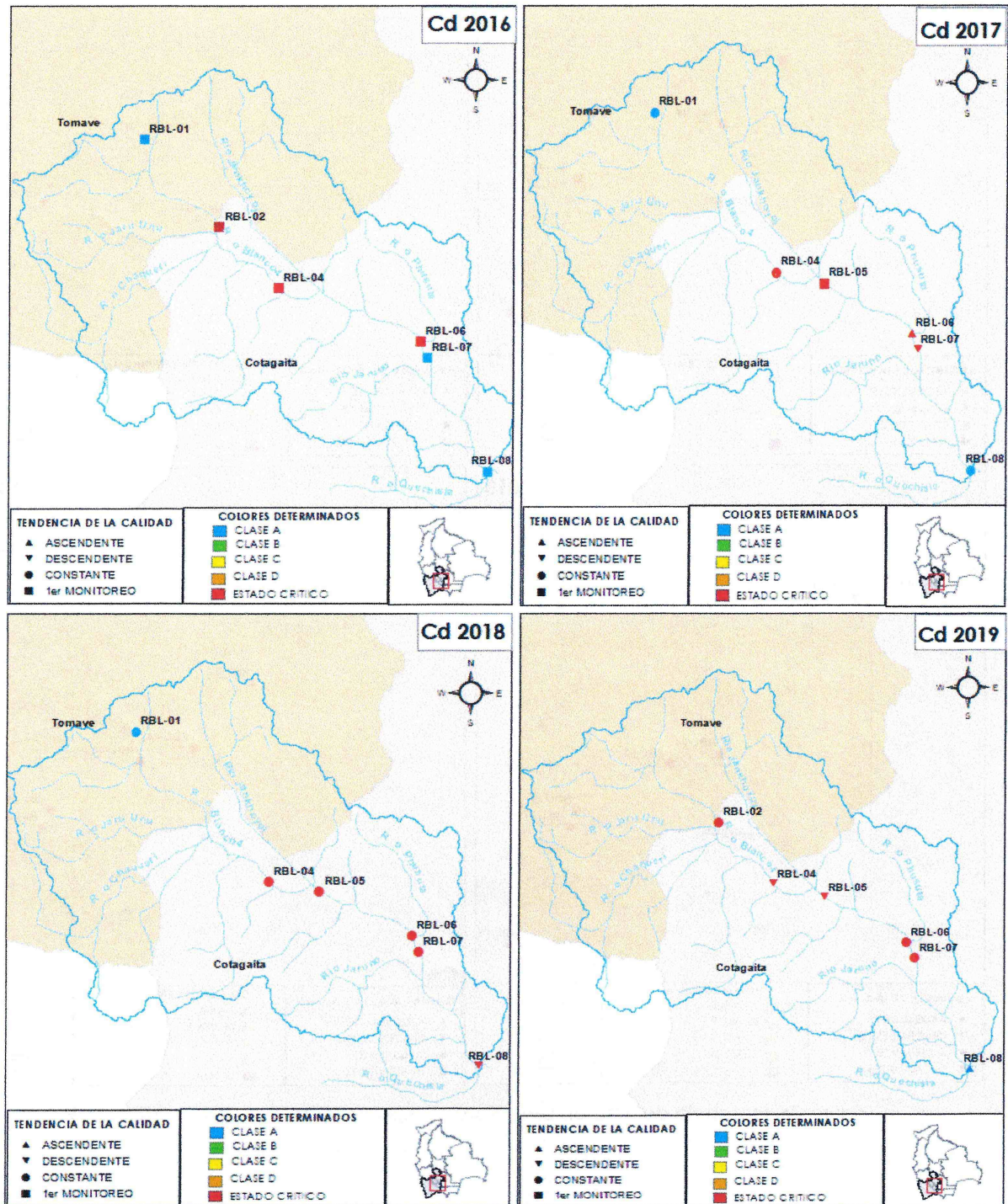


Figura 25. Presencia de Cadmio en el río Blanco – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

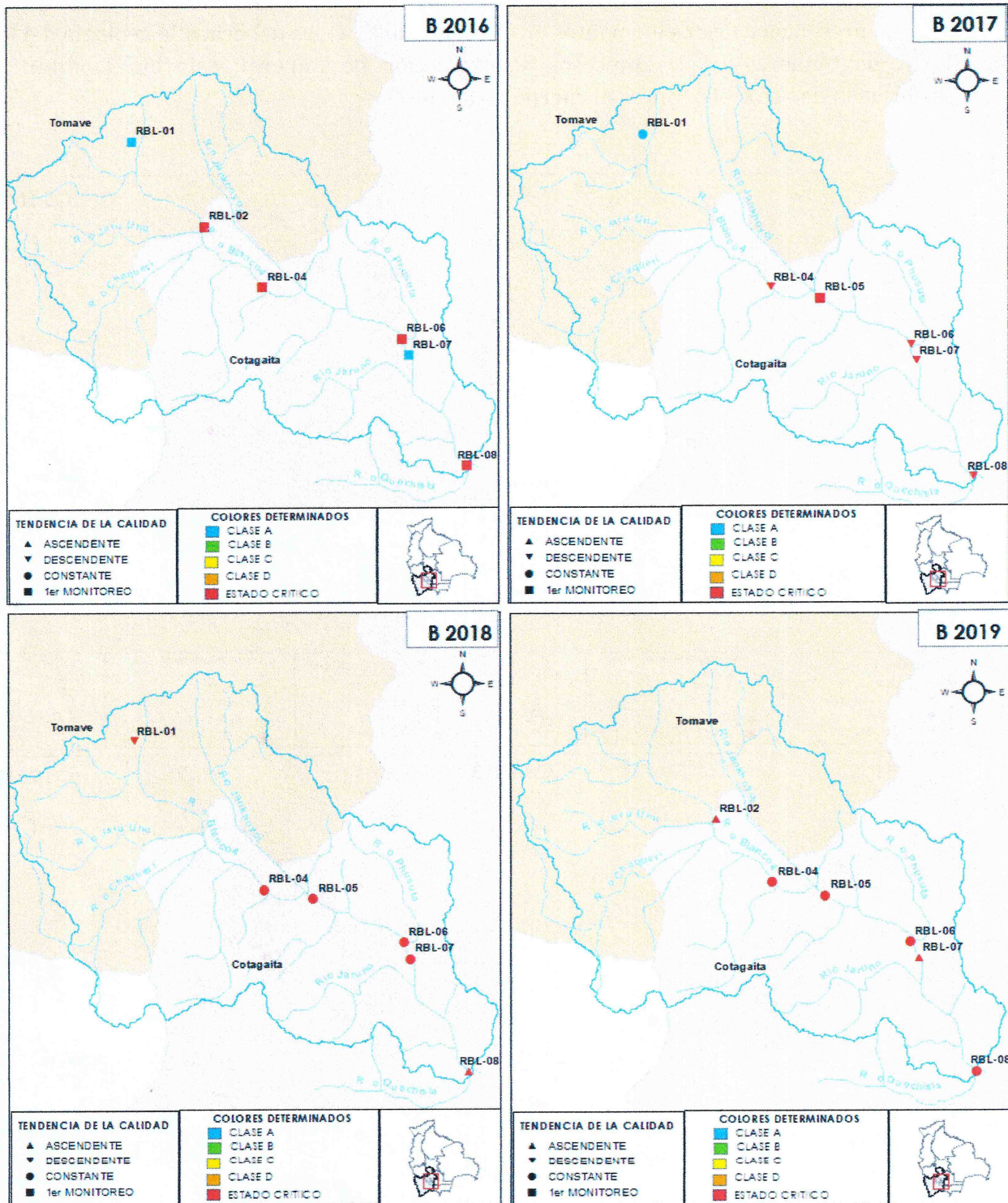


Figura 26. Presencia de Boro en el río Blanco – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

Constituyentes inorgánicos no metálicos. En la Tabla 18, se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyentes inorgánicos no metálicos, correspondientes a las campañas de monitoreo realizadas en época seca en las gestiones 2016, 2017, 2018 y 2019.

Tabla 18. Constituyentes inorgánicos no metálicos del río Blanco – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS						
Código	NH ₃	CN ₂	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	S ₂	
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
RBL-01	0,05	0,05	6,6	0,19	0,01	6,2	0,00	
RBL-02	0,95	0,05	45,1	0,10	3,22	808,3	0,00	
RBL-04	0,93	0,05	43,4	0,18	3,82	926,4	0,00	
RBL-05								
RBL-06	1,02	0,05	39,0	0,13	1,64	928,3	0,00	
RBL-07	0,41	0,05	31,8	0,13	1,40	520,9	0,00	
RBL-08	0,52	0,05	37,6	0,12	1,52	834,5	0,00	

DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS						
Código	NH ₃	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	N ₁	SO ₄ ²⁻	
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
RBL-01	0,22	50,2	0,19	0,01		2,9	747,4	
RBL-02								
RBL-04	3,71	46,5	0,15	1,61		1,5	1246,1	
RBL-05	3,62	48,5	0,21	0,40		2,2	1362,7	
RBL-06	3,15	63,9	0,14	0,01		2,9	1137,3	
RBL-07	2,09	51,9	0,10	0,01		2,9	1222,8	
RBL-08	2,06	59,8	0,20	0,01		2,9	1170,9	

DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS						
Código	NH ₃	CN ₂	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	N ₁	SO ₄ ²⁻	
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
RBL-01		0,002	31	0,04	2,55	1,1	454	
RBL-02		0,002	32	0,18	0,01	0,8	674	
RBL-04		0,002	41	0,26	3,0	1,8	829	
RBL-05		0,002	36	0,18	3,61	1,5	1092	
RBL-06		0,002	50	0,12	2,2	1,5	989	
RBL-07		0,002	51	0,11	1,72	1,1	787	
RBL-08		0,002	39	0,06	2,08	0,8	855	

DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS						
Código	NH ₃	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	N ₁	SO ₄ ²⁻	
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
RBL-01								
RBL-02	1,98	32,9	0,63	1,41	0	12	1745,2	
RBL-04	1,53	29,4	8,57	1,39	0	11,3	1043,8	
RBL-05	1,46	29,5	9,82	1,28	0	6,4	1070,5	
RBL-06	1,78	24,8	8,35	0,61	0	12,7	1038,2	
RBL-07	1,40	24,9	6,13	0,76	0	10,6	996,0	
RBL-08	1,84	24,3	3,34	0,55	0	7,8	921,0	

Fosfatos. En la gestión 2019 los fosfatos registran valores por encima de los límites permisibles establecidos para aguas de clase D, en cinco de los siete puntos de monitoreo, presentando un comportamiento relativamente uniforme, registrándose el valor mínimo en el punto RBL-02 (0,63 mg/l) y el máximo en el punto RBL-05 (9,82 mg/l). La presencia de esta sustancia en el cuerpo de agua se debería a las descargas de aguas residuales domiciliarias y residuos sólidos al cuerpo de agua (Figura 27).

Sulfatos. Los sulfatos registran valores por encima de los límites permisibles establecidos para aguas de clase D en los siete puntos de monitoreo (Figura 28), presenta un comportamiento decreciente, registrando el valor mínimo en el punto RBL-08 (921 mg/l) y el máximo en el punto RBL-02 (1745 mg/l). La presencia de esta sustancia en el cuerpo de agua se debería a las actividades mineras que se desarrollan en la cuenca.

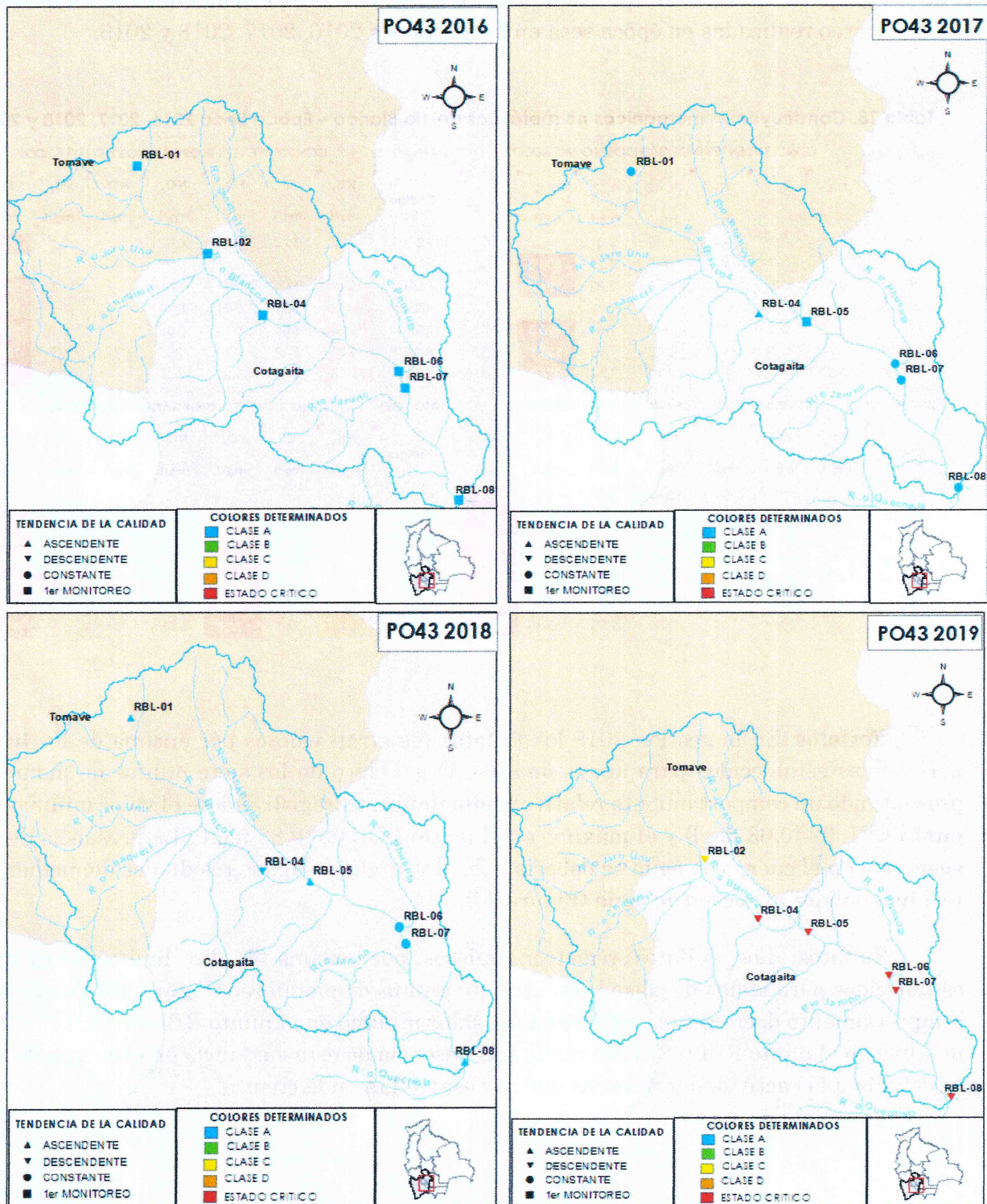


Figura 27. Presencia de Fosfatos en el río Blanco – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

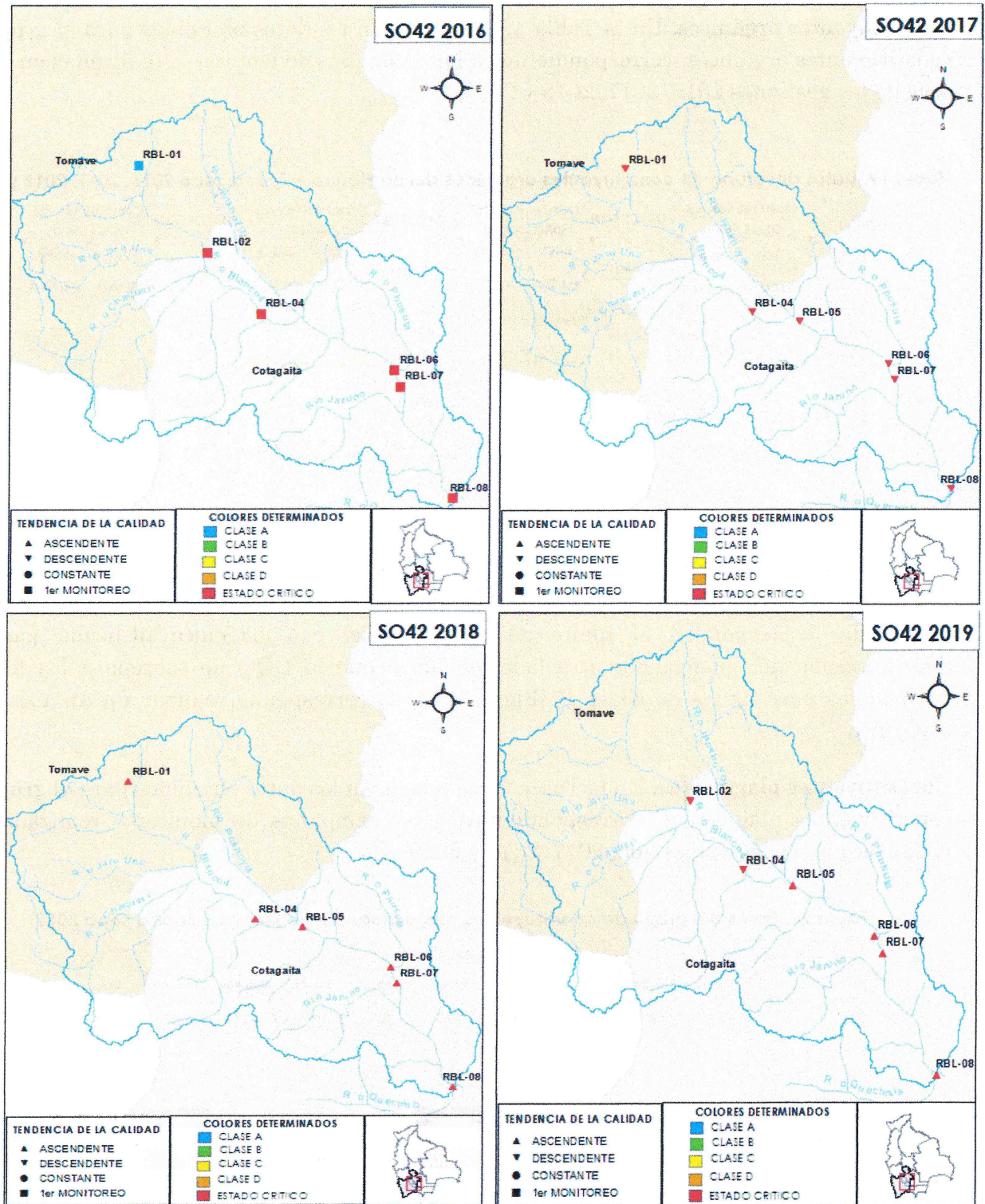


Figura 28. Presencia de Sulfatos en el río Blanco – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

Constituyentes orgánicos. En la Tabla 19 se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyentes orgánicos, correspondientes a las campañas de monitoreo realizadas en época seca de las gestiones 2016, 2017, 2018 y 2019.

Tabla 19. Datos del grupo de constituyentes orgánicos del río Blanco – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

DATOS GEN		CONSTITUYENTES ORGÁNICOS		DATOS GEN		CONSTITUYENTES ORGÁNICOS		DATOS GEN		CONSTITUYENTES ORGÁNICOS		DATOS GEN		CONSTITUYENTES ORGÁNICOS	
Codigo	DBO ₅	DQO	Código	DBO ₅	DQO	Codigo	DBO ₅	DQO	Código	DBO ₅	DQO	Codigo	DBO ₅	DQO	
															mg O ₂ /L
RBL-01	5	2	RBL-01	5	2	RBL-01	5	2	RBL-01			RBL-01			
RBL-02	5	2	RBL-02			RBL-02	5	2	RBL-02			RBL-02	0	6	
RBL-04	5	2	RBL-04	5	2	RBL-04	15	23	RBL-04			RBL-04	0	5	
RBL-05			RBL-05	5	5	RBL-05	5	2	RBL-05			RBL-05	0	0	
RBL-06	5	2	RBL-06	5	5	RBL-06	5	9	RBL-06			RBL-06	0	6	
RBL-07	5	2	RBL-07	5	3	RBL-07	5	6	RBL-07			RBL-07	0	0	
RBL-08	5	4	RBL-08	5	3	RBL-08	5	9	RBL-08			RBL-08	5	8	

Dentro de este grupo de constituyentes se puede ver que la DBO₅ se encuentra dentro de los límites establecidos para aguas de Clase B, adicionalmente se puede ver que los valores registrados corresponden al límite de detección del equipo/técnica utilizada para la determinación del mismo. Por otro lado, debido a que la DQO no sobrepasa los límites permisibles para aguas de Clase B (Figura 29), no corresponde realizar un análisis más específico.

Constituyentes plaguicidas. En la Tabla 20 se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyentes plaguicidas, correspondientes a las campañas de monitoreo realizadas en época seca en las gestiones 2016, 2017, 2018 y 2019.

Tabla 20. Datos del grupo de constituyentes plaguicidas del río Blanco – Época Seca 2019

DATOS GEN	CONSTITUYENTES PLAGUICIDAS									
	Código	Aldrin	Dieldrin	Clordano	DDT	Endrin	Endos	HepCl	Malation	Paration
	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
RBL-01										
RBL-02										
RBL-04										
RBL-05										
RBL-06	0,02	0,02	0,02	0,2	0,02	0,05	0,01	0,04	0,1	0,01
RBL-07										
RBL-08	0,02	0,02	0,2	0,2	0,02	0,05	0,01	0,04	0,1	0,01

De los datos analizados de este grupo de constituyentes, se puede observar que en los puntos RBL-06 y RBL-08 se registró presencia de Endrin y Paration (insecticidas) por encima de los límites establecidos para aguas de clase D. Las actividades agrícolas serían las responsables de introducir estas sustancias en el cuerpo de agua.

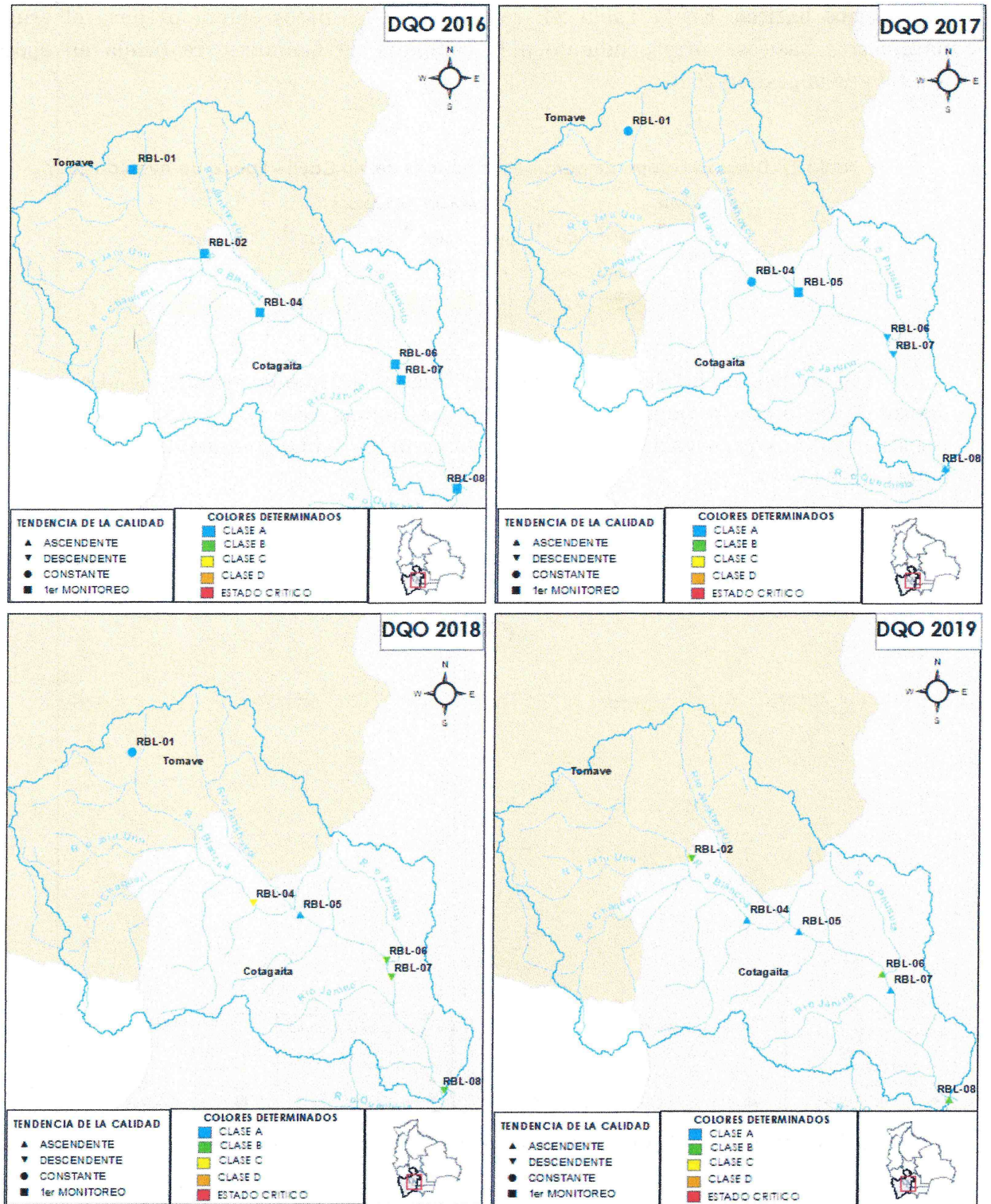


Figura 29. Presencia de materia orgánica (DQO) en el río Blanco – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

4.4.3 Análisis de la calidad hídrica del río Cayti – Época de avenida

Parámetros básicos. En la Tabla 21, se muestran los datos obtenidos para el grupo de parámetros básicos, correspondiente a la campaña de monitoreo realizada en época de avenida de la gestión 2019.

Tabla 21. Datos del grupo de parámetros básicos del río Cayti – Época de Avenida 2019

DATOS GEN		PARÁMETROS BÁSICOS						
Código	CE	OD	pH	SDT	SSed	SST	T	Turb
	μS/cm	%	-	mg/L	ml/L	mg/L	°C	NTU
RCAI-01	1233	97,1	7,3	1092	0,5	69	16,3	91,4

Del análisis de los datos, podemos ver (Figura 30) que la conductividad se encuentra dentro de los límites permisibles establecidos para aguas clase D, y los SDT, SST y turbidez registran valores de carga de sólidos que no superan los límites permisibles establecidos para aguas clase C.

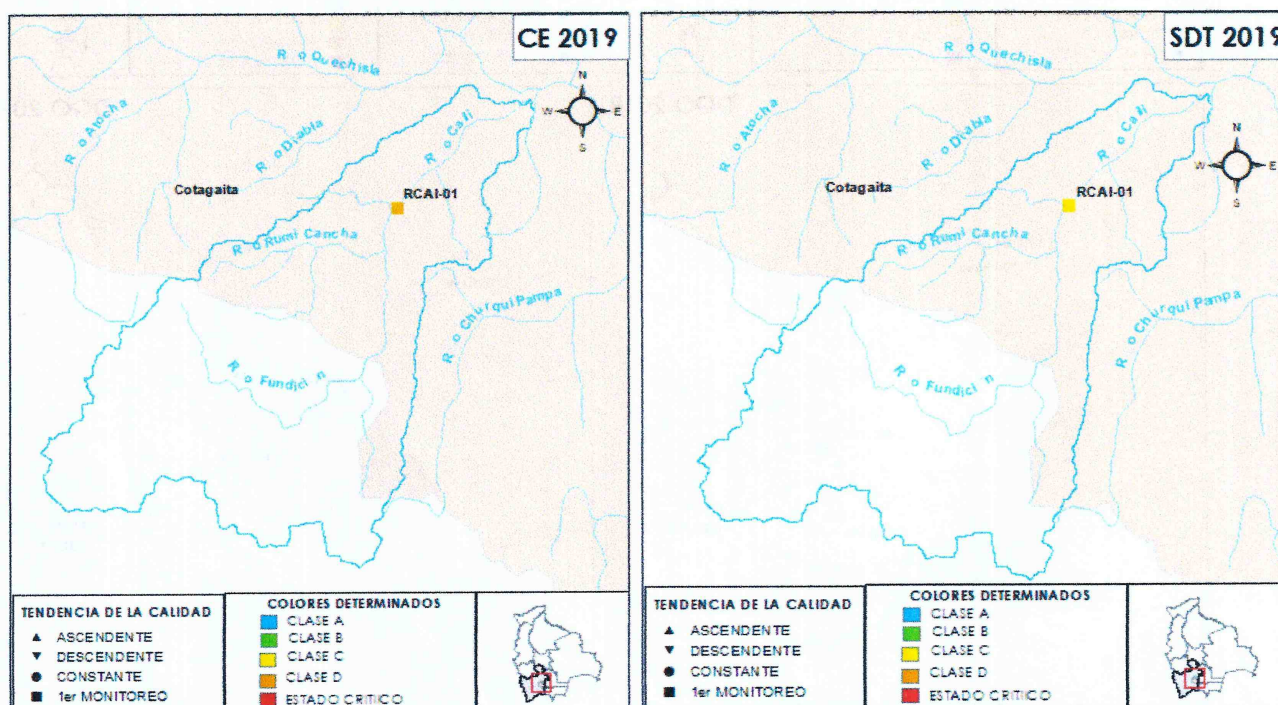


Figura 30. Conductividad Eléctrica y Sólidos Disueltos Totales en el río Cayti – Época de Avenida 2019

Constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides. En la Tabla 22 se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides, correspondiente a la campaña de monitoreo realizada en época de avenida de la gestión 2019.

Tabla 22. Constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides del río Cayti – Época de Avenida 2019

DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES																								
Código		Al	Sb	As	Ba	Be	B	Ca	Cd	Cu	Co	Cr ⁶⁺	Sn	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Ag	Pb	Se	Na	U	V	Zn
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
RCAl-01		0,1	0,0080	0,0042	0,019	0,001	2,2	81	0,0005	0,007	0,001	0,003	0,003	0,1	0,33	102	0,13	0,001	0,027	0,001	0,0028	0,001	51	0,00004	0,0005	0,056

Respecto a este grupo de constituyentes, podemos ver que el Boro vuelve a aparecer con una concentración que sobrepasa los límites permisibles establecidos para aguas de Clase D, corroborando que es un elemento que se encuentra presente en la cuenca de manera natural. Adicionalmente, se presentan valores de Magnesio dentro de los límites permisibles establecidos para aguas Clase C (Figura 31).

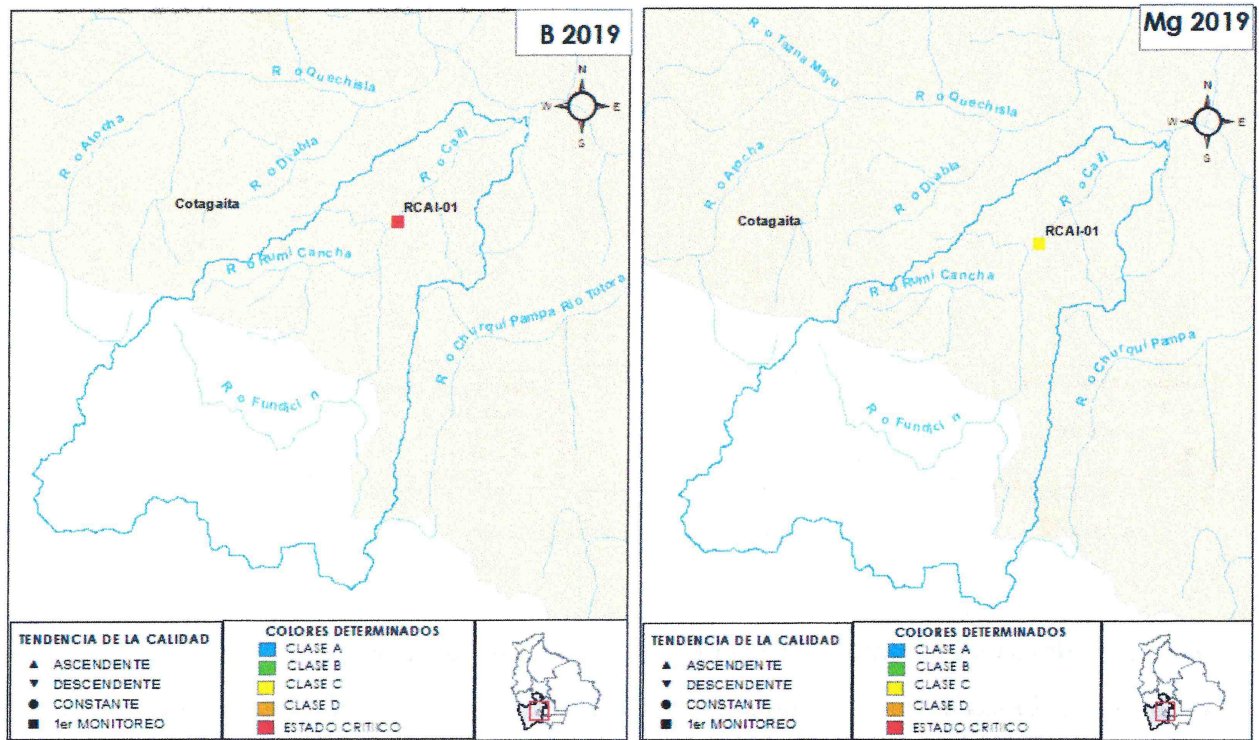


Figura 31. Presencia de Boro y Magnesio en el río Cayti – Época de Avenida 2019

Constituyentes inorgánicos no metálicos. En la Tabla 23, se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyentes inorgánicos metálicos, correspondiente a la campaña de monitoreo realizada en época de avenida de la gestión 2019.

Tabla 23. Constituyentes inorgánicos no metálicos del río Cayti – Época de Avenida 2019

DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS						
Código		NH ₃	Cl ⁻	PO ₄ ⁻³	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	N ₁	SO ₄ ⁻²
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
RCAl-01		0,13	56,4	0,34	5,52	0	3,6	779,0

Los datos de este grupo de parámetros muestran que los sulfatos son los que presentan concentraciones que sobrepasan los límites permisibles establecidos para aguas Clase D, los cuales están asociados a la presencia de iones metálicos de las actividades mineras que se desarrollan en la cuenca (Figura 32).

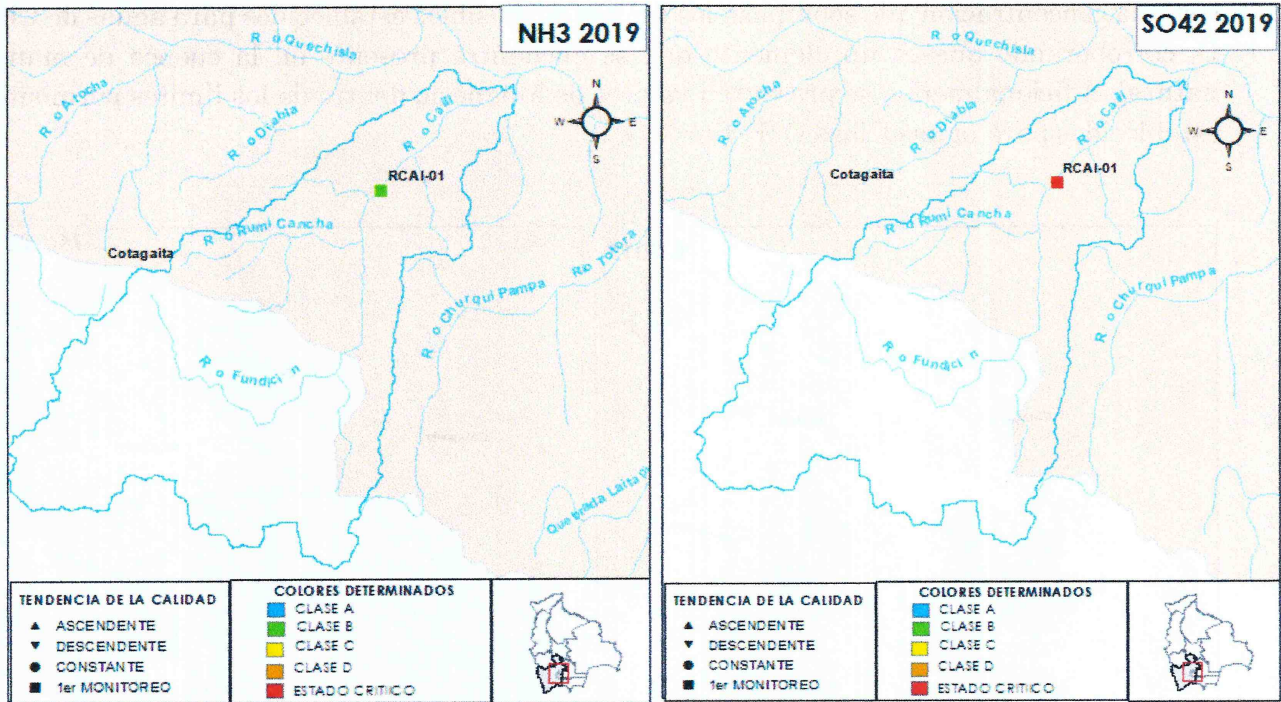


Figura 32. Presencia de Nitrógeno Amoniaco y Sulfatos en el río Cayti – Época de Avenida 2019

4.4.4 Análisis de la calidad hídrica del río Cayti – Época de seca

Parámetros básicos. En la Tabla 24, se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyentes inorgánicos metálicos, correspondiente a la campaña de monitoreo realizada en época seca de la gestión 2019.

Tabla 24. Parámetros básicos del río Cayti – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

DATOS GEI		PARÁMETROS BÁSICOS							
Código	CE	OD	pH	SDT	SSed	SST	T	Turb	
	µS/cm	%	-	mg/L	ml/L	mg/L	°C	NTU	
RCAI-01	1450	103,9	7,2	1058	0,1	8	21,1	6,8	

DATOS GEN		PARÁMETROS BÁSICOS							
Código	CE	OD	pH	SDT	SSed	SST	T	Turb	
	µS/cm	%	-	mg/L	ml/L	mg/L	°C	NTU	
RCAI-01	1450	103,9	7,2	1372	0,1	1	21,1	6,8	

DATOS GEI		PARÁMETROS BÁSICOS							
Código	CE	OD	pH	SDT	SSed	SST	T	Turb	
	µS/cm	%	-	mg/L	ml/L	mg/L	°C	NTU	
RCAI-01	1190	101,6	7,5	1004	0,1	4	22,5	22,3	

DATOS GEN		PARÁMETROS BÁSICOS							
Código	CE	OD	pH	SDT	SSed	SST	T	Turb	
	µS/cm	%	-	mg/L	ml/L	mg/L	°C	NTU	
RCAI-01	1290	107,7	7,5	1	0,5	96	19,4	206,0	

El análisis de este grupo de parámetros muestra que la conductividad y SDT son los parámetros que presentan concentraciones que sobrepasan los límites permisibles establecidos para aguas de clase B y C (Tabla 24 y Figura 33). Estos parámetros no han

sufrido alteraciones significativas durante las gestiones 2016 y 2017, registrándose una disminución importante para ambos parámetros en la gestión 2018 y 2019.

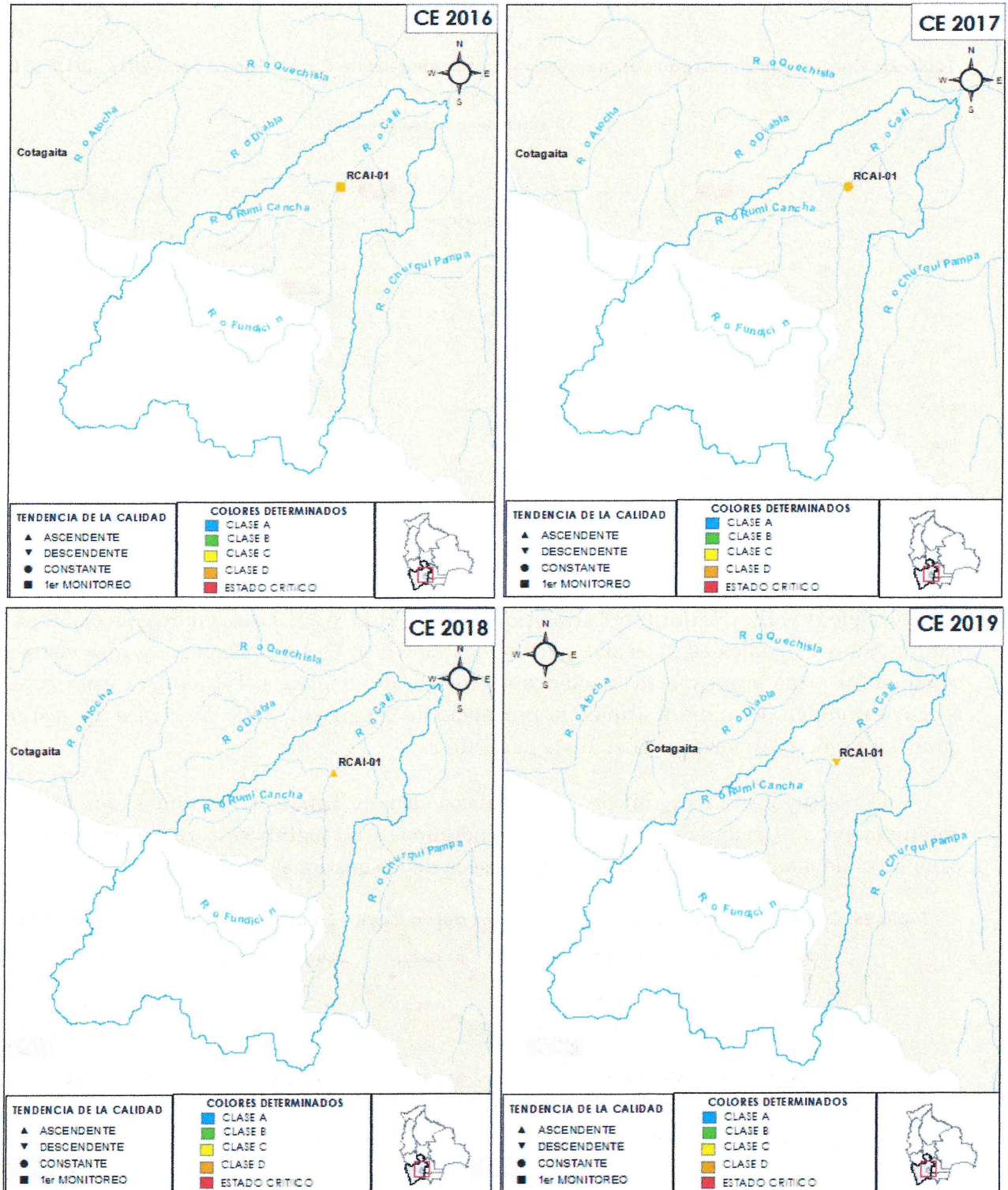


Figura 33. Conductividad Eléctrica en el río Cayti – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

Constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides. En la Tabla 25, se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides, correspondientes a las campañas de monitoreo realizadas en época seca de las gestiones 2016, 2017, 2018 y 2019.

Tabla 25. Constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides del río Cayti – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES																									
Código	Al	Sb	As	Ba	Be	B	Ca	Cd	Cu	Co	Cr ^{VI}	Sn	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Ag	Pb	Se	Na	U	V	Zn		
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		
RCAI-01	0,01	0,0040	0,0047	0,012	0,001	2,4	82,5	0,0002	0,004	0,000	0,003	0,004	0,02	0,34	1110	0,01	0,0001	0,007	0,001	0,0001	0,001	50	0,00001	0,0005	0,030		
DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES																									
Código	Al	Sb	As	Ba	Be	B	Ca	Cd	Cu	Co	Cr ^{VI}	Sn	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Ag	Pb	Se	Na	U	V	Zn		
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		
RCAI-01	0,10	0,0015	0,0009	0,019	0,001	2,1	85	0,0003	0,004	0,000	0,005	0,006	0,02	0,49	134	0,10	0,002	0,044	0,002	0,0080	0,002	64	0,00003	0,0010	0,068		
DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES																									
Código	Al	Sb	As	Ba	Be	B	Ca	Cd	Cu	Co	Cr ^{VI}	Sn	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Ag	Pb	Se	Na	U	V	Zn		
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		
RCAI-01	0,06	0,007	0,0056	0,013	0,0005	0,0	75	0,0004	0,002	0,00013	0,0025	0,002	0,1	0,39	94	0,06	0,001	0,02	0,001	0,001	0,001	46	3,5E-05	0,0005	0,09		
DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES																									
Código	Al	Sb	As	Ba	Be	B	Ca	Cd	Cu	Co	Cr ^{VI}	Sn	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Ag	Pb	Se	Na	U	V	Zn		
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		
RCAI-01	0,14	0,0094	0,0177	0,015	0,001	1,8	72,5	0,0004	0,004	0,000	0,003	0,001	0,10	0,31	95	0,01	0,001	0,053	0,001	0,0038	0,001	47	0,00006	0,0005	0,004		

Del análisis de este cuerpo de agua, podemos ver que el Boro se registra en el punto monitoreado (Figura 34) durante las gestiones 2016, 2017 y 2019 con valores que sobrepasan los límites permisibles establecidos para aguas de Clase D. La presencia de este elemento, como en los otros puntos, está asociado a geología de la cuenca. De manera específica, se registra también de manera atípica la presencia de Magnesio (35) y Mercurio en gestiones puntuales, que no ameritan un análisis particular.

Constituyentes inorgánicos no metálicos. En la Tabla 26, se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyentes inorgánicos no metálicos correspondientes a las campañas de monitoreo realizadas en época seca de las gestiones 2016, 2017, 2018 y 2019.

Tabla 26. Constituyentes inorgánicos no metálicos del río Cayti – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS							DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS						
Código	NH ₃	CN ₂	CL	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	S ₂	Código	NH ₃	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	N ₁	SO ₄ ²⁻		
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		
RCAI-01	0,50			32,2	0,15	1,77	649,9	0,00	3,02	29,0	0,09	2,55	0,02	4,3	769,4		
DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS							DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS						
Código	NH ₃	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	N ₁	SO ₄ ²⁻	Código	NH ₃	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	N ₁	SO ₄ ²⁻		
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		
RCAI-01	1,82	29,0	0,34	4,44	0,02	2,2	598,3	1,50	22,0	0,00	1,21	0	11,3	593,7			

De este grupo de constituyentes resaltan los sulfatos por presentar concentraciones que sobrepasan los límites establecidos en la normativa ambiental para aguas de Clase D,

mismos que están asociados al vertimiento de drenajes ácidos de mina de las actividades mineras (Figura 36).

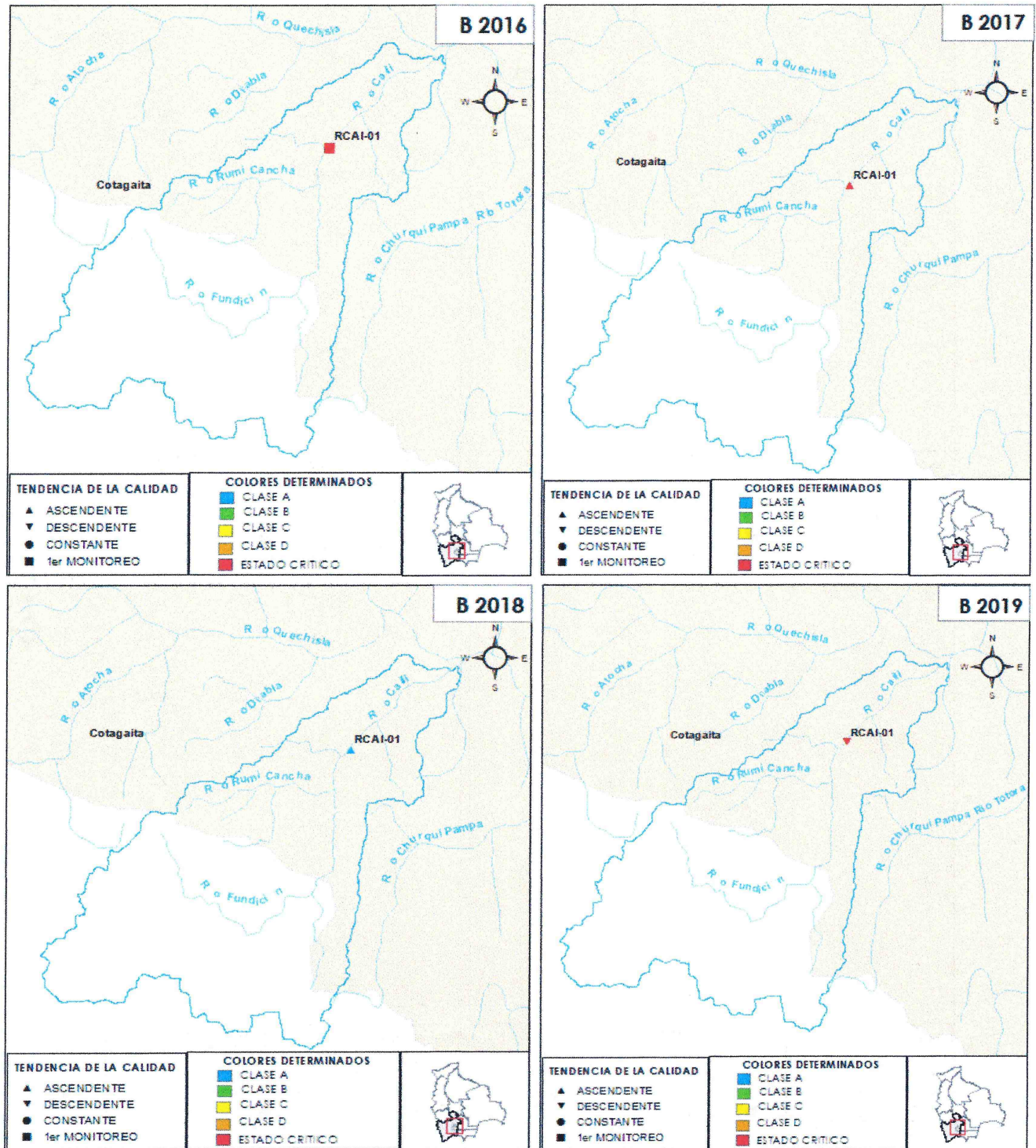


Figura 34. Presencia del Boro en el río Cayti – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

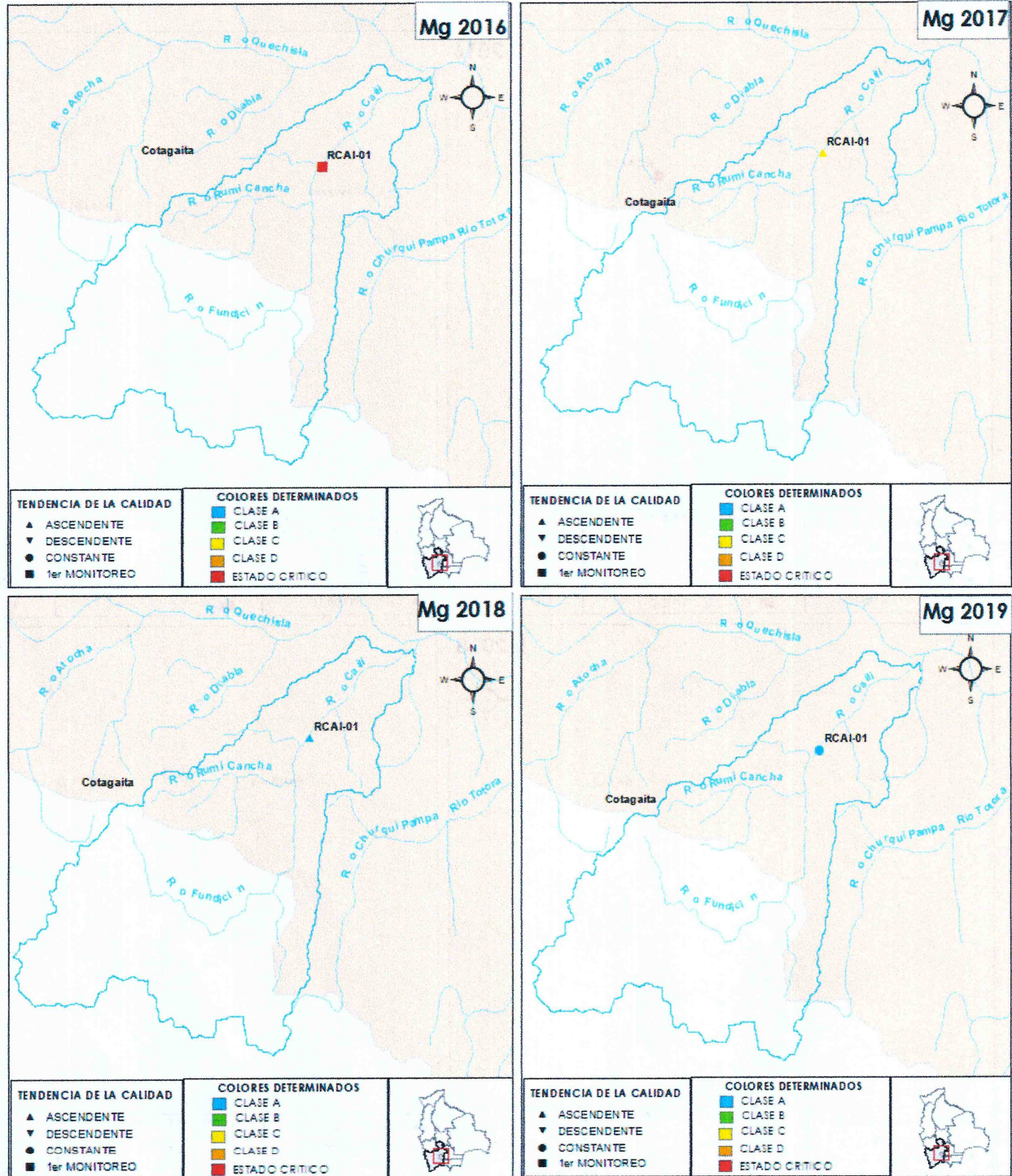


Figura 35. Presencia de Magnesio en el río Cayti – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

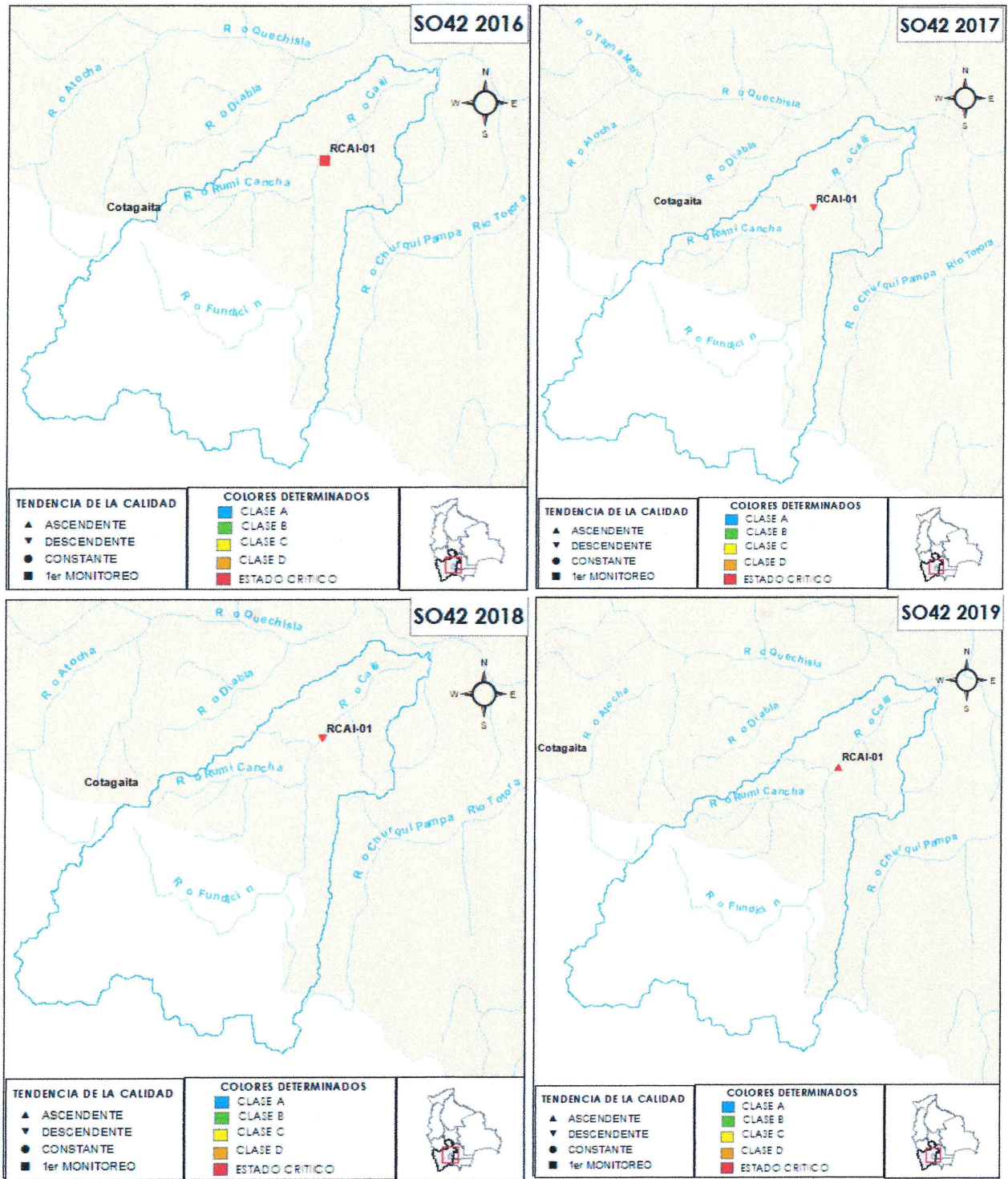


Figura 36. Presencia de Sulfatos en el río Cayti – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

Para el caso de nitrógeno amoniacal, se puede ver que los datos se encuentran dentro de los límites establecidos para aguas clase C, a excepción del valor atípico registrado en la gestión 2017 (Figura 37).

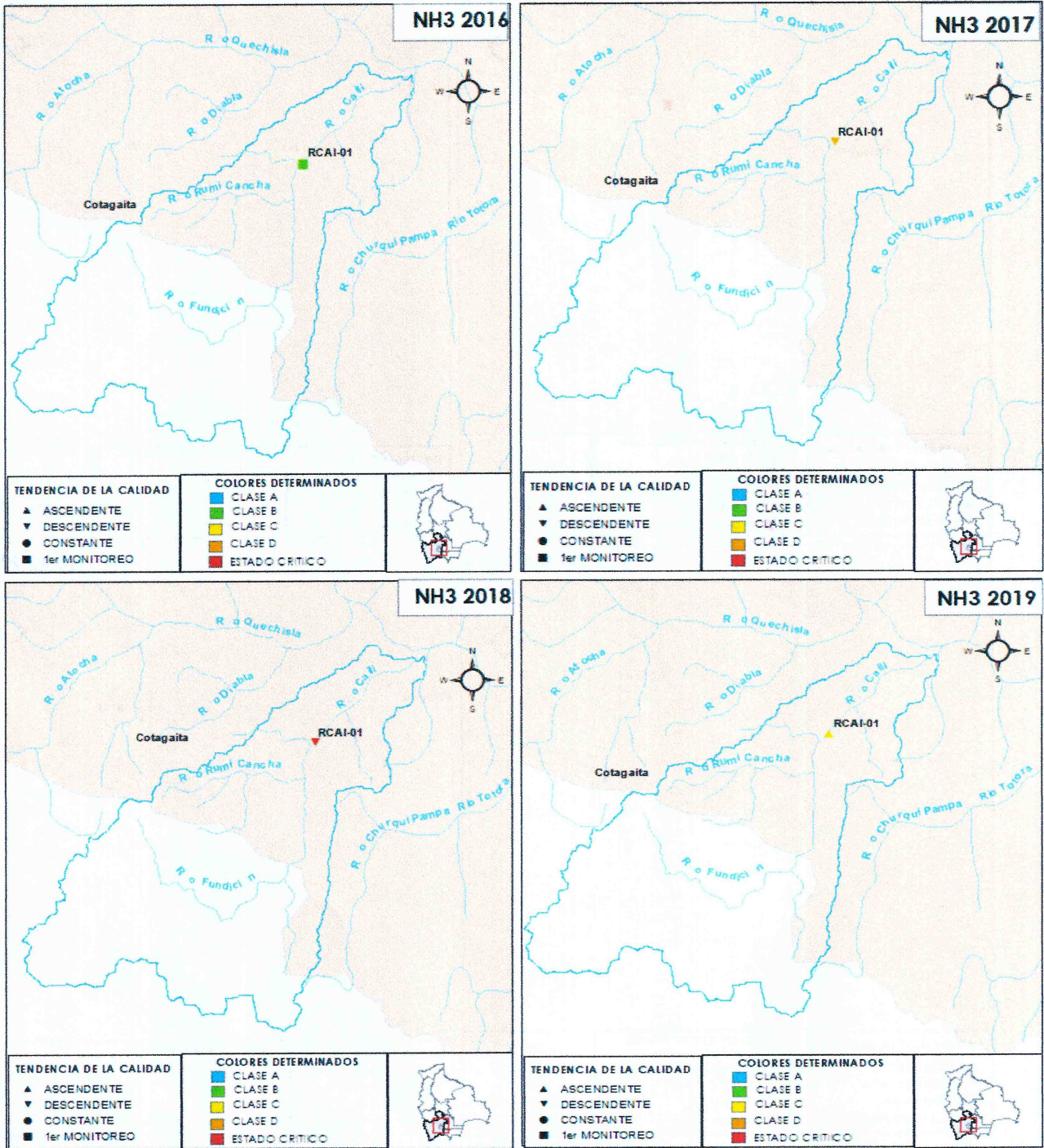


Figura 37. Presencia de Nitrógeno Amoniaco en el río Cayti – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

Constituyentes orgánicos. En la Tabla 27, se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyentes orgánicos, correspondientes a las campañas de monitoreo realizadas en época seca de las gestiones 2016, 2017, 2018 y 2019.

Tabla 27. Constituyentes orgánicos del río Cayti – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

DATOS GEN	CONSTITUYENTES ORGÁNICOS		DATOS GEN	CONSTITUYENTES ORGÁNICOS		DATOS GEN	CONSTITUYENTES ORGÁNICOS		DATOS GEN	CONSTITUYENTES ORGÁNICOS					
	Código	DBO ₅		DQO	Código		DBO ₅	DQO		Código	DBO ₅	DQO	Código	DBO ₅	DQO
		mg O ₂ /L		mg O ₂ /L			mg O ₂ /L	mg O ₂ /L			mg O ₂ /L	mg O ₂ /L		mg O ₂ /L	mg O ₂ /L
RCAI-01	5	5	RCAI-01	5	4	RCAI-01	5	2	RCAI-01	0	5				

Los datos registrados nos muestran que no existen problemas en las concentraciones de materia orgánica en el río (Figura 38), situación que estaría estrechamente relacionada con las características ácidas que facilitan la oxidación de la materia orgánica.

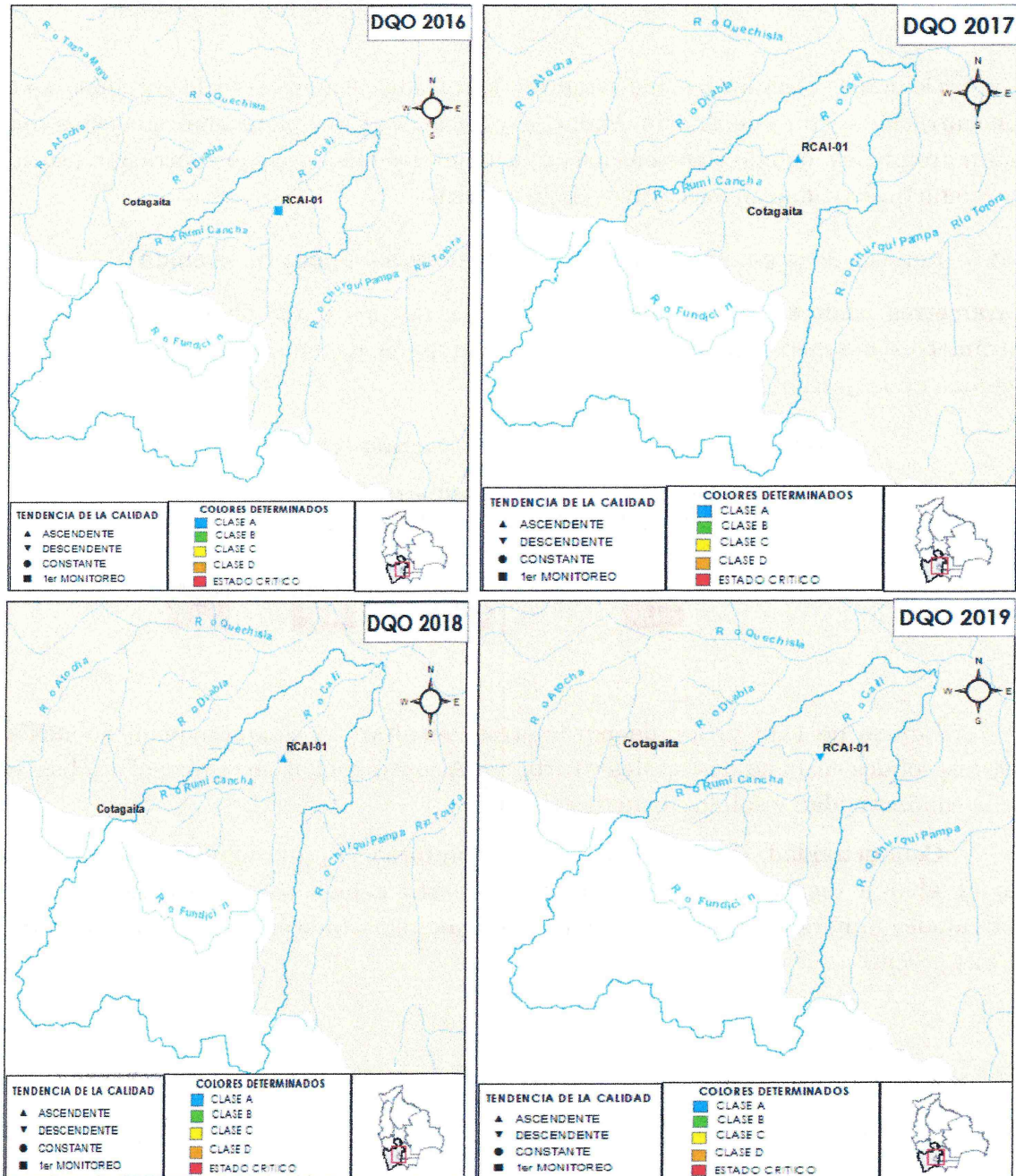


Figura 38. Presencia de materia orgánica (DQO) en el río Cayti – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

Constituyentes plaguicidas. En la Tabla 28, se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyentes plaguicidas, correspondientes a la campaña de monitoreo realizada en época seca de la gestión 2019.

Tabla 28. Constituyentes plaguicidas del río Cayti – Época Seca 2019

DATOS GEN	CONSTITUYENTES PLAGUICIDAS						
	Aldrin	Dieldrin	Clordano	DDT	Endrin	Malation	Paration
	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
RCAI-01	0,02	0,02	0,02	0,2	0,02	0,1	0,2

De manera similar a lo registrado en los puntos de monitoreo de la cuenca, se registran concentraciones traza de Endrín, Malatión y Paratión. Cabe mencionar que estos compuestos están prohibidos, debido a sus efectos en la salud, los mismos se encontrarían asociados a su uso como insecticidas en los cultivos de la cuenca.

4.4.5 Análisis de la calidad hídrica del río Quechisla – Época de avenida

Parámetros básicos. En la Tabla 29, se muestran los datos obtenidos para el grupo de parámetros básicos, correspondientes a la campaña de monitoreo realizada en época de avenida en la gestión 2019.

Tabla 29. Parámetros básicos del río Quechisla – Época de Avenida 2019

DATOS GEN	PARÁMETROS BÁSICOS							
	CE	OD	pH	SDT	SSed	SST	T	Turb
	µS/cm	%	-	mg/L	ml/L	mg/L	°C	NTU
RQ-01	1542	96,6	7,9	1322	0,9	294	18,1	581,0
RQ-02	1621	97,9	7,5	1536	2,5	473	14,1	767,7

Dentro de este grupo de parámetros, resaltan la conductividad, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales y turbidez. A continuación, se realiza el análisis específico de la conductividad y sólidos disueltos totales.

Conductividad. De los dos puntos de monitoreo, el punto ubicado en la parte final del río es el que registra mayor conductividad, esto debido a las descargas que recibe de actividades mineras (Figura 39). El valor máximo registrado se encuentra en el punto RQ-02 (1 621 µS/cm).

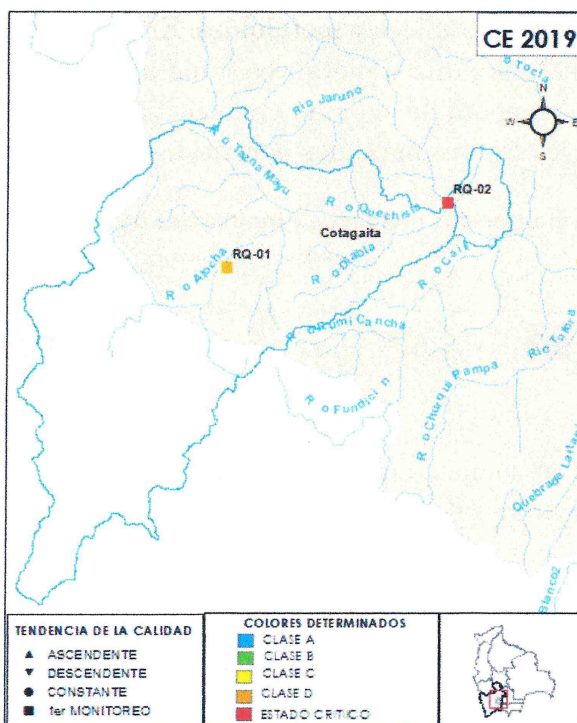


Figura 39. Conductividad Eléctrica en el río Quechisla – Época Avenida 2019

Sólidos Disueltos Totales. Al igual que la CE, el punto ubicado al final del río (Figura 40) es el que presenta mayor concentración de sólidos disueltos totales, estando relacionado además a las descargas de aguas residuales de la población de Atocha.

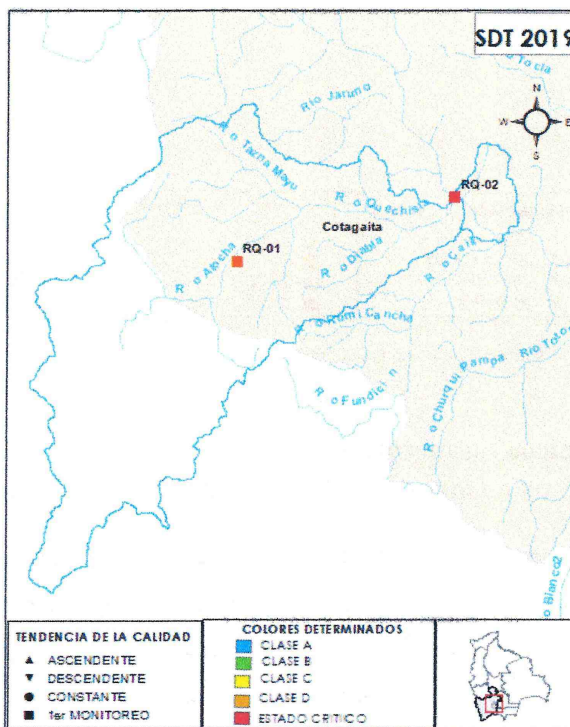


Figura 40. Sólidos Disueltos Totales en el río Quechisla – Época Avenida 2019

Constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides. En la Tabla 30 se muestran datos para el grupo de constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides correspondientes a la campaña de monitoreo realizada en época de avenida en la gestión 2019, donde se observa la presencia de Boro por encima de los límites máximos permitidos. Los datos de mercurio son atípicos.

Tabla 30. Constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides del río Quechisla – Época de Avenida 2019

DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES																							
Código	Al	Sb	As	Ba	Be	B	Ca	Cd	Cu	Co	Cr ⁶⁺	Sn	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Ag	Pb	Se	Na	U	V	Zn
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
RQ-01	0,1	0,0004	0,0070	0,032	0,001	3,7	155	0,0006	0,003	0,000	0,005	0,005	0,1	0,47	85	0,00	0,002	0,012	0,002	0,0010	0,002	86	0,00082	0,0010	0,012
RQ-02	0,1	0,0007	0,0036	0,027	0,001	3,2	136	0,0007	0,004	0,000	0,005	0,004	0,1	0,63	118	0,01	0,002	0,052	0,002	0,0021	0,002	78	0,00017	0,0010	0,122

Boro. Presenta un comportamiento uniforme pero fuera de los límites para aguas de clase D (Figura 41) con valores de 3,7 y 3,2 mg/L que indican procedencia de fuentes naturales.

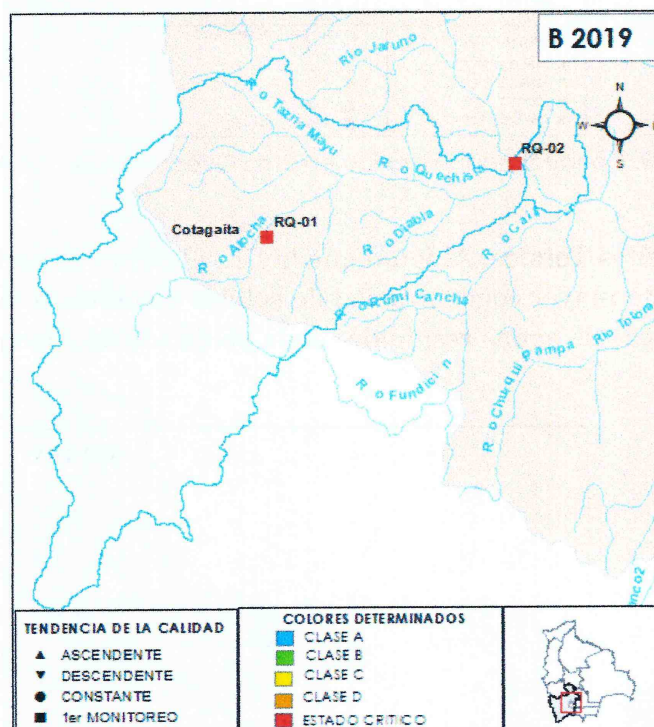


Figura 41. Presencia de Boro en el río Quechisla – Época Avenida 2019

Constituyentes inorgánicos no metálicos. La Tabla 31 muestra los datos obtenidos para los constituyentes inorgánicos no metálicos de la campaña de época de avenida de la gestión 2019.

Tabla 31. Constituyentes inorgánicos no metálicos del río Quechisla – Época de Avenida 2019

DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS						
Código	NH ₃	Cl ⁻	PO ₄ ⁻³	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	N _T	SO ₄ ⁻²	
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
RQ-01	0,10	73,4	0,10	5,27	0	1,8	694,8	
RQ-02	0,14	56,4	0,10	5,77	0	1,8	762,4	

Se puede ver que resaltan los sulfatos, como el parámetro que supera los límites permisibles establecidos para aguas de Clase D. A continuación, se realiza un análisis específico del comportamiento del mismo en el río Quechisla.

Sulfatos. Se registran valores crecientes fuera de los límites establecidos para aguas de clase D en las 2 estaciones (Figura 42). La presencia de sulfatos se debe a los drenajes ácidos de mina.

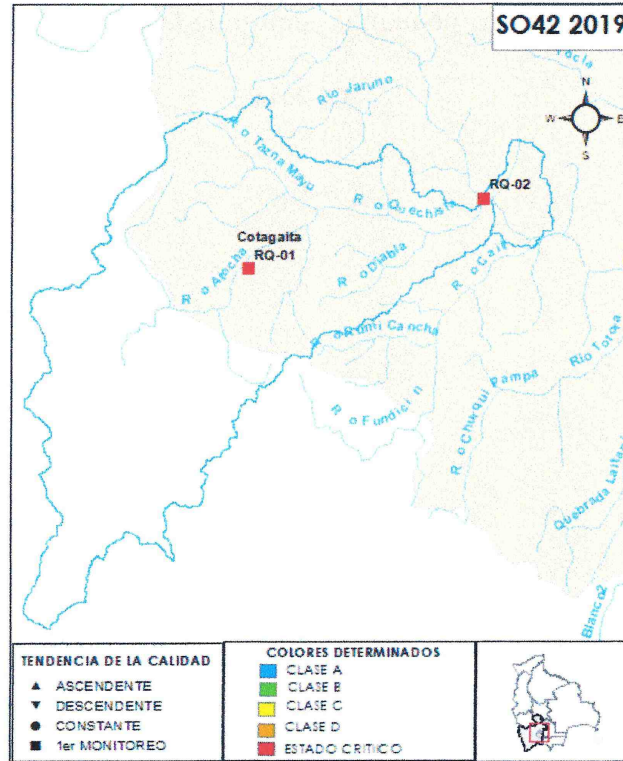


Figura 42. Presencia de Sulfatos en el río Quechisla – Época Avenida 2019

4.4.6 Análisis de la calidad hídrica del río Quechisla – Época seca

Parámetros básicos. En la Tabla 32, se muestran los datos obtenidos para el grupo de parámetros básicos, correspondientes a las campañas de monitoreo realizadas en época seca en las gestiones 2016, 2017, 2018 y 2019.

Tabla 32. Parámetros básicos del río Quechisla – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

DATOS GEI		PARÁMETROS BÁSICOS							
Código	CE	OD	pH	SDT	SSed	SST	T	Turb	
	µS/cm	%	-	mg/L	ml/L	mg/L	°C	NTU	
RQ-01	1883	100,0	7,9	1480	2,0	729	15,0	658,0	
RQ-02	1575		7,1	1786	3,0	865	17,4	479,2	

DATOS GEN		PARÁMETROS BÁSICOS							
Código	CE	OD	pH	SDT	SSed	SST	T	Turb	
	µS/cm	%	-	mg/L	ml/L	mg/L	°C	NTU	
RQ-01	1667	99,6	7,8	1306	1,8	423	8,2	376,0	
RQ-02	1577	105,0	7,3	1524	0,5	116	22,0	218,0	

Dentro de este grupo de constituyentes, se puede ver que la conductividad, SDT, SST y Turbidez, son los parámetros que presentan mayor variabilidad en las gestiones en las que se han desarrollado las campañas de monitoreo. A continuación, se realiza un análisis más específico de los parámetros de conductividad y SDT.

Conductividad. Los valores de conductividad del río oscilan entre 1 500 y 1 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indicando que se trata de aguas salinas asociadas a actividades mineras que se generan en la cabecera de río (Figura 43), así como a la descarga de aguas residuales domésticas de poblaciones como Atocha y otras pequeñas comunidades.

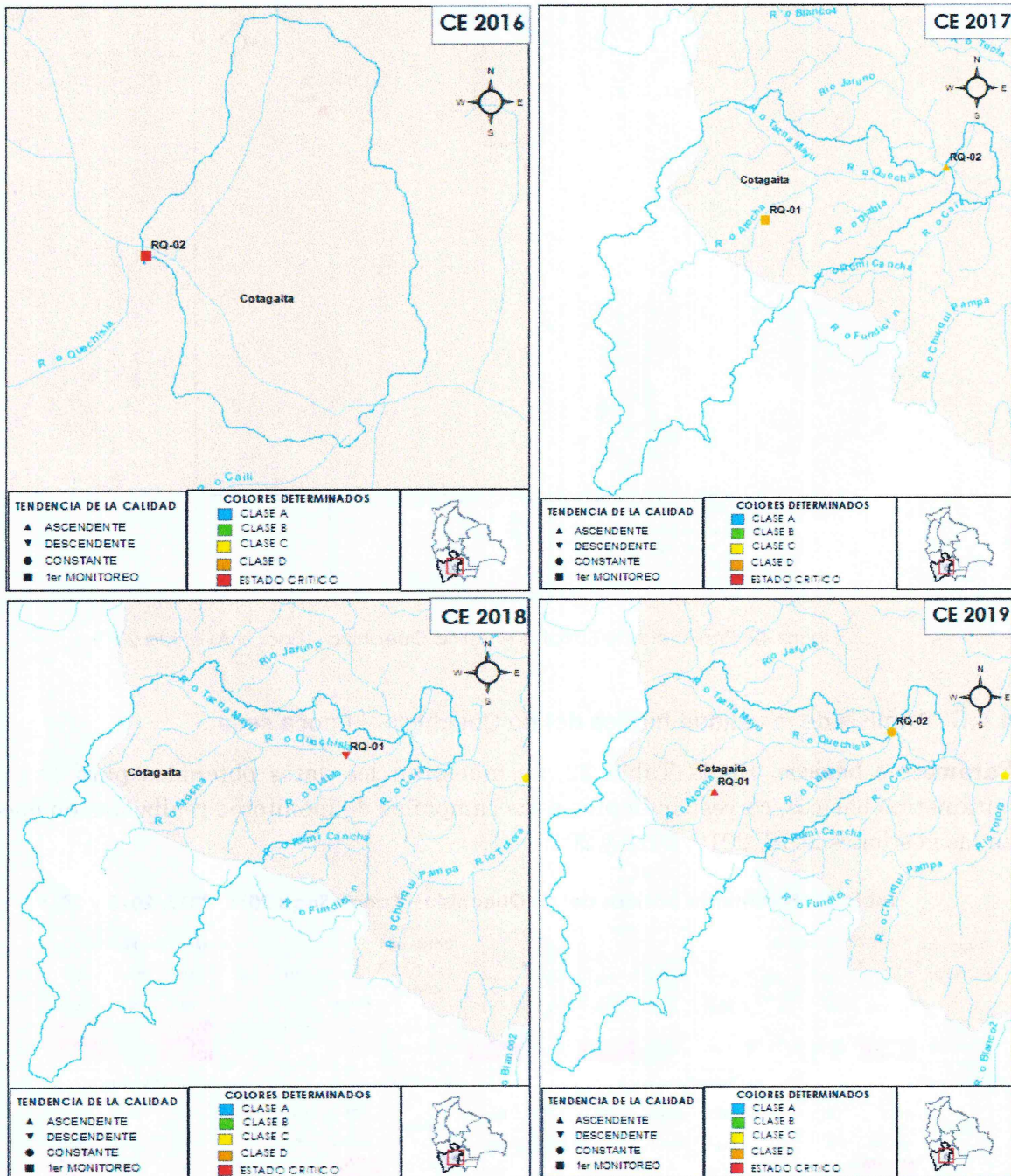


Figura 43. Conductividad Eléctrica en el río Quechisla – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

Sólidos Disueltos Totales. Se puede ver que en ambos puntos de monitoreo (Figura 44) se registran valores que sobrepasan los límites permisibles establecidos para aguas de Clase D. Las actividades mineras y descargas de aguas residuales domiciliaria estarían incrementado los valores de estos parámetros en el cuerpo de agua.

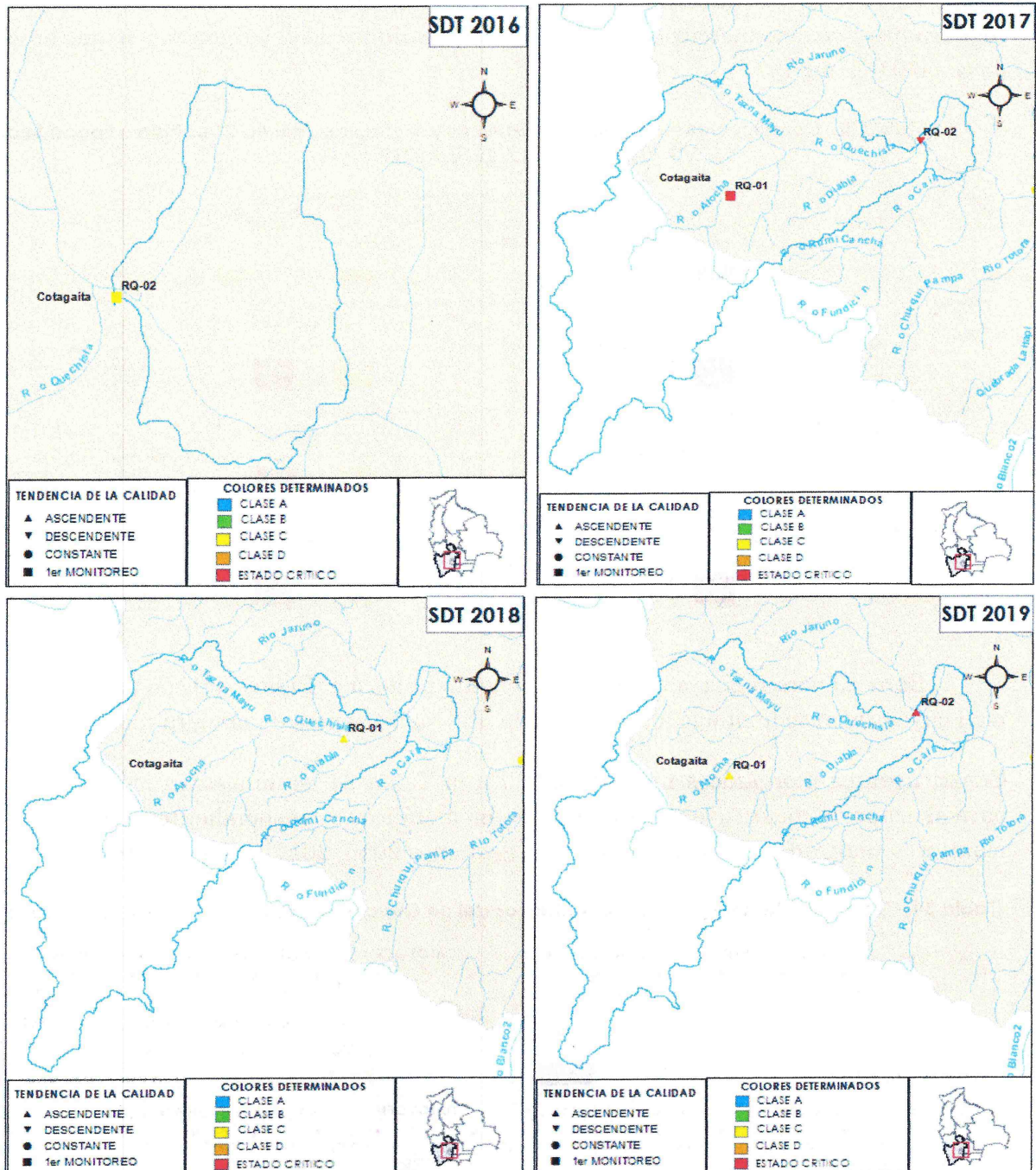


Figura 44. Sólidos Disueltos Totales en el río Quechisla – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

Constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides. En la Tabla 33, se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyentes inorgánicos metálicos y no metálicos, correspondientes a las campañas de monitoreo realizadas en época seca en las gestiones 2016, 2017, 2018 y 2019.

Para el caso de este grupo de constituyentes, se puede ver que el parámetro que registra valores que sobrepasan los límites establecidos para aguas Clase D es el Boro, sobre el que se realiza a continuación el análisis correspondiente. Se debe hacer notar que se registra presencia de mercurio, pero por debajo del límite de detección registrado en la Tabla 33 como 0,002 mg/L.

Tabla 33. Constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides del río Quechisla – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES																											
Código	Al	Sb	As	Ba	Be	B	Ca	Cd	Cu	Co	Cr ^{VI}	Sn	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Ag	Pb	Se	Na	U	V	Zn				
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
RQ-01	0,02	0,0018	0,0051	0,020	0,001	2,4	137	0,0010	0,010	0,000	0,005	0,007	0,02	0,66	128	0,05	0,0002	0,057	0,002	0,0001	0,002	84	0,00017	0,0010	0,228				
RQ-02	0,08	0,0020	0,0027	0,026	0,001	5,2	1,55	0,0028	0,004	0,000	0,005	0,006	0,02	0,65	104	0,01	0,002	0,029	0,002	0,0035	0,002	107	0,00062	0,0010	0,864				
RQ-01	0,09	0,0012	0,0044	0,023	0,001	3,8	1,48	0,0009	0,006	0,000	0,005	0,006	0,02	0,85	146	0,01	0,002	0,037	0,002	0,0036	0,002	89	0,00013	0,0010	0,204				
RQ-02	0,0	0,001	0,015	0,020	0,001	0,0	1,48	0,001	0,00	0,00	0,005	0,008	0,1	0,77	119	0,0	0,002	0,04	0,002	0,002	0,002	83	0,00019	0,001	0,206				
RQ-01	0,04	0,0025	0,0057	0,033	0,001	5,2	1,40	0,0013	0,005	0,000	0,005	0,001	0,10	0,48	84	0,00	0,002	0,014	0,002	0,0029	0,002	92	0,00104	0,0010	0,005				
RQ-02	0,51	0,0005	0,0067	0,028	0,001	3,5	1,17	0,0008	0,012	0,000	0,005	0,001	0,10	0,60	109	0,01	0,002	0,059	0,002	0,0024	0,002	71	0,00014	0,0010	0,005				

Boro. El boro registra un comportamiento uniforme (Figura 45) con valores entre 3 y 4 mg/l cuyo origen se atribuye a minerales de ulexita presentes de manera natural en la zona.

Constituyentes inorgánicos no metálicos. En la Tabla 34, se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyentes inorgánicos no metálicos correspondientes a las campañas de monitoreo realizadas en época seca en las gestiones 2016, 2017, 2018 y 2019.

Tabla 34. Constituyentes inorgánicos no metálicos del río Quechisla – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS						
Código	NH ₃	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	N ₁	SO ₄ ²⁻	
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
RQ-01								
RQ-02	0,63		69,8	0,12	0,01	823,3	0,00	
RQ-01	3,00	82,5	0,13	1,13	0,02	1,5	927,5	
RQ-02	2,93	55,4	0,24	1,25	0,02	1,5	1075,0	
RQ-01	2,09	62,3	0,51	1,25	0,02	2,5	941,9	
RQ-02	1,71	73,3	0,00	1,02	0	7,1	727,4	
RQ-02	1,59	4,6	0,00	0,85	0	8,5	823,2	

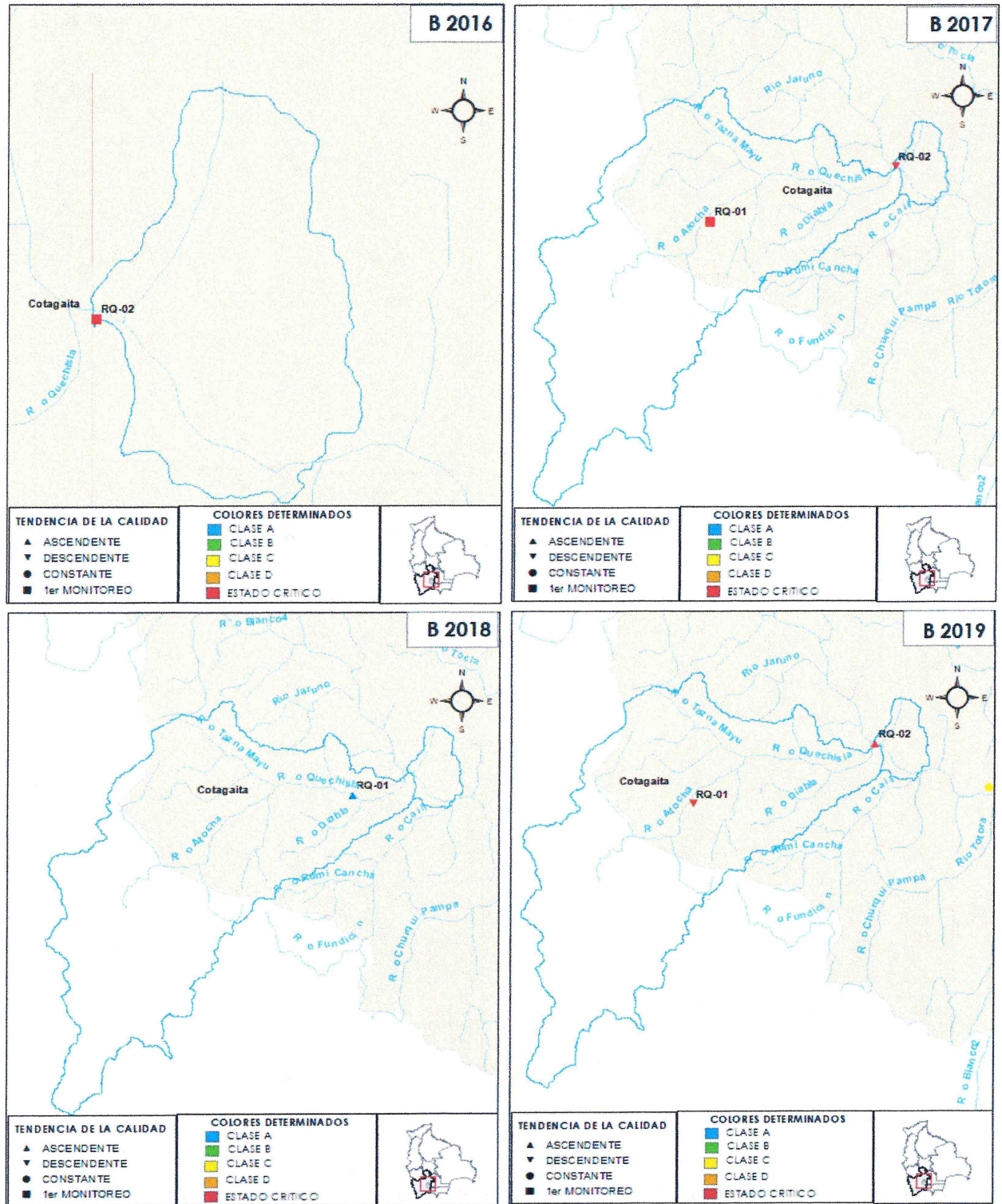


Figura 45. Presencia de Boro en el río Quechisla – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

Se puede observar (Tabla 34 y Figura 46) que los sulfatos vuelven a aparecer como el parámetro crítico en las dos estaciones de control con tendencia creciente (Figura 46). El mínimo se registra en RQ-01 y el máximo en. Su presencia se debe principalmente a los drenajes ácidos de mina.

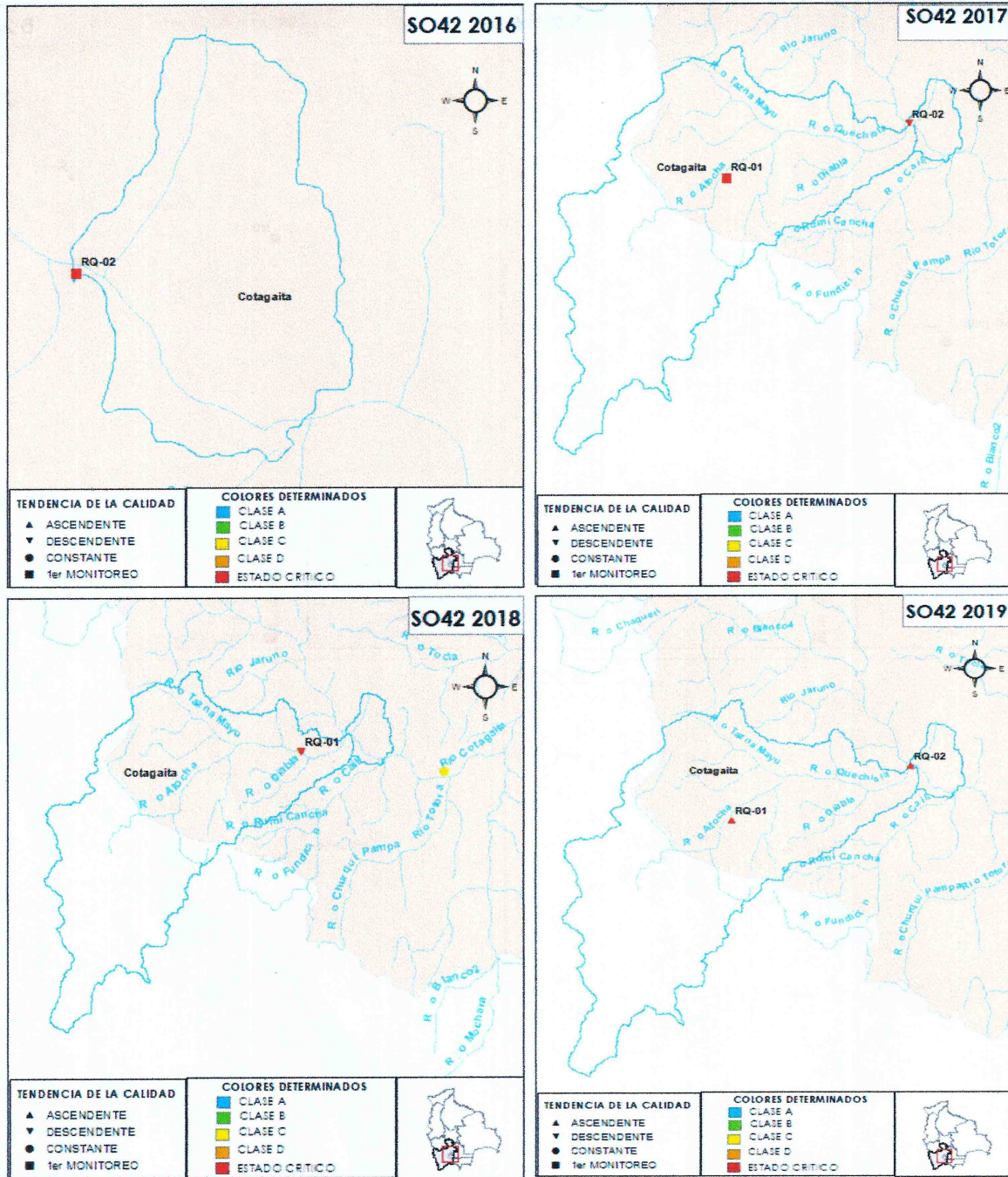


Figura 46. Presencia de Sulfatos en el río Quechisla – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

Constituyentes orgánicos. En la Tabla 35, se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyentes orgánicos correspondientes a las campañas de monitoreo realizadas en época seca en las gestiones 2016, 2017, 2018 y 2019.

En este grupo de parámetros se puede notar que los valores de DBO_5 y DQO no superan los límites permisibles establecidos para aguas de clase B. En el caso de la DBO_5 corresponden al límite de detección de la técnica utilizada. En el caso de la DQO, los valores son bajos por las condiciones de acidez del río que facilita la oxidación de la materia orgánica.

Tabla 35. Constituyentes orgánicos del río Quechisla – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

DATOS GEN	CONSTITUYENTES ORGÁNICOS		DATOS GEN	CONSTITUYENTES ORGÁNICOS		DATOS GEN	CONSTITUYENTES ORGÁNICOS		DATOS GEN	CONSTITUYENTES ORGÁNICOS					
	Código	DBO ₅		DQO	Código		DBO ₅	DQO		Código	DBO ₅	DQO	Código	DBO ₅	DQO
		mg O ₂ /L		mg O ₂ /L			mg O ₂ /L	mg O ₂ /L			mg O ₂ /L	mg O ₂ /L		mg O ₂ /L	mg O ₂ /L
RQ-01			RQ-01	5	7	RQ-01	6	2	RQ-01	0	7				
RQ-02	5	2	RQ-02	5	4	RQ-02			RQ-02	0	5				

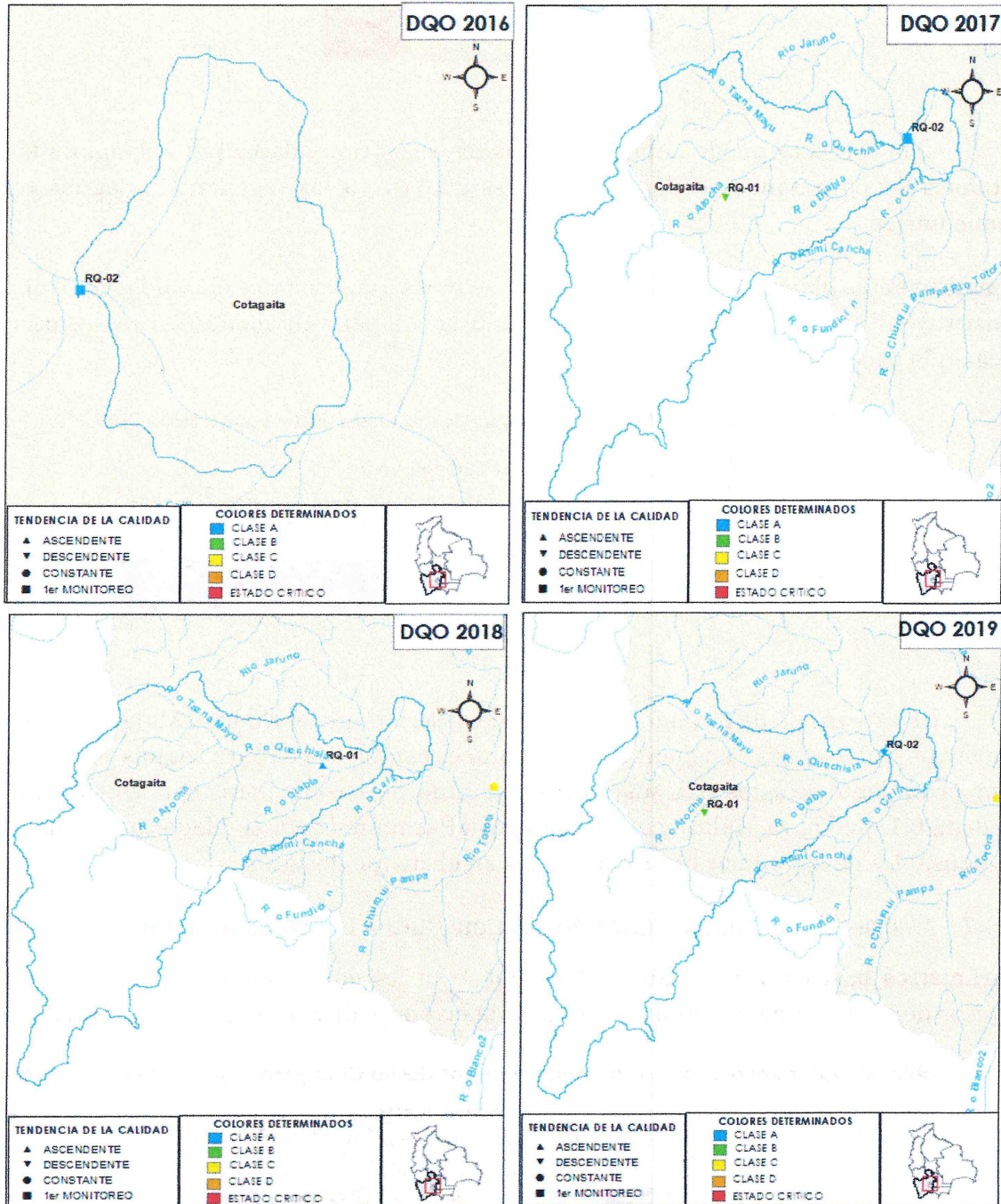


Figura 47. DQO en el río Quechisla – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

Constituyentes microbiológicos y parásitos. En la Tabla 36, se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyentes microbiológicos, correspondiente a la campaña de monitoreo realizada en época seca en la gestión 2019.

Tabla 36. Constituyentes microbiológicos del río Quechisla – Época Seca 2019

DATOS GEN	CONSTITUYENTES MICROBIOLÓGICOS	
	Colifecal	Parásitos
	NMP/100ml	#/L
RQ-01	14	300
RQ-02	27	300

Como se nota puede notar, los parásitos registran valores por encima de los límites establecidos para aguas de clase D y que se atribuye a las descargas de aguas residuales domiciliarias.

Constituyentes plaguicidas. En la Tabla 37, se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyentes plaguicidas, correspondiente a la campaña de monitoreo realizada en época seca en la gestión 2019.

Tabla 37. constituyentes plaguicidas del río Quechisla – Época Seca 2019

DATOS GEN	CONSTITUYENTES PLAGUICIDAS						
	Aldrin	Dieldrin	Clordano	DDT	Endrin	Malation	Paration
	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
RQ-01	0,02	0,02	0,02	0,2	0,02	0,1	0,2
RQ-02	0,02	0,02	0,02	0,2	0,02	0,1	0,2

En este grupo de parámetros, se puede observar que el Endrín, Malatión y el Paratión registran valores por encima de los límites establecidos para aguas de clase D, el comportamiento de estas tres sustancias son uniformes, con valores iguales a 0,02 mg/l para Endrín, 0,1 mg/l para Malatión y 0,2 mg/l para Paratión. Las actividades agrícolas serían las responsables de introducir estas sustancias en el cuerpo de agua.

4.4.7 Análisis de la calidad hídrica del río Cotagaita – Época de avenida

Parámetros básicos. En la Tabla 38 se muestran los datos obtenidos para los parámetros básicos de la campaña de monitoreo realizada en época de avenida en la gestión 2019.

Tabla 38. Datos del grupo de parámetros básicos del río Cotagaita – Época de Avenida 2019

DATOS GEN	PARÁMETROS BÁSICOS							
	CE	OD	pH	SDT	SSed	SST	T	Turb
	µS/cm	%	-	mg/L	ml/L	mg/L	°C	NTU
RCOT-01	1421	98,0	7,5	1416	1,5	146	16,0	347,3
RCOT-02	1408	97,2	8,0	1534	1,6	293	15,2	560,0
RCOT-03	1428	99,4	8,1	1400	1,5	280	19,7	505,7
RCOT-04	1498	98,7	8,1	1570	2,0	292	17,2	597,7
RCOT-05	1773	99,2	8,2	1496	3,5	754	13,5	1064,3

En este grupo de parámetros básicos, se puede notar que la conductividad, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos y la turbidez registran concentraciones mayores a lo largo del cuerpo de agua. A continuación, se realiza el análisis específico del comportamiento de estos parámetros.

Conductividad. Los valores de conductividad registrados sobre el río Cotagaita sobrepasan en todos los puntos los límites permisibles establecidos para aguas de Clase D. Desde el inicio del cuerpo de agua, se registran valores por encima de los 1 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (RCOT-01) debido principalmente al impacto que tiene el río Blanco, como principal afluente del río Cotagaita. Posteriormente se puede ver (Figura 48) que la conductividad se va incrementando a medida que el río realiza su paso por la cuenca, hasta alcanzar valores de 1 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (RCOT-05).

Siendo la conductividad un parámetro básico que nos permite ver impactos que sufre el cuerpo de agua, en términos generales se puede concluir que el río Cotagaita se encuentra influenciado principalmente por las actividades propias que se desarrollan en la cuenca, como la minería, agricultura y el aprovechamiento de áridos y agregados.

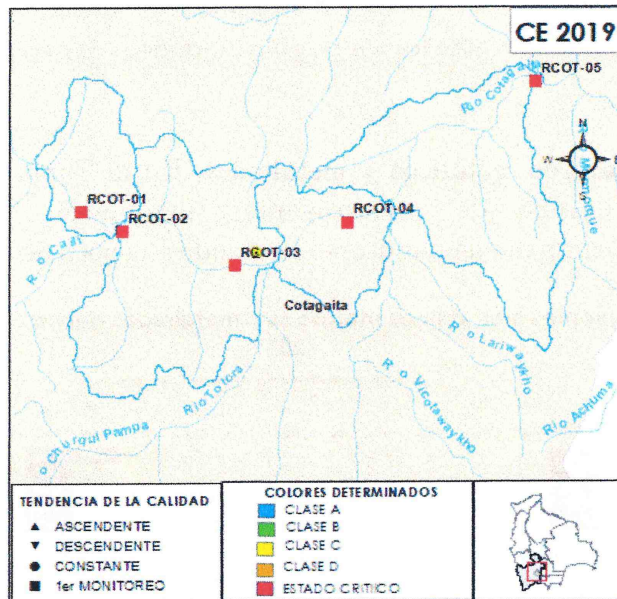


Figura 48. Conductividad Eléctrica en el río Cotagaita – Época de Avenida 2019

Sólidos Disueltos Totales. El río Cotagaita en la parte alta presenta concentraciones de SDT que se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos para aguas de Clase C (RCOT-01). Sin embargo, a medida que el río atraviesa por centros poblados y recibe la carga de otros cuerpos de agua (Figura 49), estos valores van incrementando paulatinamente hasta llegar a superar los límites permisibles establecidos para Clase D (RCOT-05).

Los valores de SDT registrados permiten verificar la presencia de compuestos inorgánicos en el agua, como el drenaje ácido de mina y sales principalmente, mismos que

estarían asociados al desarrollo de actividades mineras y las características geomorfológicas de la cuenca.

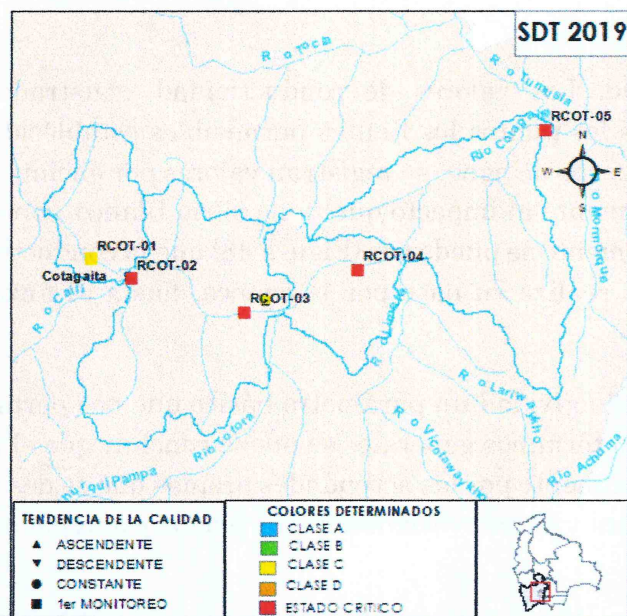


Figura 49. Sólidos Disueltos Totales en el río Cotagaita – Época de Avenida 2019

Constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides. En la Tabla 39 se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides, correspondientes a la campaña de monitoreo realizado en época de avenida en la gestión 2019.

Tabla 39. Constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides del río Cotagaita – Época de avenida 2019

DATOS GEN	CONSTITUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES																									
	Al	Sb	As	Ba	Be	B	Ca	Cd	Cu	Co	Cr ⁶⁺	Sn	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Ag	Pb	Se	Na	U	V	Zn	
Código	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
RCOT-01	0,1	0,0019	0,0025	0,024	0,001	2,4	131	0,0017	0,005	0,033	0,005	0,005	0,1	0,54	121	1,06	0,002	0,120	0,002	0,0024	0,002	65	0,00009	0,0010	0,227	
RCOT-02	0,2	0,0026	0,0039	0,022	0,001	2,7	123	0,0012	0,004	0,019	0,005	0,005	0,1	0,52	125	0,62	0,002	0,085	0,002	0,0085	0,002	62	0,00010	0,0010	0,105	
RCOT-03	0,0	0,0036	0,0037	0,018	0,001	2,7	124	0,0005	0,003	0,008	0,005	0,004	0,1	0,48	130	0,34	0,003	0,052	0,002	0,0004	0,002	63	0,00027	0,0010	0,047	
RCOT-04	0,0	0,0032	0,0045	0,019	0,001	2,6	128	0,0004	0,003	0,000	0,005	0,005	0,1	0,49	140	0,19	0,005	0,041	0,002	0,0008	0,002	69	0,00059	0,0010	0,036	
RCOT-05	0,1	0,0026	0,0033	0,022	0,001	2,6	133	0,0004	0,004	0,000	0,005	0,015	0,1	0,50	144	0,01	0,002	0,020	0,002	0,0024	0,002	74	0,00102	0,0010	0,030	

Dentro de este grupo de parámetros, se puede identificar al Boro, Mercurio y Magnesio como aquellos que registran mayores concentraciones en el río Cotagaita. Sobre el Mercurio, los valores corresponden al límite de detección del equipo.

Respecto al Manganeseo, Níquel y Zinc, podemos ver que en el punto RCOT-01 se registran las mayores concentraciones de estos parámetros, que van disminuyendo a medida que el río va siguiendo su curso por efecto de dilución de otros aportantes como el río Quechisla y Cayti.

Boro. De acuerdo a los valores registrados en la campaña de avenida de la gestión 2019, se puede ver que las concentraciones no varían de manera significativa (Figura 50),

mostrando que se trata de un elemento de origen natural presente en todos los cuerpos de agua de la zona.

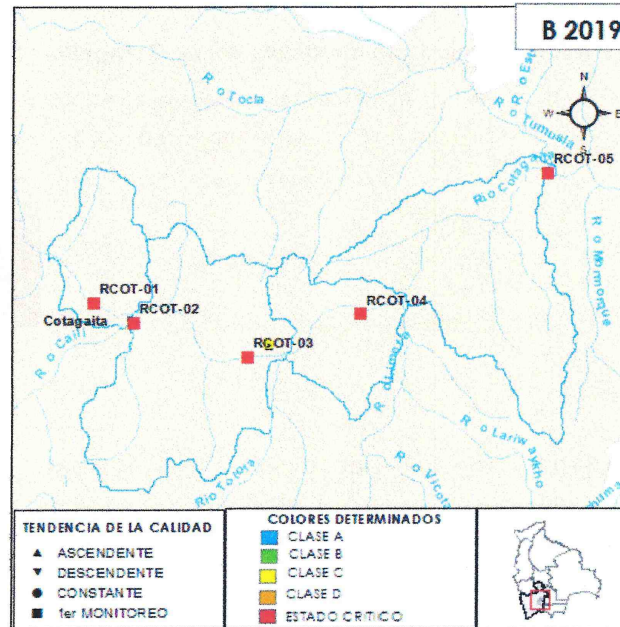


Figura 50. Presencia de Boro en el río Cotagaita – Época de Avenida 2019

Magnesio. Sigue una tendencia ascendente desde la cabecera hasta el final de la cuenca. Su presencia en el agua estaría relacionada a la composición geológica de la cuenca que incorpora sales solubles de magnesio.

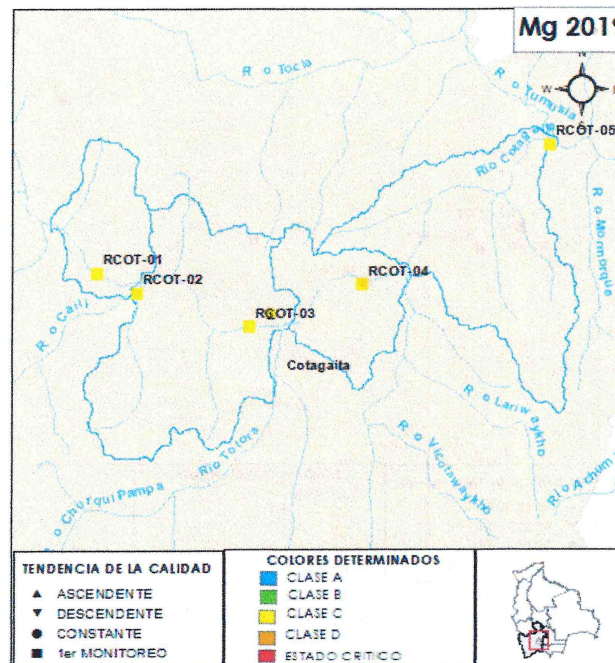


Figura 51. Presencia de Magnesio en el río Cotagaita – Época de Avenida 2019

4.4.8 Análisis de la calidad hídrica del río Cotagaita – Época Seca

Parámetros básicos. En la Tabla 41, se muestran los datos obtenidos para el grupo de parámetro básicos, correspondientes a las campañas de monitoreo realizadas en época seca en las gestiones 2016, 2017, 2018 y 2019.

Tabla 41. Parámetros básicos del río Cotagaita – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

DATOS GEN		PARÁMETROS BÁSICOS							
Código	CE	OD	pH	SDT	SSed	SST	T	Turb	
	µS/cm	%	-	mg/L	ml/L	mg/L	°C	NTU	
RCOT-01									
RCOT-02									
RCOT-03	1999	100,4	8,3	1638	0,5	299	22,0	41,5	
RCOT-04									
RCOT-05									

DATOS GEN		PARÁMETROS BÁSICOS							
Código	CE	OD	pH	SDT	SSed	SST	T	Turb	
	µS/cm	%	-	mg/L	ml/L	mg/L	°C	NTU	
RCOT-01									
RCOT-02	1528		7,6	1816	1,9	726	16,1	288,4	
RCOT-03	1999	100,4	8,3	1898	6,0	1429	22,0	41,5	
RCOT-04									
RCOT-05	2374		8,5	2722	0,1	7	18,4	5,2	

DATOS GEN		PARÁMETROS BÁSICOS							
Código	CE	OD	pH	SDT	SSed	SST	T	Turb	
	µS/cm	%	-	mg/L	ml/L	mg/L	°C	NTU	
RCOT-01	1698	97,5	7,8	1532	0,2	28	12,8	26,1	
RCOT-02	1623	102,7	7,6	1492	0,3	40	18,0	21,5	
RCOT-03	1792	106,6	7,8	1600	0,1	9	21,6	12,6	
RCOT-04	1961	112,3	8,4	1788	0,1	8	27,7	12,1	
RCOT-05	2170	93,8	8,2	1968	0,1	3	28,9	8,8	

DATOS GEN		PARÁMETROS BÁSICOS							
Código	CE	OD	pH	SDT	SSed	SST	T	Turb	
	µS/cm	%	-	mg/L	ml/L	mg/L	°C	NTU	
RCOT-01	1604	102,9	7,3	1414	0,3	54	23,8	67,6	
RCOT-02	1592	104,4	8,0	1530	0,5	92	24,8	75,0	
RCOT-03	1630	103,7	8,0	1532	0,3	54	24,5	72,2	
RCOT-04	1868	103,7	8,0	1612	0,4	62	14,7	77,2	
RCOT-05	1949	113,2	8,4	1714	0,2	26	17,8	75,3	

En la Tabla 41 ver, de manera similar a los datos de la campaña de monitoreo de época de avenida, que la conductividad y los SDT son los parámetros que presentan mayores valores en los puntos de monitoreo del río Cotagaita. Adicionalmente, resalta la variabilidad de SST y Turbidez.

Conductividad. No obstante que los valores registrados para este parámetro se encuentran fuera de los límites establecidos para cuerpos de agua de clase D, se puede notar que los valores registrados en la gestión 2019 son menores a los registrados en las gestiones 2018, 2017 y 2016, que indicaría que los impactos en el cuerpo de agua se mantuvieron constantes o en otro caso habrían disminuido.

El comportamiento del parámetro en el río Cotagaita (Figura 53) muestra que el punto RCOT-01 registra un valor por encima de los límites permisibles establecidos para Clase D, el mismo que disminuye en el punto RCOT-02 debido a la influencia o dilución generada por los ríos Quechisla y Cayti. Posteriormente, debido a la influencia de la población de Cotagaita las concentraciones de iones disueltos vuelven a subir en el punto RCOT-03 hasta el punto RCOT-05.

De manera general se puede señalar que el río Cotagaita, desde la parte alta hasta la desembocadura de la cuenca, reporta valores de conductividad que sobrepasan los límites establecidos para cuerpos de agua de Clase D.

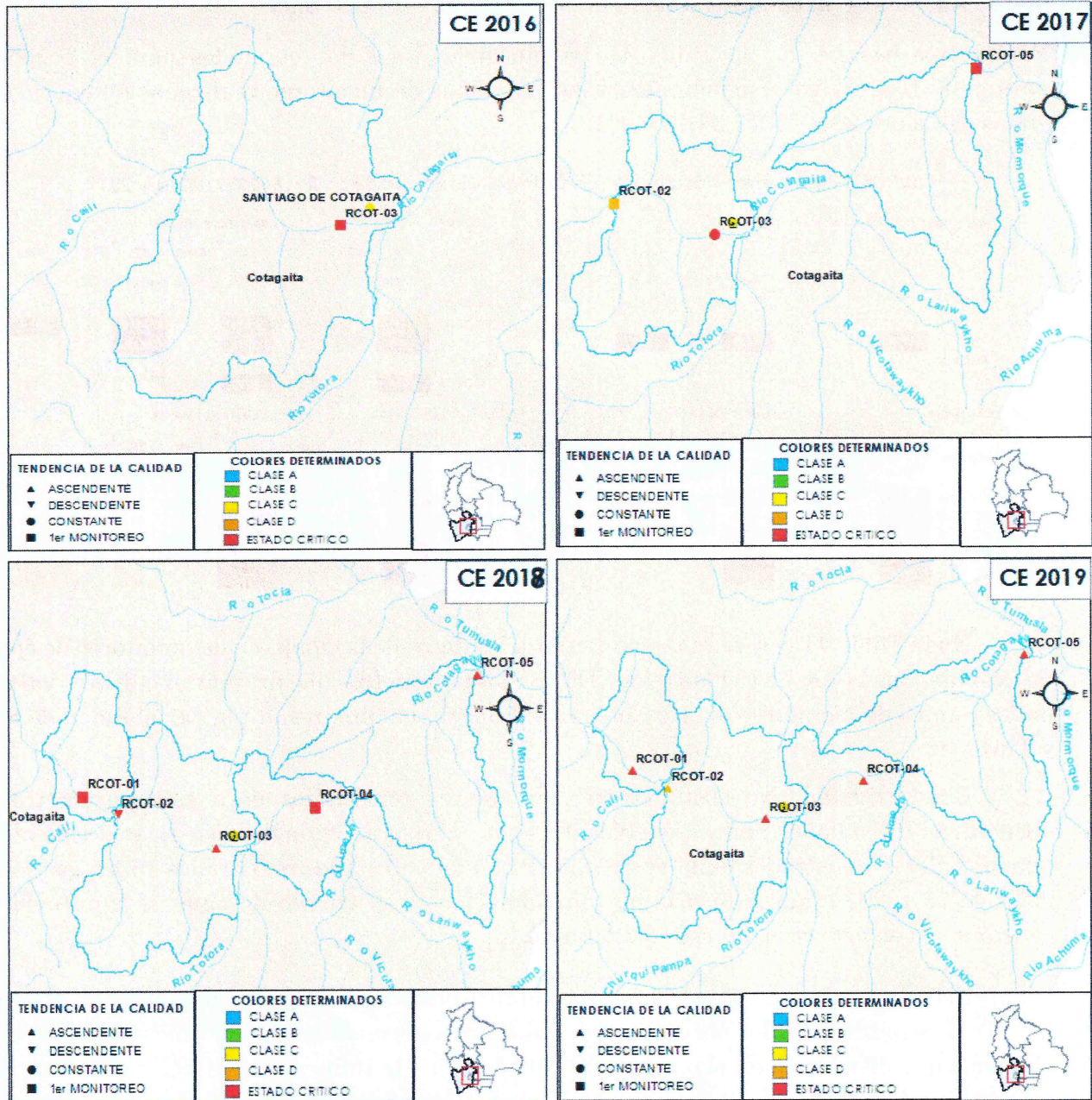


Figura 53. Conductividad Eléctrica en el río Cotagaita – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

Sólidos Disueltos Totales. Respecto a los SDT se puede ver que las concentraciones registradas en todas las gestiones superan los límites permisibles establecidos según la normativa ambiental vigente para aguas Clase C y D. A excepción de los datos correspondientes a la gestión 2018, se puede ver que en las restantes gestiones las concentraciones de sólidos disueltos van aumentando a medida que el río hace su paso por la cuenca (Figura 54).

Debido a que los SDT son un parámetro genérico para determinar la calidad de un cuerpo de agua, es posible asociarlo de manera directa a fuentes contaminantes que

incorporan a los cuerpos de agua minerales, sales, metales, cationes o aniones, como es el caso de los drenajes ácidos de mina y efluentes de actividades mineras.

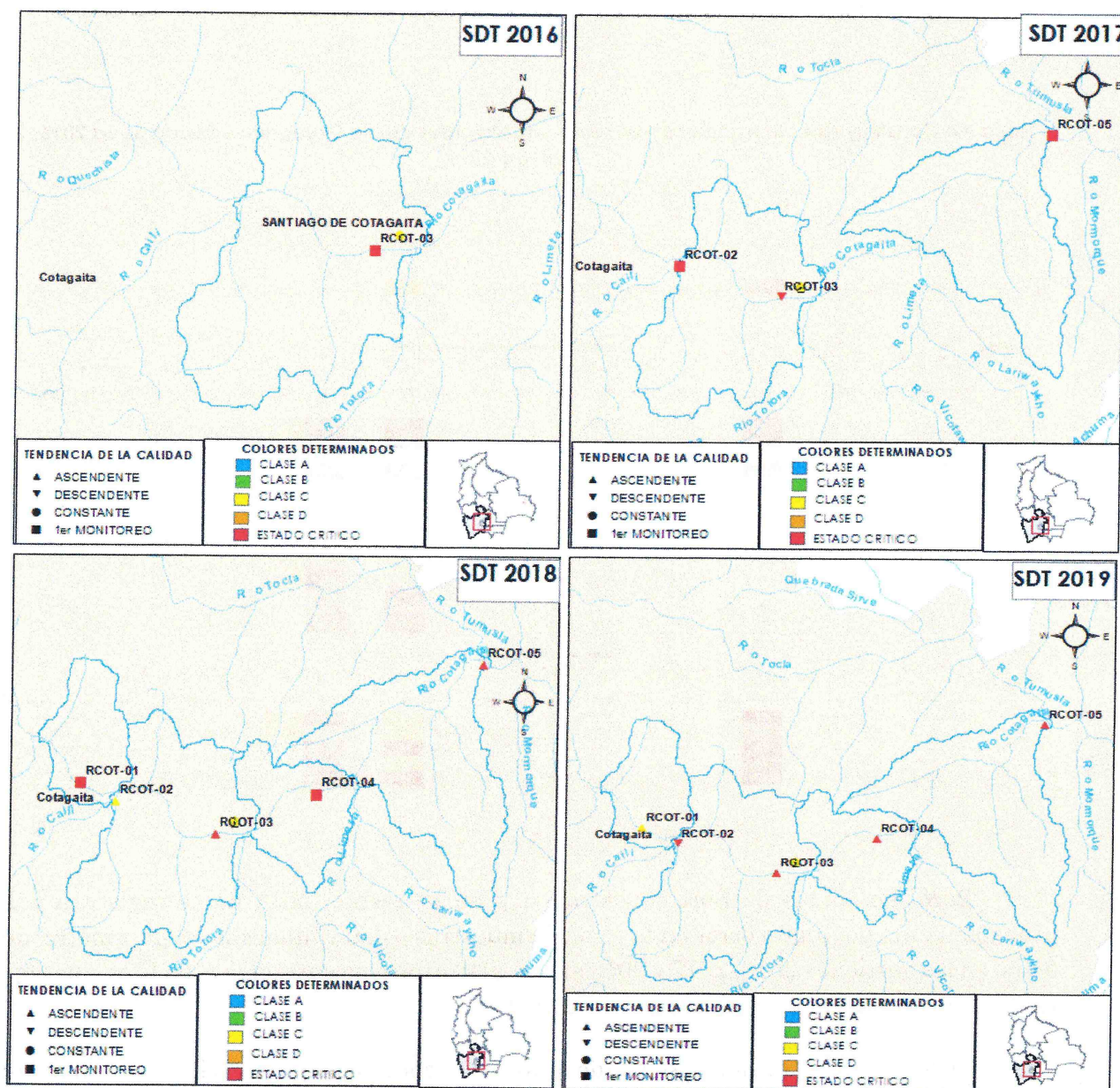


Figura 54. Sólidos Disueltos Totales en el río Cotagaita – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

Constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides. En la Tabla 42, se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyente inorgánicos metálicos y metaloides correspondientes a las campañas de monitoreo realizadas en época seca en las gestiones 2016, 2017, 2018 y 2019.

En este grupo de constituyentes podemos ver que los parámetros que sobrepasan los límites permisibles establecidos en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica son

el Boro, Manganeso y Mercurio. Sobre el Mercurio, se debe hacer notar que los datos registrados corresponden al límite de detección de la técnica utilizada por el laboratorio; por este motivo, el análisis específico de parámetros se centrará en el Boro y Magnesio.

Tabla 42. Constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides del río Cotagaita – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

DATOS GEN		CONSTRUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES																											
Código	Al	Sb	As	Ba	Be	B	Ca	Cd	Cu	Co	Cr ^{VI}	Sn	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Ag	Pb	Se	Na	U	V	Zn				
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
RCOT-01																													
RCOT-02						2,4	125	0,0004	0,006	0,000	0,005	0,009	0,02	0,52	150	0,01	0,0002	0,017	0,002	0,0001	0,002	72	0,00018	0,0010	0,017				
RCOT-03	0,07	0,0028	0,0059	0,017	0,001	2,4	125	0,0004	0,006	0,000	0,005	0,009	0,02	0,52	150	0,01	0,0002	0,017	0,002	0,0001	0,002	72	0,00018	0,0010	0,017				
RCOT-04																													
RCOT-05																													

DATOS GEN		CONSTRUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES																											
Código	Al	Sb	As	Ba	Be	B	Ca	Cd	Cu	Co	Cr ^{VI}	Sn	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Ag	Pb	Se	Na	U	V	Zn				
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
RCOT-01																													
RCOT-02	0,09	0,0021	0,0115	0,016	0,001	2,1	134	0,0003	0,003	0,000	0,005	0,005	0,02	0,72	161	0,01	0,002	0,055	0,002	0,0036	0,002	72	0,00012	0,0010	0,085				
RCOT-03	0,12	0,0022	0,0115	0,015	0,001	2,3	137	0,0003	0,005	0,000	0,005	0,006	0,02	0,74	161	0,01	0,002	0,055	0,002	0,0063	0,002	73	0,00012	0,0010	0,098				
RCOT-04																													
RCOT-05	0,10	0,0010	0,0215	0,018	0,001	3,3	213	0,0001	0,003	0,001	0,005	0,005	0,02	0,79	255	0,02	0,002	0,023	0,002	0,0028	0,002	137	0,00014	0,0010	0,072				

DATOS GEN		CONSTRUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES																											
Código	Al	Sb	As	Ba	Be	B	Ca	Cd	Cu	Co	Cr ^{VI}	Sn	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Ag	Pb	Se	Na	U	V	Zn				
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
RCOT-01	0,05	0,0019	0,0042	0,017	0,001	0,0	138	0,0010	0,003	0,003	0,005	0,004	0,10	0,68	136	0,11	0,002	0,067	0,002	0,0013	0,002	67	0,00009	0,0010	0,178				
RCOT-02	0,04	0,002	0,0057	0,019	0,0010	0,0	133	0,0007	0,002	0,00337	0,005	0,003	0,1	0,65	134	0,22	0,002	0,06	0,002	0,001	0,002	65	0,00001	0,001	0,08				
RCOT-03	0,07	0,003	0,0057	0,017	0,0010	0,0	142	0,0003	0,002	0,0001	0,005	0,003	0,1	0,61	151	0,00	0,002	0,01	0,002	0,001	0,002	76	0,00027	0,001	0,02				
RCOT-04	0	0,0026	0,010	0,020	0,001	0,0	158	0,000	0,0	0,00	0,005	0,004	0,1	0,65	170	0,0	0,002	0,01	0,002	0,001	0,002	85	0,00089	0,001	0,0				
RCOT-05	0,04	0,0022	0,014	0,029	0,001	0,0	178	0,000	0,0	0,00	0,005	0,004	0,1	0,64	183	0,0	0,002	0,00	0,002	0,0007	0,00	100	0,00002	0,001	0,0				

DATOS GEN		CONSTRUYENTES INORGÁNICOS METÁLICOS Y METALOIDES																											
Código	Al	Sb	As	Ba	Be	B	Ca	Cd	Cu	Co	Cr ^{VI}	Sn	Fe	Li	Mg	Mn	Hg	Ni	Ag	Pb	Se	Na	U	V	Zn				
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
RCOT-01	0,05	0,0013	0,0025	0,015	0,001	2,5	121	0,0013	0,004	0,005	0,005	0,001	0,10	0,55	128	0,20	0,002	0,117	0,002	0,0022	0,002	61	0,00009	0,0010	0,005				
RCOT-02	0,05	0,0026	0,0085	0,015	0,001	2,7	110	0,0011	0,003	0,009	0,003	0,001	0,05	0,47	118	0,35	0,001	0,095	0,001	0,0017	0,001	57	0,00010	0,0005	0,003				
RCOT-03	0,07	0,0025	0,0146	0,023	0,001	2,5	130	0,0006	0,006	0,000	0,005	0,001	0,10	0,52	162	0,01	0,002	0,031	0,002	0,0055	0,002	62	0,00043	0,0010	0,006				
RCOT-04	0,09	0,0029	0,0074	0,023	0,001	2,8	117	0,0007	0,003	0,003	0,005	0,001	0,10	0,48	135	0,10	0,002	0,047	0,002	0,0054	0,002	66	0,00023	0,0010	0,005				
RCOT-05	0,03	0,0021	0,0122	0,017	0,001	2,7	137	0,0002	0,005	0,000	0,005	0,001	0,10	0,49	157	0,00	0,002	0,008	0,002	0,0017	0,002	81	0,00007	0,0010	0,005				

Boro. Los datos de Boro muestran que en la gestión 2018 no se registran valores, probablemente por algún error en la toma de muestras o determinación del parámetro, debido a que en las gestiones 2016, 2017 y 2019 sí se registraron concentraciones de Boro que superan los límites establecidos para aguas de Clase D.

Respecto a estos valores, se puede apreciar que los mismos no varían en gran magnitud entre gestiones y puntos de monitoreo, oscilando estos valores entre 2,1 y 3,3 mg/L. Esta tendencia, sobre la presencia de Boro en la cuenca casi de manera constante (Figura 55), permiten deducir que la presencia de este elemento está relacionada a la geología de la cuenca, que de manera natural incorpora este elemento en el agua.

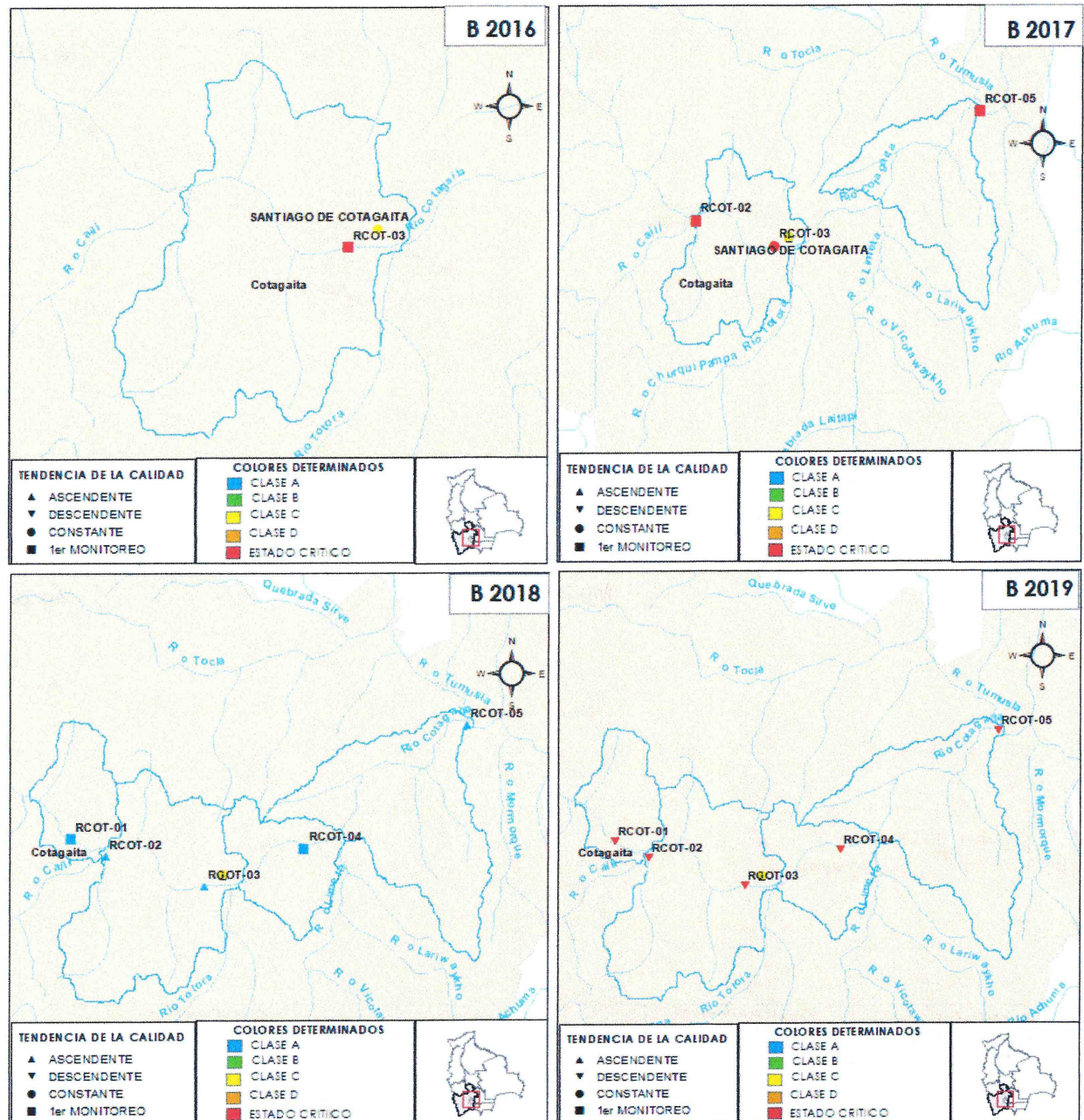


Figura 55. Boro en el río Cotagaita – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

Magnesio. Los datos de las campañas analizadas, muestran que desde el RCOT-01 al RCOT-02 existe presencia de magnesio por debajo de los límites establecidos para aguas de Clase C, a partir del punto RCOT-03 hasta el punto RCOT-05 estos valores incrementan paulatinamente hasta superar los límites permisibles establecidos para aguas de Clase D (Figura 56).

La presencia de magnesio se debe a la geología de la zona que facilita su incorporación a las aguas superficiales como subterráneas en forma de sales solubles.

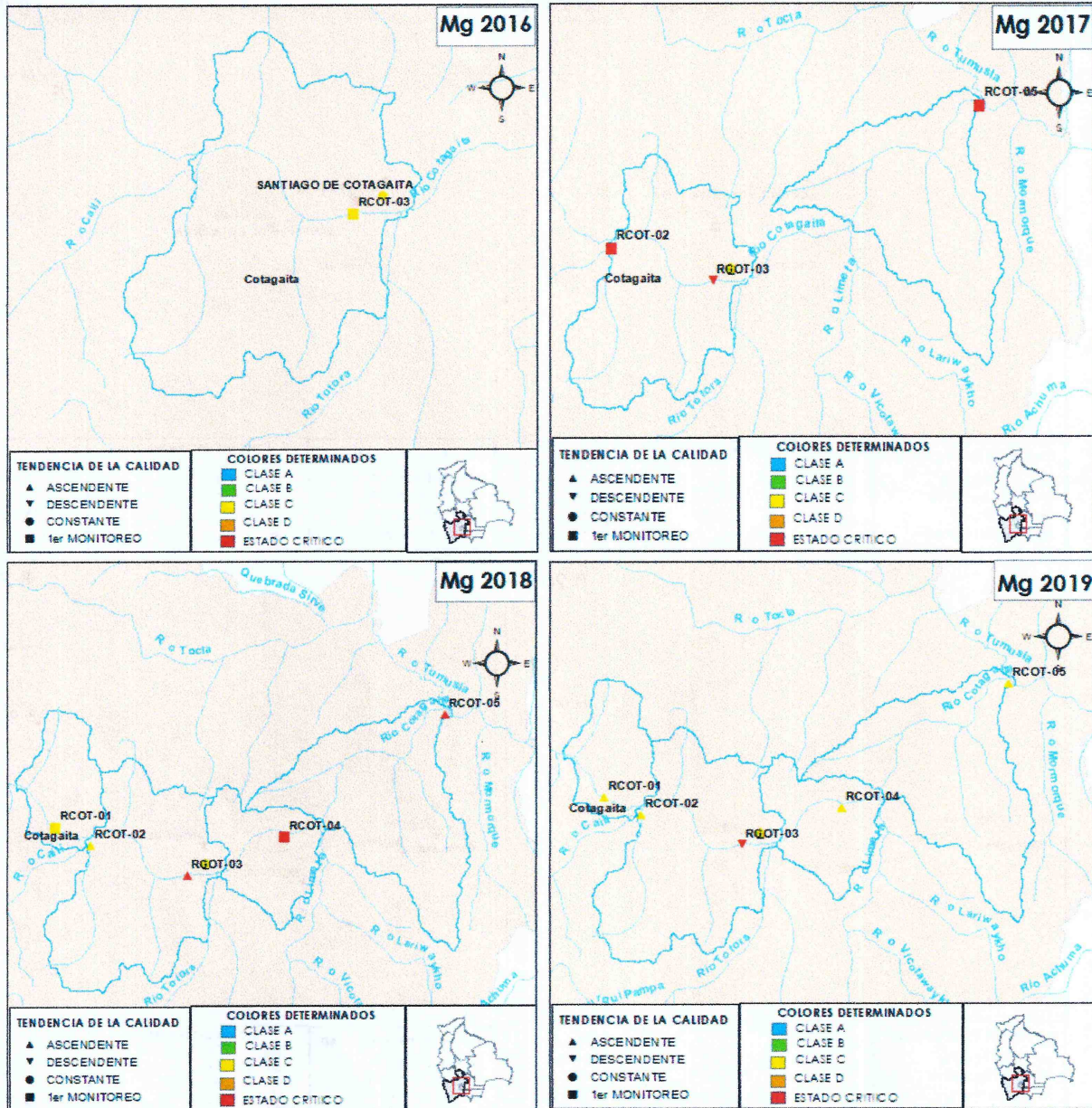


Figura 56. Magnesio en el río Cotagaita – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

Constituyentes inorgánicos no metálicos. En la Tabla 43 se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyente inorgánicos no metálicos, correspondientes a las campañas de monitoreo realizadas en época seca en las gestiones 2016, 2017, 2018 y 2019.

Tabla 43. Constituyentes inorgánicos no metálicos del río Cotagaita – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS						
Código	NH ₃	CN ₋	Cl ₋	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	S ₂ ⁻	
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
RCOT-01								
RCOT-02								
RCOT-03	1,34		67,6	0,11	1,89	780,0	0,00	
RCOT-04								
RCOT-05								

DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS						
Código	NH ₃	Cl ₋	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	N _T	SO ₄ ²⁻	
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
RCOT-01								
RCOT-02	2,72	39,1	0,06	0,01	0,02	2,2	1036,3	
RCOT-03	2,72	44,4	0,08	1,01	0,02	1,5	1269,4	
RCOT-04								
RCOT-05	11,32	78,9	0,06	0,01	0,02	1,5	1860,1	

DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS						
Código	NH ₃	Cl ₋	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	N _T	SO ₄ ²⁻	
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
RCOT-01	1,60	45,1	0,26	1,13	0,02	2,5	882,4	
RCOT-02	2,00	43,6	0,51	1,13	0,02	1,8	796,0	
RCOT-03	1,87	44,9	0,84	1,01	0,02	3,6	904,4	
RCOT-04	1,33	53,8	3,31	0,01	0,02	2,5	976,1	
RCOT-05	1,73	63,9	0,84	0,01	0,02	1,8	1110,3	

DATOS GEN		CONSTITUYENTES INORGÁNICOS NO METÁLICOS						
Código	NH ₃	Cl ₋	PO ₄ ³⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	N _T	SO ₄ ²⁻	
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
RCOT-01	1,74	32,8	0,30	0,70	0	11,3	887,8	
RCOT-02	1,79	33,4	0,00	0,50	0	9,9	866,3	
RCOT-03	1,76	37,1	0,00	0,53	0	8,5	906,5	
RCOT-04	1,79	40,8	0,00	0,45	0	11,3	992,0	
RCOT-05	1,45	48,4	0,00	0,32	0	9,9	1037,1	

Del análisis de este grupo de constituyentes, se puede ver que los parámetros que más llaman la atención por superar los límites permisibles para aguas Clase D son los sulfatos y en algún caso particular los fosfatos y nitrógeno amoniacal. A continuación, se realiza el análisis correspondiente sobre los Sulfatos.

Sulfatos. El comportamiento de los sulfatos en el río Cotagaita muestra su presencia desde el primer punto de monitoreo RCOT-01 en concentraciones que sobrepasan los límites permisibles establecidos para aguas de Clase D. Estos valores disminuyen en el punto RCOT-02 probablemente por la dilución de los ríos Quechisla y Cayti. Posteriormente, a partir del RCOT-03, las concentraciones empiezan a subir nuevamente hasta el punto RCOT-P5, punto en el cual se alcanzan las concentraciones más altas (Figura 57).

La presencia de este compuesto está directamente asociada a la presencia de drenajes ácidos de mina y drenajes ácidos de roca presentes en centros mineros y formaciones rocosas de la cuenca respectivamente.

Constituyentes orgánicos. En la Tabla 44 se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyente orgánicos, correspondientes a las campañas de monitoreo realizadas en época seca en las gestiones 2016, 2017, 2018 y 2019.

Tabla 44. Constituyentes orgánicos del río Cotagaita – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

DATOS GEN		CONSTITUYENTES ORGÁNICOS		DATOS GEN		CONSTITUYENTES ORGÁNICOS		DATOS GEN		CONSTITUYENTES ORGÁNICOS		DATOS GEN		CONSTITUYENTES ORGÁNICOS	
Código	DBO ₅	DQO	Código	DBO ₅	DQO	Código	DBO ₅	DQO	Código	DBO ₅	DQO	Código	DBO ₅	DQO	
	mg O ₂ /L	mg O ₂ /L		mg O ₂ /L	mg O ₂ /L		mg O ₂ /L	mg O ₂ /L		mg O ₂ /L	mg O ₂ /L		mg O ₂ /L	mg O ₂ /L	
RCOT-01			RCOT-01			RCOT-01	5	4	RCOT-01	5	8	RCOT-01	5	8	
RCOT-02			RCOT-02	5	3	RCOT-02	5	10	RCOT-02	0	5	RCOT-02	0	5	
RCOT-03	5	8	RCOT-03	5	7	RCOT-03	5	11	RCOT-03	0	5	RCOT-03	0	5	
RCOT-04			RCOT-04			RCOT-04	5	7	RCOT-04	0	6	RCOT-04	0	6	
RCOT-05			RCOT-05	5	2	RCOT-05	5	2	RCOT-05	0	5	RCOT-05	0	5	

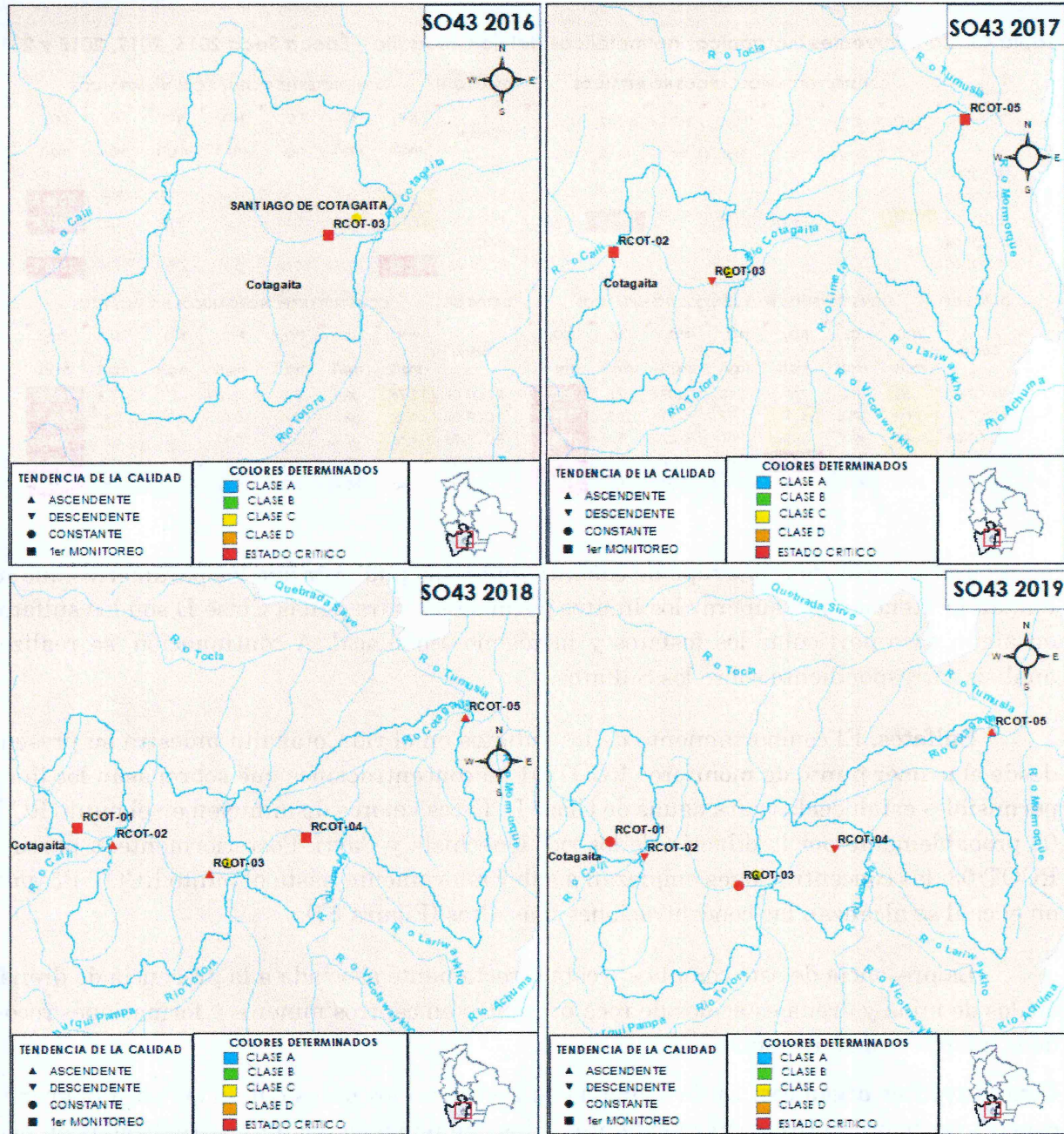


Figura 57. Sulfatos en el río Cotagaita – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

Dentro de este grupo podemos observar que tanto los valores de DBO_5 así como de DQO no sobrepasan los límites establecidos en la normativa ambiental para aguas de Clase B, a excepción de un valor puntual registrado en la gestión 2018. De manera particular sobre la DBO_5 , podemos ver que los valores registrados corresponden al límite de detección del equipo y técnica utilizada para su determinación, no siendo representativos de la calidad el cuerpo de agua. En este sentido, a continuación, se amplía el análisis únicamente para la DQO.

Demanda Química de Oxígeno. Los valores de DQO registrados en las campañas correspondientes a época seca no sobrepasan los límites permisibles establecidos para aguas de Clase B, esto debido a que las condiciones ácidas y oxidantes del río facilitan la degradación rápidamente la materia orgánica proveniente de las aguas residuales domésticas, mataderos, cría de ganado y otros (Figura 58).

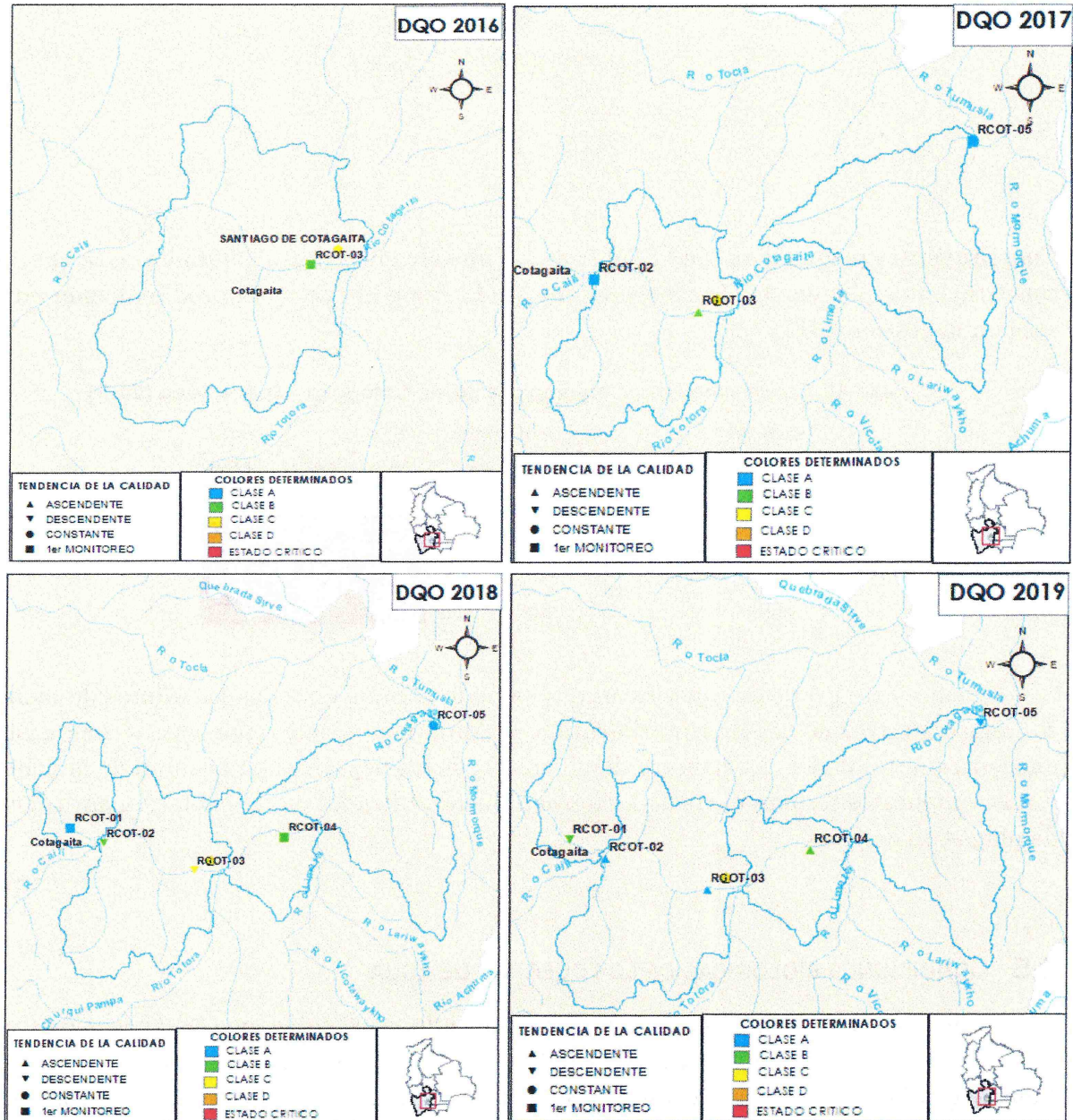


Figura 58. DQO en el río Cotagaita – Época Seca 2016, 2017, 2018 y 2019

Constituyentes microbiológicos. En el caso de este grupo de constituyentes, se puede ver (Tabla 45) que no existen Coliformes fecales ni parásitos en el río Cotagaita. Es muy probable

que la ausencia de estos constituyentes esté asociada a la característica ácida y oxidante de las aguas que recorren este cuerpo de agua.

Tabla 45. Constituyentes microbiológicos del río Cotagaita – Época Seca 2017

DATOS GEN	CONSTITUYENTES MICROBIOLÓGICOS	
	Colifecal	Parásitos
	NMP/100mL	#/L
Código		
RCOT-01		
RCOT-02	20	0
RCOT-03	2	0
RCOT-04		
RCOT-05	2	0

Constituyentes plaguicidas. En la Tabla 46, se muestran los datos obtenidos para el grupo de constituyentes plaguicidas, correspondientes a la campaña de monitoreo realizada en época seca en la gestión 2017.

Tabla 46. Constituyentes microbiológicos del río Cotagaita – Época Seca (2017)

DATOS GEN	CONSTITUYENTES PLAGUICIDAS						
	Aldrin	Dieldrin	Clordano	DDT	Endrin	Malation	Paration
	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
RCOT-01	0,02	0,02	0,02	0,2	0,02	0,1	0,2
RCOT-02	0,02	0,02	0,02	0,2	0,02	0,1	0,2
RCOT-03	0,02	0,02	0,02	0,2	0,02	0,1	0,2
RCOT-04	0,02	0,02	0,02	0,2	0,02	0,1	0,2
RCOT-05	0,02	0,02	0,02	0,2	0,02	0,1	0,2

Sobre este grupo de constituyentes, se puede ver que en todos los puntos de monitoreo se registran trazas de Endrín, Paratión y Malatión, siendo que estos compuestos se encuentran prohibidos por haberse demostrado efectos negativos en la salud de la población. Estos compuestos forman parte de los agroquímicos utilizados por la población para el control de plagas en cultivos.

4.5 CONDICIONES BIOLÓGICAS DE LOS CUERPOS DE AGUA

De acuerdo con la Guía para la Evaluación de las Condiciones Biológicas de Cuerpos de Agua, que utiliza el índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) adoptado para Bolivia (BMWP/Bol), se recolectaron e identificaron macroinvertebrados en los mismos 14 sitios de monitoreo utilizados para la evaluación de la calidad de las aguas. A continuación, se presentan los resultados obtenidos por cada cuerpo de agua a ser clasificado.

4.5.1 Condiciones biológicas del río Blanco

En la Tabla 47 se muestra los resultados de la evaluación de las condiciones biológicas del río Blanco.

Tabla 47. Evaluación de las condiciones biológicas del río Blanco

Código	Río	Descripción	Índice BMWP/Bol
RBL-02	Blanco	Cause principal del río	15
RBL-04	Blanco	Cause principal del río	18
RBL-05	Blanco	Cause principal del río	38
RBL-06	Blanco	Cause principal del río	40
RBL-07	Blanco	Cause principal del río	43
RBL-08	Blanco	Cause principal del río	63

Los valores remarcados en color amarillo señalan que el ecosistema se encuentra con posible perturbación. En el caso de los sitios RBL-02 y RBL-04 muestra zonas en condiciones críticas, donde uno de los factores para este estado corresponde al vertido de aguas residuales domésticas y drenajes ácidos de mina provenientes de Tasna.

4.5.2 Condiciones biológicas del río Cayti

La Tabla 48 muestra los resultados de la evaluación de las condiciones biológicas del río Cayti, realizada bajo la metodología BMWP/Bol.

Tabla 48. Evaluación de las condiciones biológicas del río Cayti

Código	Río	Descripción	Índice BMWP/Bol
RCAI-01	Cayti	Cause principal	85

El índice BMWP/Bol registrado para el punto ubicado sobre el río Cayti señala que este cuerpo de agua presenta condiciones biológicas entre buena y aceptable, con aguas que le permite al ecosistema un buen funcionamiento. Estos resultados guardan de cierta manera correspondencia con el estado de la calidad de las aguas determinado para este punto, independientemente del contenido alto de Boro, al que los macroinvertebrados pueden estar adaptándose.

4.5.3 Condiciones biológicas del río Quechisla

En la Tabla 49 se muestra los resultados de la evaluación de las condiciones biológicas del río Quechisla, realizada bajo la metodología BMWP/Bol.

Tabla 49. Evaluación de las condiciones biológicas del río Quechisla

Código	Río	Descripción	Índice BMWP/Bol
RQ-01	Quechisla	San Antonio – Atocha	46
RQ-02	Quechisla	Mocko Pata – La Palca	75

El río Quechisla muestra una mayor riqueza de familias y una abundancia medianamente alta a la altura de Moko Pata, encontrándose entre un estado bueno y aceptable en cuanto a su condición biológica, eso significa que el ecosistema acuático se encontraría con aguas aceptables. Sin embargo, por la influencia de la localidad de San Antonio en Atocha, el cuerpo de agua se encontraría con posible perturbación.

4.5.4 Condiciones biológicas del río Cotagaita

En la Tabla 50 se muestra los resultados de la evaluación de las condiciones biológicas del río Cotagaita, realizada bajo la metodología BMWP/Bol.

Tabla 50. Evaluación de las condiciones biológicas del río Cotagaita

Código	Río	Descripción	Índice BMWP/Bol
RCOT-01	Cotagaita	Río Cotagaita, Mocko Pata	92
RCOT-02	Cotagaita	Cotagaitilla Palca	109
RCOT-03	Cotagaita	Puente carretera Coatgaita	74
RCOT-04	Cotagaita	Río Cotagaita, comunidad Tulti	104
RCOT-05	Cotagaita	Puente Comunidad Palca Higuera	64

Se verifica que el río Cotagaita se encuentran entre un estado bueno y aceptable en cuanto a su condición biológica, eso significa que el ecosistema acuático se encontraría con aguas aceptables, que le permiten al ecosistema un buen funcionamiento. Los macroinvertebrados recolectados muestran riqueza de familias relativamente alta.

Sin embargo, se debe hacer notar que los mismos puntos presentan deterioro en el estado de la calidad de sus aguas. Este comportamiento, lleva a plantear que los macroinvertebrados pueden estar adaptándose a las condiciones de calidad de agua, que inicialmente podrían haber sido desfavorables, debiendo sugerirse una investigación más detallada en ese sentido.

4.5.5 Abundancia de macroinvertebrados y condiciones biológicas de la cuenca

El número y porcentaje de organismos colectados en cada uno de los 14 sitios de muestreo (Tabla 51 y Figura 59) indican que la familia Chironomidae (mosquitos) es el más abundante en todos los sitios, seguido por Hydroptilidae aunque se encuentran ausentes en cuatro sitios del río Blanco, las familias Philopotamidae, Hydrobiosidae y Mesoveliidae se encuentran en un solo sitio y en muy baja abundancia.

El orden Ephemeroptera (Figura 60) dentro del grupo de los insectos está representado por la familia Baetidae, que muestra abundancia relativa en ocho sitios de muestreo. Estos organismos son medianamente sensibles a la contaminación, por lo que se puede observar en este tipo de sitios, mientras que el díptero de la familia Chironomidae es muy tolerante a la contaminación y se observa en gran cantidad en estos sitios. Sin embargo, al ser un organismo muy cosmopolita se lo puede observar en muchos ríos, aunque estos no estén contaminados.

Los sitios con mayor abundancia de macroinvertebrados fueron RBL-06 (río Blanco) con 5 810 individuos, pero con una riqueza muy baja en el número de familias (9 familias). Le sigue en abundancia RBL-05, también sobre el río Blanco, con 2 263 individuos con una riqueza de nueve familias, lo que muestra que este tramo del río Blanco se encuentran de alguna manera perturbado, posiblemente por la presencia de pobladores que descargan efluentes domésticos.

Tabla 51. Macroinvertebrados colectados en 14 sitios de muestreo de la cuenca del río Cotagaita

TAXA	RCAI-01	COT-01	COT-02	COT-03	COT-04	COT-05	RBL-02	RBL-04	RBL-05	RBL-06	RBL-07	RBL-08	RQ-01	RQ-02	TOTAL
Coleoptera															
Dytiscidae	0	1	1	0	1	0	1	7	2	13	14	0	0	0	40
Elmidae	31	3	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	10	51
Hydraenidae	24	27	6	0	1	0	0	0	23	25	11	15	4	31	167
Hydrophilidae	227	46	39	48	13	0	0	0	0	0	1	118	3	82	577
Staphilinidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Diptera															
Ceratopogonidae	171	64	65	1	287	13	1	3	10	5	12	205	93	67	997
Chironomidae	243	227	134	53	468	175	87	938	2048	5679	1115	99	527	335	12128
Dolichopodidae	2	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	8	0	14
Empididae	25	7	14	2	4	3	0	179	42	58	8	1	1	45	389
Ephydriidae	8	3	3	1	2	0	0	0	0	1	4	0	45	8	75
Muscidae	6	0	1	0	1	0	0	109	132	27	4	0	23	3	306
Psychodidae	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Simuliidae	8	13	40	12	6	12	0	0	0	0	0	0	0	13	104
Stratiomyidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3	6
Tabanidae	5	2	4	0	6	0	1	0	0	0	0	2	0	2	22
Tipulidae	15	0	4	3	1	0	0	0	3	0	2	0	3	4	35
Ephemeroptera															
Baetidae	419	1	317	14	58	80	0	0	0	0	0	5	0	25	919
Leptohyphidae	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Hemiptera															
Corixidae	0	5	1	2	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	17
Mesoveliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Naucoridae	0	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0	2	0	2	10
Megaloptera															
Corydalidae	5	3	4	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	17
Trichoptera															
Hydrobiosidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Hydropsychidae	3	0	37	93	25	115	0	0	0	0	0	0	0	0	273
Hydroptilidae	161	31	79	42	131	37	0	0	0	0	3	41	14	487	1026
Philopotamidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Isotomidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Arachnida - Acari															
Hydracarina	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
Ostracoda															
Ostracoda	0	3	3	2	66	3	0	0	0	0	0	0	0	1	78
Oligochaeta															
Oligochaeta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
TOTAL:	1356	439	758	278	1089	447	90	1236	2263	5810	1174	491	722	1122	
RIQUEZA:	17	18	22	15	21	12	4	5	9	9	10	12	11	18	

El orden Coleoptera está presente con individuos en mayor cantidad de la familia Hydrophilidae en los puntos de muestreo RCAI-01, COT-01, COT-02, COT-03, COT-04 y RBL-08 y RQ-02 con un total de 577 individuos.

El orden Diptera es donde más individuos se ha identificado de las familias Ceratopogonidae (997) y Chironomidae (12 128) en prácticamente todos los puntos de muestreo. Del orden Ephemeroptera, se identificaron 919 individuos de la familia Baetidae. El orden Trichoptera (Figura 61) está presente con las familias Hydropsychidae (273) y Hydroptilidae (1 026), entre las más importantes. La riqueza observada en los 14 sitios de monitoreo se representa en la Figura 62.

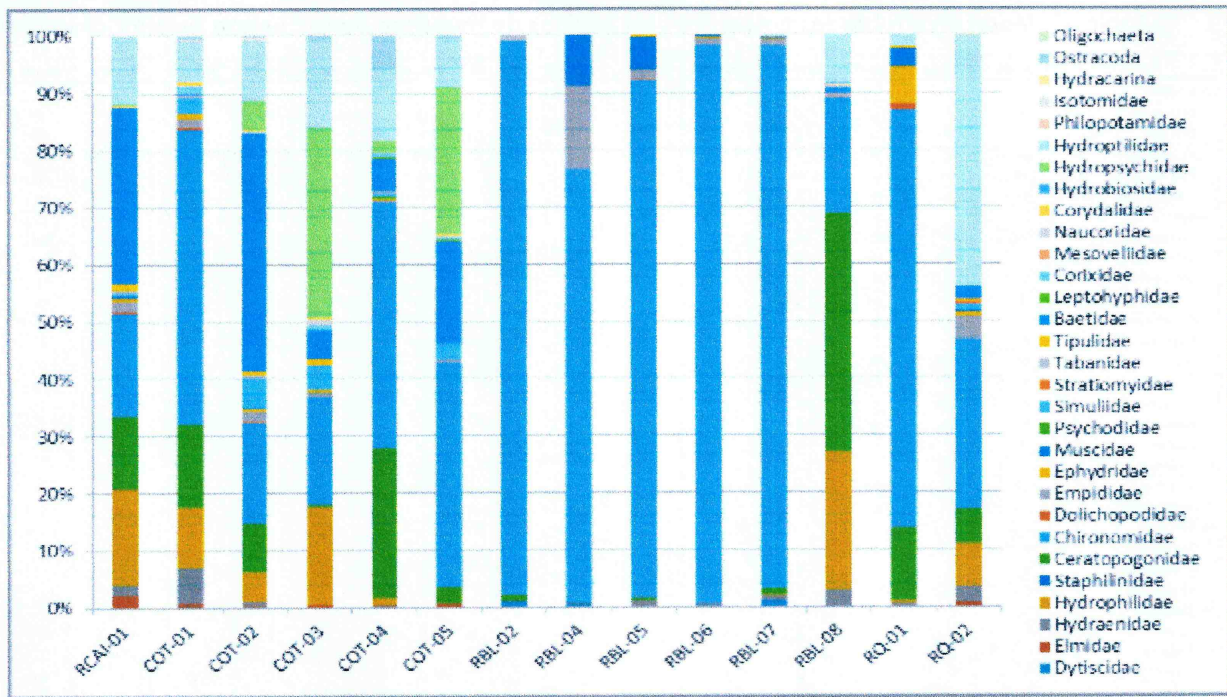


Figura 59. Composición de macroinvertebrados colectados en la cuenca del río Cotagaita

El sitio RBL-02, que es la naciente del río Blanco, con muy poca agua y un sustrato predominantemente limo-arcilloso no es propicio para el establecimiento de macroinvertebrados, presentó la menor abundancia de todos, con solo 90 individuos y una riqueza muy pobre (4 familias).

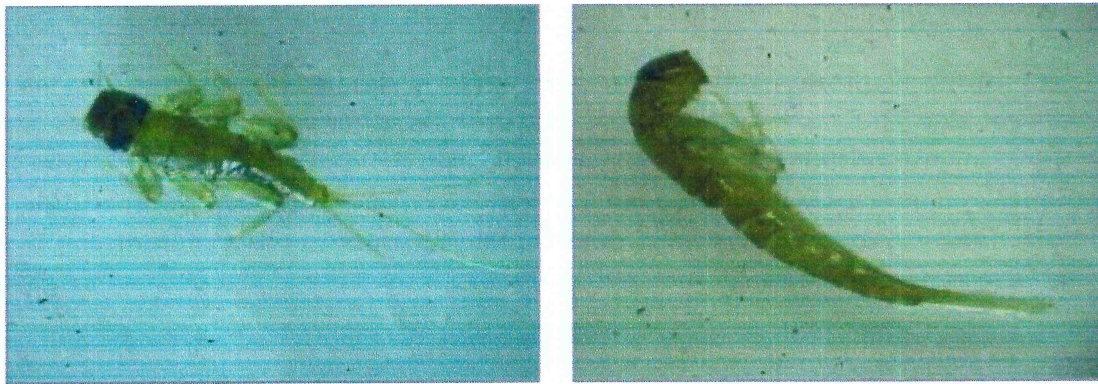


Figura 60. Ephemeropteros sensibles a la contaminación recolectado - cuenca Cotagaita

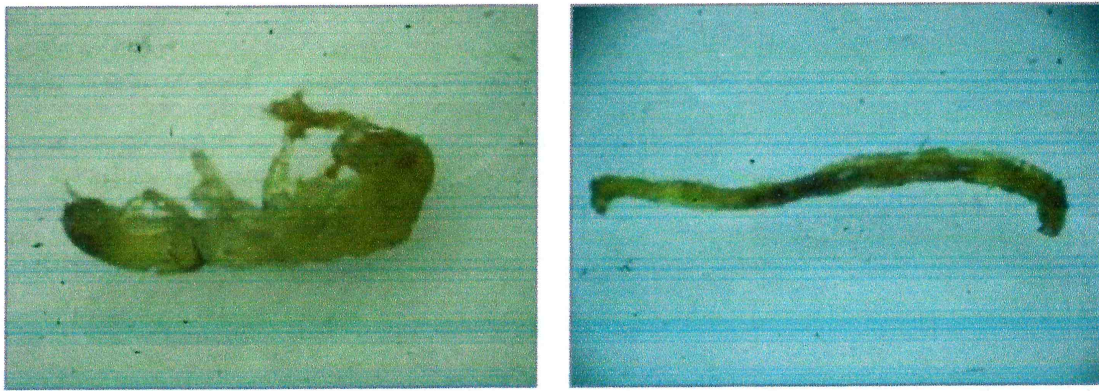


Figura 61. Trichoptera, sensible a la contaminación; Chironomidae tolerante a la contaminación, recolectado en la cuenca Cotagaita

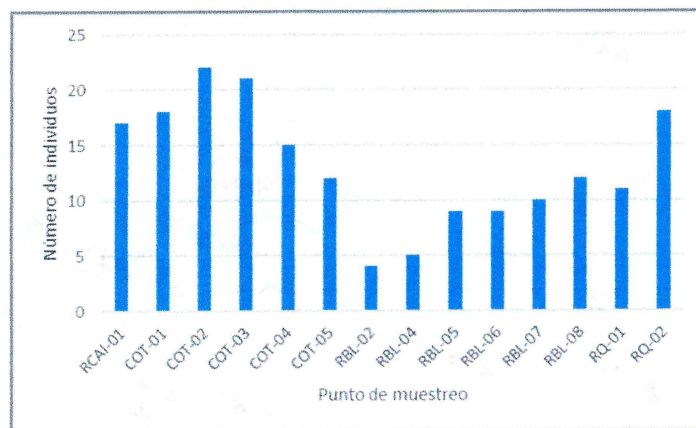


Figura 62. Riqueza de familias presentes (número de individuos por punto de muestreo) cuenca Cotagaita

Contrario a estos sitios con baja riqueza, se encuentran los sitios del río Cotagaita, el Cayti y el río Quechisla que muestran una mayor riqueza de familias y una abundancia medianamente alta.

En la Figura 63 se muestra el estado ecológico en los 14 puntos evaluados de la cuenca del río Cotagaita. Como se podrá notar, existen zonas o tramos con estados aceptable, como es el caso de los ríos Cayti y Cotagaita; dudosa, correspondiente a la parte baja del río Blanco y zona alta del río Quechisla; y crítica y muy crítica, correspondiente a la zona alta del río Blanco. En este último caso debido al impacto de las actividades mineras de la zona.

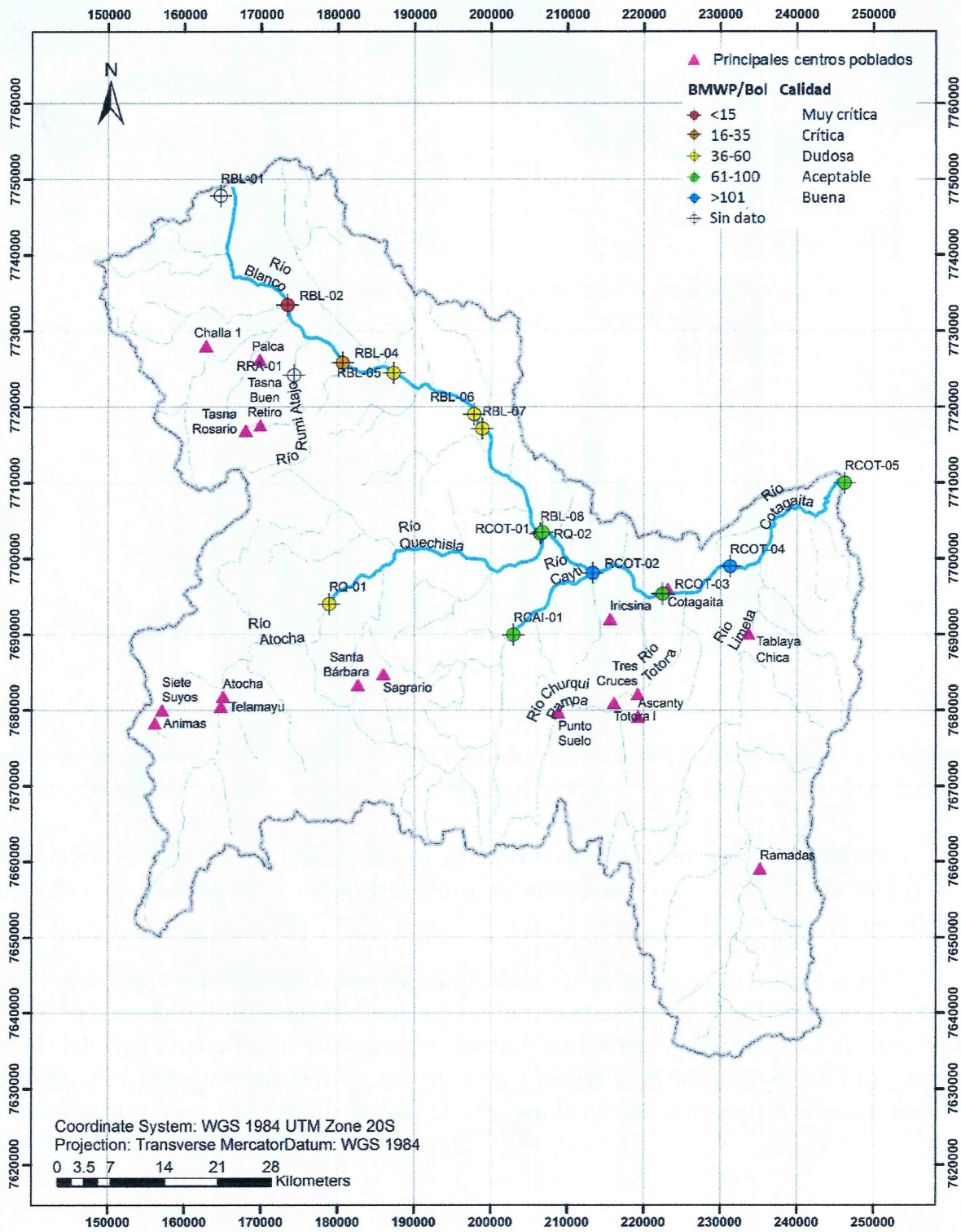


Figura 63. Estado biológico de los cuerpos de agua de la cuenca del río Cotagaita

5 PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN

Los estudios generados y expuestos en los apartados previos, han permitido caracterizar la cuenca del río Cotagaita y los cuerpos de agua que se encuentran en la jurisdicción del municipio de Cotagaita. En este sentido, con base en estos resultados, considerando el estado actual de los cuerpos de agua y sus aptitudes de uso identificadas, se plantea la propuesta de clasificación descrita en la Tabla 52.

Tabla 52. Propuesta de Clasificación de los Cuerpos de Agua de la Cuenca del río Cotagaita en la Jurisdicción del municipio de Cotagaita

Tramo	Clase propuesta
Tramo 1 - Río Blanco: desde RBL-02 hasta RBL-08 (confluencia río Quechisla).	D
Tramo 2 - Río Cotagaita: desde RCOT-01 (confluencia río Blanco y río Quechisla) hasta RCOT-02 (confluencia río Cayti)	D
Tramo 3 - Río Cotagaita: desde RCOT-02 hasta RCOT-05 (salida de la cuenca).	C
Tramo 4 - Río Quechisla: desde la entrada del río al municipio hasta RQ-02 (confluencia río Blanco).	C
Tramo 5 - Río Cayti: desde la entrada del río al municipio hasta RCOT-02 (confluencia río Cotagaita).	C

La clasificación de los tramos 1 y 2 obedece al estado deseado que se espera obtener por la implementación de medidas de control ambiental en los centros mineros, entre ellos la implementación de la Planta de Tratamiento de Aguas Ácidas de Mina de Tasna, que removería básicamente todos los metales pesados y descargaría aguas ligeramente alcalinas ($\text{pH} \approx 9$), reduciendo de esta manera el impacto generado por la principal fuente contaminante identificada.

La clasificación de los tramos 3, 4 y 5 obedecen al estado actual en las zonas altas y al estado deseado en las zonas bajas, donde los cuerpos de agua son utilizados principalmente en riego agrícola. Se espera que las zonas bajas puedan recuperar su calidad por la implementación de las medidas de control ambiental en los centros mineros ubicados en la zona alta, principalmente en Tasna.

Adicionalmente, se plantea que los cuerpos de agua secundarios sean clasificados bajo la misma clase del cuerpo de agua principal. La Figura 64 muestra la propuesta de clasificación de los cuerpos de agua en la cuenca.

En Anexos se adjunta el Acta de Reunión donde fue expuesta, analizada y aprobada la Propuesta de Clasificación de los Cuerpos de Agua de la Cuenca del río Cotagaita.

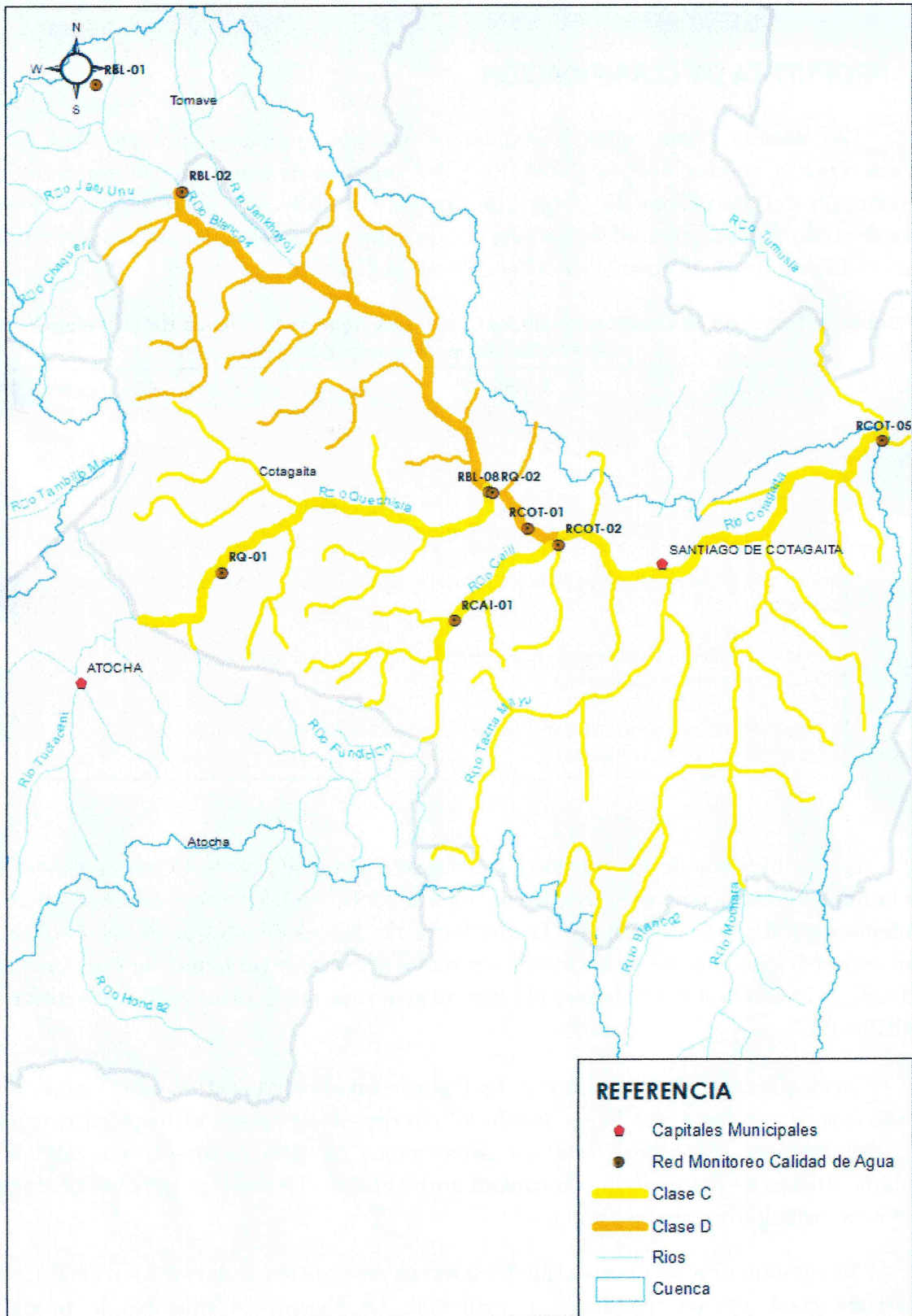


Figura 64. Propuesta de Clasificación de los Cuerpos de Agua de la Cuenca del río Cotagaita

6 PLAN DE ACCIÓN BASADO EN LA CLASIFICACIÓN DEL CUERPO DE AGUA

6.1 OBJETIVOS

El objetivo general de este Plan de Acción es alcanzar la calidad de agua correspondiente a la clasificación propuesta para los cuerpos de agua de la cuenca por la implementación de acciones de prevención, mitigación y control en las fuentes contaminantes identificadas.

6.2 ÁREAS Y LÍNEAS ESTRATÉGICAS

El Plan de Acción para mantener y alcanzar el estado de la calidad de los cuerpos de agua propuestos para su clasificación, comprende las siguientes tres áreas temáticas:

Área 1: CONTROL Y REDUCCIÓN DE PRESIONES. Donde se abordan acciones referidas a los siguientes elementos que son parte de la problemática identificada en la cuenca:

- a) Aguas Residuales Domésticas.
- b) Aguas Ácidas de Mina o Drenajes Ácidos de Mina.
- c) Residuos Sólidos Domésticos.
- d) Aprovechamiento de Áridos y Agregados.

Elementos que plantean en concreto la implementación de plantas de tratamiento, programas de producción más limpia, elaboración de guías técnicas y actividades de control y fiscalización en el marco de las siguientes líneas de acción:

- 1) Gestión de aguas residuales municipales.
- 2) Gestión de drenajes ácidos de mina.
- 3) Gestión integral de residuos sólidos.
- 4) Gestión de áridos y agregados.
- 5) Monitoreo de cuerpos de agua y control de fuentes contaminantes.

Área 2. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL. Donde se aborda las debilidades de las unidades ambientales de los municipios, tanto en provisión de equipos para el monitoreo de calidad y cantidad de agua, como la necesidad de asignación de ítems necesarios y capacitación técnica – normativa de los mismos para contar con personal técnico que cumpla con las funciones asignadas en la Ley 1333 del medio ambiente y sus reglamentos. En este sentido, se plantean las siguientes líneas de acción:

- 1) Institucionalización y equipamiento de unidades ambientales y de gestión de recursos hídricos.
- 2) Desarrollo de capacidades técnicas y normativas ambientales.

Área 3. INFORMACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL. Donde se aborda la necesidad de sensibilizar a la población en su conjunto y sectores concretos en los problemas identificados de la cuenca mediante campañas de comunicación y difusión, boletines informativos y señalética ambiental. Para este propósito, las líneas de acción planteadas son:

- 1) Comunicación y educación ambiental
- 2) Sensibilización ambiental

En los siguientes puntos se presenta la estrategia de implementación propuesta y las matrices integradas por cada área temática.

6.3 ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN

Para alcanzar el objetivo del presente plan, conforme a las áreas y líneas planteadas, se proponen las siguientes acciones:

- 1) Elaborar, consensuar, aprobar e implementar leyes departamentales y municipales que establezcan la obligatoriedad de incluir en los PTDI's y POA's del GADP y del GAM Cotagaita el financiamiento necesario para implementar el presente Plan de Acción orientada a la gestión de la calidad hídrica en la cuenca Cotagaita. Entre estos, la priorización de la construcción de la PTAR, como una de las principales acciones para mejorar la calidad hídrica de la cuenca Cotagaita.
- 2) Elaborar e implementar una estrategia de comunicación dirigida a los tomadores de decisiones, líderes de la sociedad civil, juntas vecinales, asociaciones de regantes y productores, sector minero y población en su conjunto para crear una corriente de opinión que apoye y promueva la implementación del presente Plan de Acción.
- 3) El presente plan de acción será incluido en el Plan Director de la Cuenca Cotagaita que tiene un horizonte de planeación de 5 años, que coincide con el tiempo de implementación propuesto para el Plan de Acción.

6.4 MATRIZ INTEGRADA

6.4.1 Área 1. Control y Reducción de Presiones

Problemática o Necesidad	Línea Estratégica	Acción Estratégica	Lugar o Ubicación	Presupuesto estimado (Bs)	Plazo (Años)	Responsables	Indicadores de Proceso	Indicadores de Resultado/Impacto
Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, domésticas inexistentes y colapsadas.	Línea de Gestión de aguas residuales municipales.	de Ampliación y mejoramiento de PTAR Cotagaita.	Centro urbano de Cotagaita	5 millones Por gestionar	5	GAM Cotagaita GAD Potosí, MMAYa	de PTAR ampliada y en construcción de funcionamiento de PTAR	en 100% de los parámetros cumpliendo los límites permisibles de la clase C.
		Construcción de red alcantarillado Cotagaita	Centro urbano de Cotagaita	6 millones Por gestionar	4	GAM Cotagaita GAD Potosí	Construcción de Red de alcantarillado con conexión a la PTAR.	90% de la población urbana conectada a la red de alcantarillado
		Inspección y control de calidad de efluentes de PTAR	y Cotagaita.	200 000	2	GAM Cotagaita	Seguimiento y Seguimiento de control de efluentes	PTAR y 100% de operando eficientemente.
	Plan de control de aguas ácidas de mina.	Construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Ácidas de Mina Tasna (PTAAM Tasna).	Tasna	3,5 millones Por gestionar	3	Cooperativa Minera Tasna, GAM Cotagaita, GAD Potosí	PTAAM en PTAR funcionamiento	en 100% de los parámetros cumpliendo los límites permisibles de la clase D.
		Implementación de Programa de Producción Más Limpia	Tasna	300 000	3	Cooperativa Minera Tasna	Elaboración de Implementación de medidas de medidas	Efluentes de la Cooperativa Minera Tasna reducidos al 50%
		Inspección y control de calidad de efluentes de PTAAM Tasna	y Tasna.	200 000	2	GAM Cotagaita	Seguimiento y Seguimiento de control de efluentes	de la Cooperativa Minera Tasna cumple límites permisibles de la clase D.

Propuesta de Clasificación de Cuerpos de Agua de la Cuenca del río Cotagaita - Potosí

Gestión Integral residuos sólidos.	Construcción de relleno sanitario para la gestión de residuos sólidos.	de Tasna Cotagaita	250 000 400 000 Por gestionar	3	GAM Cotagaita y MMAyA	Elaboración de proyecto y gestión de sanitario. Construcción de Relleno sanitario y relleno de sanitario. operación.	Cuenca y cuerpos de agua libres de residuos sólidos
	Adquisición de carro basurero urbano	de Centro urbano de Cotagaita	150 000 Por gestionar	2	GAM Cotagaita	Elaboración de proyecto y gestión de financiero. del Carro basurero operando.	Cuenca y cuerpos de agua libres de residuos sólidos
Plan de manejo de áridos.	Elaboración e implementación de Plan de Manejo de Áridos y Agregados	de Cotagaita.	10 000	2	GAM Cotagaita	Elaboración del Plan de Manejo. el MMAyA. Operadores de Plan de aprovechando áridos con base en el Plan	
	Elaboración de normativas municipales y guías técnicas para el aprovechamiento de áridos y agregados.	de Cotagaita.	70 000	2	GAM Cotagaita MMAyA	Una guía elaborada y aprobadas. Dos guías elaboradas y aprobadas. Una guía elaborada y elaborada.	Sólidos suspendidos reducidos al 50% en los cuerpos de agua.
Plan monitoreo y control de cuerpos de agua.	de Monitoreos y cuerpo de control de SIMOVH.	en el Cuenca de agua Cotagaita	100 000 GAM Cotagaita, GAD Potosí	5	GAD Potosí, GAM Cotagaita	Dos campañas ejecutadas por año. Dos campañas ejecutadas por año. Dos campañas ejecutadas por año.	Índice de calidad de los cuerpos de agua mejorados

6.4.2 Área 2. Fortalecimiento institucional

Problemática o Necesidad	Línea Estratégica	Acción Estratégica	Lugar o Ubicación	Presupuesto estimado (Bs)	Plazo (Años)	Responsables	Indicadores de Proceso			Indicadores de Resultado/Impacto
							0 a 2 años	2 a 4 años	4 a 5 años	
Unidades de gestión ambiental y hídricos débiles	Fortalecimiento a las unidades ambientales y de gestión de recursos hídricos.	Creación, institucionalización y de cargos técnicos.	Cotagaita	108 000 anual Por gestionar	5	GAM Cotagaita	Contratación de técnicos. Informes anuales de seguimiento ambiental a AOP.	Informes de anuales de seguimiento ambiental a AOP.	Informes de anuales de aguas del río Cotagaita a recuperada.	Calidad de las aguas del río Cotagaita a recuperada.
		Capacitación personal en temas de monitoreo, control y seguimiento ambiental de AOP.	Cotagaita	No financiero	2	MMAyA (DGMACC, DGCRH) MMM	2 talleres	2 talleres	2 talleres de monitoreo de cuerpos de agua y de seguimiento ambiental a AOP.	Informes de monitoreo de cuerpos de agua y de seguimiento ambiental a AOP.
		Dotación de equipamiento para calidad y cantidad de aguas.	Cotagaita	60 000 Financiado por GAM Cotagaita	2	GAM Cotagaita	Un múltipara-métrico y un Turbidímetro adquirido			Informes y reportes técnicos aprobados por la MAE.
		Fortalecimiento del desempeño ambiental de las AOP	Taller de capacitación en Buenas Prácticas Ambientales y Limpia impartidos a operadores mineros y agricultores.	No financiero		GAM Cotagaita MMAyA MMM	2 talleres	2 talleres	2 talleres	Buenas Prácticas Ambientales y Medidas de Producción Limpia implementadas.

6.4.3 Área 3. Sensibilización, Educación e Investigación

Problemática o Necesidad	Línea Estratégica	Acción Estratégica	Lugar o Ubicación	Presupuesto estimado (Bs)	Plazo (Años)	Responsables	Indicadores de Proceso			Indicadores de Resultado/Impacto
							0 a 2 años	2 a 4 años	4 a 5 años	
Niveles reducidos de educación y comunicación ambiental.	Comunicación y educación ambiental	y Talleres de capacitación en temas de calidad del agua, factores contaminantes y medidas de control ambiental.	Cotagaita	1 000	5	GAM Cotagaita	2 talleres	2 talleres	2 talleres	Reducción de vertimientos de aguas residuales generados por la población.
				Fuente GAM Cotagaita						
Señalética ambiental.	Comunicación y educación ambiental	Difusión de la calidad hídrico-ambiental de la cuenca y efectividad de las medidas de control ambiental mediante boletines informativos.	Cotagaita	5 000	5	GAM Cotagaita	2 boletines	2 boletines	2 boletines	Población informada sobre el estado de la calidad de los cuerpos de agua de la cuenca.
				Fuente GAM Cotagaita						
Operadores aprovechando áridos con base en planes de manejo de áridos.	Comunicación y educación ambiental	Implementación de Cuenca con Cotagaita advertencias y sanciones para el cumplimiento de normativas para la extracción de áridos.	Cotagaita	8 000	2	GAM Cotagaita	10 letreros	5 letreros	4 letreros	Número de microbasureros reducidos
				Fuente GAM Cotagaita						

7 ANEXOS



GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE COTAGAITA

PRIMERA SECCIÓN - PROVINCIA NOR CHICHAS

Calle Comercio Esq. Av. Chichas - Tel/Fax: (2) 6949155

POTOSÍ - BOLIVIA

Cotagaita, 17 de diciembre de 2020.
Cite: GAMC-SDAYSA – N° 125/2020

Señor:

Lic. Omar Veliz Ramos.

**GOBERNADOR DE DEPARTAMENTO DE POTOSÍ.
POTOSÍ. -**

Ref.- **PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE CUERPOS DE AGUA DE LA
CUENCA RIO COTAGAITA -MUNICIPIO DE COTAGAITA.**

Tierra
de la
Chaskañawi

Hermano Gobernador:

En primer lugar, reciba Ud., un saludo Revolucionario del Valeroso pueblo de Cotagaita.

Realizados y completados los estudios requeridos para la clasificación de cuerpos de agua de la cuenca del río Cotagaita de acuerdo al Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, de la Ley 1333 del Medio Ambiente, adjunto para su consideración y posterior remisión al Ministerio de Medio Ambiente y Agua la:

- ✓ **Propuesta de Clasificación de Cuerpos de Agua de la Cuenca del Río Cotagaita en la Jurisdicción del Municipio de Cotagaita.**

Es importante señalar que la Propuesta de Clasificación del Río Cotagaita, al constituirse en una herramienta de gestión de los recursos hídricos de una de nuestras más importantes regiones, nos permitirá implementar acciones de control ambiental de manera mucho más efectiva y concurrente entre todos los actores involucrados en su desarrollo socioeconómico sostenible.

Con este motivo, saludos a usted.

ATTE:



Manuel...
Sr. **Manuel Navarro Quespe**
ALCALDE
G. A. M. DE COTAGAITA

Capital
Frutícola
y
Folklórica
del
Departamento

Ciudad
Histórica
de
Bolivia



ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA
CONTROL SOCIAL
DISTRITO 4 RIO BLANCO
COTAGAITA - POTOSI



Gobierno del Estado Plurinacional de

BOLIVIA

Ministerio de
Medio Ambiente y Agua



Alex Antolin Cordova Llave
C.I. 10568518 pt.

[Handwritten signatures and stamps]
Abraham H. Paristo Choque
PDTE. CSIO. VIGILANCIA
COOP. MINERA LOC. TASNA R.L.

ACTA DE REUNIÓN

MMaya/VRHR/DGCRH

Fecha: 17.../DIC/2020 Lugar: ALCALDIA - MUNICIPIO COTAGAITA

Tema: PROPUESTA DE CLASIFICACION DE CUERPOS DE AGUA DE LA CUENCA DEL RIO COTAGAITA

Contenido:
CONTAR CON UNA PROPUESTA DE CLASIFICACION DE CUERPOS DE AGUA SOCIALIZADA, DE LOS RESULTADOS DE LA PROPUESTA

Desarrollo:
ELEMENTOS PARA PLANTEAR LA PROPUESTA
USOS ACTUALES DE LOS CUERPOS DE AGUA DE LA CUENCA
CONTAMINACION NATURAL (ULEXITA, NALITA, HYDROBORACHA)
CONTAMINACION ANTROPICA
ANALISIS QUIMICO DE AGUA DE LOS RIOS DE LA CUENCA
CONDICIONES BIOLOGICAS
RESULTADOS -> ALTERNATIVAS "A" Y "B"

Conclusiones:
SE ORDO POR MEJORAR LA CALIDAD DE AGUA MEDIANTE LA ALTERNATIVA "A" POR QUE RESPONDE A LAS CONDICIONES DESEADA
LAS COOPERATIVAS PRESENTES MUY DE ACUERDO EN UN APOORTE ECONOMICO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS ACIDAS

Firmas y sellos



[Handwritten signature]
Carlos Aguilar Flores
CORREGIDOR
TASNA ROSARIO

[Handwritten signature]
Rogelio

[Handwritten signature]
Wilder Aguilera

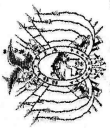
[Handwritten signature]
PRESIDENTE
PARTICIPACION CONTROL SOCIAL
TASNA ROSARIO

Alex Antolin Cordova Llave
C.I. 10568518 pt.

[Handwritten signature]
Clemente B...
Sindicato

Willy Ramiro Vasquez Calle
PRESIDENTE
MEDIO AMBIENTE
COOP. MIN. LOC. TASNARIOS TASNA R.L.

[Handwritten signature]
#204
DELEGADO DE OTRAS
D 15.



Gobierno del Estado Plurinacional de

BOLIVIA

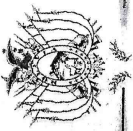
Ministerio de
Medio Ambiente y Agua

LISTA DE PARTICIPANTES

MMAYA/VRHR

TEMA: PROPOSTA DE CLASIFICACION DE CUERPOS DE AGUA DE LA CUENCA DEL RIO COTASGAITA
FECHA: 17/ DICIEMBRE/ 2020 LUGAR: ALCALDIA - MUNICIPIO COTASGAITA

N°	Nombre y Apellidos	Institución	C.I.	Datos para contacto		Firma
				Tel./cel. →	E-mail →	
1	Gustavo Ortega Rendón	G.A.M.C.	5570989	77907958	gust.or.555@gmail.com	
2	Juan Carlos Aguilar Flores	TASNA	4018827	67900289		
3	Cecilia Susca Colque	Coop. M. Tasna	3700391	71821581		
4	Raniero Jassoquey Cappa	Coop. Min. Tasna	1242638	68654915		
5	Abraham A. Gonsalo Cheque	Coop. Min. Tasna	6589737	71839706		
6	Viviana Romas Jallaza	Coop. Min. Tasna	6715729	68577065	gabriel.24@gmail.com	
7	Isabel Julia Cruz Davalos	Coop. Min. Tasna	141710509	73327643		
8	Ernesto Baryer Ezerime	Distrito 4 No. Blanco	1363056	6370181		
9	Roque Flores	CSyb Contrals.	1241616	74227368		
10	Andrés Condori Huayta	CONTROL SOCIAL DISTRITO -1	6640875	72425919		



Gobierno del Estado Plurinacional de

BOLIVIA

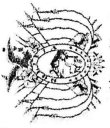
Ministerio de
Medio Ambiente y Agua

LISTA DE PARTICIPANTES

MMAYA/VRHR

TEMA: PROPOSTA DE CLASIFICACION DE CUERPOS DE AGUA DE LA CUENCA DEL RIO COTA GATTA
FECHA: 17/Dic/2020 LUGAR: ALCALDIA - MUNICIPIO COTA GATTA

N°	Nombre y Apellidos	Institución	C.I.	Datos para contacto		Firma
				Tel./cel. →	E-mail →	
1	Eloy Puma Alvarado	Alcaldía de Base D15	5133469	72437039	72437039	
2	Andrés Condori Hoyte	Control Social Distrito 4 de la D15	6640875	72425714		
3	Wilmer Aguilar Condori	Auxiliar boleca	16679812	72951598		
4	Roque Flores R	Sub Central S.	12445116	74227368		
5	Gonzalo Berger Zegarra	Sindicato	1363056	6371081		
6	Sbed Julia Cruz Ovallos	Parto Medio Ambiente amigos de casa	14710509	73327643		
7	Diego Ramos Jallaza	Coop MIN TAJAMA	6715729	68577065		
8	Ramiro Casaca Cruz	Coop. MIN. TAJAMA	1242638	arabeil_24@hotmail.com		
9	Abraham A. González Choque	Coop. MIN. TAJAMA	6589737	68654919		
10	Crover Saucedo Colque	Coop Min. Tajama	3700391	71829708		



Gobierno del Estado Plurinacional de

BOLIVIA

Ministerio de
Medio Ambiente y Agua

LISTA DE PARTICIPANTES

MMAYA/VRHR

TEMA: PROPOSTA DE CLASIFICACION DE CUERPOS DE AGUA DE LA CUENCA DEL RIO COTAGAITA
FECHA: 17/DIC/2020 LUGAR: ALCALDIA - MUNICIPIO COTAGAITA

N°	Nombre y Apellidos	Institución	C.I.	Tel./cel. → E-mail →	Datos para contacto	Firma
1	Andrés Lopez Calle	AUXILIAR DE MOKOPATHA	12345455			
2	Santos Eloy Anasi Huancha De Cozani	Auxiliar De Cozani	12621340			
3	Wilmer Aguilar Candori	Auxiliar Kelca	40679812		72951398	
4	Alox A. Cardozo D.	Control Social	10568518			
5	Albro Ezzugui R.	G.A.M.C.	10537775		72369822	
6				Tel./cel. → E-mail →		
7				Tel./cel. → E-mail →		
8				Tel./cel. → E-mail →		
9				Tel./cel. → E-mail →		
10				Tel./cel. → E-mail →		