

**MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA, MINISTERIO DE MINERÍA  
Y METALURGIA, AUTORIDAD DE FISCALIZACIÓN Y CONTROL SOCIAL  
DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO, GOBIERNOS  
AUTÓNOMOS DEPARTAMENTALES DE POTOSÍ Y CHUQUISACA,  
GOBIERNOS AUTÓNOMOS MUNICIPALES DE CHAQUÍ BETANZOS,  
POTOSÍ, TACOBAMBA, TINGUIPAYA, YOCALLA, CKOCHAS, SAN LUCAS  
Y SUCRE, ADMINISTRACIÓN AUTÓNOMA PARA OBRAS SANITARIAS Y  
EMPRESA LOCAL DEL AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE SUCRE**

**INFORME DE AUDITORÍA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL SOBRE LA  
CONTAMINACIÓN HÍDRICA EN LA SUBCUENCA PILCOMAYO ZONA  
ALTA EN LA CUENCA DEL RÍO PILCOMAYO**

**INFORME DE AUDITORÍA AMBIENTAL K2/AP03/G18-E1**





**ÍNDICE GENERAL**  
**INFORME DE AUDITORÍA AMBIENTAL K2/AP03/G18-E1**

1	ANTECEDENTES .....	1
2	OBJETIVOS Y ALCANCES .....	2
2.1	Los alcances y objetivo generales de los Términos de Auditoría .....	2
2.2	Los objetivos y alcances específicos del Memorandum de Planificación de Auditoría .....	4
2.2.1	<i>Objeto específico de examen</i> .....	5
2.2.1.1	Objeto de examen específico respecto de la actividad minera.....	6
2.2.1.2	Objeto de examen específico respecto de las aguas residuales domésticas. ....	10
2.2.1.3	Objeto de examen específico respecto de las aguas residuales industriales.....	13
2.2.2	<i>Delimitación del sujeto de examen</i> .....	14
2.2.3	<i>Delimitación de los instrumentos normativos</i> .....	16
2.2.4	<i>El enfoque adoptado en la auditoría de desempeño ambiental</i> .....	18
2.2.5	<i>El periodo evaluado en la auditoría</i> .....	20
2.2.6	<i>La profundidad definida en la evaluación</i> .....	20
2.3	Los objetivos específicos de la auditoría .....	22
3	LOS CRITERIOS, INDICADORES Y MÉTODOS DE LA AUDITORÍA.....	22
4	RESULTADOS DE LA AUDITORÍA.....	24
4.1	Resultados correspondientes a la efectividad en la mitigación de los impactos ambientales negativos ocasionados por la actividad minera.....	26
4.1.1	<i>Efectividad en el control ambiental de las actividades mineras que cuentan con licencia ambiental</i> .....	26
4.1.2	<i>Efectividad en el control de las actividades mineras menores con impactos ambientales conocidos no significativos</i> .....	29
4.1.3	<i>Efectividad en la otorgación de licencias ambientales a las actividades mineras sin dicho permiso</i> .....	32
4.1.4	<i>Consecuencias y riesgos al medio ambiente asociados a las deficiencias en la efectividad en la mitigación de los impactos ambientales negativos ocasionados por la actividad minera</i> .....	39
4.1.5	<i>Causas y recomendaciones respecto de los resultados de la evaluación de la efectividad en la mitigación de los impactos ambientales negativos ocasionados por la actividad minera</i> .....	72
4.1.5.1	Primera causa relativa a la falta de organización de las entidades para realizar inspecciones	73
4.1.5.2	Segunda causa referida al contenido de los certificados de dispensación para AMIAC y la ausencia de control al cumplimiento de sus obligaciones.....	76
4.1.5.3	Tercera causa relativa a la carencia de información sobre actividades mineras sin licencias ambientales .....	79
4.1.5.4	Cuarta causa sobre deficiencias de comunicación en las gestiones conducentes a la otorgación de licencias ambientales .....	80

4.1.5.5	Quinta causa respecto a deficiencias en los Sistemas Departamentales de Información Ambiental.....	83
4.1.5.6	Sexta causa referida a deficiencias en la identificación de las actividades mineras sin licencia ambiental.....	87
4.1.5.7	Séptima causa sobre falta de capacitación y entrenamiento.....	90
4.1.5.8	Octava causa sobre deficiencias en las normas respecto de requisitos de adecuación ambiental.....	91
4.1.5.9	Novena causa relativa a deficiencias en la planificación del control ambiental .....	96
4.1.6	<i>Conclusión respecto del objetivo específico 1.....</i>	101
4.2	Resultados relativos a la efectividad en la mitigación de los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua, ocasionados por las aguas residuales domésticas.....	102
4.2.1	<i>Efectividad en las acciones para la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales en Potosí y Sucre.....</i>	102
4.2.2	<i>Efectividad en las acciones para mejorar la calidad de los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales de El Campanario.....</i>	116
4.2.3	<i>Consecuencias y riesgos al medio ambiente derivados de las deficiencias en la efectividad en la mitigación de los impactos ambientales negativos, ocasionados por las aguas residuales domésticas ..</i>	122
4.2.4	<i>Causas y recomendaciones respecto de los resultados de la evaluación de la efectividad en la mitigación de los impactos ambientales negativos ocasionados por las aguas residuales domésticos ...</i>	150
4.2.4.1	Primera causa relativa a la aprobación de los Planes de Desarrollo Quinquenal sin considerar el tratamiento del 100% de las aguas residuales .....	150
4.2.4.2	Segunda causa relativa a la falta de monitoreos al río Quirpinchaca y a los efluentes de la PTAR El Campanario .....	156
4.2.4.3	Tercera causa relativa a las deficiencias en la planificación acciones en el corto plazo para mejorar los efluentes de la PTAR El Campanario .....	158
4.2.4.4	Cuarta causa relativa a deficiencias en la planificación de sistemas de tratamiento de aguas residuales .....	159
4.2.5	<i>Conclusión respecto del objetivo específico 2.....</i>	169
4.3	Resultados de auditoría relativos a la efectividad en la mitigación de los impactos ambientales negativos ocasionados por la actividad industrial.....	171
4.3.1	<i>Efectividad en el control ambiental de las actividades industriales.....</i>	171
4.3.2	<i>Efectividad en las acciones para el cumplimiento de los convenios de descargas industriales al sistema de alcantarillado sanitario. ....</i>	177
4.3.3	<i>Consecuencias y riesgos al medio ambiente asociados a las deficiencias en la efectividad en la mitigación de los impactos ambientales negativos ocasionados por las actividades industriales.....</i>	179
4.3.4	<i>Causas y recomendaciones respecto de los resultados de la evaluación de la efectividad en la mitigación de los impactos ambientales negativos ocasionados por la actividad industrial.....</i>	185
4.3.4.1	Primera Causa relativa a la falta de planificación en el mediano y corto plazo de acciones de control a las actividades industriales.....	185
4.3.4.2	Segunda causa relativa a los Procedimientos Técnico Administrativos para los convenios de descarga de efluentes con las industrias.....	188

4.3.4.3	Tercera causa relativa a la falta de programación de acciones de control y monitoreo de las descargas industriales por parte de las EPSA. ....	190
4.3.5	Conclusión respecto del objetivo específico 3.....	191
5	CONCLUSIÓN GENERAL .....	192

### LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1: Diseño de criterios, indicadores y métodos.
- Anexo 2: Mapas del informe de auditoría ambiental AP03/G18-E1
- Anexo 3: Actividades mineras con Licencia Ambiental dentro la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.
- Anexo 4: Actividades mineras sin Licencia Ambiental dentro la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.
- Anexo 5: Resultados del análisis de laboratorio para metales pesados en muestras de agua y sedimentos en ríos de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.
- Anexo 6: Resultados del análisis fisicoquímico a muestras de agua.
- Anexo 7: Aplicación del índice de calidad ICA-NSF y del índice de contaminación orgánica ICO.
- Anexo 8: Actividades industriales en los municipios de Potosí y Sucre.





## RESUMEN EJECUTIVO

Con el propósito de coadyuvar en la restauración de los ríos más importantes de nuestro país, la Contraloría General del Estado emprendió una serie de auditorías ambientales desde el año 2010, examinando la gestión pública responsable de protección y conservación de los ríos Piraí, Rocha, La Paz, Katará y Guadalquivir.

En base de un relevamiento de información sobre la cuenca del río Pilcomayo, emitido el año 2015, se determinó realizar cuatro auditorías ambientales sobre las áreas críticas encontradas. En la gestión 2018, se emitió el informe sobre la contaminación hídrica en las subcuencas Tumusla y San Juan del Oro.

Continuando con esa línea de acción, el presente informe de auditoría contiene una opinión sobre el desempeño ambiental de las entidades a cargo de la mitigación de los impactos ambientales negativos sobre los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta de la cuenca del río Pilcomayo, ocasionados por la actividad minera y las aguas residuales domésticas e industriales.

Fueron evaluadas las acciones asociadas al control de las actividades mineras con licencia ambiental y a la adecuación ambiental de las actividades mineras que no cuentan con ese documento. Asimismo, se evaluaron las acciones conducentes a la implementación de un sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad de Potosí así como para aquellas que no son tratadas en la planta de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Sucre. También se evaluaron las acciones para que las descargas de aguas residuales tratadas en la ciudad de Sucre cumplan con los límites establecidos en la normativa ambiental. Finalmente se evaluaron las acciones de control ambiental a las descargas industriales conectadas al sistema de alcantarillado del municipio de Potosí y Sucre.

Las entidades consideradas fueron el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, el Ministerio de Minería y Metalurgia, la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico, los Gobiernos Autónomos Departamentales de Potosí y Chuquisaca, los Gobiernos Autónomos Municipales de Chaqui, Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla, Ckochas y San Lucas, la Administración Autónoma para Obras Sanitarias de Potosí y la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado de Sucre.

Los resultados de auditoría indican que no fueron efectivos el control de las medidas de mitigación comprometidas por los actores productivos mineros con licencia ambiental, el control a las actividades mineras menores con impactos ambientales conocidos no significativos (AMIAC) ni la otorgación de licencias ambientales a las actividades mineras sin dicho permiso; asimismo, no fue efectiva la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas en las ciudades de Potosí y Sucre, ni el cumplimiento de los límites establecidos en la normativa ambiental para las descargas en la planta de

tratamiento de Sucre, tampoco el control a las actividades industriales que descargan sus aguas residuales por el sistema de alcantarillado en las ciudades de Potosí y Sucre.

Se evaluaron los cuerpos de agua afectados por la contaminación de la actividad minera y las aguas residuales domésticas e industriales. La valoración toxicológica empleando estándares internacionales como referencia para sedimentos y los límites permisibles en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, así como la fisicoquímica – microbiológica a través de indicador de calidad de agua (ICA) y de contaminación (ICO), determinaron que los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, tienen presencia de metales pesados en sus aguas y sedimentos, principalmente en las zonas mineras (Potosí y Tacobamba) que son arrastrados distancias largas, prueba de ello es la presencia de estos elementos tóxicos en los sedimentos a lo largo del cuerpo de agua principal. Los índices de calidad y contaminación, en las ciudades de Potosí y Sucre muestran aguas que van de mala a muy mala, según el ICA, y de muy contaminadas a contaminadas, según el ICO, en la zona urbana, mejorando su calidad a media (ICA) en el río Pilcomayo y moderadamente contaminada y poco contaminadas (ICO) en la parte baja de la subcuenca, esto debido a la casi inexistente actividad antrópica que permite la auto recuperación.

Se investigaron las causas de las deficiencias en la efectividad en los temas evaluados y para anularlas se formularon cuarenta y cinco recomendaciones, orientadas a que las entidades mejoren su accionar y la condición del ecosistema afectado por las actividades mineras y las aguas residuales domésticas e industriales en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.



**MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA, MINISTERIO DE MINERÍA Y METALURGIA,  
AUTORIDAD DE FISCALIZACIÓN Y CONTROL SOCIAL DE AGUA POTABLE Y  
SANEAMIENTO BÁSICO, GOBIERNOS AUTÓNOMOS DEPARTAMENTALES DE POTOSÍ Y  
CHUQUISACA, GOBIERNOS AUTÓNOMOS MUNICIPALES DE CHAQUÍ BETANZOS, POTOSÍ,  
TACOBAMBA, TINGUIPAYA, YOCALLA, CKOCHAS, SAN LUCAS Y SUCRE,  
ADMINISTRACIÓN AUTÓNOMA PARA OBRAS SANITARIAS Y EMPRESA LOCAL DEL AGUA  
POTABLE Y ALCANTARILLADO DE SUCRE**

**INFORME DE AUDITORÍA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL SOBRE LA CONTAMINACIÓN  
HÍDRICA EN LA SUBCUENCA PILCOMAYO ZONA ALTA EN LA CUENCA DEL RÍO  
PILCOMAYO**

**INFORME DE AUDITORÍA AMBIENTAL K2/AP03/G18-E1**

## **1 ANTECEDENTES**

Desde el año 2010, la Contraloría General del Estado realiza auditorías ambientales sobre la gestión pública a cargo de la situación ambiental de los principales cuerpos de agua de nuestro país. El propósito es coadyuvar a la restauración de los ríos más importantes de nuestro territorio.

Al respecto, el informe de relevamiento sobre la cuenca del río Pilcomayo<sup>1</sup>, emitido en diciembre de 2015, identificó las siguientes actividades que generan impactos ambientales negativos: la minera e hidrocarburífera, la descarga de aguas residuales domésticas e industriales y las condiciones que producen la retracción de los recursos hídricos. La correlación de estas actividades y su ubicación geográfica, entre otros aspectos, permitió determinar cuatro áreas geográficas críticas: subcuenca Tumusla y San Juan del Oro, subcuenca Pilcomayo Zona Alta, subcuenca Pilcomayo Zona Baja y toda la cuenca del río Pilcomayo respecto de la retracción de los recursos hídricos. Por cada una de esas cuatro áreas, se decidió encarar una auditoría ambiental específica, así el año 2018 fue emitido el informe sobre la contaminación hídrica en las subcuencas Tumusla y San Juan del Oro<sup>2</sup>.

En ese marco se ejecutó la auditoría ambiental en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta del río Pilcomayo, que se caracteriza por presentar una red hidrográfica bien definida, los ríos en general y el curso principal en particular, presentan importantes pendientes con márgenes estables, lo que le confiere una excepcional capacidad para transmitir la escorrentía desde aguas arriba<sup>3</sup>. Por la margen izquierda, los ríos Tinguipaya y Ravelo son los principales afluentes del río Pilcomayo y los ríos Tarapaya y Mataka por la derecha, aguas abajo recibe aportes de los ríos Turuchipa y Santa Elena, el río continúa por 215 km hasta su confluencia con el río Pilaya, su tributario más importante, formando el límite de la

<sup>1</sup> Identificado con el código K2/RP17/Y15-M1.

<sup>2</sup> Que se identifica con el código K2/AP23/S16-E1.

<sup>3</sup> «Proyecto: Manejo Integral de la cuenca del río Pilcomayo (Plan Director Nacional del Pilcomayo)», elaborado por la Oficina Técnica de los ríos Pilcomayo y Bermejo, diciembre de 2014, pág. 16.

subcuenca. Esta subcuenca tiene una superficie aproximada de 23.500 km<sup>2</sup> y se encuentra dentro del territorio de los departamentos de Oruro, Potosí y Chuquisaca.

La auditoría fue realizada conforme las disposiciones establecidas en las Normas de Auditoría Ambiental aprobadas mediante Resolución N° CGE/094/2012 del 27 de agosto de 2012 y el Manual para ejecutar Auditorías Ambientales, aprobado mediante Resolución N° CGE/166/2013 del 31 de diciembre de 2013.

## **2 OBJETIVOS Y ALCANCES**

Una auditoría ambiental es la acumulación y examen metodológico y objetivo de evidencia con el propósito de emitir una opinión independiente sobre la gestión ambiental. Se planifica en dos etapas: general y específica, la general permite contar con los Términos de Auditoría y la planificación específica permite emitir el Memorándum de Planificación de Auditoría<sup>4</sup>. En los capítulos siguientes se exponen ambos documentos en lo correspondiente a los objetivos y alcances de la auditoría.

### **2.1 Los alcances y objetivo generales de los Términos de Auditoría**

El alcance general definido en los Términos de Auditoría, comprendió la definición de cuatro aspectos: el subtipo de auditoría ambiental, el objeto de examen, el sujeto de examen y los instrumentos normativos aplicables<sup>5</sup>.

- Subtipo de auditoría ambiental: se definió realizar una auditoría de desempeño ambiental, para emitir opinión sobre la manera en que las entidades responsables han implementado la gestión ambiental orientada a mitigar los impactos ambientales negativos producidos por las fuentes de contaminación identificadas en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.
- Objeto de examen: es la materia o asunto que se examina en una auditoría ambiental. Se identificaron tres fuentes principales de contaminación que hacen a la problemática ambiental en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, por cada una de ellas se examinarían las acciones de las entidades responsables. Dichas fuentes de contaminación son la actividad minera, la descarga de aguas residuales domésticas crudas o deficientemente tratadas y la inadecuada disposición de residuos sólidos.

Respecto del tema minero, en la planificación general se definió evaluar las actividades mineras en operación, que dentro la cadena productiva generan impactos ambientales a los cuerpos de agua, como la explotación de minerales metálicos (genera desmontes), el beneficio o concentración y/o fundición y refinación de minerales metálicos<sup>6</sup> (generan

---

<sup>4</sup> Según lo establecido por las Normas de Auditoría Ambiental, aprobadas mediante Resolución CGE/094/2012 del 27 de agosto de 2012.

<sup>5</sup> Conceptos definidos en las Normas de Auditoría Ambiental aprobadas mediante Resolución CGE/094/2012 del 27 de agosto de 2012.

<sup>6</sup> Artículo 10 de la Ley 535 de Minería y Metalurgia.

colas, efluentes líquidos y lodos con alto grado contaminante). Asimismo, fueron tomados en cuenta los pasivos ambientales por los impactos que ellos implican. El espacio geográfico fue delimitado a partir de la ubicación de las actividades mineras y las microcuencas que las agrupan. Al respecto, se verificó que casi el 99% de las actividades mineras se concentran en las microcuencas Mataka, Thola Palca y Thuruchipa que a nivel municipal abarcan los municipios de Chaquí, Betanzos, Puna, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Ckochas y Yocalla del departamento de Potosí y San Lucas del departamento de Chuquisaca<sup>7</sup>.

En lo que respecta a la evaluación de la contaminación por aguas residuales domésticas en los cuerpos de agua de la subcuenca, se evaluó la situación de saneamiento básico de las ciudades de Potosí y Sucre y de los centros poblados de los municipios con más de 1.000 habitantes (INE, censo 2012). Con la evaluación por microcuenca, fueron desestimadas cinco de ellas, reduciéndose el espacio geográfico a las microcuencas Thola Palca con el municipio de Potosí, Sumala con Ckochas y Tarvita, Soroma con Tarabuco y Yamparáez y Cachi Mayu con Yotala y Sucre en toda la extensión de la ciudad<sup>8</sup>, incluso aquella que pertenece al cuenca del río Chico de la macrocuenca Amazonas.

En lo que respecta al manejo inadecuado de los residuos sólidos que ocasionan impactos ambientales a los cuerpos de agua, se identificaron dos fuentes de contaminación: la disposición de escombros y basura en los lechos de ríos y los lixiviados de sitios de disposición final de residuos sólidos, en las ciudades de Potosí y Sucre.

- Instrumentos normativos considerados:

- Constitución Política del Estado, del 07 de febrero de 2009.
- Ley de Medio Ambiente 1333, del 27 de abril de 1992.
- Ley N° 031, Marco de Autonomías, del 17 de julio de 2010.
- Ley N° 071, Ley de los Derechos de la Madre Tierra del 21 de diciembre de 2010.
- Ley N° 300, Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien, de 15 de octubre de 2012.
- Ley N° 535, Ley de Minería y Metalurgia, del 19 de mayo de 2014.
- Ley N° 755, Ley de Gestión Integral de Residuos, del 28 de octubre de 2015.
- Decreto Supremo N° 29894, del 7 de febrero de 2009.
- Decreto Supremo N° 24176 del 8 de diciembre de 1995, que aprueba el Reglamento General de Gestión Ambiental, el Reglamento de Prevención y Control Ambiental, y el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.
- Reglamento Ambiental para Actividades Mineras, del 31 de julio de 1997.
- Decreto Supremo N° 10221, del 21 de abril de 1972, de creación de la Administración Autónoma para Obras Sanitarias (AAPOS).

<sup>7</sup>Para determinar el espacio geográfico correspondiente a dicho tema, se trabajó con las unidades hidrográficas de Bolivia elaboradas por el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR) el año 2010, en el Documento: «Delimitación y codificación de Unidades Hidrográficas de Bolivia, metodología Pfafstetter». La subcuenca Pilcomayo Zona Alta está conformada por nueve microcuencas: Thola Palca, Cachi Mayu, Mataka, Tasa Pampa, Soroma, Turuchipa, Sumala, Santa Elena y Huancarani.

<sup>8</sup>El municipio de Sucre se encuentra en la divisoria de las macrocuencas La Plata y Amazonas.

- Decreto Supremo N° 10601, del 24 de noviembre de 1972 de creación de la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado de Sucre (ELAPAS).
  - Decreto Supremo N° 24544, del 31 de marzo de 1997 (funciones de la Oficina Técnica Nacional de los ríos Pilcomayo y Bermejo).
  - Decreto Supremo N° 2954, del 16 de octubre de 2016 (Reglamentación de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos).
- Sujeto de examen: conformado por las entidades relacionadas con el objeto de examen. En lo referido a las acciones asociadas a la actividad minera y pasivos ambientales, las entidades consideradas fueron el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, el Ministerio de Minería y Metalurgia, la Corporación Minera de Bolivia, la Oficina Técnica Nacional de los ríos Pilcomayo y Bermejo, los Gobiernos Autónomos Departamentales de Potosí y Chuquisaca y los Gobiernos Autónomos Municipales de Potosí, Chaquí, Betanzos, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla, Ckochas, Puna y San Lucas.

En lo que respecta a las acciones asociadas a las descargas de aguas residuales domésticas, se tomaron en cuenta a los Gobiernos Autónomos Municipales de Potosí, Ckochas, Tarvita, Tarabuco, Yamparáez y Sucre, la Administración Autónoma para Obras Sanitarias de Potosí y la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado de Sucre. Finalmente, los Gobiernos Autónomos Municipales de Potosí y Sucre fueron seleccionados respecto de la disposición de residuos sólidos que afectan a los cuerpos de agua.

- Objetivo general: en base de lo definido en el alcance general de la auditoría se formuló el siguiente objetivo general:

*«Evaluar el desempeño ambiental vinculado a la mitigación de los impactos ambientales negativos sobre los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta de la cuenca del río Pilcomayo».*

Los Términos de Auditoría, aprobados el 28 de diciembre de 2018, fueron de conocimiento de las las entidades tomadas en cuenta en el alcance general<sup>9</sup>.

## **2.2 Los objetivos y alcances específicos del Memorándum de Planificación de Auditoría**

Lo detallado en este capítulo corresponde a lo determinado en la planificación específica de la auditoría, fase realizada con base en lo definido en los Términos de Auditoría.

Antes de presentar los alcances específicos de la auditoría, cabe explicar un tema relativo a los controles internos<sup>10</sup> de los temas que se decidió examinar, los cuales debían ser parte

<sup>9</sup> El 04 de febrero de 2019 a la Gobernación de Potosí, los Gobiernos Autónomos Municipales de Potosí, Tacobamba, Puna, Tinguipaya y Ckochas y Administración Autónoma para Obras Sanitarias, el 06 de febrero de 2019 a la Gobernación de Chuquisaca, los Gobiernos Autónomos Municipales de San Lucas, Yotala, Sucre, Yamparáez y Tarabuco y Empresa Municipal de Aseo Sucre y el 15 de febrero de 2019 a los Ministerios de Medio Ambiente y Agua y Minería y Metalurgia y la Corporación Minera de Bolivia.

del Manual de Organización y Funciones y del Manual de Procesos<sup>11</sup> de las entidades sujeto de examen. La inexistencia de estos instrumentos de gestión y de los controles internos que deben incluir, incide negativamente en el logro de los resultados de gestión. De las entidades consideradas en los Términos de Auditoría, solamente el Ministerio de Medio Ambiente y Agua<sup>12</sup> presentó un manual de procesos, el resto de entidades señaló que no contaban con dichos manuales<sup>13</sup>. Revisado el manual del mencionado ministerio, se pudo advertir que fue elaborado para procesos no incluidos como parte de los temas evaluados. Por lo señalado, los controles internos no fueron de utilidad en la etapa de planificación específica de la auditoría.

### **2.2.1 Objeto específico de examen**

Se recabó información sobre el objeto de examen definido en la etapa de planificación general, para fijar con precisión sus límites. La evaluación de la información complementaria obtenida sobre el tema de residuos sólidos, condujo a la decisión de excluirlo del alcance de la auditoría y más bien realizar una supervisión<sup>14</sup> sobre la problemática de esta fuente de contaminación.

Esta decisión se basó en la verificación de la situación de los residuos sólidos a través de un reconocimiento de campo en las ciudades de Potosí y Sucre. En el caso de Potosí, se observó que los lechos y riberas de los ríos que circulan por la ciudad se encontraban con residuos sólidos y escombros, principalmente en las zonas periurbanas, asimismo se verificó la falta de tratamiento de los lixiviados del relleno sanitario ubicado en la zona de Karachipampa. En la ciudad de Sucre la problemática se centraba en la inadecuada disposición de residuos sólidos, no sólo en zonas cercanas a los cuerpos de agua, sino también en los poteos (colectores) y zonas periurbanas, asimismo, los lixiviados generados en el ex botadero La Esperanza y el botadero de Lechuguillas, mostraban señales de impactos ambientales a los cuerpos de agua y suelos.

---

<sup>10</sup> El control interno es un proceso compuesto por una cadena de acciones extendida a todas las actividades inherentes a la gestión, integradas a los procesos básicos de la misma e incorporadas a la infraestructura de la organización. Es diseñado con el objeto de limitar los riesgos internos y externos que afectan las actividades de la organización, proporcionando un grado de seguridad razonable en el cumplimiento de los objetivos de eficacia y eficiencia de las operaciones. Tomado de los Principios, Normas Generales y Básicas de Control Interno Gubernamental aprobados mediante Resolución N° CGR-1/070/2000 del 21 de septiembre de 2000.

<sup>11</sup> Las Normas de Auditoría Ambiental señalan que los resultados de la comprensión de los controles internos pueden coadyuvar a la definición de los objetivos y alcances específicos de la auditoría, al diseño de los criterios y de los métodos para obtener evidencia y a la preparación de los resultados de la auditoría ambiental.

<sup>12</sup> El 05 de enero de 2017, en el marco de la auditoría ambiental K2/AP23/S16.

<sup>13</sup> El MMM, las GAD de Potosí y Chuquisaca y los GAM de Potosí y Sucre en el marco de la auditoría ambiental K2/AP23/S16, pero la información fue actualizada vía telefónica. El GAM de Yocalla, el 12 de marzo de 2019, el GAM de Tacobamba, el 11 de febrero de 2019, el GAM de Tinguipaya el 22 de febrero de 2019, el GAM de Chaquí el 04 de abril de 2019, el GAM de Ckochas el 05 de febrero de 2019, el GAM de Betanzos el 17 de junio de 2019 (conversación telefónica), el GAM de San Lucas el 31 de enero de 2019, a AAPOS el 24 de abril de 2019 y ELAPAS el 15 de abril de 2019.

<sup>14</sup> Una supervisión es una inspección superior a las entidades públicas relacionadas con el tema a evaluar, en este caso residuos sólidos, para examinar su gestión ambiental con el fin de su mejora, en el marco de lo estipulado en la normativa relacionada. La supervisión debe ser ágil y oportuna, permite recomendar lo que deben realizar las entidades para mejorar la gestión ambiental y puede dar origen a otras acciones en el marco del Régimen de Responsabilidad por la Función Pública. Procedimiento para la Supervisión de la Gestión Ambiental, aprobado mediante Resolución N° CGE/159/2013.

Esa situación indicó que la gestión de residuos sólidos debía ser considerada en un contexto más amplio del que se evaluaría en la auditoría, tomando en cuenta los impactos ambientales que pueden ocasionarse, no sólo a los cuerpos de agua, sino también a otros elementos. Al respecto, fueron emitidos el informe de supervisión K2/G13/J19-G1, a la gestión ambiental relativa a la disposición final de residuos sólidos en la ciudad de Potosí, y el informe de supervisión K2/G14/J19-G1, a la gestión ambiental relativa a la disposición final de residuos sólidos en la ciudad de Sucre, con recomendaciones orientadas a superar las deficiencias evidenciadas.

Por otro lado, también se determinó excluir como objeto examen de la auditoría, la evaluación de los impactos ambientales ocasionados por los pasivos ambientales mineros, debido a que se evidenció que no existieron avances significativos en el tema desde de la gestión 2014, cuando se evaluó esta problemática en la auditoría ambiental sobre la cuenca del río Katari y la bahía Cohana del lago Titicaca. Un detalle de esta decisión se encuentra explicado en el acápite de delimitación del objeto específico respecto de la actividad minera.

Finalmente, en los Términos de Auditoría no fue considerada la evaluación del impacto ambiental que generarían las aguas residuales de las industrias de las ciudades de Potosí y Sucre, debido a la reducida cantidad de actividades industriales y entendiéndose que su impacto era menor respecto del generado por la actividad minera. Sin embargo, el 01 de marzo de 2019, el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, sugirió incluir esta temática como parte del objeto de examen, explicando que las aguas residuales generadas en dos industrias no recibían un tratamiento adecuado. Una indagación más detallada sobre el tema, permitió advertir que existían varias actividades industriales que no realizaban tratamiento a sus flujos o el mismo era deficiente, los mismos eran descargados de forma directa a cuerpos de agua del municipio de Potosí, por lo tanto, la sugerencia fue considerada pertinente y esta temática fue incluida en el alcance de la auditoría.

Conforme lo explicado, el objeto específico de examen evaluado en la auditoría incluyó de forma definitiva a las acciones orientadas a mitigar los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua que conforman la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, ocasionados por la actividad minera y la descarga de aguas residuales domésticas e industriales. Las acciones evaluadas fueron delimitadas por fuente de contaminación y vinculadas a los espacios geográficos afectados, como se explica en los capítulos siguientes.

#### 2.2.1.1 Objeto de examen específico respecto de la actividad minera

Las actividades que fueron tomadas en cuenta en la auditoría son aquellas que en su proceso generan residuos que podrían ocasionar impacto ambiental: la explotación (desmontes), el beneficio o concentración y la fundición y refinación (colas). Las actividades mineras en proceso de cierre también fueron consideradas, pues a la conclusión parcial o total del proceso productivo los operadores mineros deben asegurar que no exista

flujo de contaminantes, así como la estabilización física y química de las acumulaciones de residuos, entre otros aspectos<sup>15</sup>.

La delimitación del ámbito geográfico se realizó a nivel de microcuenca. Para una delimitación precisa se solicitó información adicional sobre la ubicación geográfica de las actividades mineras al Ministerio de Minería y Metalurgia (MMM), al Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) y a los gobiernos autónomos municipales de Betanzos y San Lucas<sup>16</sup>.

Con la información proporcionada, se realizó una depuración de la información recabada en la planificación general, obteniéndose un número de 133 actividades mineras en la subcuenca, de las que el 99% se encuentran en tres de las nueve microcuencas que conforman la subcuenca Pilcomayo Zona Alta: Thola Palca, Mataca y Turuchipa, en los municipios de Potosí, Chaquí, Betanzos, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla y Ckochas del departamento de Potosí<sup>17</sup> y San Lucas del departamento Chuquisaca.

El 72% de las actividades mineras se encuentran en la microcuenca Thola Palca y dentro ésta el 78% se concentra en el municipio de Potosí, el 12,5% en Tacobamba y el porcentaje restante está emplazado en los municipios de Betanzos, Yocalla y Tinguipaya. Las microcuencas Mataca (en los municipios de Potosí, Chaquí, Ckochas y Betanzos) y Turuchipa (municipios de Ckochas y San Lucas) cuentan con la misma cantidad de actores productivos y juntas representan el porcentaje restante.

La clasificación de las actividades mineras por tipo de proceso productivo dio cuenta que el 50% se dedica a la explotación de minerales<sup>18</sup>, el 36% a la concentración/beneficio de minerales<sup>19</sup>, el 3% a la fundición de minerales y del 11% restante no existe información sobre el proceso que desarrollan.

Respecto a los pasivos ambientales, en los Términos de Auditoría fueron identificados 417 residuos mineros dentro las microcuencas Thola Palca y Mataca (municipios de Chaquí, Puna, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya y Yocalla del departamento de Potosí). En esta etapa, con el uso de información geográfica se realizó una verificación a detalle de la ubicación de los pasivos ambientales, lo que permitió corregir la base de datos y contar con información final sobre estos residuos dentro la subcuenca Pilcomayo Zona Alta. Se evidenció que 406 pasivos ambientales se encontraban dentro la subcuenca, en los municipios de Chaquí, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya y Yocalla.

---

<sup>15</sup> La Ley 1333 en su artículo 71 establece que las operaciones extractivas mineras, durante y una vez concluida su actividad deberán contemplar la recuperación de las áreas aprovechadas con el fin de reducir y controlar la erosión, estabilizar los terrenos y proteger las aguas, corrientes y termales.

<sup>16</sup> Al MMAyA y al MMM el 23/01/2019, al GAM Betanzos el 27/03/2019 y al GAM de San Lucas el 25/02/2019, ambos vía telefónica.

<sup>17</sup> El municipio de Puna fue excluido de la evaluación porque se verificó que no existen actividad minera ni pasivos ambientales en el municipio dentro la subcuenca.

<sup>18</sup> En este grupo también se encuentra una actividad dedicada a la acumulación de colas y otra a la explotación de desmontes y relaves.

<sup>19</sup> En este grupo también se encuentra una actividad dedicada a la lixiviación de pilas.

Asimismo, se revisó con mayor detalle la información contenida en el «Atlas de Pasivos Ambientales 2005», proporcionada por SERGEOMIN<sup>20</sup>, verificándose la existencia de minas (socavones) abandonadas, lo que incrementó a 473 el número de pasivos ambientales mineros en la zona de estudio. La mayoría de ellos se encuentran en la microcuenca Thola Palca (84%), en los municipios de Potosí (Cerro Rico), Tacobamba, y Yocalla. Un análisis del tipo de pasivos ambientales dio cuenta que la mayoría de ellos son desmontes de menor volumen que tienen un potencial alto de Drenaje Ácido de Mina (DAM)<sup>21</sup>.

La situación de la gestión ambiental de pasivos ambientales en el país<sup>22</sup>, fue evaluada por la Contraloría General del Estado en las gestiones 2013 y 2014 a través de la auditoría ambiental K2/AP05/J13, donde se evaluó el desempeño ambiental asociado a la mitigación de los impactos ambientales negativos en la cuenca del río Katari y en la bahía de Cohana. En el tema de pasivos ambientales, los resultados de la auditoría dieron cuenta que los Ministerios de Medio Ambiente y Agua, y Metalurgia y Minería, la gobernación de La Paz y la municipalidad de El Alto, no desarrollaron gestiones asociadas a la mitigación de los impactos ambientales causados por los pasivos mineros ubicados en Milluni, las causas identificadas indicaron la falta de procedimientos específicos para el tratamiento de los pasivos ambientales, la falta de la elaboración de un plan, programa y/o proyecto para desarrollar medidas destinadas restaurar el medio ambiente afectado por los pasivos ambientales de Milluni, así como la falta de un marco normativo que regule la gestión de estos pasivos.

Para revertir esta situación, la Contraloría emitió recomendaciones a las entidades antes mencionadas, para determinar el área afectada por las colas y desmontes de Milluni, su situación legal y realizar el inventario respectivo. Asimismo, con base en el inventario actualizado se les recomendó elaborar procedimientos específicos para el tratamiento técnico de esos pasivos ambientales y un plan destinado a mejorar y restaurar los daños ocasionados por los mismos a partir de un convenio interinstitucional entre las entidades involucradas.

En las gestiones 2017 y 2018 se evaluó por segunda vez el tema de pasivos ambientales a través de la auditoría ambiental sobre la contaminación hídrica en las subcuencas Tumusla y San Juan del Oro en la cuenca del Río Pilcomayo (identificada con el código K2/AP23/S16). Se evaluaron las acciones que realizó el nivel central del Estado para la identificación y caracterización de los pasivos ambientales, la elaboración de procedimientos específicos para su tratamiento y la elaboración de un plan, programa y/o proyecto para desarrollar medidas destinadas a mejorar el medio ambiente afectado.

---

<sup>20</sup>Servicio Geológico Minero.

<sup>21</sup>Se generan de la oxidación de sulfuros metálicos, especialmente los de hierro como la pirita ( $\text{FeS}_2$ ), en presencia de oxígeno atmosférico y agua, su pH ácido ocasiona que tenga alta cantidad de metales pesados en dilución.

<sup>22</sup>En el marco normativo establecido en la Constitución Política del Estado (CPE), la Ley 071 de Derechos de la Madre Tierra, la Ley 300 Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para el Vivir Bien, la Ley 1333 de Medio Ambiente y el Reglamento General de Gestión Ambiental, así como las atribuciones establecidas en la organización del poder ejecutivo.



Los resultados de la auditoría mostraron que entre los años 2015 y 2017, el MMAyA no logró programar la identificación y caracterización de pasivos ambientales en las subcuencas Tumusla y San Juan del Oro, como tampoco logró la elaboración, ejecución y/o implementación de normas, políticas, planes, programas y/o proyectos de restauración de daños ocasionados por los pasivos mineros. En el marco del Proyecto BOL/91196 el MMAyA elaboró la «Propuesta de reglamento Remediación de Pasivos Ambientales Mineros», aplicable a los pasivos ambientales dentro el territorio nacional<sup>23</sup>, el MMM participó en la elaboración de esta propuesta<sup>24</sup>.

Las causas para la ausencia de estas acciones fue asociada, en el caso del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, a la falta de concordancia y articulación de sus planes operativos anuales (POA) con el Plan Sectorial de Desarrollo Integral de Medio Ambiente y Agua (PSDIMAyA) y su Plan Estratégico Institucional (PEI), en lo referido a la elaboración e implementación del Programa Nacional de Restauración y/o rehabilitación de zonas de vida (PRONARERE). Por su parte, el Ministerio de Minería y Metalurgia no consideró en sus POA, ni en el Plan Sectorial de Desarrollo Integral de Minería y Metalurgia ni en su PEI, acciones asociadas a restaurar el impacto ambiental ocasionado por los pasivos ambientales en las subcuencas evaluadas, al no haber considerado el PSDIMAyA.<sup>25</sup>

Las recomendaciones estuvieron orientadas a anular las deficiencias antes descritas y en las mismas se solicitó el inventario y caracterización de pasivos ambientales, la emisión de procedimientos específicos para su tratamiento y la elaboración de programas y proyectos específicos en el tema. Los dos ministerios comunicaron que esas actividades serían realizadas en base del desarrollo de las gestiones para cumplir las recomendaciones del informe de auditoría ambiental K2/AP05/J13 sobre los pasivos ambientales en Milluni, en el departamento de La Paz.

Por lo indicado y de acuerdo con las auditorías K2/AP05/J13 y K2/AP23/S16, entre los años 2014 y 2018 las acciones del nivel central del Estado no concluyeron, aún no existen instrumentos normativos en el tema, ni se desarrollaron planes, programas o proyectos destinados a mejorar y restaurar el medio ambiente afectado por los pasivos ambientales mineros en la cuenca Pilcomayo.

En ese contexto, se tomó la decisión de excluir de la auditoría la problemática sobre pasivos ambientales existentes en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta. Para atender el problema, se decidió iniciar en la gestión 2020 una auditoría ambiental específica, que además es coordinada en el marco de la Organización Latinoamericana y del Caribe de Entidades Fiscalizadoras Superiores (OLACEFS).

Con estas consideraciones, la delimitación del espacio geográfico respecto de la actividad minera activa abarcó tres de las nueve microcuencas: Thola Palca, Mataca y Turuchipa, que

<sup>23</sup> Extractado de la Auditoría Ambiental K2/AP23/S16, pag.205.

<sup>24</sup> Extractado de la Auditoría Ambiental K2/AP23/S16, pag.94; 206; 209.

<sup>25</sup> Extractado de la Auditoría Ambiental K2/AP23/S16, pag.212; 214; 216.

comprenden ocho municipios: Potosí, Yocalla, Betanzos, Tacobamba, Tinguipaya, Chaquí y Ckochas del departamento de Potosí y San Lucas del departamento de Chuquisaca.

Las acciones específicas de la actividad minera consideraron principalmente el Reglamento Ambiental para Actividades Mineras (RAAM), que define a la gestión ambiental en minería como un conjunto de acciones y procesos para la protección del medio ambiente desde el inicio hasta la conclusión de una actividad minera, siendo obligación de los operadores mineros que conforman la cadena productiva cumplir con las disposiciones establecidas en la normativa ambiental vigente, la Ley 1333 y sus reglamentos, así como otras normas conexas<sup>26</sup>.

Al respecto, la Ley 1333 señala que es deber de Estado y la sociedad garantizar el derecho que tiene toda persona y ser viviente a disfrutar de un ambiente sano y agradable en el desarrollo y ejercicio de sus actividades. Además establece que el control de la calidad ambiental es de necesidad y utilidad pública, sus objetivos son la preservación, conservación, mejora y restauración del medio ambiente y los recursos naturales, así como prevenir, controlar, restringir y evitar actividades que conlleven efectos nocivos o peligrosos para la salud y/o deterioren el medio ambiente y los recursos naturales<sup>27</sup>.

La Constitución Política del Estado señala 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. Esta carta magna establece que la preservación, conservación y contribución a la protección del medio ambiente, así como el control de la contaminación ambiental son competencias que deben ser ejercidas de forma concurrente por el nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas<sup>28</sup>.

Con base en lo expuesto, se delimitaron las siguientes acciones que fueron evaluadas para opinar sobre el desempeño ambiental en la mitigación de los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta ocasionados por la actividad minera.

- Acciones asociadas al control de las actividades mineras con licencia ambiental, que se encuentran dentro la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.
- Acciones asociadas a la adecuación ambiental de las actividades mineras ubicadas en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta que no cuentan con licencia ambiental.

#### 2.2.1.2 Objeto de examen específico respecto de las aguas residuales domésticas.

---

<sup>26</sup> Artículo 1.

<sup>27</sup> Artículos 17, 18 y 19 (numerales 1 y 3) de la Ley 1333.

<sup>28</sup> Artículo 299, párrafo II, numeral 1 y artículo 299, párrafo II, numeral 1 de la Constitución Política del Estado.

El espacio geográfico definido en la planificación general abarcaba las microcuencas de Thola Palca con el municipio de Potosí, Sumala con los municipios de Ckochas y Tarvita, Soroma con los municipios de Tarabuco y Yamparáez y Cachi Mayu con los municipios de Sucre<sup>29</sup> y Yotala.

Para conocer la influencia real de las aguas residuales generadas por las poblaciones capitales de los municipios de Ckochas, Yotala, Yamparáez, Tarabuco y Tarvita, se obtuvo información complementaria sobre la generación y tratamiento de sus aguas residuales, asimismo se realizó una visita a esas poblaciones a fin de verificar su situación.

La población capital de Tarabuco tiene un 78% de cobertura en alcantarillado sanitario, cuenta con 4 tanques de sedimentación (colapsados) que servían para un tratamiento primario de las aguas servidas. En Yamparáez, el 85% de la población cuenta con alcantarillado sanitario, sus descargas llegan a una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) que se encontraba colmatada.

La población de Phampa Huasi en Tarvita, cuenta con una PTAR que recibe el 80% de las aguas servidas generadas. Yotala cuenta con una PTAR que recibe sólo 20% de las aguas residuales de la población, el resto es descargado a través del sistema de alcantarillado al río Yotala. Finalmente, sólo el 20% del total de la población de Checchi en Ckochas vive en la comunidad, el resto se encuentra disperso y emplean pozos ciegos para la disposición de sus excretas, lo que reduce notablemente el impacto que podría ocasionar al cuerpo de agua receptor.

La contribución de las aguas servidas de esas cinco poblaciones al río Pilcomayo, se evaluó a través de una estimación del volumen aproximado de descarga de aguas residuales. La Norma Boliviana 688 sobre el «Diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial», elaborada por el Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Medio Ambiente y Agua<sup>30</sup> establece, a través de una ecuación matemática, la estimación del volumen de aguas residuales que pueden ser aportadas a un sistema de recolección, tomando como datos referenciales, el número de habitantes, la dotación media diaria de agua<sup>31</sup> y el coeficiente de retorno (C)<sup>32</sup>.

La estimación del volumen de descarga de aguas residuales de los municipios de Tarabuco, Yamparáez, Yotala y Phampa Huasi –Tarvita, permitió advertir que dichos volúmenes son mínimos con relación a los generados en las ciudades de Sucre y Potosí. La suma del

---

<sup>29</sup> El municipio de Sucre se encuentra en la divisoria de las cuencas Amazonas y La Plata, parte de las aguas residuales son descargadas al río Chico de la cuenca Amazonas. La gestión respecto de este tema no puede dividirse por las unidades hidrográficas a las que pertenece el municipio, por lo tanto es necesario considerar todo el espacio geográfico que abarca la ciudad de Sucre.

<sup>30</sup> Tercera revisión, aprobado a través de Resolución Ministerial N° 049 del 09 de junio de 2007.

<sup>31</sup> El dato de dotación media diaria de agua se obtuvo a partir de la cantidad de habitantes y considerando la zona geográfica en la que se encuentran las poblaciones (altiplano, valle y llano), (tabla 2.4 de la NB 688).

<sup>32</sup> El coeficiente de retorno, es la relación entre el caudal medio de aguas residuales domésticas y el caudal medio de agua que consume la población, la Norma Boliviana 688 establece como referencia el empleo de valores en el rango de 60% y 80% respecto de la dotación de agua potable. Para la determinación del volumen aproximado de descarga de efluentes en cada población, se empleó un promedio del rango aconsejado por la norma, es decir 70%.

volumen generado en estas cinco poblaciones representa el 1% del que genera Sucre y el 1,4% del producido en Potosí. Si bien no se puede desestimar el impacto ambiental de estas descargas a quebradas o cuerpos de agua receptores, debe considerarse que estas aguas recibieron un tratamiento primario y tienen el tiempo y la distancia necesaria para autodepurarse antes de su confluencia con el río Pilcomayo.

Con esta explicación, las microcuencas Soroma con los municipios Tarabuco, Yamparáez, y Sumala con los municipios de Tarvita y Ckochas, además del municipio de Yotala de la microcuenca Cachi Mayu quedaron fuera del espacio geográfico de la auditoría. Se remitieron notas a los cinco gobiernos municipales informándoles esta decisión, así como la obligación que tienen sobre este tema a fin de que mitiguen la contaminación a los cuerpos de agua receptores.

La ciudad de Sucre se encuentra muy cercana de la divisoria<sup>33</sup> de las macrocuencas sudamericanas del Amazonas y del Plata. Forma parte de la primera macrocuenca, la cuenca del río Grande, con sus subcuencas del río Chico y Presto. Por su parte, la macrocuenca de la Plata tiene como cuenca principal a la del Pilcomayo que incluye la microcuenca Cachimayu, cuyo afluente es el río Quirpinchaca que resulta ser el principal colector de la red de alcantarillado de la ciudad<sup>34</sup>. Estas características obligaron a considerar en la auditoría a la ciudad de Sucre en toda su extensión incluida la cuenca del río Chico.

En la ciudad de Sucre, el 93% de las aguas servidas son eliminadas al sistema de alcantarillado. Debido a la accidentada topografía de la ciudad de Sucre, sólo el 64% de las aguas generadas, que equivale a un volumen aproximado de veintiséis mil metros cúbicos al día, es tratado en la PTAR ubicada entre los municipios de Sucre y Yotala, en la comunidad El Campanario, es administrada por la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre (ELAPAS). El 36% restante elimina sus aguas residuales de forma directa a las quebradas, el 6% es descargado aguas abajo de la PTAR, el 15% (zonas noreste y sureste de la ciudad) es eliminado directamente a los cursos de agua del río Pajchiri, de la microcuenca Cachi Mayu y el 15% es descargado al río Chico de la cuenca Amazonas.

El municipio de Potosí no cuenta con una PTAR, las aguas servidas recolectadas a través del sistema de alcantarillado son eliminadas directamente a los cuerpos de agua que pasan por la población. La cobertura de alcantarillado sanitario alcanza el 85%.

En síntesis, para la evaluación de la problemática ambiental ocasionada por las aguas residuales en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, el espacio geográfico se circunscribió a la ciudad de Potosí, dentro el espacio geográfico de la microcuenca Thola Palca, y la ciudad

---

<sup>33</sup> Geogr. Dicho de una línea en un terreno, desde la cual las aguas corrientes fluyen en direcciones opuestas. Diccionario de la Real Academia Española.

<sup>34</sup> Plan Territorial del Desarrollo Integral (2016-2020) del Gobierno Autónomo Municipal de Sucre, (pág. 32).

de Sucre en toda su extensión, abarcando parte de la microcuenca Cachi Mayu de la cuenca del río Pilcomayo y parte de la cuenca del río Chico del Amazonas.

Las disposiciones normativas vigentes establecen que las aguas residuales provenientes de centros urbanos requieren de tratamiento antes de su descarga en los cursos de agua o infiltración en los suelos, también señalan que todas las descargas de aguas residuales crudas o tratadas a ríos y arroyos procedentes de su uso doméstico, industrial, agrícola, ganadero o de cualquier otra actividad que contamine el agua, deben ser tratadas previamente a su descarga<sup>35</sup>. Por lo indicado, se definieron como objeto de examen las acciones enunciadas a continuación.

- Acciones conducentes a la implementación de un sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad de Potosí y en el área de la ciudad de Sucre cuyas aguas residuales no son tratadas en la PTAR.
- Acciones realizadas para que las descargas de aguas residuales tratadas en la planta de tratamiento de aguas residuales de Sucre, cumplan con los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente.

#### 2.2.1.3 Objeto de examen específico respecto de las aguas residuales industriales.

La información recabada de la municipalidad y la gobernación de Potosí dio cuenta de la existencia de tres actividades industriales que generan aguas residuales producto de sus procesos productivos (todas categoría 3); en Sucre fueron reportadas seis actividades industriales (una con categoría 1 y 2 y el resto categoría 3). Los efluentes de las industrias de ambas ciudades son descargados a los sistemas de alcantarillado. La industria es responsable de la contaminación ambiental que genere en las fases de implementación, operación, mantenimiento, cierre y abandono de su unidad industrial<sup>36</sup>.

En el municipio de Sucre las aguas residuales crudas y tratadas generadas por las industrias son transportadas a la PTAR de ELAPAS. En la ciudad de Potosí, donde no existe PTAR, los efluentes de las actividades industriales son descargados al sistema de alcantarillado sanitario a cargo de la Administración Autónoma para Obras Sanitarias (AAPOS). Ambas empresas son responsables del tratamiento de estas aguas a través de convenios con las industrias que incluyen el monitoreo e inspecciones a las mismas<sup>37</sup>. A partir de la situación expuesta, se definieron las acciones específicas que fueron evaluadas:

- Acciones asociadas al control ambiental de las actividades industriales que se encuentran en los municipios de Potosí y Sucre.
- Acciones asociadas al control de descargas industriales que están conectadas a las redes de alcantarillado en las ciudades de Potosí y Sucre.

<sup>35</sup> Artículos 50 y 47 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.

<sup>36</sup> Artículo 12, inciso a del Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero.

<sup>37</sup> Artículo 14 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.

### 2.2.2 Delimitación del sujeto de examen

Para la delimitación del sujeto de examen, se revisó que las entidades consideradas en el alcance general de la auditoría guarde correspondan con todos los aspectos que conformaron el objeto específico de examen<sup>38</sup>. Producto de ello se excluyeron a las siguientes entidades:

- *Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL)*, la información obtenida en esta etapa dio cuenta que COMIBOL no tiene actividades mineras bajo su administración en la subcuencas tomadas en cuenta.
- *Oficina Técnica Nacional de los ríos Pilcomayo y Bermejo*, en los Términos de Auditoría fue considerada por las funciones que debe desempeñar en la cuenca, entre ellas la vigilancia sistemática del control de la calidad del agua del río Pilcomayo y los estudios para programas y proyectos de aprovechamiento de los recursos hídricos de la cuenca, sin embargo, estos aspectos no fueron considerados en la delimitación del objeto de examen.
- *Gobierno Autónomo Municipal de Puna*, su jurisdicción territorial cuenta con pasivos ambientales, sin embargo se retiró del objeto de examen la evaluación de dicho tema.
- *Gobierno Autónomo Municipal de Ckochas, Tarvita, Tarabuco, Yamparáez y Yotala*, un análisis de la contribución de sus aguas residuales al río Pilcomayo, a través del cálculo de volumen aproximado de descarga dio cuenta que el impacto ambiental que podrían ocasionar al río Pilcomayo es poco significativo.

Por otro lado, se incluyó como parte del sujeto de a la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico, por su atribución de velar por el cumplimiento de las obligaciones de las empresas prestadoras de servicio: ELAPAS y AAPOS. Con estas consideraciones, la delimitación del sujeto de examen para la auditoría, respecto a las acciones evaluadas de minería, fue la siguiente:

Sujeto de examen	Normativa que establece responsabilidades en los temas evaluados
<b>Ministerio de Medio Ambiente y Agua</b>	Reglamento General de Gestión Ambiental, <i>artículos 5, 7 (incisos b, k), 86</i> . Reglamento de Prevención y Control Ambiental, <i>artículos 9 (inciso a), 95, 97, 122, 125</i> . Reglamento Ambiental para Actividades Mineras, <i>artículos 8, 114</i> .
<b>Gobiernos Autónomos Departamentales de Potosí y Chuquisaca</b>	Reglamento General de Gestión Ambiental, <i>artículos 5, 8 (incisos a, b, c, j)</i> . Reglamento de Prevención y Control Ambiental, <i>artículos 10 (incisos a, e), 95, 97, 122 y 125</i> . Reglamento Ambiental para Actividades Mineras, <i>artículo 114</i>

<sup>38</sup> Según lo establecido en el Manual para ejecutar Auditorías Ambientales aprobado mediante Resolución CGE/166/2013 del 31 de diciembre de 2013.

	Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, <i>artículo 10 (inciso a)</i> .
<b>Ministerio de Minería y Metalurgia</b>	Decreto Supremo 29894 de 07 de febrero de 2009 de Organización del Órgano Ejecutivo, <i>artículo 77 ( incisos d, h)</i> . Reglamento de Prevención y Control Ambiental, <i>artículos 12 (inciso c), 151<sup>39</sup></i> .
<b>Gobiernos Autónomos Municipales de Yocalla, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Chaquí, Kkochas, Betanzos y San Lucas.</b>	Reglamento de Prevención y Control Ambiental, <i>artículos 9 (inciso e), 11 (inciso b), 151<sup>40</sup></i> . Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, <i>artículo 11 (inciso a, b)</i> Reglamento Ambiental para Actividades Mineras, <i>artículo 3</i>

Las entidades que fueron parte del sujeto de examen para la evaluación relativa a las aguas residuales domésticas comprenden las siguientes entidades:

<b>Sujeto de examen</b>	<b>Normativa que establece responsabilidades en los temas evaluados</b>
<b>Ministerio de Medio Ambiente y Agua</b>	Constitución Política del Estado, <i>artículo 298, parágrafo II, numeral 30</i> . Ley 031 marco de Autonomías y Descentralización Andrés Ibáñez, <i>artículo 83, parágrafo I, numeral 1( inciso b); parágrafo II, numeral 1 (inciso a)</i> .
<b>Gobiernos Autónomos Departamentales de Potosí y Chuquisaca</b>	Ley 031 marco de Autonomías y Descentralización Andrés Ibáñez, <i>artículo 83, parágrafo II, numeral 2 (inciso a)</i> Ley 2066 de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, <i>artículo 12 (inciso a)</i> .
<b>Gobiernos Autónomos Municipales de Potosí y Sucre</b>	Ley 031 marco de Autonomías y Descentralización Andrés Ibáñez, <i>artículo 83, parágrafo II, numeral 3 (incisos b, c)</i> . Ley 2066 de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, <i>artículo 13 (inciso a, b), 17</i> .
<b>Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico - AAPS</b>	Decreto Supremo 0071 de creación de Autoridades de Fiscalización y Control Social, <i>artículo 24 (inciso b)</i> . Ley 2066 de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, <i>artículo 15 (incisos c, e, g, k, s)</i> .
<b>Administración Autónoma para Obras Sanitarias – AAPOS</b>	Ley 2066 de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, <i>artículo 23</i> . Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, <i>artículo 50</i> . Decreto Supremo N° 10221 del 21 de abril de 1972 de creación de AAPOS <sup>41</sup> , <i>artículos 1, 2, 3 (incisos a, c, f)<sup>42</sup></i> . Contrato de concesión <sup>43</sup> de aprovechamiento de aguas y concesión de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario en la ciudad de Potosí, celebrado entre la Superintendencia de Saneamiento Básico de la República de Bolivia (actual Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico - AAPS) y la Administración Autónoma para Obras Sanitarias – AAPOS, firmado el 09 de noviembre de 2000, <i>cláusulas segunda, décimo segunda (numeral 12,8), décimo sexta, Anexo 1 (numeral 1.2.4.1)</i> .
<b>Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre – ELAPAS</b>	Ley 2066 de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, <i>artículo 23</i> Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, <i>artículo 50</i> Decreto Supremo 7309 de 2 de septiembre de 1965 de creación de ELAPAS <sup>44</sup> , <i>artículos 1, 3 (incisos a, e)<sup>45</sup></i> Decreto Supremo 10601 de 24 de noviembre de 1972, <i>de reestructuración de ELAPAS, las atribuciones del Decreto Supremo 7309 se mantienen</i> .

<sup>39</sup> Artículo 151 del Reglamento para la Prevención y Control Ambiental, válido hasta abril de 2018.

<sup>40</sup> Artículo 151 del Reglamento para la Prevención y Control Ambiental, válido hasta abril de 2018.

<sup>41</sup> Información recibida el 10 de septiembre de 2018.

<sup>42</sup> Son atribuciones de AAPOS la prestación y administración de servicios de agua potable y alcantarillado, recoger, transportar, tratar, evacuar y disponer las aguas residuales y pluviales, debe también convenir, financiar, contratar ejecutar obras y servicios necesarios para el cumplimiento de sus fines.

<sup>43</sup> Actualmente se denomina licencia de prestación de servicio.

<sup>44</sup> Información recibida el 29 de octubre de 2018.

<sup>45</sup> Sus atribuciones definidas establecían la administración de servicios de agua potable y alcantarillado y recoger, transportar, tratar, evacuar y disponer de las aguas residuales y pluviales.

Sujeto de examen	Normativa que establece responsabilidades en los temas evaluados
	Decreto Supremo 21021 del 01 de agosto, <i>las empresas públicas descentralizadas bajo cuyo cargo se encuentran la atención y administración de los servicios de agua potable y alcantarillado, se considerarían empresas privadas descentralizadas, con personería jurídica y patrimonios propios y autonomía de gestión, operativa, administrativa y bajo la tuición y vigilancia de las municipalidades.</i> Contrato de concesión y aprovechamiento de agua y concesión del servicio público de agua potable y alcantarillado sanitario en la ciudad de Sucre, entre la Superintendencia de Saneamiento Básico de la República de Bolivia (actual Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico - AAPS) y la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre – ELAPAS, firmado el 08 de octubre de 1999, <i>cláusula segunda.</i>
<b>Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca</b>	Reglamento General de Gestión Ambiental, <i>artículos 8 (incisos c, g), 86.</i> Reglamento de Prevención y Control Ambiental, <i>artículos 10 (inciso e), 95 y 122.</i>

Para la evaluación concerniente a las aguas residuales industriales, las entidades consideradas en el sujeto de examen fueron las enunciadas a continuación:

Sujeto de examen	Normativa que establece responsabilidades en los temas evaluados
<b>Gobiernos Autónomos Municipales de Potosí y Sucre.</b>	Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero, <i>artículo 11, incisos h, k, 116 y 117</i>
<b>Administración Autónoma para Obras Sanitarias – AAPOS y Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre – ELAPAS</b>	Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, <i>artículo 15</i> Contrato de concesión firmado por AAPOS y ELAPAS, con la entonces Superintendencia de Saneamiento básico (actual AAPS), puntos 1.2.4, 1.2.5, 1.2.6 del anexo 1 (metas de calidad), para AAPOS y ELAPAS. Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, <i>artículo 22</i>

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3 Delimitación de los instrumentos normativos

Los instrumentos normativos fueron considerados tomando en cuenta al sujeto y al objeto específico del examen, así como el subtipo de auditoría y el objetivo general<sup>46</sup>.

Instrumentos normativos	Artículos aplicables
Constitución Política del Estado, del 07 de febrero de 2009.	<i>Artículos 9 (numeral 6), 20, 33, 297 (parágrafo I, numerales 1, 2, 3 y 4), 298 (parágrafo I, numeral 20, parágrafo II, numerales 4, 5 y 6), 299 (parágrafo II, numeral 1), 302 (parágrafo I, numeral 5), 309 (numerales 1 y 2), 342, 345 (numeral 2), 347, 348, 349 (parágrafos I y II), 351 (parágrafos I y II), 369 (parágrafos I, III y IV), 373, 374 (parágrafo I), 375, (parágrafos I y II), 376, disposición transitoria Octava (parágrafos I, II, III y IV).</i>
Ley N° 1333, de Medio Ambiente, del 27 de abril de 1992.	<i>Artículos 3, 5 (numeral 1), 18, 19 (numerales 1 y 3), 20 (incisos a, b y e), 32, 36, 37, 39, 70, 71.</i>

<sup>46</sup> De acuerdo a lo establecido en las Normas de Auditoría Ambiental, aprobadas mediante Resolución CGE/094/2012 del 27 de agosto de 2012.



<b>Instrumentos normativos</b>	<b>Artículos aplicables</b>
Ley N° 2066, Ley de Prestación y Utilización de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario del 11 de abril de 2000.	<i>Artículos 5 (inciso g), 12 (inciso a), 13, 15 (incisos c, e, g, k, m, s), 17, 23.</i>
Ley N° 031, Marco de Autonomías, del 17 de julio de 2010.	<i>Artículos 7 (parágrafo II, numeral 7), 83 (parágrafo I, numeral 1, inciso b, parágrafo II, numeral I, inciso a, numeral 2, incisos a y b, numeral 3, incisos a y c), 87 (parágrafo IV, numeral 1, inciso a), 88 (parágrafo I, parágrafo III, numerales 1 y 2, parágrafo V, numeral I, inciso a, numerales 2 y 3), 120.</i>
Ley N° 071, Ley de los Derechos de la Madre Tierra, del 21 de diciembre de 2010.	<i>Artículos 2 (numeral 3), 3, 7 (parágrafo I, numerales 3, 6 y 7).</i>
Ley N° 300, Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien del 15 de octubre de 2012.	<i>Artículos 3 (numeral 3), 4 (numerales 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 10), 5 (numerales 1, 2, 3, 4, 10, 11 y 14), 10 (numerales 1, 2 y 3), 12 (numerales 3 y 4), 15 (numerales 3, 7 y 9), 16 (numerales 8 y 9), 26 (numerales 1 y 4), 27 (numerales 1, 2, 5, 9 y 11).</i>
Ley N° 535 de Minería y Metalurgia del 19 de mayo de 2014.	<i>Artículos 10 (incisos a, b, c, d, e, f, g, h, i), 13 (parágrafos I y II), 31, 32, 33, 34, 37, 38 (parágrafos I y II), 56 (parágrafo II), 61 (parágrafo V), 131 (parágrafos I y II), 217, 218, 219 (parágrafo I), 222.</i>
Ley N° 650, de elevación a rango de Ley, la «Agenda Patriótica del Bicentenario 2025», del 19 de enero de 2015.	<i>Artículos 1 (pilar 2 y 9), 2.</i>
Ley N° 777, de establecimiento del Sistema de Planificación Integral del Estado (SPIE), del 21 de enero de 2016.	<i>Artículos 2, 3 (incisos a, b y c), 10 (parágrafo II), 13 (parágrafos I, II, V y VIII), 14.</i>
Ley N° 786, de aprobación del Plan de Desarrollo Económico y Social 2016-2020, del 09 de marzo de 2016.	<i>Artículos 1, 2, 4. Plan de Desarrollo Económico y Social en el marco del Desarrollo Integral para vivir bien (PDES): Pilar 2: meta 1. Pilar 9: metas 3, 5, 7 y 8.</i>
Ley N° 845, modificaciones a la Ley de Minería y Metalurgia, del 24 de octubre de 2016.	<i>Artículo 8 (parágrafo I).</i>
Decreto Supremo N° 10221, del 21 de abril de 1972, de creación de la Administración Autónoma para Obras Sanitarias AAPOS, Potosí <sup>47</sup> .	<i>Artículos 1, 2, 3 (incisos a, b, c, f), 4.</i>
Decreto Supremo N° 10601, del 24 de noviembre de 1972, de creación de la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado de Sucre – ELAPAS <sup>48</sup> .	<i>Artículos 1, 2, 3 (incisos a, c, e, i), 4.</i>
Decreto Supremo N° 24176, aprobación del Reglamento General de Gestión Ambiental del 8 de diciembre de 1995.	<i>Artículos 2, 5, 7 (incisos a, b, c, f, g y h), 8 (incisos a, b, c y j), 9 (incisos a y e), 12 (incisos b y c), 14, 17, 27, 28 (incisos b y f), 29, 42, 46, 52, 59, 86.</i>
Decreto Supremo N° 24176, aprobación del Reglamento de Prevención y Control Ambiental del 8 de diciembre de 1995.	<i>Artículos 9 (incisos a, b y k), 10 (incisos a y e), 11 (inciso b), 12 (incisos b y c), 95, 97, 98, 99, 122, 123, 125, 126, 151, 169, 170, 171.</i>
Decreto Supremo N° 24176, aprobación del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica del 8 de diciembre de 1995.	<i>Artículos 1, 2, 9 (incisos a, b, c, d, e y f), 10 (incisos a, b, c, d y e), 11 (incisos a, b, c y d), 12, 13, 16, 17, 46, 47 (incisos a y b), 50, 54, 55, 72, 74.</i>
Decreto Supremo N° 24782, aprobación del Reglamento	<i>Artículos 1, 3, 4, 5, 9, 13, 14, 17, 18, 25, 26, 32, 33, 34,</i>

<sup>47</sup>Información recibida el 10 de septiembre de 2018.

<sup>48</sup>Información recibida el 29 de octubre de 2018.

Instrumentos normativos	Artículos aplicables
Ambiental para Actividades Mineras, del 31 de julio de 1997.	40, 52, 65, 67, 93 (numerales 1 y 2), 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 104.
Decreto Supremo N° 26736, aprobación del Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero, de 30 de julio de 2002.	Artículos 1, 2, 4, 5, 10 (inciso c), 11 (incisos d, e, f, g, h, i, k), 21, 54 59, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 116, 117 (inciso a), 119, disposición transitoria tercera.
Decreto Supremo N° 28592, sobre las complementaciones y modificaciones reglamentos ambientales, del 21 de enero de 2006.	Artículos 2, 5, 15.
Decreto Supremo N° 29894, sobre el establecimiento de la estructura organizativa del Órgano Ejecutivo del Estado Plurinacional, así como las atribuciones de la Presidenta o Presidente, Vicepresidenta o Vicepresidente y de las Ministras y Ministros, del 7 de febrero de 2009	Artículos 2, 75 (incisos d, e, l), 77 (incisos a, c, d, e, h), 95 (incisos a, b, c, d, e, o), 96 (incisos a, c, e, f, h, i, j), 97 (incisos a, b, d, e, f), 98 (incisos a, d, j, u, v), 100, 101, 102.
Decreto Supremo N° 0071, de creación de las Autoridades de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico y otros, del 09 de abril de 2009.	Artículos 1 (incisos a y b), 2, 3 (parágrafo I, inciso b, parágrafo II, inciso c), 4, 20, 23 (inciso e), 24 (incisos b, c, d, e, i, j, k)
Decreto Supremo N° 3549, sobre modificaciones, complementaciones e incorporaciones de nuevas disposiciones al Reglamento de Prevención y Control Ambiental, del 02 de mayo de 2018.	Artículos 2 (inciso b), 6, 8, 9.
Contrato de concesión de aprovechamiento de aguas y concesión de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario en la ciudad de Potosí, del 09 de noviembre de 2000 <sup>49</sup> .	Cláusulas: segunda (numerales 2.1, 2.2, 2.2.7, 2.2.8, 2.3), tercera (numeral 3.2), sexta (numeral 6.1), decimoquinta, decimosexta (numeral 16.1, 16.1.2), vigesimoprimera (numeral 21.1), Anexo 1 (numeral 1.2.4, 1.2.6, 1.6, 1.7; apéndices 1.8, 3.3, 4).
Contrato de concesión de aprovechamiento de aguas y concesión de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario en la ciudad de Sucre, del 08 de octubre de 1999 <sup>50</sup> .	Cláusulas: segunda (numerales 2.1, 2.2, 2.2.7, 2.2.8, 2.3), tercera (numeral 3.2), decimosegunda (numerales 12.1, 12.2), decimoquinta, decimosexta (numerales 16.1, 16.1.1, 16.1.2), Anexo 1 (numeral 1.2.4, 1.2.6, 1.6, 1.7; apéndices 1.B, 2, 3.3, 4).
Resolución Administrativa Regulatoria AAPS No. 246/2010, sobre la otorgación Licencia a la Administración Autónoma para Obras Sanitarias “AAPOS”, del 14 de diciembre de 2010 <sup>51</sup> .	Artículos primero, segundo, tercero.
Resolución Administrativa Regulatoria AAPS No. 247/2010, sobre la otorgación Licencia a la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre - ELAPAS, del 14 de diciembre de 2010 <sup>52</sup> .	Artículos primero, segundo, tercero.

Fuente: elaboración propia.

#### 2.2.4 El enfoque adoptado en la auditoría de desempeño ambiental

El subtipo de auditoría definido corresponde a una auditoría de desempeño ambiental. Como no existen parámetros establecidos para determinar cuando el desempeño es óptimo,

<sup>49</sup>Información recibida de la AAPS el 26 de abril de 2019.

<sup>50</sup>Información recibida de la AAPS el 26 de abril de 2019.

<sup>51</sup>Información recibida de la AAPS el 26 de abril de 2019.

<sup>52</sup>Información recibida de la AAPS el 26 de abril de 2019.

se debe evaluar desde un punto de vista específico, es decir considerando un enfoque, que permitirá dirigir la evaluación del desempeño desde un supuesto previo<sup>53</sup>.

El enfoque definido fue de «efectividad». La efectividad consiste en evaluar el desempeño en términos del logro de lo esperado en los asuntos considerados. Básicamente se compara lo realizado por las entidades con lo que deberían haber logrado. La palabra efectividad se toma en su aceptación de «realidad» y, para propósitos de la auditoría ambiental, en el sentido de «hacer realidad algo»<sup>54</sup>.

En el siguiente cuadro se expone de forma específica la manera en que se aplicó el enfoque de «efectividad», en cada una de las acciones delimitadas en el objeto de examen.

Acciones evaluadas	Enfoque de efectividad
Acciones asociadas al control de las actividades mineras con licencia ambiental, que se encuentran dentro la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	Las acciones de control fueron «efectivas» si la Autoridad Ambiental Competente, junto al Organismo Sectorial Competente y la participación concurrente de los gobiernos municipales, dentro su jurisdicción, realizara inspecciones, por lo menos una vez al año, para verificar el cumplimiento del Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental a todas las actividades mineras con Licencia Ambiental.
Acciones asociadas a la adecuación ambiental de las actividades mineras ubicadas en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta que no cuentan con licencia ambiental.	Las acciones de las entidades fueron «efectivas» si lograron que las actividades mineras que están operando sin Licencia Ambiental, inicien el trámite y consigan su adecuación ambiental.
Acciones conducentes a la implementación de un sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad de Potosí y en el área de la ciudad de Sucre cuyas aguas residuales no son tratadas en la PTAR de esa ciudad.	Las acciones fueron «efectivas» si lograron ejecutar proyectos para la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales generadas en la ciudad de Potosí y para aquellas que no son tratadas en la PTAR de ELAPAS, según corresponda.
Acciones realizadas para que las descargas de aguas residuales tratadas en la planta de tratamiento de aguas residuales de la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado de Sucre – ELAPAS cumplan con los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente	Las acciones de ELAPAS fueron «efectivas» si lograron mejorar la calidad de las descargas de aguas residuales de la PTAR y el cumplimiento de los límites establecidos en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica. Las acciones de la Gobernación de Chuquisaca fueron «efectivas» si realizaron inspecciones, por lo menos una vez al año <sup>55</sup> , para verificar el cumplimiento del Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental de la PTAR de Sucre.
Acciones asociadas al control ambiental de las actividades industriales que se encuentran en los municipios de Potosí y Sucre.	Las acciones fueron «efectivas» si todas las actividades industriales fueron inspeccionadas por las instancias ambientales municipales de Sucre y Potosí para la verificación del cumplimiento de las medidas de adecuación relacionadas con el tratamiento de aguas residuales. Para las actividades industriales que no cuentan con licencia ambiental, las acciones de control de las instancias ambientales municipales fueron «efectivas» si lograron que todas las actividades inicien y obtengan el

<sup>53</sup> Establecido en las Normas de Auditoría Ambiental, aprobadas mediante Resolución CGE/094/2012 del 27 de agosto de 2012.

<sup>54</sup> Definición establecida en las Normas de Auditoría Ambiental, aprobadas mediante Resolución CGE/094/2012 del 27 de agosto de 2012.

<sup>55</sup> Basado en el artículo 126 del RPCA que está concatenado al artículo 120 del mismo reglamento, este último artículo fue derogado por el Decreto Supremo 28499 de 10 de diciembre de 2005. Al respecto, según la interpretación realizada por la Subcontraloría de Servicios Legales, a través de una entrevista con el abogado designado para el apoyo legal a la auditoría, ninguna norma derogó el artículo 126 por lo tanto sigue vigente, excepto la parte que hace referencia al artículo 120.

Acciones evaluadas	Enfoque de efectividad
	respectivo permiso ambiental.
Acciones asociadas al control de descargas industriales que están conectadas a las redes de alcantarillado en las ciudades de Potosí y Sucre.	Las acciones fueron «efectivas» si las EPSA realizan la monitoreos a las descargas de todas las actividades industriales con las que tiene convenio y verifican el cumplimiento del mismo respecto de la calidad de sus descargas.

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.5 El periodo evaluado en la auditoría

Las características de las acciones evaluadas fueron el aspecto más importante en la definición del periodo. Se dividieron las acciones evaluadas en dos grupos, el primero conformado por las que son recurrentes con un periodo común, en el segundo grupo están las acciones conducentes al logro de algo específico y por ello los periodos fueron definidos específicamente para cada acción. A continuación, se presentan los periodos establecidos.

Acciones	Periodo
Acciones asociadas al control de las actividades mineras con licencia ambiental, que se encuentran dentro la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	Se consideró suficiente un periodo de tres años para evaluar la evidencia recabada y opinar respecto del desempeño ambiental sobre estas acciones, dado que son acciones recurrentes. Por lo tanto el periodo de evaluación consideró de inicio el año 2016 hasta noviembre de 2019, con la evidencia relativa a las causas.
Acciones asociadas a la adecuación ambiental de las actividades mineras ubicadas en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta que no cuentan con licencia ambiental.	
Acciones asociadas al control ambiental de las actividades industriales que se encuentran en los municipios de Potosí y Sucre.	
Acciones asociadas al control de descargas industriales que están conectadas a las redes de alcantarillado en las ciudades de Potosí y Sucre.	
Acciones conducentes a la implementación de un sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad de Potosí y en el área de la ciudad de Sucre cuyas aguas residuales no son tratadas en la PTAR de esa ciudad.	El punto de partida del periodo de evaluación fue la emisión de las Resoluciones Administrativas Regulatorias AAPS No. 246/2010 y No. 247/2010 que otorgaron licencias de operación a AAPOS y ELAPAS. Por lo tanto, el periodo de evaluación consideró de inicio el año 2016 hasta noviembre de 2019, con la evidencia relativa a las causas. Para evaluar las acciones de control a la PTAR, que debe realizar la AACD de forma recurrente, el periodo definido consideró de inicio el año 2016 hasta febrero de 2020, con la evidencia relativa a las causas.
Acciones realizadas para que las descargas de aguas residuales tratadas en la planta de tratamiento de aguas residuales de la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado de Sucre – ELAPAS cumplan con los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente.	

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.6 La profundidad definida en la evaluación

La definición de la profundidad de la auditoría se realizó considerando las características del objeto delimitado de examen<sup>56</sup>, a continuación se expone la profundidad empleada, la cual se limitó a lo indicado en el cuadro.

<sup>56</sup> Según el Manual para ejecutar Auditorías Ambientales aprobado mediante Resolución CGE/166/2013 del 31 de diciembre de 2013.

Acciones	Profundidad
Acciones asociadas al control de las actividades mineras con licencia ambiental, que se encuentran dentro la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	Las actividades mineras consideradas pertenecen a la industria minera privada y cooperativas mineras, con procesos productivos que generen residuos con impacto ambiental a los cuerpos de agua: explotación (subterránea y a cielo abierto), el beneficio o concentración, la fundición y refinación (ingenios y dique de colas), con Licencia Ambiental, que se encuentren en las zonas identificadas como críticas dentro el espacio geográfico definido en el objeto de examen. La profundidad se limitó a la evaluación de las acciones de control, respecto de las inspecciones que realizaron las AAC junto al OSC y los gobiernos municipales, dentro su jurisdicción, entre enero de 2016 y mayo de 2019, para verificar el cumplimiento del Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental que tengan que ver con efluentes líquidos, lodos y residuos mineros (desmontes y colas) del tipo industrial minero.
Acciones asociadas a la adecuación ambiental de las actividades mineras ubicadas en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta que no cuentan con licencia ambiental.	La evaluación de las actividades mineras con impacto ambiental a los cuerpos de agua (explotación, beneficio o concentración, y la fundición y refinación), se limitó a las inspecciones, actas de control y vigilancia, base datos, registros, informes, cartas de denuncia u otros, que permitieron verificar el estado de adecuación de las actividades, así como el empleo de esa información para la otorgación de la licencia ambiental.
Acciones conducentes a la implementación de un sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad de Potosí y en el área de la ciudad de Sucre cuyas aguas residuales no son tratadas en la PTAR de esa ciudad.	Solamente se evaluaron las gestiones realizadas por el MMayA, los GAD de Potosí y Chuquisaca, los GAM de Potosí y Sucre, AAPOS y ELAPAS para elaborar, desarrollar y ejecutar proyectos y/o obtener financiamiento para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí y para aquellas que no llegan a la PTAR de El Campanario. Solo se evaluaron las acciones que realizó la AAPS en el marco de lo establecido en sus funciones y en los contratos de concesión para que las aguas residuales domésticas sean tratadas y dispuestas según lo establecido en la normativa ambiental.
Acciones realizadas para que las descargas de aguas residuales tratadas en la planta de tratamiento de aguas residuales de la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado de Sucre, cumplan con los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente	La evaluación se limitó a las acciones relacionadas con la mejora de la calidad de las descargas de la PTAR de ELAPAS y la información sobre la calidad de los efluentes a través de los monitoreos realizados. Solo se evaluaron las acciones de control a través de inspecciones que realizó la Gobernación de Chuquisaca para verificar el cumplimiento del Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental de la PTAR. Las medidas de adecuación revisadas se limitaron a las relativas con el factor agua.
Acciones asociadas al control ambiental de las actividades industriales que se encuentran en los municipios de Potosí y Sucre.	Las actividades industriales consideradas fueron aquellas que generen efluentes líquidos en sus procesos de producción, incluidas aquellas con categoría 4. En el caso de las actividades industriales que cuentan con licencia ambiental, solamente se evaluaron las inspecciones que realizaron las instancias ambientales municipales de Potosí y Sucre, para la verificación del cumplimiento de las medidas de adecuación relacionadas con el tratamiento de los efluentes. En el caso de las actividades que no cuentan con licencia ambiental, solo se evaluaron las acciones realizadas por las instancias ambientales para el inicio del trámite y obtención de la respectiva licencia ambiental.
Acciones asociadas al control de descargas industriales que están conectadas a las redes de alcantarillado en las ciudades de Potosí y Sucre.	Solamente se evaluaron las actividades industriales con convenios con AAPOS y ELAPAS para eliminar sus efluentes líquidos a su sistema de alcantarillado, tomando como marco de referencia los contratos de concesión firmado entre la AAPS y las empresas de servicio, que autoriza la recolección y tratamiento aguas servidas, así como la disposición final de las mismas. También se evaluó la caracterización de las aguas residuales de las industrias, por AAPOS y ELAPAS.

Fuente: elaboración propia.

### 2.3 Los objetivos específicos de la auditoría

Tomando en cuenta los aspectos definidos en el alcance específico, se formularon los siguientes objetivos específicos.

- **Primer objetivo específico.** Evaluar la efectividad de las acciones vinculadas a la mitigación de los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, ocasionados por la actividad minera.
- **Segundo objetivo específico.** Evaluar la efectividad de las acciones vinculadas a la mitigación de los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, ocasionados por las aguas residuales domésticas.
- **Tercer objetivo específico.** Evaluar la efectividad de las acciones vinculadas a la mitigación de los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, ocasionados por la actividad industrial.

### 3 LOS CRITERIOS, INDICADORES Y MÉTODOS DE LA AUDITORÍA

Los criterios son manifestaciones de «lo que debe ser» contra los cuales se compara la evidencia para obtener los resultados de la auditoría ambiental<sup>57</sup>. Los criterios fueron complementados con indicadores para una mejor evaluación de la evidencia y posterior comparación con los criterios, facilitando la interpretación respectiva. Los criterios e indicadores están directamente relacionados con los temas a tratar en cada una de las acciones definidas como objeto de examen, varían en número según el caso y fueron diseñados para cada una de las entidades consideradas en la auditoría. El diseño de los métodos permite establecer qué evidencia obtener y cómo obtenerla, para ello se consideraron los objetivos y alcances específicos, así como los criterios e indicadores. En el anexo 1 se encuentran detallados los criterios e indicadores y los métodos empleados por cada indicador.

En el presente capítulo se expone la metodología empleada para evaluar el efecto de los hallazgos. El efecto incluye las consecuencias reales y riesgos asociadas a los resultados de comparar la evidencia recabada con los criterios. En la auditoría realizada dicho efecto incluyó la evaluación de la calidad de los cuerpos de agua afectados por la contaminación minera y por la descarga de aguas residuales domésticas e industriales, se realizaron análisis toxicológicos, fisicoquímicos y microbiológicos a sus aguas y sedimentos. Los resultados fueron empleados para determinar índices de calidad y contaminación orgánica, y comparados, en el caso de sedimentos, con datos referenciales sobre los niveles de concentración de metales pesados establecidos en estándares internacionales.

---

<sup>57</sup>Se diseñan conforme el subtipo de auditoría, los objetivos y alcances específicos y en el marco del objetivo general. Asimismo deben sustentarse en lo dispuesto en los instrumentos normativos definidos en el alcance de la auditoría, según lo establecido en la Norma de Auditoría Ambiental 241. Aprobada mediante Resolución N° CGE/094/2012 del 27 de agosto de 2012.

Para la evaluación de calidad mencionada, se realizaron dos campañas de muestreo, en octubre de 2018 y agosto de 2019, ambas en época de estiaje. La ubicación de los puntos de muestreo en los cuerpos de agua y descargas de efluentes domésticos e industriales fue el resultado de la identificación de zonas críticas, fuentes de contaminación y de la accesibilidad a las zonas de muestreo.

El primer muestreo se enfocó principalmente en el río Pilcomayo, sus principales afluentes y cuerpos de agua afectados por la actividad minera en los municipios de Potosí y Tacobamba. En el segundo muestreo fueron prioridad los cuerpos de agua receptores de aguas residuales domésticas crudas y tratadas, así como los efluentes industriales de las ciudades de Potosí y Sucre, de forma complementaria también fueron muestreados ríos con influencia minera que no pudieron ser considerados en la primera campaña.

En la primera campaña se determinaron 25 puntos de muestreo, 22 en cuerpos de agua y tres en descargas de aguas residuales domésticas. Para la segunda campaña, 32 puntos fueron determinados, 21 fueron tomados en cuerpos de agua (receptores de efluentes domésticos y con influencia minera), ocho en descargas industriales y el efluente de la PTAR El Campanario. La ubicación de los puntos de muestreo de ambas campañas fue plasmada en los mapas 1 y 2 del anexo 2 de este informe.

Se diseñó una metodología específica para determinar la concentración de metales pesados en los sedimentos de los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta. Los niveles de concentración de metales en los sedimentos del río Pilcomayo, sus principales afluentes y ríos afectados por la actividad minera, dentro la subcuenca fueron comparados con las Guías de Calidad Ambiental Canadienses (CEQG por su sigla en inglés, Canadian Environmental Quality Guidelines), que establecen valores de referencia de metales en sedimentos de cuerpos de agua continental, con dos rangos de valores de referencia: la Guía Provisional de Calidad del Sedimento (ISQG en su sigla en inglés) que representa la concentración máxima para esperar que no ocurran efectos biológicos adversos, y el Nivel de Efecto Probable (PEL), que es la concentración sobre la cual aparecen con frecuencia efectos biológicos adversos.

Adicionalmente, se emplearon las Directrices para la Protección y Gestión de Calidad del sedimento acuático en Ontario («Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario», agosto 1993), elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente y Energía de Ontario, Canadá. Dichas directrices establecen tres niveles de efecto a largo plazo que los contaminantes pueden tener en los organismos que habitan en los sedimentos. De estos tres niveles, empleamos como referencia el nivel más alto que es el Nivel de Efecto Severo (SEL por su sigla en inglés, Severe Effect Level), en este nivel, el sedimento se considera altamente contaminado y es probable que afecte la salud de los organismos que habitan en los sedimentos.

De manera complementaria, los resultados de metales pesados fueron comparados con los niveles de fondo (background levels) establecidos en la tabla de referencia Screening

Quick Reference Table for Inorganics in Freshwater Sediment, emitida por la Administración Oceanográfica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA por su sigla en inglés, National Oceanic and Atmospheric Administration), principalmente para aquellos elementos que no tienen definidos las concentraciones en la normativa canadiense. El nivel de fondo o background denota las condiciones ambientales imperantes antes de cualquier perturbación originada en actividades humanas.

Se diseñó también una metodología para determinar la calidad ambiental de las aguas de la zona de estudio, basada en el empleo del índice de calidad ICA-NSF, que permite reducir la información de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos y es expresada través de un valor numérico en una escala de 0 a 100.

Escales de color	Rango
91 - 100	excelente
71 - 90	buena
51 - 70	media
26 - 50	mala
0 - 25	muy mala

Fuente: Samboni Ruiz, N.E, Carvajal Escobar, Y. y Escobar, J.C. (2007). «Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua». Ingeniería e Investigación, Vol. 27, número 3. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá Colombia.

De forma complementaria se empleó el índice de contaminación orgánica modificado de Prati - ICO, para obtener un valor cuantificable del grado de contaminación de los cuerpos de agua<sup>58</sup>. Este índice es interpretado a través de una escala de clasificación que contempla seis grados de contaminación de acuerdo al siguiente esquema:

Rango	Escales de color
No contaminada	0-1
Poco contaminada	1-2
Moderadamente contaminada	2-4
Contaminada	4-8
Muy contaminada	8-16
Altamente contaminada	>16

Fuente: "Contaminación Orgánica del río Rocha" Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental, Junio 1998 N° 13 (pág. 14)

## 4 RESULTADOS DE LA AUDITORÍA

Antes de presentar los resultados de la auditoría, es necesario mencionar que el Memorandum de Planificación de Auditoría (MPA), que incluye los aspectos definidos en el alcance específico, así como los criterios, indicadores, métodos y la determinación de los objetivos específicos, fue puesto en conocimiento de las entidades parte del sujeto de

<sup>58</sup>Empleado en el documento: "Contaminación orgánica del río Rocha" (UMSS-1998), "Estudios básicos de la cuenca del Rocha" (CONAM-2005), "Plan de Manejo Integral de la cuenca del río Rocha - Diagnóstico" (Reingeniería Total - 2007).



examen<sup>59</sup>. Así, el 26 de junio de 2019, se realizó la reunión de comunicación del MPA en la ciudad de La Paz, con las entidades del nivel central del Estado, asistieron el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal y el Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, el Viceministerio de Desarrollo Productivo Minero Metalúrgico del Ministerio de Minería y Metalurgia y la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico (AAPS)<sup>60</sup>.

Luego, el 03 de julio de 2019, se realizó la reunión de comunicación del MPA en la ciudad de Sucre, a las entidades que formaron parte del sujeto de examen del departamento de Chuquisaca: el Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca, los Gobiernos Autónomos Municipales de Sucre y San Lucas y la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre (ELAPAS). Finalmente, la reunión de comunicación del MPA a las entidades del departamento de Potosí se efectuó el 05 de julio de 2019, a la misma asistieron el Gobierno Autónomo Departamental de Potosí, los Gobiernos Autónomos Municipales de Chaquí, Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla, Ckochas y la Administración Autónoma para Obras Sanitarias de Potosí (AAPOS).

Luego de cada reunión, a través de notas<sup>61</sup>, el MPA fue entregado de forma oficial a cada entidad. Al respecto, el Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico y la Gobernación de Chuquisaca sugirieron el diseño de nuevos criterios y complementaciones a algunos criterios, lo que fue considerado pertinente y se procedió a la respectiva complementación. Estos aspectos se encuentran explicados en el anexo 1 del presente documento. El resto de entidades no manifestó observaciones. Los nuevos criterios y la modificación de alguno de ellos fueron dados a conocer a las entidades involucradas con los mismos, a través de las notas respectivas<sup>62</sup>.

Los resultados de la auditoría están conformados por el hallazgo que está en directa relación con cada uno de los objetivos específicos del examen, cuenta con cuatro atributos: condición, criterio, efecto y causa, y por dos componentes adicionales: la recomendación y la conclusión sobre el objetivo específico<sup>63</sup>. El efecto en términos de las consecuencias potenciales (riesgos) en relación con el río Pilcomayo y los principales cuerpos de agua que conforman la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, es expuesto también por cada objetivo específico.

---

<sup>59</sup>En cumplimiento a lo establecido en la aclaración 07 de la Norma de Auditoría Ambiental 241 y el Manual para ejecutar Auditorías Ambientales, aprobado mediante Resolución N.º CGE/166/2013 del 31 de diciembre de 2013.

<sup>60</sup>A la reunión asistió también el responsable de planificación de la Administración Autónoma para Obras Sanitarias (AAPOS), que se encontraba en la ciudad de La Paz.

<sup>61</sup>El 19 de junio de 2019 a la AAPS, al MMM y al MMAyA, a COMIBOL el 26 de junio de 2019, a la OTN-PB el 20 de junio de 2019, a AAPOS y ELAPAS el 19 de junio de 2019, al GAD de Potosí y al GAM de Potosí el 19 de junio de 2019, al GADMde Yocalla el 18 de junio de 2019, al GAM de Tacobamba el 05 de julio de 2019, al GAM de Tinguipaya el 24 de junio de 2019, al GAM de Chaquí y Ckochas el 26 de junio de 2019, al GAM de Betanzos el 25 de junio de 2019, al GAD de Chuquisaca y al GAM de Sucre el 19 de junio de 2019, al GAM de San Lucas el 27 de junio de 2019.

<sup>62</sup>A ELAPAS al GAM de Sucre, al GAD de Chuquisaca el 07 de agosto de 2019.

<sup>63</sup>Establecido en la aclaración 01 de la Norma de Auditoría Ambiental 245, aprobada mediante Resolución N.º CGE/094/2012 del 27 de agosto de 2012, referida a la comunicación de resultados de la auditoría ambiental.

#### **4.1 Resultados correspondientes a la efectividad en la mitigación de los impactos ambientales negativos ocasionados por la actividad minera**

El objetivo específico 1 fue formulado para evaluar la efectividad de las acciones vinculadas a la mitigación de los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, ocasionados por la actividad minera. Para dicho objetivo se formularon dieciséis criterios, orientados a evaluar las acciones de control a las actividades mineras que cuentan con licencia ambiental, incluidas las Actividades Mineras Menores con impactos Ambientales Conocidos no Significativos (AMIAC), así como las acciones para que los actores productivos que no cuentan con licencia ambiental logren su adecuación, es decir la obtención de la misma.

##### ***4.1.1 Efectividad en el control ambiental de las actividades mineras que cuentan con licencia ambiental***

Los dos primeros criterios muestran cómo debería ser el accionar de las Autoridades Ambientales Competentes Nacional y Departamental, el Organismo Sectorial Competente y los gobiernos municipales, para considerarlo efectivo en el control ambiental. Dichos criterios se enuncian a continuación:

*El Ministerio de Medio Ambiente y Agua y el Gobierno Autónomo Departamental de Potosí, el Ministerio de Minería y Metalurgia y los Gobiernos Autónomos Municipales de Chaquí, Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla y Ckochas dentro sus jurisdicciones, realizaron acciones de control efectivas para el cumplimiento del Programa de Prevención y Mitigación y Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental por los actores productivos mineros, para la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

Con la información recabada en la etapa de planificación de la auditoría y complementada en el trabajo de campo a través del Sistema Nacional de Información Ambiental (SNIA) del MMAyA, se determinó la existencia de 60 actividades mineras con licencia ambiental dentro la subcuenca Pilcomayo Zona Alta. El detalle de estas actividades mineras junto a la información referida al municipio donde están emplazadas, categorización, código de licencia ambiental, así como actualizaciones, transferencias y cambios de nombre que pudieron existir, se encuentran en el anexo 3 de este informe documento<sup>64</sup>.

El primer indicador fue aplicado para cada entidad, vale decir el MMAyA y el GAD de Potosí como Autoridades Ambientales Competentes (AAC), y verificaron la cantidad de

<sup>64</sup>La información sobre las inspecciones realizadas dentro el periodo de evaluación, así como los Manifiestos Ambientales (MA) y los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA) de las 60 actividades mineras fue revisada en el Centro de Documentación de Calidad Ambiental (CEDOCA) del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, del 29 de 31 de julio de 2019, la solicitud para dicha revisión se realizó el 14 de junio, y de información complementaria el 6 de septiembre y 26 de septiembre de 2019. De forma análoga al trabajo realizado en el MMAyA, se revisó documentación (inspecciones, MA y EEIA) en el Ministerio de Minería y Metalurgia del 29 de 31 de julio de 2019, la solicitud para dicha revisión se realizó el 14 de junio, y de información complementaria el 6 de septiembre y 26 de septiembre de 2019.

inspecciones realizadas por estas entidades con la participación del Ministerio de Minería y Metalurgia (MMM) como Organismo Sectorial Competente (OSC) y los gobiernos municipales en sus jurisdicciones a cada actividad minera con licencia ambiental para verificar el cumplimiento del PASA respecto del mínimo de inspecciones que debía realizar dentro el periodo de evaluación.

La determinación del número mínimo de inspecciones que debían realizar las AAC, dentro del periodo de evaluación, se basó en lo establecido en los artículos 123 y 126<sup>65</sup> del Reglamento de Prevención y Control Ambiental (RPCA), que indican que la AAC debió haber realizado mínimamente una inspección al año a las actividades con licencia ambiental. Complementariamente se revisó el Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA)<sup>66</sup> de 44 actividades mineras con licencia ambiental, el resultado dio cuenta que la verificación de la implementación de medidas de adecuación del 60% de las AOP debería realizarse semestralmente, del 16% anualmente y del resto trimestral o bimestralmente.

La revisión de la evidencia dio cuenta que el MMAYa realizó inspecciones de control y seguimiento al Plan de Adecuación Ambiental y Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PAA – PASA), a cinco de las 60 actividades mineras con licencia ambiental dentro la subcuenca en estudio, entre el 13 y el 17 de junio del año 2016<sup>67</sup>, en las mismas participó el MMM como Organismo Sectorial Competente y en cuatro inspecciones la gobernación de Potosí. En ninguna de las inspecciones participaron los gobiernos municipales dentro su jurisdicción. Se puede afirmar que ninguna de estas inspecciones se realizó de acuerdo a lo requerido en el indicador<sup>68</sup>.

Por su parte, el Gobierno Autónomo Departamental (GAD) de Potosí<sup>69</sup> presentó trece inspecciones a ocho actividades mineras con licencia ambiental en la zona de estudio, dentro del periodo de evaluación. De las trece inspecciones, cinco se realizaron a partir de denuncias de contaminación generada por los operadores mineros, cuatro para verificar las condiciones ambientales de las actividades mineras, dos para verificar el cumplimiento de resoluciones administrativas por infracciones a la normativa ambiental y las dos últimas fueron convocadas por el Ministerio de Minería y Metalurgia y la municipalidad de Potosí, aunque las funciones y atribuciones del OSC y de los GAM no incluyen inspecciones (en la

---

<sup>65</sup>Parte del artículo 126 del RPCA está concatenado al artículo 120 del mismo reglamento, que fue derogado por el Decreto Supremo 28499 de 10 de diciembre de 2005. La interpretación realizada por la Subcontraloría de Servicios Legales, a través de una entrevista con el abogado designado para el apoyo legal a esta auditoría, establece que el artículo 126 no fue derogado por ninguna norma por lo tanto sigue vigente, excepto la parte que hace referencia al artículo 120.

<sup>66</sup>El Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA) es un instrumento de control para la verificación del cumplimiento de las medidas previstas en la licencia ambiental de cada actividad, facilita la evaluación de los impactos reales para modificar esas medidas y contiene todas las referencias técnico-administrativas para dicho seguimiento. En el caso de las actividades mineras, estas acciones están orientadas principalmente a la implementación de dique de colas, a la correcta disposición de residuos sólidos mineros (desmontes) y a la construcción de plantas de tratamiento en el caso de los ingenios.

<sup>67</sup>A las siguientes actividades mineras: Ingenio Metalúrgico para Concentración de Minerales y presa de colas MINDES de la Empresa Minerales del Sur MINDES S.R.L, Empresa Cristo Redentor Planta de Concentración y presa de colas CHASKA de la Minera Industrial CHASKA S.R.L, Empresa Minera "ROYAL MINES IMPEX S.R.L. y la Operación Ingenio San Juanino de la Empresa Minera San Juanino.

<sup>68</sup>Con base en lo establecido en el artículo 122 del RPCA.

<sup>69</sup>Solicitada el 17 de junio y el 6 y 26 de septiembre de 2019. La respuesta fue recibida en fechas 19 de septiembre y el 10 de octubre de 2019.

primera verificaron las medidas de mitigación de la Planta Don Diego de la Compañía Minera Sinchi Wayra S.A y la segunda se realizó a raíz de una denuncia).

La aplicación del indicador indicó que el GAD de Potosí no realizó inspecciones a las 60 actividades con licencia ambiental con la participación del MMM y los gobiernos municipales dentro su jurisdicción, cuando dentro el periodo de evaluación debió realizar al menos tres inspecciones a cada una de ellas. Sólo en la Planta Don Diego de la Compañía Minera Sinchi Wayra S.A, se verificaron las medidas de adecuación y/o mitigación, pero la inspección fue convocada por el MMM y no participó el gobierno municipal.

A pesar que el Ministerio de Minería y Metalurgia como OSC no tiene atribución de ejecutar inspecciones, informó<sup>70</sup> que en octubre de 2017 realizó «inspecciones» a siete actividades mineras en los municipios de Potosí y Yocalla, asimismo, reportó «inspecciones», realizadas en agosto de 2018 a cinco actividades con licencia ambiental, a solicitud del GAM de Potosí, donde participó la AAC departamental. Dichas acciones fueron de control y seguimiento a las medidas de mitigación.

Como consecuencia del anterior indicado, que demostró que el MMAyA y el GAD de Potosí no realizaron inspecciones a los operadores mineros, con la participación del Organismo Sectorial Competente (OSC) ni los gobiernos municipales, no existieron acciones que evaluar en el segundo indicador.

Sin embargo, se debe mencionar, en el caso del MMAyA, que como resultado de una de las inspecciones (donde no participó el GAM de Potosí), el 07 de noviembre de 2016 el MMAyA solicitó a la gobernación de Potosí, la evaluación técnico-legal sobre los posibles indicios de infracción administrativa de la Operación Ingenio San Juanino, por la falta de presentación de los Informes de Monitoreo Anual de las gestiones 2008 a 2016 y de la implementación de las medidas de adecuación aprobadas en su MA.

Por su parte, el GAD de Potosí<sup>71</sup> informó que luego de las inspecciones correspondería la elaboración de un informe técnico recomendando, si fuera el caso, su derivación al departamento jurídico para aplicación de medidas legales que atribuye la Ley 1333. Adjuntó copia de dos informes técnicos que serían parte de ese curso de acción, sin embargo, derivan de una inspección por denuncia y no por verificación del cumplimiento del PASA con la participación del OSC y el GAM respectivo.

La comparación de la evidencia evaluada mediante los dos indicadores, permite formular las consecuencias reales relacionadas con el desempeño de las entidades involucradas con el control y seguimiento a las actividades mineras con licencia ambiental. De esa manera, se puede afirmar que el MMAyA, el GAD de Potosí, el MMM, y los GAM de Chaquí, Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla y Ckochas no realizaron acciones de

---

<sup>70</sup>El 09 de julio de 2019.

<sup>71</sup> El 19 de septiembre de 2019 como respuesta a nuestra solicitud del 17 de junio del 2019.

control efectivas para el cumplimiento de las medidas de mitigación comprometidas por los actores productivos mineros con licencia ambiental entre el año 2016 y mayo de 2019.

La falta de acciones de control ocasiona un desconocimiento del grado de cumplimiento de las medidas de mitigación y la falta de identificación oportuna de las posibles deficiencias en la aplicación de esas medidas, ampliando la probabilidad de que los residuos mineros producto de las operaciones, contaminen los cuerpos de agua y causen impactos ambientales a su entorno. Las consecuencias reales y los riesgos potenciales respecto de la subcuenca, en términos de la calidad ambiental, son expuestos en el capítulo 4.1.4 de este documento.

#### ***4.1.2 Efectividad en el control de las actividades mineras menores con impactos ambientales conocidos no significativos***

Dos criterios (ver el anexo 1 del documento) fueron diseñados para mostrar la situación que debía encontrarse para considerar efectivo el accionar del Gobierno Autónomo Departamental de Potosí y del Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca, en el control ambiental de las actividades mineras menores con impactos ambientales conocidos no significativos (AMIAC). Los citados criterios se resumen a continuación.

*El Gobierno Autónomo Departamental de Potosí y el Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca realizaron acciones de control ambiental efectivas para el cumplimiento de lo establecido en los capítulos II, III y IV del título IX del RAAM y el artículo 17 del RMCH de las actividades), para verificar que el operador minero esté enterado de las obligaciones ambientales que debe cumplir como AMIAC<sup>72</sup>, para la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

El título IX del Reglamento Ambiental para Actividades Mineras define los principios y normas de protección ambiental que deben cumplir las actividades mineras menores de minería subterránea con impactos ambientales conocidos no significativos (AMIAC)<sup>73</sup>. La licencia ambiental para las AMIAC es el Certificado de Dispensación Categoría 3 (CD-C3), documento que se tramita a través del formulario EMAP<sup>74</sup>. La Autoridad Ambiental Competente Departamental (AACD) ejerce funciones de fiscalización y control a nivel de su territorio, asimismo, debe velar por que no se rebasen los límites máximos permisibles de descarga, entre otros, susceptibles de afectar el medio ambiente o los recursos

<sup>72</sup>Las AMIAC de minería subterránea, son operaciones mineras ubicadas en áreas no protegidas de la cordillera occidental, altiplano y cordillera oriental en ambos que solamente comprenden: 1) labores de reconocimiento, desarrollo, preparación y explotación mediante galerías, cuadros, rampas, piques, chimeneas y rajos con capacidad de extracción igual o menor a trescientas (300) toneladas/mes; y/o 2) concentración de minerales en una escala igual o menor a trescientas (300) toneladas/mes con uno o varios de los siguientes procesos: trituración y molienda (manual o mecánica), clasificación y concentración gravimétrica y magnética, separación de sulfuros por flotación superficial, amalgamación y operaciones de secado, almacenamiento y transporte de los concentrados resultantes, (artículo 93 del RAAM).

<sup>73</sup>Definición de AMAC, artículo 93 del RAAM.

<sup>74</sup>Formulario para actividades de exploración, reconocimiento, desarrollo, preparación, explotación minera y concentración de minerales con impactos ambientales conocidos no significativos.

naturales<sup>75</sup>. Los informes de caracterización de aguas residuales crudas o tratadas deben ser presentados a la AAC departamental de forma periódica<sup>76</sup>, a través de ellos y de inspecciones le corresponde a la autoridad verificar la calidad de las descargas de la AMIAC. .

La Gobernación de Potosí remitió<sup>77</sup> un listado de actividades mineras registradas entre los años 2004 al 2017, del que se seleccionaron preliminarmente 14 AMIAC con licencia ambiental (CD-C3) ubicadas en los municipios de Yocalla, Tacobamba, Tinguipaya, Betanzos, Potosí, Ckochas y Chaquí. Información complementaria<sup>78</sup>, proporcionada por la Gobernación, permitió eliminar a las actividades fuera de la zona de estudio, terminando con un total de 10 AMIAC, como se detalla a continuación. .

Nº	Actividad minera	Municipio	Fecha de licencia amb.
1	Vera Cruz de la Empresa Vera Cruz Ltda.	Potosí	30/09/2004
2	Ñañitay de la Empresa Industrial Minera y Comercial Quiroga Ltda.	Tacobamba	04/05/2005
3	“Wara Wara” de la Empresa Minera Santa Lucía	Ckochas	13/04/2006
4	“Explotación Mina Trentino”	Yocalla	10/07/2006
5	“Explotación Mina Ithaca”	Chaquí	01/08/2006
6	Júpiter	Yocalla	11/12/2006
7	Esperanza	Yocalla	11/12/2006
8	Miguel Ángel	Yocalla	11/12/2006
9	Jadiel de la Empresa Minera Sinchi Huayra	Yocalla	08/01/2007
10	Concesión Minera Alcira	Tacobamba	Sin fecha

Fuente: elaboración propia.

En el departamento de Chuquisaca, sólo se evaluó el área del municipio de San Lucas que se encuentra dentro la subcuenca Pilcomayo Zona Alta. La gobernación presentó en dos ocasiones<sup>79</sup> información sobre las actividades mineras clasificadas como AMIAC, en base de la cual se identificaron doce, aunque solo siete contaban con licencia ambiental, de las cuales se excluyó una porque no generaba afluentes y dos recibieron la licencia ambiental el año 2019, por lo que no precisaban presentar informes de caracterización de sus aguas residuales y residuos mineros en el periodo de evaluación considerado y por la misma razón tampoco correspondía la ejecución de inspecciones. Las cuatro AMIAC seleccionadas, se muestran a continuación. .

Nº	Actividades mineras	Fecha de otorgación
1	Concesión minera Casimiro	06/11/2017
2	Concesión minera Nuevo Amanecer	07/07/2017
3	Exploración y Explotación de minerales complejos de zinc, Concesión Minera Yarioj Punta	02/06/2018
4	Concesión minera Remedios - La Salvadora	29/10/2009

Fuente: Elaboración propia

<sup>75</sup> Artículos 7, 118, 119 del RAAM, artículo 8 del RGGGA, inciso a, h del artículo 10 del RPCA.

<sup>76</sup> Artículo 17 del RMCH.

<sup>77</sup> Fue recibida el 23 de agosto de 2019, como respuesta a nuestra solicitud del 05 de agosto de 2019.

<sup>78</sup> Fue recibida el 19 de septiembre de 2019, como respuesta a nuestra solicitud del 06 de septiembre de 2019.

<sup>79</sup> el 19 de junio de 2019 como respuesta a nuestra solicitud del 07 de junio de 2019 y el 23 de julio de 2019, en respuesta a nuestra solicitud del 12 de julio de 2019.

Respecto a los informes de caracterización de las AMIAC, la gobernación de Potosí informó<sup>80</sup> que dichos documentos fueron tramitados en el ámbito nacional, es decir con la AAC nacional, y que la copia de los mismos no les fue reportada. Asimismo, el GAD de Potosí no contaba con informes de caracterización de aguas residuales de las AMIAC, dentro el periodo de evaluación. Por lo tanto el resultado de la aplicación del primer indicador para esta entidad es el siguiente:

$$\frac{\text{Número de AMIAC que presentaron informe de caracterización de aguas residuales dentro el periodo de evaluación}}{\text{Total de AMIAC existentes en los municipios de Yocalla, Tacobamba, Tinguipaya, Betanzos, Potosí, Ckochas y Chaquí dentro la zona de estudio que debían presentar informe de caracterización de aguas residuales dentro el periodo de evaluación}} = \frac{0}{10}$$

La evidencia recabada de la gobernación de Chuquisaca indica que de las cuatro AMIAC consideradas para la aplicación del indicador, solo la Concesión minera Remedios - La Salvadora presentó un informe de caracterización.

$$\frac{\text{Número de AMIAC que presentaron informe de caracterización de aguas residuales dentro el periodo de evaluación}}{\text{Total de AMIAC existentes en el municipio de San Lucas dentro la zona de estudio que debían presentar informe de caracterización de aguas residuales dentro el periodo de evaluación}} = \frac{1}{4}$$

Dado que el GAD de Potosí no contaba con informes de caracterización de las aguas residuales de las AMIAC, no pudo aplicarse el segundo indicador. En el caso de la Gobernación de Chuquisaca, esa entidad reportó que sólo una AMIAC presentó un informe de caracterización en la gestión 2018, las restantes actividades no presentaron dichos reportes. Revisados los parámetros analizados se pudo constatar que los mismos se adecuaban a los límites de la normativa ambiental. Aplicando el segundo indicador se tiene:

$$\frac{\text{Número de AMIAC que cumplen con los límites permisibles en la normativa ambiental}}{\text{Número de AMIAC que presentaron informe de caracterización de aguas residuales dentro el periodo de evaluación}} = \frac{1}{1}$$

Sobre las inspecciones a las AMIAC, la Gobernación de Potosí informó<sup>81</sup> que ejecutaron una inspección a la actividad minera Vera Cruz; sin embargo, no presentó documentación que evidencie esa acción, por lo tanto la aplicación del tercer indicador dio el siguiente resultado:

$$\frac{\text{Número de AMIAC con inspección realizada por la Gobernación de Potosí dentro el periodo de evaluación}}{\text{Total de AMIAC existentes en los municipios de Yocalla, Tacobamba, Tinguipaya, Betanzos, Potosí, Ckochas y Chaquí dentro la zona de estudio}} = \frac{0}{10}$$

La Gobernación de Chuquisaca remitió una copia de las inspecciones a las actividades mineras que se encuentran en el municipio de San Lucas dentro de la subcuenca<sup>82</sup>, sólo una

<sup>80</sup> El 19 de septiembre de 2019, en respuesta a nuestra solicitud el 06 de septiembre de 2019.

<sup>81</sup> El 19 de septiembre de 2019.

<sup>82</sup> El 29 de julio de 2019 como respuesta a nuestra solicitud del 18 de junio de 2019.

pertenece a una AMIAC, a la Concesión minera Nuevo Amanecer, realizada el 29/05/2019. En la inspección participó el GAM de San Lucas. Con la evidencia obtenida, la aplicación del indicador para esa entidad tiene el siguiente resultado:

$$\frac{\text{Número AMIAC con inspección realizada por la Gobernación de Chuquisaca dentro el periodo de evaluación}}{\text{Total de AMIAC existentes en el municipio de San Lucas dentro la zona de estudio}} = \frac{1}{4}$$

En términos del efecto de la condición evidenciada aplicando los indicadores respecto de los criterios correspondientes<sup>83</sup>, se puede afirmar que la gobernación de Potosí no tuvo un accionar efectivo de control, al no contar con los informes de caracterización de las aguas residuales de las diez AMIAC con licencia ambiental, ni haber realizado inspecciones dentro el periodo de evaluación. Similar situación se constató respecto de la gobernación de Chuquisaca, porque sólo cuenta con el informe de caracterización de una de las cuatro AMIAC que debían presentar ese documento, y dentro el periodo de evaluación, solo en una oportunidad inspeccionó una de dichas actividades.

Si bien las AMIAC realizan operaciones mineras que generan menor cantidad de residuos en comparación con las actividades con categorías mayores, la sinergia de los residuos de todas estas actividades puede ocasionar daños al medio ambiente, principalmente a los cuerpos de agua, si no cumplen con las normas de protección ambiental. La ausencia de acciones de control a las AMIAC deriva en un desconocimiento del cumplimiento de las medidas de prevención de la contaminación ambiental y el control de los residuos que generan. Las consecuencias en la calidad ambiental se exponen en el capítulo 4.1.4 de este documento.

#### **4.1.3 Efectividad en la otorgación de licencias ambientales a las actividades mineras sin dicho permiso**

En el siguiente cuadro se muestra el detalle de las actividades mineras sin licencia ambiental reportadas por las AAC y el OSC, así como por los gobiernos municipales de Chaquí, Ckochas, Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla y San Lucas (en base de la información recabada, expuesta en el anexo 4 de este informe).

Municipio	Total de actividades mineras
Chaquí	3
Betanzos	15
Potosí	32
Tacobamba	18
Tinguipaya	6
Yocalla	5
Ckochas	3
San Lucas	19

<sup>83</sup> Conforme los capítulos II, III y IV del título IX del RAAM y el artículo 17 del RMCH de las AMIAC.



Municipio	Total de actividades mineras
<b>Total</b>	<b>101</b>

Fuente: elaboración propia

Los cuatro primeros criterios considerados, se resumen a continuación: *El MMAyA, el MMM, el GAD de Potosí y el GAD de Chuquisaca realizaron efectivas gestiones para la otorgación de Licencias Ambientales a los actores productivos mineros, para la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

El primer indicador sobre dichos criterios, fue el siguiente: *Información existente en el MMAyA, el MMM, el GAD de Potosí y el GAD de Chuquisaca respecto de las actividades mineras que no cuentan con Licencia Ambiental.*

Al respecto el MMAyA<sup>84</sup> remitió una lista de 14 actividades mineras sin licencia ambiental, que presentaron su Manifiesto Ambiental o Ficha Ambiental para el inicio del trámite de obtención de licencia ambiental, pero por algún motivo el proceso fue paralizado y el trámite fue abandonado. Aplicando el primer indicador, la evidencia indica que el MMAyA no contaba con información sobre las actividades mineras sin licencia ambiental.

Por su parte, el MMM<sup>85</sup> contaba con el registro de las actividades mineras que inician el trámite de obtención de licencia ambiental y de las que se encuentran en proceso de obtención de la misma. Fueron seleccionadas 51 actividades que se encuentran dentro la zona de estudio, su estado de adecuación fue verificado en el SNIA y comparado con la información proporcionada por las Gobernaciones de Chuquisaca y Potosí<sup>86</sup>, observándose que tres de ellas tenían licencia ambiental, una otorgada por la gobernación de Chuquisaca y dos de ellas fueron registradas en más de una ocasión debido al cambio de razón social, aspecto que no fue actualizado en su registro. Aplicando el indicador para el MMM se tiene que esa entidad no contaba con información sobre las actividades mineras sin licencia ambiental, su registro estaba desactualizado y con varias actividades mineras repetidas.

La gobernación de Potosí<sup>87</sup> comunicó que no contaban con información sobre las actividades mineras que se desarrollan en su departamento y que para dar respuesta a nuestra solicitud, derivaron la misma a los gobiernos municipales respectivos. Adjuntó un listado de actividades mineras sin mencionar su estado de adecuación ambiental. Aplicando el indicador se tiene que el GAD de Potosí no contaba con información sobre las actividades mineras sin licencia ambiental en la subcuenca dentro su departamento.

<sup>84</sup> El 27 de agosto de 2019, en respuesta a lo solicitado el 10 de agosto.

<sup>85</sup> El 31 de agosto de 2019, como respuesta a nuestra solicitud del 10 de agosto de 2019.

<sup>86</sup> El 19 de junio de 2019.

<sup>87</sup> El 24 de agosto de 2018, en respuesta a nuestra solicitud del 10 de agosto de 2018.

La gobernación de Chuquisaca<sup>88</sup> remitió dos listados de actividades mineras en su departamento, la primera sin mencionar su estado de adecuación ambiental y en la segunda cinco actividades mineras fueron reportadas sin licencia dentro la zona de estudio. Complementariamente, se identificó una actividad minera sin licencia ambiental a partir de inspecciones realizadas por esa entidad. Por lo tanto, el GAD de Chuquisaca reportó 6 actividades mineras sin licencia ambiental en San Lucas dentro la subcuenca; sin embargo, fueron identificadas 19 actividades mineras sin licencia ambiental en el municipio de San Lucas dentro de la cuenca, por lo que aplicando el indicador se puede advertir que la Gobernación de Chuquisaca no tenía información sobre las actividades mineras que operan sin licencia ambiental en la zona de estudio de la auditoría.

El segundo indicador es el siguiente: *Acciones realizadas por el MMAyA, el GAD de Potosí y el GAD de Chuquisaca para la otorgación de la licencia ambiental a las actividades mineras que no cuentan con dicho documento.*

El MMAyA informó que no tenía información sobre acciones relacionadas con la otorgación de licencia ambiental a las actividades mineras sin ese permiso. Por su parte, el MMM informó<sup>89</sup> que realizó «inspecciones»<sup>90</sup> a dos actividades sin licencia ambiental, en agosto de 2018, a solicitud del GAM de Potosí. Los informes técnicos de la inspecciones solicitaron el inicio del trámite de licencia y la aplicación de medidas inmediatas de mitigación a las deficiencias observadas, además recomendaron remitir los informes, a la AACD para el seguimiento correspondiente<sup>91</sup>, pero no remitieron evidencia de dicho envío. Aplicando el indicador se tiene que no realizaron acciones para la otorgación de licencias ambientales a las actividades mineras sin ese documento.

El GAD de Potosí informó<sup>92</sup> que no contaban con información al respecto, ya que los representantes legales tramitan la licencia ambiental ante la AAC nacional. Sobre su respuesta, debe mencionarse que la normativa ambiental vigente establece que la AACD puede realizar inspecciones para verificar si un proyecto, obra o actividad cuenta con la respectiva licencia ambiental<sup>93</sup>, y tiene atribuciones para iniciar procesos administrativos a las actividades mineras por infracciones cometidas, entre ellas iniciar una actividad sin contar con la licencia ambiental vigente<sup>94</sup>.

<sup>88</sup> El 18 de septiembre de 2018 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 14 de agosto de 2018.

<sup>89</sup> El 09 de julio de 2019 como respuesta a nuestra solicitud del 14 de junio.

<sup>90</sup> Recordemos que según el artículo 4 del RPCA el OSC no realiza inspecciones por sí solos.

<sup>91</sup> Asimismo remitieron la copia de un informe técnico del 03 de agosto de 2018, dirigido al Viceministro de Desarrollo Productivo Minero-Metalúrgico informando la difusión del nuevo marco normativo de licenciamiento ambiental a representantes de las cooperativas mineras de las ciudades de Potosí y Oruro, a través del «Taller de normativa minera, medio ambiente y seguridad industrial», donde abordaron el tema de la aplicación del Decreto Supremo N° 3549 del 2 de mayo de 2018. El DS N° 3549 modifica, complementa y adecúa nuevas disposiciones al RPCA y el Decreto Supremo N° 28592 para optimizar la gestión ambiental, ajustando los Instrumentos de Regulación de Alcance Particular y los procedimientos Técnico-Administrativos, priorizando las funciones de fiscalización y control ambiental, en el marco de la normativa ambiental vigente.

<sup>92</sup> El 17 de septiembre de 2019, como respuesta a nuestra solicitud del 06 de septiembre de 2019.

<sup>93</sup> Artículo 125 del RPCA.

<sup>94</sup> Artículos del 16 al 22 del DS N° 28592.

Remitió una inspección del 05 de febrero de 2019 a la Empresa Minera FAMVICAR S.R.L., que no cuenta con licencia. En la inspección solicitó al representante legal el inicio del trámite de obtención de licencia ambiental. El Informe Técnico de la inspección señaló que el representante legal no se manifestó hasta el 02 de abril de 2019, por tanto, recomendó remitir el informe a la Unidad de Asesoría Jurídica para proceder con el proceso administrativo de acuerdo a la normativa ambiental vigente.

Aplicando el indicador se tiene que la única acción que realizó el GAD de Potosí es la recomendación del inicio de un proceso administrativo a una de las 82 actividades mineras sin licencia ambiental como resultado de una inspección, por lo tanto se puede concluir que esa entidad no realizó acciones para la otorgación de licencias a las actividades mineras sin ese permiso.

La Gobernación de Chuquisaca<sup>95</sup> remitió una copia de las inspecciones a ocho actividades mineras sin licencia ambiental en el municipio de San Lucas, realizadas en mayo de 2019. En las inspecciones participó el gobierno municipal respectivo. En todas las inspecciones la gobernación solicitó la presentación de documentación relacionada a la licencia ambiental. Esa entidad no informó si luego de las inspecciones, esas actividades iniciaron el trámite de adecuación ambiental.

La aplicación del indicador muestra que el GAD de Chuquisaca realizó inspecciones a actividades mineras donde verificó que no contaban con licencia ambiental, solicitándoles el inicio del trámite. Esas acciones se realizaron cuando la auditoría ya se estaba ejecutando.

En síntesis, el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, las gobernaciones de Potosí y Chuquisaca y el Ministerio de Minería y Metalurgia no contaban con información sobre las actividades mineras que no tienen licencia ambiental y no realizaron acciones para que dichas actividades se adecuen ambientalmente.

Se diseñaron ocho criterios para cada evaluar cómo debería ser el desempeño de los cada uno de los gobiernos autónomos municipales de la subcuenca, es decir, Chaquí, Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla, Ckochas y San Lucas en el control de las actividades sin licencia ambiental. Los gobiernos municipales deben controlar y vigilar el impacto ambiental de las actividades mineras, en el ámbito de su jurisdicción municipal, si éstos detectaran incumplimiento (p.ej. actividades mineras operando sin licencia ambiental) deben informar al gobierno departamental para que adopte las medidas que correspondan (artículo 3 del RAAM), p. ej. inspección para que obtenga la licencia ambiental. A continuación, se presenta el resumen de los criterios en cuestión.

*Los Gobiernos Autónomos Municipales de Chaquí, Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla, Ckochas y San Lucas realizaron efectivas gestiones para la*

---

<sup>95</sup>El 11 de julio de 2019 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 18 de junio de 2019.

*otorgación de licencias ambientales a los actores productivos mineros, para la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

Respecto de dicho criterio, el primer indicador aplicado se refiere a la información existente en los Gobiernos Autónomos Municipales de Chaquí Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla, Ckochas y San Lucas respecto de las actividades mineras que operan en su jurisdicción sin licencia ambiental. Los resultados de la aplicación de dicho indicador, se muestran en el cuadro siguiente (en el anexo 4 de este informe se incluye el detalle de las actividades mineras consideradas).

Gobierno Autónomo Municipal	Resultado de la aplicación del indicador
Chaquí	La municipalidad de Chaquí <sup>96</sup> , reportó tres minas que operan sin licencia ambiental, ubicadas en tres comunidades del municipio. Informó que desde la gestión 2018, cooperativas mineras y algunas familias de las comunidades realizan la explotación en esas comunidades debido al incremento de los precios de los minerales. Aplicando el indicador, se tiene que el GAM de Chaquí contaba con información al respecto.
Betanzos	El GAM de Betanzos remitió un listado de 14 actividades mineras que operan en su municipio, basado en la información oficial proporcionada por la Autoridad Jurisdiccional Administrativa Minera (AJAM) en la gestión 2018, pero no informó sobre el estado de adecuación de las actividades mineras. Posteriormente informaron que verificaron, a través de «inspecciones» que dos actividades operaban sin licencia ambiental, una de ellas forma parte de las 14 actividades mineras precitadas. Mencionaron que el resto de las actividades mineras no estaban operando. La Gobernación de Potosí no reportó actividades mineras con licencia ambiental en el municipio de Betanzos, por lo que se entendió que las 15 actividades no tienen licencia. Aplicando el indicador, esta municipalidad no tenía información sobre las actividades mineras sin licencia ambiental.
Potosí	Reportó doce actividades mineras sin licencia ambiental. Por su parte, el MMM y COMIBOL reportaron 20 actividades sin licencia, lo que hace un total de 32 actividades sin licencia ambiental en el municipio de Potosí dentro la subcuenca en estudio. Aplicando el primer indicador, la entidad no contaba con información sobre todas las actividades mineras que operan sin licencia en su municipio.
Tacobamba	Información recabada de la municipalidad de Tacobamba, así como del MMAyA y del MMM, permitió constatar que en ese municipio existían dieciocho actividades mineras sin licencia ambiental, aunque la municipalidad no contaba con la información completa ni conocía el estado de adecuación ambiental. Aplicando el indicador, se tiene que la entidad no contaba con información sobre las actividades mineras sin licencia ambiental en su jurisdicción.
Tinguipaya	Informó que no existen ingenios mineros en su jurisdicción, pero sí cinco minas con explotación artesanal. Posteriormente reportó, a partir de las acciones de control y vigilancia que realizó, las zonas donde se desarrolla la explotación minera y las cooperativas que operan en alguna de las zonas. El Ministerio de Minería y Metalurgia reportó una actividad minera sin licencia ambiental. Aplicando el indicador, la entidad identificó las zonas donde existe explotación minera y las cooperativas que operan en alguna de ellas, sin embargo, desconocía su estado de adecuación ambiental.
Yocalla	Información obtenida y analizada indicó que existen cinco actividades mineras sin licencia ambiental en Yocalla, dato que no era de conocimiento de la municipalidad. Aplicando el indicador se tiene que el GAM de Yocalla no

<sup>96</sup> El 24 de octubre de 2018 y el 17 de junio de 2019 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 13 de noviembre de 2018 y reiterada el 15 de julio de 2019.

Gobierno Autónomo Municipal	Resultado de la aplicación del indicador
	contaba con información sobre todas las actividades mineras que operan en su municipio sin licencia ambiental.
Ckochas	El GAM de Ckochas reportó cuatro actividades mineras que operan en su municipio señalando su estado de adecuación ambiental. Una de las actividades mineras fue reportada con licencia ambiental (verificada a través del SNIA). Por lo tanto, el GAM de Ckochas tenía información sobre las actividades mineras que se desarrollan en su municipio sin licencia ambiental.
San Lucas	Información analizada mostró que en el municipio de San Lucas existen diecinueve actividades mineras sin licencia ambiental. La aplicación del indicador demostró que la municipalidad no contaba con información completa sobre dichas actividades mineras y el estado de su licencia ambiental.

El segundo grupo de indicadores compara el número de actividades que operan en los municipios sin licencia ambiental con el número de actividades que fueron reportadas a la AAC departamental. Los resultados de la aplicación de dichos indicadores demostraron que los Gobiernos Autónomos Municipales de Chaquí, Betanzos, Potosí, Tinguipaya, Ckochas y San Lucas, no reportaron a la AAC de Potosí o de Chuquisaca información sobre las actividades mineras que hubieran detectado que trabajaban sin licencia ambiental en sus jurisdicciones municipales, para que dichas autoridades puedan realizar las acciones conducentes a su adecuación ambiental.

El GAM de Tacobamba<sup>97</sup> presentó copia de las notas dirigidas a la Secretaría de la Madre Tierra de la Gobernación de Potosí, informando el incumplimiento de la normativa ambiental de tres actividades mineras sin licencia ambiental:

- Empresa Minera Illari - Planta de concentración de Minerales San Santiago: remitió tres notas<sup>98</sup> a la gobernación informando que la actividad no cuenta con ficha ambiental, entre otras irregularidades. Solicitaron que la gobernación inicie un proceso administrativo. El 07 de octubre de 2016, informó la realización de una inspección técnica a la comunidad Machaca Marca, que estaba afectada por las descargas de copajira del ingenio. El 21 de septiembre de 2018, informaron que el ingenio minero no cumplió con la Ley 1333 al concluir sus operaciones, dejando residuos en la zona. Solicitaron un proyecto de cierre y una inspección a la zona.
- Ingenio Sacha Ckucho: remitió dos notas<sup>99</sup>, informó que la actividad no contaba con ficha ambiental. Solicitaron a la gobernación inicie un proceso administrativo. El 30 de mayo de 2018 remitió el «informe de inspección ambiental» en cumplimiento al artículo 25 de la 1333<sup>100</sup> y los Decretos Supremos 24176 y 28592.

<sup>98</sup> Recibidas el 01 de marzo de 2016, el 18 de agosto de 2016 y el 20 de febrero de 2017.

<sup>99</sup> Del 10 de junio de 2016 y del 18 de agosto de 2016.

<sup>100</sup> Artículo 25 de la Ley 1333: Todas las obras, actividades públicas o privadas, con carácter previo a su fase de inversión, deben contar obligatoriamente con identificación de la categoría de evaluación de impacto ambiental (...).

- Planta de concentración de minerales Santiago Apóstol - Empresa minera SILVER y TIN: el 06 de junio de 2018 remitió el «informe de inspección ambiental» en cumplimiento al artículo 25 de la 1333 y los Decretos Supremos 24176 y 28592.

Aplicando el segundo indicador para el GAM de Tacobamba<sup>101</sup> se tiene:

$$\frac{\text{Número de actividades mineras que operan en el municipio de Tacobamba sin LA que fueron reportadas a la Gobernación de Potosí}}{\text{Número de actividades mineras que operan en el municipio de Tacobamba sin LA dentro la subcuenca}} = \frac{3}{18}$$

La municipalidad de Yocalla remitió un informe a la AAC de Potosí<sup>102</sup>, reportando que la represa de agua que alimenta a la comunidad de San Antonio usada para el riego de cultivos y consumo del ganado estaba siendo afectada por el rebalse del dique de colas la Empresa Minera KZ Minerales Bolivia S.A. Solicitó el control a las empresas de la zona para verificar su estado de adecuación ambiental y sancionar a la empresa por la contingencia. Asimismo, informó<sup>103</sup> al GAD de Potosí sobre la contaminación que generaba la Cooperativa Minera Turquí por la explotación en la zona Wayllo Ockjo, que afectaba al proyecto de ampliación del sistema de agua potable Lampazo Paco Chico. Solicitaron sancionar a la Cooperativa por la contaminación generada. Además el GAM de Yocalla en respuesta a una solicitud de la AAC de Potosí<sup>104</sup> presentó un «Reporte de otorgación de licencias ambientales (minero e industrial)», que incluye tres actividades operadores mineros sin licencia ambiental. La aplicación del indicador arrojó los siguientes resultados:

$$\frac{\text{Número de actividades mineras que operan en el municipio de Yocalla sin LA que fueron reportadas a la Gobernación de Potosí}}{\text{Número de actividades mineras que operan en el municipio de Yocalla sin LA dentro la subcuenca}} = \frac{4}{5}$$

Comparando la condición evidenciada a través de los indicadores con los criterios, es factible afirmar que el MMAyA, las gobernaciones de Potosí y Chuquisaca, los gobiernos municipales de la subcuenca y el Ministerio de Minería y Metalurgia no realizaron gestiones efectivas para la otorgación de licencias ambientales a los actores productivos mineros.

La licencia ambiental es un documento jurídico administrativo otorgado por la AAC al Representante Legal, que avala el cumplimiento de todos los requisitos previstos en la Ley 1333 y reglamentación correspondiente, en lo que se refiere a los procedimientos de prevención y control ambiental<sup>105</sup>, estableciendo las condiciones ambientales, medidas de adecuación y mitigación para mitigar los impactos al medio ambiente, que son una

<sup>101</sup> Cabe aclarar que el GAM de Tacobamba reportó la situación de las actividades sin licencia ambiental en varias ocasiones: 4 veces (dentro el periodo de evaluación) de la Empresa Minera Illari - Planta de concentración de Minerales San Santiago y 3 veces del Ingenio Sacha Ckucho.

<sup>102</sup> El 19 de junio de 2018.

<sup>103</sup> El 09 de octubre de 2018.

<sup>104</sup> El 05 de abril de 2019.

<sup>105</sup> Artículo 7 del RPCA.

herramienta importante para el control y seguimiento por parte de las AAC, por ello es importante y necesario que todas las actividades cuenten con una licencia ambiental.

Dentro la subcuenca Pilcomayo Zona Alta existen 101 actividades mineras operando sin licencia ambiental, sin aplicar medidas de adecuación para que sus procesos productivos no contaminen su entorno, principalmente los cuerpos de agua que son los más afectados por este tipo de operaciones, por lo tanto los impactos ambientales no están siendo mitigados, más al contrario se incrementan, impidiendo una restauración de los ecosistemas afectados.

#### ***4.1.4 Consecuencias y riesgos al medio ambiente asociados a las deficiencias en la efectividad en la mitigación de los impactos ambientales negativos ocasionados por la actividad minera***

Las consecuencias reales y riesgos potenciales correspondientes al primer objetivo específico se evaluaron tomando en cuenta el ecosistema conformado por los cuerpos de agua que hacen a la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, afectado por los impactos ambientales negativos generados por la actividad minera.

Un impacto ambiental está definido como «todo efecto que se manifieste en el conjunto de «valores» naturales, sociales y culturales existentes en un espacio y tiempo determinados y que pueden ser de carácter positivo o negativo»<sup>106</sup>. También se puede definir un impacto ambiental negativo como el conjunto de posibles efectos sobre el medio ambiente, de una modificación del entorno natural, como consecuencia de obras y otras actividades<sup>107</sup>.

Los metales pesados son componentes naturales de la corteza de la tierra y pueden ser movilizados en el medio ambiente por la intervención del hombre a través de la industria minera al descargar residuos minerales y contaminantes derivados de su tratamiento. Una mayoría de esos residuos son vertidos a los sistemas de drenaje de los ríos, a través de ellos los metales pesados lixiviados y los residuos minerales y químicos, productos de su tratamiento ingresan al sistema hidrológico causando su contaminación.

Tóxico es aquel elemento o compuesto químico que, absorbido e introducido en el medio interno y metabolizado, es capaz de producir lesiones en los aparatos y sistemas orgánicos del ser vivo e incluso provocar la muerte. La toxicidad de los elementos depende en gran medida de la dosis o cantidades de las que se traten, ya que existen elementos esenciales que en grandes dosis son tóxicos. En la auditoría se empleó el término metal pesado para mencionar a los elementos tóxicos incluidos los elementos pesados<sup>108</sup>, que debido a sus características y cantidades pudieran ser tóxicos para la biota<sup>109</sup>.

<sup>106</sup> Artículo 4 del Reglamento General de Gestión Ambiental y el artículo 7 del Reglamento de Prevención y Control Ambiental.

<sup>107</sup> Definido en el Diccionario de la Real Academia Española.

<sup>108</sup> Densidad mayor o igual a 6 g/cm<sup>3</sup>.

<sup>109</sup> Bautista Zúñiga F (1999) «Introducción al estudio de la contaminación del suelo por metales pesados» Mérida, Yucatán, México: Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán.

Una de las características de los metales pesados que tiene que ver con el riesgo de su uso es su estabilidad química ante los procesos de biodegradación<sup>110</sup>, es decir si no son degradados por medios biológicos, tienen una alta persistencia en el medio ambiente. Asimismo debe considerarse su capacidad de bioacumulación<sup>111</sup> ya que cuando este tipo de sustancias penetran en los seres vivos no son metabolizadas, observándose un efecto multiplicador en la concentración de contaminante (entre tres y diez veces el valor de referencia al subir un eslabón en la cadena trófica)<sup>112</sup>.

Los desechos mineros constituyen la fuente principal de contaminación por elementos potencialmente tóxicos en los recursos hídricos, conocer sus concentraciones naturales (a partir de estándares establecidos en la bibliografía) y de los aportes de origen antrópico por la actividad minera permitirá evaluar el grado de afectación de la subcuenca en estudio, siendo los ríos constituyen una de las principales vías de transporte de metales a las zonas costeras al ser transportados en el arrastre de material desde sus nacientes<sup>113</sup>. Para este propósito, se analizaron las aguas y los sedimentos del río Pilcomayo como cuerpo de agua principal, sus principales afluentes y los ríos cercanos a las actividades mineras.

Los elementos esenciales o traza pueden ser tóxicos si superan ciertos umbrales. En general todos los elementos esenciales son tóxicos si se ingieren o inhalan en cantidades suficientemente altas y durante largos periodos de tiempo. De todos los elementos esenciales encontrados en suelos, diecisiete son considerados como muy tóxicos y a la vez fácilmente disponibles en suelos en concentraciones que sobrepasan los niveles de toxicidad, éstos son: plata (Ag), arsénico (As), cadmio (Cd), cobre (Cu), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb), antimonio (Sb), estaño (Sn), talio (Tl), bismuto (Bi), cobalto (Co), paladio (Pd), platino (Pt), antimonio (Sb), selenio (Se), telurio (Tl), y zinc (Zn); los diez primeros son fácilmente movilizables por la actividad humana en proporciones que exceden en gran medida la de los procesos geológicos. La EPA (Environmental Protection Agency de los Estados Unidos de América) incluye en la lista prioritaria trece elementos traza: antimonio, arsénico, berilio, cadmio, cromo, cobre, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, telurio y zinc, introduciendo al berilio (Be) en la lista de elementos más tóxicos y disponibles<sup>114</sup>.

---

<sup>110</sup> Proceso de descomposición de una sustancia mediante la acción de organismos vivos. Diccionario de la Real Academia Española.

<sup>111</sup> Proceso por el cual organismos que viven en un medio que contiene una concentración relativamente baja de una sustancia química pueden llegar a acumular en sus tejidos dicha sustancia, alcanzando concentraciones considerablemente más altas que las existentes en el medio, con el consiguiente perjuicio para la salud del organismo. Además, los animales herbívoros del medio se alimentan de plantas que ya están contaminadas con esta sustancia y a su vez son alimento de animales carnívoros, por lo que, si consideramos una cadena alimentaria, la concentración de la sustancia contaminante irá aumentando a medida que se ascienda en el nivel de la cadena. *Diccionario para la educación Ambiental. Dr. Rafael Barla Galván.*

<sup>112</sup> Monitoreo de la contaminación minera y de medio ambiente de la cuenca del río Pilcomayo. Informe de Misión del Experto Europeo Químico de Agua y Minería del 02 de octubre al 24 de noviembre del 2004. Proyecto de Gestión Integrada y Plan Maestro de la cuenca del río Pilcomayo.

<sup>113</sup> Laino R.M., Bello R, Gonzales M., Ramirez N., Jimenez F., Musálem Karim. «Concentración de metales en agua y sedimentos de la cuenca alta del río Grijalva, frontera México - Guatemala» *«Tecnología y Ciencias del Agua»* Vol. VI núm 4, julio agosto de 2015.

<sup>114</sup> Conferencia: «Contaminación de suelos por Metales Pesados» Galán E. Romero. Departamento de Cristología, Mineralogía y Química Agrícola, Facultad de Química. Universidad de Sevilla. (2008).



Entre sus propiedades más características se pueden citar las siguientes: la mayoría de ellos no tienen una función biológica conocida, se solubilizan más fácilmente en medio ácido, se depositan en los sedimentos por precipitación (ya sea por un aumento o disminución del pH o por la formación de compuestos insolubles como carbonatos, fosfatos, sulfuros, etc.), penetran en la cadena trófica a través de organismos filtrantes, acumulándose a veces como compuestos organometálicos, en los tejidos grasos (tal es el caso del cadmio y del mercurio) y en otros casos como simples iones<sup>115</sup>.

Este grupo de compuestos constituye un serio riesgo para la cuenca del río Pilcomayo, por ser sustancias altamente persistentes, presentan elevados niveles de bioacumulación y alguno de ellos alcanza elevadísimas cotas de toxicidad. Los efectos ambientales que producen dependen de su concentración y de su movilidad entre los tres medios posibles: atmósfera, hidrosfera y litosfera. El agua moviliza a los contaminantes gracias a su capacidad de disolución y es capaz de movilizar incluso a los contaminantes menos solubles en ella, pero traslada el problema a otras zonas virtualmente libres de contaminación (parte baja de la cuenca), por lo que el transporte y reconcentración de un determinado contaminante puede afectar al entorno de zonas expresamente alejadas de los focos donde se realizaron los vertidos<sup>116</sup>.

Uno de los grandes problemas en la mayoría de las actividades mineras es el potencial de erosionar los suelos y sedimentos y desagregar la calidad de agua superficial. Un estudio encargado por la Unión Europea estableció que la erosión puede causar grandes cantidades de sedimentos cargados con contaminantes químicos, especialmente durante tormentas severas. La escorrentía superficial cargada de sedimentos por lo general causa una corriente laminar y se colecta en canales, zanjas o canaletas que llegan a aguas superficiales o zonas inundables. Las mayores fuentes de erosión o carga de sedimentos en sitios mineros pueden incluir las zonas de tajos abiertos, las pilas de lixiviación y aquellas provenientes de los depósitos de desechos, rocas de desecho, depósitos de material estéril, presas de relaves o colas, depósitos de minerales y áreas de rehabilitación<sup>117</sup>.

Las aguas de drenaje de las minas y las aguas percoladas por las acumulaciones de colas son ácidas por causa de la oxidación y posterior disolución del sulfuro contenido en los minerales de las acumulaciones, disuelven metales tóxicos como el cobre, aluminio, cadmio, arsénico, plomo y mercurio, que se encuentran en los desmontes, estos metales, particularmente el hierro, pueden formar una capa rojiza – anaranjada de lodo que cubre el lecho de los ríos o riachuelos. Aún en pequeñas cantidades los metales pueden ser tóxicos para los humanos y la vida silvestre. Arrastrados por el agua, los metales pueden viajar largas distancias, contaminando los riachuelos y aguas subterráneas lejos del punto de

---

<sup>115</sup>Monitoreo de la contaminación minera y de medio ambiente de la cuenca del río Pilcomayo. Informe de Misión del Experto Europeo Químico de Agua y Minería del 02 de octubre al 24 de noviembre del 2004. Proyecto de Gestión Integrada y Plan Maestro de la cuenca del río Pilcomayo.

<sup>116</sup>Monitoreo de la contaminación minera y de medio ambiente de la cuenca del río Pilcomayo. Informe de Misión del Experto Europeo Químico de Agua y Minería del 02 de octubre al 24 de noviembre del 2004. Proyecto de Gestión Integrada y Plan Maestro de la cuenca del río Pilcomayo.

<sup>117</sup> Guía para evaluar EIAs de proyectos mineros, Environmental Law Alliance Worldwide. 1ra edición, julio de 2010.

origen. Los impactos en la vida acuática pueden ir desde la muerte inmediata de peces hasta efectos sub-letales, que afectan su crecimiento, comportamiento o la capacidad reproductiva<sup>118</sup>.

En la parte alta de la subcuenca en estudio, existen cultivos a pequeña escala y ganado menor y en la parte baja la crianza de ganado menor y mayor a poca escala y la actividad agrícola es más acentuada con un horizonte de venta a los mercados y para el abastecimiento en ciudades cercanas, así como para el autoconsumo.<sup>119</sup> Estos antecedentes, han dado pie a comparar las concentraciones de metales pesados en las aguas de los ríos que conforman la subcuenca Pilcomayo Zona Alta con los límites permisibles establecidos en el cuadro A-1 del anexo 1 de RMCH, tomando en cuenta que según su aptitud de uso un cuerpo de agua empleado para el riego de hortalizas consumidas crudas y frutas de cáscara delgada que sean consumidas crudas sin remoción de ella, mínimamente debe pertenecer a una clase B, del precitado anexo.

Por otro lado, una de las características del río Pilcomayo es la capacidad de arrastre de sedimentos, es considerado uno de los ríos con mayor cantidad de transporte de sedimentos en el mundo, alcanzando una tasa media anual de 125 millones de toneladas, esta particularidad constituye el rasgo natural de la región,<sup>120</sup> esta particularidad contribuye al arrastre de metales pesados a grandes distancias de la fuente de contaminación.

En Bolivia no existen normas que establezcan los límites máximos permisibles para los metales pesados en sedimentos, por lo tanto, los resultados del muestreo en sedimentos en la subcuenca se compararon con las Guías de Calidad Ambiental Canadienses (CEQG por su sigla en inglés, *Canadian Environmental Quality Guidelines*), que establecen valores de referencia de metales en sedimentos de cuerpos de agua continental. Estas guías establecen dos rangos de valores de referencia: la Guía Provisional de Calidad del Sedimento (ISQG por su sigla en inglés, *Interim Sediment Quality Guideline*), representa la concentración máxima para no esperar que ocurran efectos biológicos adversos, éstos límites son conocidos también como efecto umbral (TEL por sus siglas en inglés); el segundo valor de referencia es el denominado Nivel de Efecto Probable (PEL por su sigla en inglés, *Probable Effect Level*) concentración sobre la cual aparecen con frecuencia efectos biológicos adversos<sup>121</sup>.

Asimismo, se emplearon las Directrices para la Protección y Gestión de Calidad del sedimento acuático en Ontario, «*Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario*» (agosto 1993), elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente y Energía de Ontario, Canadá. El propósito de estas directrices de calidad del sedimento, es proteger el medio ambiente acuático estableciendo niveles de metales,

<sup>118</sup> Guía para evaluar EIAs de proyectos mineros, Environmental Law Alliance Worldwide. 1ra edición, julio de 2010.

<sup>119</sup> Proyecto: Manejo Integral de la cuenca del río Pilcomayo (Plan Director Nacional del Pilcomayo), diciembre de 2014, pág. 19.

<sup>120</sup> Plan Maestro de la Región Integrada de la cuenca del río Pilcomayo (documento base resultado del proceso de socialización), julio 2010, pág. 5.

<sup>121</sup> Laino R.M., Bello R., Gonzales M., Ramirez N., Jimenes F., Musálem K. «Concentración de metales en agua y sedimentos de la cuenca alta del río Grijalva, frontera México - Guatemala» *«Tecnología y Ciencias del Agua»* Vol. VI, núm IV, julio agosto de 2015.

nutrientes y compuestos orgánicos. Estas pautas establecen tres niveles de efecto a largo plazo que los contaminantes pueden tener en los organismos que habitan en los sedimentos. De estos tres niveles, emplearemos como referencia el nivel más alto que es el Nivel de Efecto Severo (SEL por su sigla en inglés, *Severe Effect Level*), en este nivel, el sedimento se considera altamente contaminado y es probable que afecte la salud de los organismos que habitan en los sedimentos.

Adicionalmente, los resultados de metales pesados fueron comparados con los niveles de fondo (background levels) establecidos en la tabla de referencia Screening Quick Reference Table for Inorganics in Freshwater Sediment, emitida por la Administración Oceanográfica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA por su sigla en inglés, *National Oceanic and Atmospheric Administration*)<sup>122</sup>, principalmente para aquellos elementos que no tienen definidos las concentraciones en la normativa canadiense. El nivel de fondo o background denota las condiciones ambientales imperantes antes de cualquier perturbación originada en actividades humanas, es decir, sólo con los procesos naturales en actividad. Hawkes & Webb, (1962), definen este término como «la abundancia normal de un elemento en material terrestre estéril».

De la bibliografía de referencia citada, se han extractado los umbrales de contaminación establecidos en Estados Unidos, background, y Canadá, CEQG: TEL (ISQG), PEL y SEL, para 10 elementos potencialmente tóxicos, que forman parte de la lista de contaminantes prioritarios establecidos por la Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos (EPA) Además de esos elementos se han considerado a los siguientes elementos tóxicos: estaño, hierro, manganeso y aluminio, por las particularidades identificadas en el área de estudio de la auditoría.

Elemento	Background <sup>A</sup>	CEQG <sup>B</sup>		SEL <sup>E</sup>
		TEL (ISQG) <sup>C</sup>	PEL <sup>D</sup>	
	ppm	ppm	ppm	ppm
Zn	7 -38	123	315	820
Ag	<0,50	-	-	-
Cu	10 – 25	35,7	197,0	110,0
Pb	4 – 17	35,0	91,3	250,0
Sb	0,16	-	-	-
Fe	0,99% - 1,8%	-	-	4%
Mn	400	-	-	1100
Cd	0,1 – 0,3	0,596	3,53	10,0
Hg	4 – 51 (ppb)	174 (ppb)	486 (ppb)	2000 (ppb)
As	1,1	5,9	17,0	33,0
Al	0,26%	-	-	-
Cr	7 - 13	37,3	90	110
Ni	9,9	18,0	36	75
Sn	5	-	-	-

<sup>122</sup> Laino R.M., Bello R., Gonzales M., Ramirez N., Jimenes F., Musálem K. «Concentración de metales en agua y sedimentos de la cuenca alta del río Grijalva, frontera México - Guatemala» «Tecnología y Ciencias del Agua» Vol. VI, núm IV, julio agosto de 2015.

---

A: Nivel de fondo (background) Administración Oceanográfica y Atmosférica de los Estados Unidos, NOAA. B: Guías de Calidad Ambiental Canadienses – CEQG  
C: Guía Provisional de Calidad del Sedimento – ISQG  
D: Nivel de Efecto Probable - PEL  
E: Nivel de Efecto Severo – SEL Directrices para la Protección y Gestión de Calidad del sedimento acuático en Ontario Ang. 1993.  
Fuente: Elaboración propia a partir de la Tabla de referencia rápida de detección de compuestos inorgánicos en sedimentos de agua dulce (Screening Quick Reference Table for Inorganics in Freshwater sediment) emitida por la Administración Oceanográfica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA).

Para la evaluación de las consecuencias reales y riesgos potenciales relacionada con la actividad minera se realizaron dos campañas de muestreo en octubre de 2018 y agosto de 2019, ambas en época de estiaje que resulta ser la más representativa para evaluar el nivel de contaminación del río Pilcomayo debido al nivel de agua y su vulnerabilidad a las descargas contaminantes.

El primer muestreo se enfocó principalmente en el río Pilcomayo dentro la subcuenca, sus principales aportantes y cuerpos de agua afectados por la actividad minera en los municipios de Potosí y Tacobamba<sup>123</sup>. En el segundo muestreo fueron prioridad los cuerpos de agua receptores de aguas residuales domésticas crudas y tratadas, así como los efluentes industriales de las ciudades de Potosí y Sucre, de forma complementaria también fueron muestreados ríos con influencia minera, en los municipios de Potosí, Tinguipaya, Tacobamba, Betanzos y San Lucas que no pudieron ser considerados en la primera campaña de muestreo.

En la segunda campaña se tomaron muestras de suelos agrícolas en el municipio de Yamparáez del departamento de Chuquisaca, para verificar la presencia de metales pesados, que de acuerdo a los antecedentes revisados en bibliografía, es uno de los afectados por la explotación minera en la cabecera de la subcuenca<sup>124</sup>.

La toma de muestras de la primera campaña se realizó del 03 al 09 de octubre de 2018. El laboratorio SPECTROLAB, que es una instancia descentralizada de la Universidad Técnica de Oruro estuvo encargado de la toma de muestras (aguas y sedimentos) y los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de las aguas<sup>125</sup>. SPECTROLAB informó que las muestras siguieron una cadena de custodia desde la preparación del material de muestreo hasta la emisión del informe del servicio prestado. Las muestras de agua fueron conservadas en recipientes de plastroformo y refrigeradas con hielo, empleando conservantes químicos según el tipo de análisis a realizar, por su parte las muestras de sedimentos fueron almacenadas en bolsas plásticas y selladas herméticamente. Al final de cada jornada las

---

<sup>123</sup> También se analizaron parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos para el análisis de las consecuencias reales respecto de las aguas residuales domésticas evaluadas en el segundo objetivo específico.

<sup>124</sup> También se analizaron parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos para el análisis de las consecuencias reales respecto de las aguas residuales domésticas evaluadas en el segundo objetivo específico.

<sup>125</sup> De acuerdo a contrato administrativo CM-017/2018 firmado del 19 de septiembre de 2018.

muestras eran remitidas a la ciudad de Oruro donde se encuentran las instalaciones del laboratorio, para su respectivo análisis.

El informe de SPECTROLAB, señaló que el análisis de metales pesados se efectuó empleando el método de análisis por Plasma ICP-MS, que permitió determinar de manera simultánea la concentración de 63 elementos. Los resultados fueron emitidos a través de informes de ensayo para cada muestra tomada, el detalle de los resultados del análisis en agua y sedimentos se encuentra los cuadros 3 y 4 del anexo 5, donde además se incluye una comparación con los límites permisibles establecidos en las normas de referencia empleadas.

Una comisión de la Contraloría conformada por el equipo de trabajo a cargo de la auditoría ambiental acompañó y supervisó el proceso de muestreo, registró en campo las coordenadas de los puntos de cada toma de muestra y registró las observaciones relevantes del medio ambiente. El río Pilcomayo dentro la subcuenca de estudio tiene una longitud aproximada de 818 km, considerando su extensión, los puntos de muestreo se determinaron a partir de un reconocimiento de campo previo a fin de identificar los lugares más relevantes y representativos de la subcuenca.

Fueron tomadas 25 muestras para su respectivo análisis, 22 pertenecen a cuerpos de agua, los ríos Pilcomayo, La Rivera, San Antonio, Molino, Kakina, Tarapaya, Samasa, Miculpaya, Colavi, Tacobamba, Quirpinchaca, Yotala, Mataka, Agua Dulce y Santa Elena. Las tres muestras restantes pertenecen a descargas de aguas residuales domésticas, dos en la ciudad de Potosí y una de la PTAR El Campanario de la ciudad de Sucre, que fueron empleadas para la evaluación de las consecuencias reales y riesgos potenciales relacionados con el segundo objetivo específico. La descripción de los puntos de muestreo se encuentra en los cuadros 1 y 2 del anexo 5 y su ubicación se ha plasmado en el mapa 1 del anexo 2 de este informe. SPECTROLAB también realizó la medición del caudal en los 25 puntos de muestreo, para determinar la carga contaminante que arrastra el río Pilcomayo, los caudales se encuentran registrados en el cuadro 3 del anexo 6.

De los 25 puntos de muestreo, 21 muestras fueron tomadas para el análisis de metales pesados en agua y sedimentos. Los resultados del análisis que se encuentran registrados en los cuadros 3 y 4 del anexo 5, fueron empleados para la evaluación toxicológica de los cuerpos de agua que conforman la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, a partir de su comparación con los límites permisibles establecidos en las normas internacionales de referencia anteriormente citadas.

El segundo muestreo se realizó del 12 al 20 de agosto de 2019. El laboratorio privado ENVIROLAB S.R.L.<sup>126</sup> con sede en la ciudad de Potosí, fue la empresa contratada para realizar la toma de muestras y el análisis toxicológico a las aguas y sedimentos en los

---

<sup>126</sup> A través del Contrato Administrativo CM-019/2019: Prestación de Servicios para la Contraloría General del Estado, del 07 de agosto de 2019.

puntos seleccionados. Las muestras de agua fueron conservadas en recipientes de plastroformo y refrigeradas con hielo, empleando conservantes químicos según el tipo de análisis a realizar. Al final de cada jornada las muestras fueron depositadas en las instalaciones del laboratorio para su análisis o remitidas a la ciudad de Potosí, los días que el muestreo se realizó en el departamento de Chuquisaca. Los resultados de los análisis se presentaron a través de informes de ensayo.

De forma análoga al primer muestreo, el equipo de trabajo de la auditoría supervisó el proceso de muestreo. Fueron tomadas 32 muestras en la segunda campaña, doce en cuerpos de agua receptores de descargas de aguas residuales domésticas en las ciudades de Potosí y Sucre, nueve pertenecen a agua y sedimentos en ríos con influencia minera en los municipios de San Lucas, Potosí, Tinguipaya, Betanzos y Tacobamba, una a la descarga de la PTAR El Campanario<sup>127</sup> y ocho en descargas industriales<sup>128</sup>. Los cuerpos de agua que fueron muestreados para evaluar el grado de contaminación toxicológica son las quebradas Alja Mayu y Huaylulu y los ríos Mataka, Canutillos en el departamento de Potosí y Palca, K'etamayu y Entre Ríos en el departamento de Chuquisaca. La ubicación de los puntos de muestreo fue plasmada en el mapa 2 del anexo 2 de este documento.

Para el análisis toxicológico en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, los puntos de muestreo fueron divididos en dos grupos, en el primero se encuentran los que están ubicados en la microcuenca Thola Palca (excepto los puntos de muestreo sobre el río Pilcomayo) que comprende la zona con mayor actividad minera dentro la subcuenca y en el segundo grupo se encuentran los puntos ubicados en el río Pilcomayo y sus afluentes directos, así como aquellos ubicados en el municipio de San Lucas de la microcuenca Turuchipa. El desarrollo del análisis incluye los puntos de muestreo de las dos campañas, tomando la previsión de señalar de forma expresa el año de muestreo<sup>129</sup>.

De acuerdo al informe de ENVIROLAB para el análisis de estos parámetros el laboratorio empleó métodos normalizados<sup>130</sup>. Los resultados del análisis se encuentran registrados en los cuadros 6, 7 y 9 del anexo 5 de este documento. La ubicación espacial de los puntos de muestreo se encuentra en el mapa 2 del anexo 2. En la siguiente figura se muestra la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, el río Pilcomayo como cuerpo de agua principal y las microcuencas más importantes en la zona de estudio.

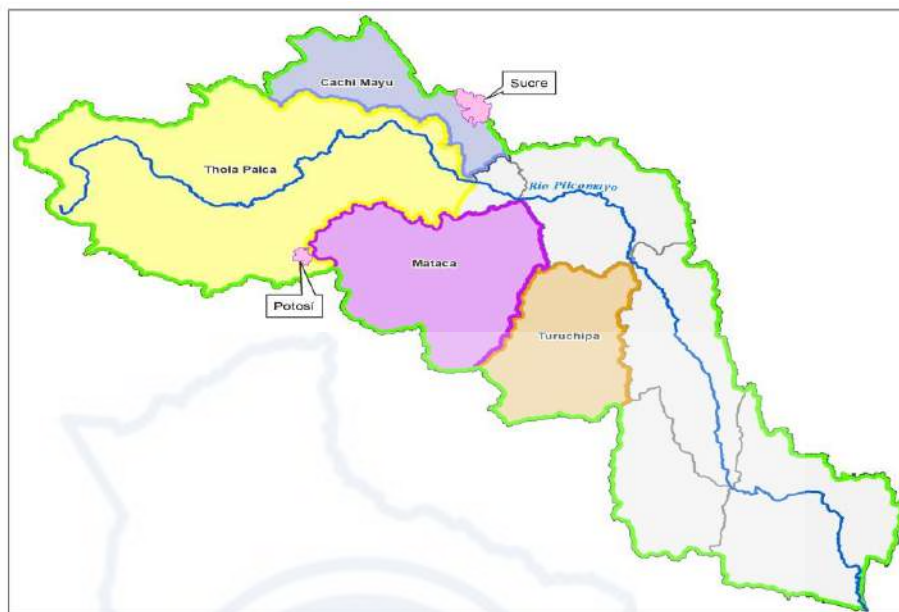
---

<sup>127</sup>Para el análisis de las consecuencias reales relacionados con los objetivos específicos 2.

<sup>128</sup>Para el análisis de las consecuencias reales relacionados con los objetivos específicos 3.

<sup>129</sup>Los códigos empleados para diferenciar las campañas con los siguientes: PX para la primera campaña y P-X para la segunda, X representa la ubicación del punto.

<sup>130</sup>ASTM: Asociación Americana de Ensayo de Materiales (por sus siglas en inglés American Society of Testing Materials), PROC y EPA.



La microcuenca Thola Palca abarca los municipios de Urmiri, Yocalla, Tinguipaya y Tacobamba y parte del municipio de Potosí. En esta microcuenca nace el río Pilcomayo de oeste a este de la cuenca.

El punto de muestreo P1 se encuentra en el río La Rivera en el municipio de Potosí, al límite de su área urbana. Este río que atraviesa la ciudad por la zona sureste, nació como un pequeño torrente intermitente que fungía como una especie de canal (río creado artificialmente) donde convergían las aguas de un sistema complejo de lagunas existentes en el siglo XVI.

La mayoría de los ingenios de la ciudad se sitúan cerca a las orillas del río La Rivera, la mayoría de ellos son de dimensiones pequeñas o medianas, con diferentes grados de tecnología y capacidad de producción, el proceso genera concentrados y residuos (colas). Hasta el año 2004 estos residuos eran descargados de forma directa al río. El año 2004 la Asociación de Ingenios Mineros implementó el dique de colas Laguna Pampa con una vida útil de 2 años y posteriormente se puso en marcha el dique de colas San Antonio en la zona de Cantumarca, sin embargo, es posible que aquellos ingenios que operan al margen de la asociación eliminen sus colas al río directamente<sup>131</sup>. El río La Rivera circula a menos de 100 metros de las colas San Miguel y también recibe agua pluvial y residual de la ciudad<sup>132</sup>.

<sup>131</sup> Informes Ambientales Departamentales 2009-2013, Liga de Defensa del Medio Ambiente. Monitoreo de la contaminación minera y de medio ambiente de la cuenca del río Pilcomayo. Informe de Misión del Experto Europeo Químico de Agua y Minería del 02 de octubre al 24 de noviembre del 2004. Proyecto de Gestión Integrada y Plan Maestro de la cuenca del río Pilcomayo.

<sup>132</sup> Impacto en afluentes del río Pilcomayo por contaminantes adicionales de Drenaje Ácido de Minas desde Cerro Rico, Potosí. William H.J. Strosnider, Freddy S. Llanos, Cristina E. Marcillo, Rubén R. Callapa, Robert W. Nairn. Junio de 2014.





Llama la atención la cantidad de zinc, hierro y aluminio encontradas en la aguas de este río que superan los límites permisibles en 250, 180 y 22 veces, respectivamente. El pH en este punto es de 4.4, dejando en evidencia la acidez de sus aguas y la elevada presencia de metales pesados en dilución que pueden provenir de la escorrentía o filtraciones continuas de aguas ácidas de los diques de colas San Miguel y San Antonio y del mismo Cerro Rico, así como desmontes y pallacos abandonados en las cabeceras de los ríos Checktaca y Huayna Mayu que son afluentes del río La Rivera.

Por su parte, el resultado del análisis a los sedimentos en el P1, confirma la presencia de metales pesados que sobrepasan los estándares internacionales tomados como referencia para esta evaluación. El Nivel de Efecto Severo (SEL) de las Directrices para la Protección y Gestión de Calidad del sedimento acuático en Ontario, Canadá, las Guías de Calidad Ambiental Canadienses CEQG, con dos grados de contaminación, TEL y PEL y el nivel de fondo (background levels) establecido por la Administración Oceanográfica y Atmosférica de los Estados Unidos, NOAA. En el siguiente cuadro se resume la cantidad de veces que las concentraciones de zinc, cobrel plomo, cadmio y arsénico sobrepasan todos los dos niveles establecidos en las guías precitadas:

	Background	ISQG	PEL	SEL
Zinc	94	29	11,3	4,3
Cobre	7	5	No supera el límite	1,6
Plomo	59	29	11	4
Cadmio	37	19	3,2	1,13
Arsénico	2545	474	164	85

Fuente: elaboración propia.

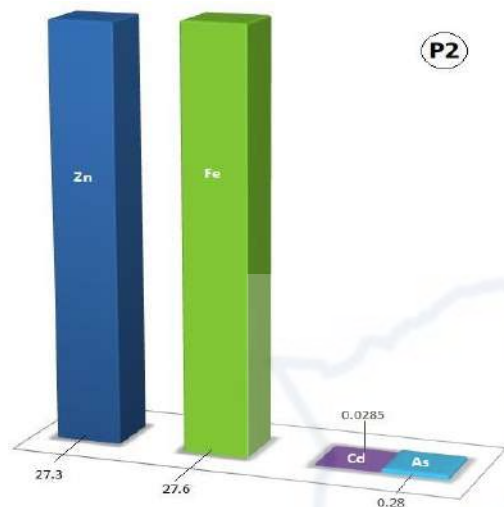
El mercurio es otro metal pesado con elevada concentración, triplica el PEL, por lo tanto representa un alto nivel de contaminación. Por su parte, plata, estaño, antimonio, aluminio y níquel no se encuentran incluidos en la normativa canadiense, sin embargo sus concentraciones superan de forma considerable el background: plata 100 veces, estaño 50 veces, antimonio más de 1300 veces, aluminio 2,8 veces y níquel en 1,7.

El punto P2 se encuentra en el río San Antonio luego de confluir con el río La Rivera. Dicho río nace con el nombre de Huarampaya, recibe aguas residuales y aguas pluviales de la ciudad a través de las quebradas Circunvalación, Cementerio, Aramayo y Tomas Frías de la parte norte de la ciudad y de sus zonas periurbanas, corre por una pequeña área agrícola antes



P2. Río San Antonio luego de su unión con el río La Ribera

de confluir con el río La Rivera. No recibe DAM ni efluentes de procesos minerales.



Las concentraciones de arsénico, hierro, cadmio, manganeso, hierroy cobalto en aguas en este punto sobrepasan el límite establecido en el cuadro A-1 del Anexo 1 del RMCH para aguas clase B. El arsénico y el cadmio son 5,6 veces superiores al límite permisible, el manganeso es 5 veces mayor, el cobalto lo duplica y el hierro es 92 veces más que dicho límite, nuevamente la concentración de zinc supera ampliamente los límites permisibles (1365 veces).

Respecto del punto P1, se nota un incremento de la concentración de arsénico en un 280% y un decremento del 50% en los valores de zinc, hierro y magnesio. Los resultados muestran una dilución de los metales en las aguas del río La Rivera al mezclarse con el río San Antonio.

Los sedimentos en el punto de muestreo también presentan elevadas concentraciones de metales pesados, el zinc, cobre, plomo, cadmio, mercurio y arsénico superan todos los niveles establecidos en las guías canadienses y norteamericanas, tomadas como referencia, en la tabla siguiente se presenta la cantidad de veces que sobrepasan dichos límites.

	Background	ISQG	PEL	SEL
<b>Zinc</b>	>131	>41	>16	>6,1
<b>Cobre</b>	7,3	5,2	No supera el límite	1,7
<b>Plomo</b>	52,8	25,6	10	3,6
<b>Cadmio</b>	74	37,4	6,31	2,23
<b>Mercurio</b>	52,3	15	5,5	1,33
<b>Arsénico</b>	1272	237	82	42

Fuente: elaboración propia.

El background que representa sedimentos sin perturbaciones por actividades humanas, es enormemente superado por estos seis elementos, principalmente por el arsénico cuya concentración es más de 1000 veces el nivel de fondo, seguido por el zinc que lo sobrepasa por más de 100 veces, el cadmio 74 veces y el plomo y el mercurio más de 50 veces. La concentración de níquel en este punto casi duplica el background pero se encuentra debajo de los límites establecidos para en las CEQG y el SEL.

Las concentraciones de plata, estaño, antimonio y aluminio, sobrepasan ampliamente los niveles de fondo (background) establecidos por la NOAA, la concentración de plata es 54 superior, del estaño 23 veces mayor, del antimonio 675 veces y el aluminio 4,5 veces. Comparando estas concentraciones con las reportadas en el río La Rivera, se tiene que las

concentraciones de zinc, cadmio, mercurio y aluminio son superiores, el resto de metales pesados sufren un decremento, aspecto que puede atribuirse a su capacidad de movilidad en los sedimentos y el arrastre de los mismos por el curso de río.

En la segunda campaña de muestreo (2019) se analizaron las aguas y los sedimentos del río Jayaj Mayu (P-6 y P-7) aportante del río Agua Dulce que aguas abajo se une al río San Antonio. El río Jayaj Mayu recibe DAM de la zona de explotación minera del suroeste de Cerro Rico, antes de unirse con el río Agua Dulce impacta con un afluente sin nombre que aguas arriba es un recurso clave para parcelas. Después de esa confluencia el río Jayaj Mayu bordea pequeñas parcelas agrícolas, pero no parece ser usado para irrigación por la degradación severa<sup>134</sup>. Este río también bordea el dique de colas San Antonio. El punto P-6 está ubicado antes del dique San Antonio, los resultados de laboratorio practicados a sus aguas, mostró la presencia de cobre, zinc, cadmio, plomo, hierro y plata en concentraciones que sobrepasan los límites establecidos en el RMCH para aguas clase B.



Escorrentía al río Javai Mavu

En este punto los metales pesados críticos en orden descendente respecto de su concentración son el zinc cuya concentración excede  $2,7E+4$  veces el límite permitido, el hierro lo supera  $1,02E+3$  veces, el cobre 858 veces, el cadmio está 293 veces encima de lo admisible, plata es 4 veces más grande y el plomo lo duplica. El pH es extremadamente ácido (2,87). Los resultados bien pueden permitir afirmar que estas aguas son básicamente Drenaje Ácido de Mina (DAM) y/o Drenaje Ácido de Roca (DAR), si consideramos la época de estiaje del muestreo. Como fue mencionado, estas aguas provienen de una parte del Cerro Rico, pero también es posible que las mismas procedan de escorrentías de los diques por donde circula el río, tal como puede observarse en la imagen. El caudal en este punto es reducido, 3,3 l/s, aun así la cantidad de metales disueltos transportados no es despreciable, pues equivale aproximadamente a 12 kg/día de zinc si el caudal se mantiene

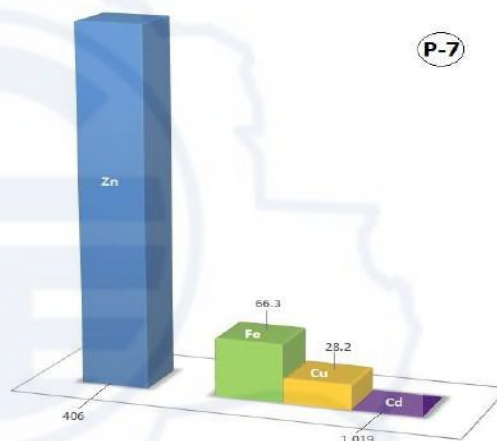
<sup>134</sup> Impacto en afluentes del río Pilcomayo por contaminantes adicionales de Drenaje Ácido de Minas desde Cerro Rico, Potosí. William H.J. Strosnider, Freddy S. Llanos, Cristina E. Marcillo, Rubén R. Callapa, Robert W. Nairn. Junio de 2014.

constante. Sus sedimentos por su parte también tienen metales pesados, sin embargo en menor magnitud debido al pH de sus aguas que no permiten la precipitación de estos elementos. El zinc excede 20% el TELy es 4 veces mayor que el background. La plata duplica el nivel de fondo.

A medio kilómetro del punto P-6, se encuentra el punto P-7 sobre el mismo río Jayaj Mayu, sus aguas aún tienen pH ácido (2,65), y los mismos metales pesados identificados en el punto P-6 tienen concentraciones por encima de límite permisible para clase B, pero en menor magnitud, el zinc es  $2,0E+4$  veces el límite permitido, el cobre 564 lo supera veces y el hierro 221 veces, por su parte el cadmio está 204 veces encima de lo admisible, la plata es 4 veces más grande y el plomo lo excede 60%. Análogamente al punto P-7, el río continúa arrastrando aguas ácidas por su curso, la reducción de la concentración de los metales pesados puede deberse al aporte de aguas limpias a través de alguna quebrada, La precipitación de estos metales es poco probable debido al pH de sus aguas.



P-7. Río Jayaj Mayu



Respecto de los sedimentos el zinc y el cadmio exceden 45% y 9%, respectivamente el TEL y son casi 5 y 2 veces mayor que el background. La concentración de plata duplica el nivel de fondo. En estos resultados debe considerarse que el pH de sus aguas que no permiten la precipitación de estos elementos.

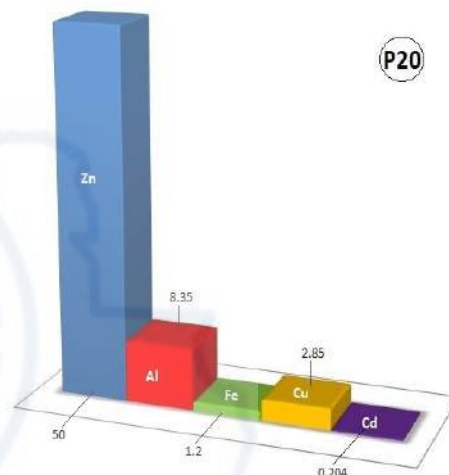
Continuando con los puntos de muestreo de la primera campaña, el punto P20 se encuentra en el río Agua Dulce antes de confluir con el río San Antonio. Las Cabeceras de este río se encuentran en un área agrícola de baja densidad poblacional y con poca minería. El río Vilacollu Mayu es un afluente del río Agua Dulce, que recibe los drenajes de la ladera sur del Cerro Rico y Cerro Chico, por su parte, la quebrada Chimirazo que es aportante del río Villacollu Mayu es impactada por varias descargas de DAM (minas abandonadas y minas activas). Por su parte la región Chimborazo del Cerro Rico impacta al río Villacollu Mayu

que posteriormente es empleada en la agricultura en el pueblo Vilacollu. El río Agua Dulce bordea algunas haciendas y es usada para la agricultura a lo largo de su recorrido<sup>135</sup>.

En este punto, las concentraciones de cobre, zinc, cadmio, níquel, aluminio, hierro y manganeso superan los límites establecidos en el RMCH para cuerpos de agua clase B, según su aptitud de uso. El cobre excede casi 60 veces este límite permisible, el cadmio 40 veces, el aluminio 17 veces, el manganeso casi 9 veces, el níquel lo duplica y el hierro lo cuadruplica. Por su parte el zinc, que es un elemento crítico en la zona lo sobrepasa más de 2500 veces. El pH en este punto es levemente ácido lo que permite cierta solubilidad de los metales pesados y su arrastre aguas debajo de la fuente de contaminación. Con estos valores el río Agua Dulce no puede ser empleado para riego.



P20. Río Agua Dulce



Los sedimentos en este punto también tienen concentraciones de metales pesados que superan los límites establecidos en las guías canadienses. Los valores obtenidos de zinc y arsénico sobrepasan todos los estándares de referencia, superando el SEL en un 20% en el caso del zinc y más de 6 veces en el caso del arsénico. Por su parte, el cobre y el plomo también tienen concentraciones elevadas, no superan el SEL pero si las guías CEQG, el PEL es superado con un 17% respecto del cobre y un 27% respecto del plomo, sus concentraciones sobrepasan 9 y 7 veces, respectivamente el background.

El resto de los elementos analizados, plata, estaño, antimonio, aluminio, cromo y níquel superan el background en distintas magnitudes, la plata y el estaño están 9 y 6 veces, respectivamente, por encima de este nivel de referencia. El valor obtenido para el antimonio es 100 veces más grande que el definido en el background y de aluminio lo es 10 veces, finalmente, los niveles admisibles de níquel y cromo son levemente excedidos en los sedimentos en este punto. Dado que el pH de las aguas de este río es levemente ácido los metales pesados se encuentran en solución limitando en cierto grado la precipitación en su

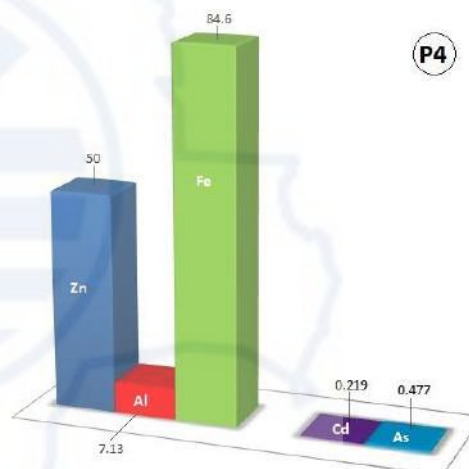
<sup>135</sup> Impacto en afluentes del río Pilcomayo por contaminantes adicionales de Drenaje Ácido de Minas desde Cerro Rico, Potosí. William H.J. Strosnider, Freddy S. Llanos, Cristina E. Marcillo, Rubén R. Callapa, Robert W. Nairn. Junio de 2014.

lecho, a pesar de ello la presencia de metales pesados en sus sedimentos muestra claramente el alto grado de contaminación.

La unión de los ríos San Antonio y Agua Dulce forman el río Kakina que atraviesan tierras del municipio de Yocalla, luego de 6 km de recorrido, recibe las aguas del río Molino (conocido también como río Cayara), antes de esta confluencia se encuentra ubicado el punto de muestreo P4. Los resultados de laboratorio dan cuenta que ciertos metales pesados sobrepasan los límites establecidos en el RMCH para aguas clase B en las siguientes magnitudes: el hierro 282 veces, el cadmio 42, el arsénico casi 10 veces y el níquel lo duplica. Con estas concentraciones, las aguas de este río no pueden ser empleadas para riego. Por otro lado el pH del río es ácido (4,5), con olor a copajira y sedimentos de color naranja en el fondo, esto explica las elevadas concentraciones de arsénico, hierro y cadmio que incluso superan las determinadas en el río La Rivera y Agua Dulce, es posible que se deba a la existencia de minería pasiva (desmontes o pallacos) cercana al río que generan aguas ácidas que oxidan y disuelven el sulfuro contenido en los minerales de las acumulaciones, asimismo el efecto sinérgico de sus afluentes influyen en estos resultados.



**P4. Río Kakina**



Esta contaminación también se encuentra presente en los sedimentos, las concentraciones de zinc, cobre, plomo, cadmio y arsénico superan todos los niveles de referencia empleados para esta evaluación, la magnitud de las veces que cada metal pesado supera estos límites, se encuentra resumida en la siguiente tabla:

	Background	ISQG	PEL	SEL
Zinc	68	21	8	3
Cobre	6,3	4,4	No supera el límite	1,4
Plomo	30	15	5,6	2
Cadmio	40	20	3,4	1,19
Arsénico	833	155	54	28

Fuente: elaboración propia.

Las concentraciones de zinc, plomo y arsénico principalmente dejan en evidencia el grado de contaminación de los sedimentos en este río, como resultado del arrastre de metales pesados desde las fuentes fijas y difusas de contaminación que se encuentran aguas arriba del río Kakina, así como por la sedimentación de los metales pesados en dilución con el incremento del pH.

El punto de muestreo P3 se encuentra en el río Molino (o Cayara) antes de confluir con el río Kakina (juntos forman el río Tarapaya). A orillas del río existen cultivos que son regados con sus aguas. Los comunarios de la zona informaron que en las cabeceras del río existen minas que están siendo explotadas. En este punto no se identificaron metales pesados cuyas concentraciones excedan los límites permisibles en el RMCH para clase B, excepto el zinc que duplica la concentración máxima aceptable. Su pH es levemente básico (8.1), lo que limita la solubilidad de metales pesados que podrían ser transportados desde la parte alta.



P.3. Río Molino

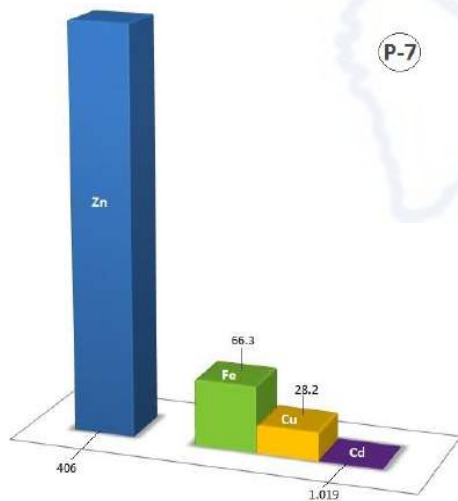
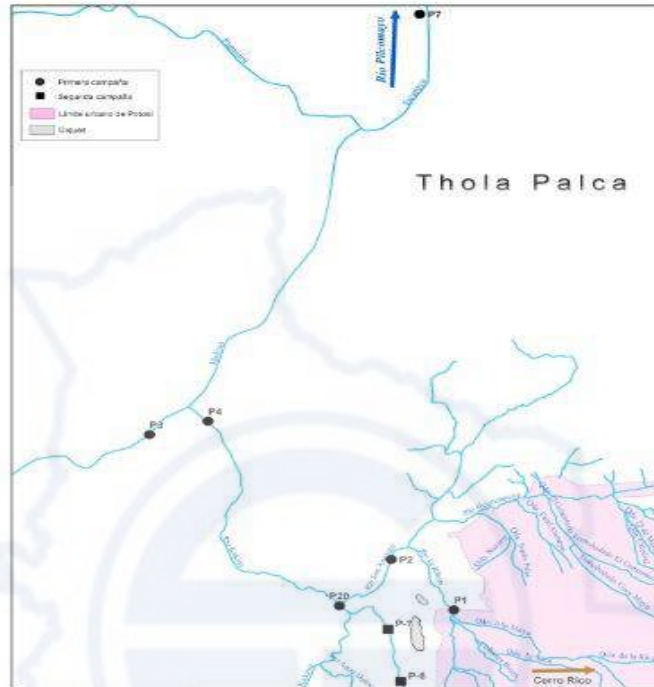
Los sedimentos del río Molino presentaron resultados distintos al de sus aguas, algunos elementos tóxicos registraron concentraciones que superan el Background y las guías CEQG. El arsénico sobrepasa el background 25 veces y el PEL en un 66%, el zinc supera el Background más de 3 veces y ligeramente el PEL. El estaño, cadmio, plomo, antimonio, aluminio, cromo y níquel sobrepasan el Background pero no las guías canadienses, las concentraciones de antimonio y aluminio son 14 y 9 veces, respectivamente superiores al Background, y las concentraciones de cromo y níquel lo

sobrepasan en un 15%. Estos resultados indican que la explotación de minerales en la cabecera del río afecta al río Molino, los metales pesados son arrastrados y sedimentados al aumentar el pH del agua, contaminando su lecho lo que podría afectar a los cultivos de la zona.

El río Molino al unirse con el río Kakina recibe el nombre de río Tarapaya y con ese nombre se une al río Pilcomayo. A casi 12 km de dicha confluencia y a 15 km del río Pilcomayo se encuentra el punto de muestreo P7. En este punto aún se identificaron ciertos metales pesados con concentraciones superiores a la clase B del RMCH y los estándares de referencia internacionales para sedimentos.

El curso del río tiene presencia de zinc, cobre, cadmio y manganeso superiores a clase B, siendo los más críticos zinc y cadmio que sobrepasan los límites 1250 y 16 veces. El pH del agua a esta altura aún se encuentra ácido (5,4) lo que permite la solubilidad de los metales pesados. La contaminación por metales pesados a esta altura podría deberse a desmontes o

minas inactivas cuyas aguas ácidas llegan al río Tarapaya a través de quebradas y la sinergia de los ríos La Rivera, Alja Mayu y Agua Dulce, con metales pesados en sus aguas.



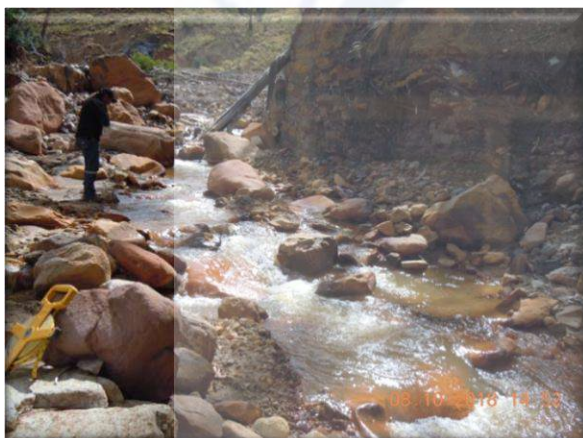
P.7. Río Tarapaya

Los sedimentos del río Tarapaya, tienen presencia de zinc y arsénico, sus concentraciones superan todos los niveles de contaminación fijados por las normas canadiense y norteamericana. El arsénico alcanza un valor que es 7,6 veces mayor que el SEL y 228

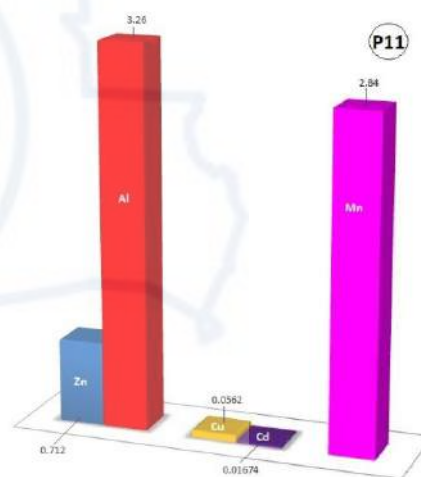


veces más que el background, por su parte el Zn supera el PEL en un 23% y es 26 veces más alto que el background. También se ha identificado la presencia de cadmio y plomo que superan las guías canadienses CEQG y el Background pero no el PEL. La concentración de cobre no supera los límites del PEL pero es 50% más elevada que el TEL. Los niveles de contaminación para plata, estaño, antimonio y aluminio que no fueron establecidos en las normas canadienses, fueron comparados con el background que lo superan ampliamente, el elemento más crítico es antimonio cuya concentración es 234 más elevada, le sigue la plata que lo supera 11 veces, el aluminio 7 veces y estaño 5. Lo expuesto da cuenta que la contaminación del río Tarapaya es el resultado de las actividades que se practican en los recursos hídricos que forman este río, los metales pesados en dilución y sedimentados que son arrastrados lejos de la fuente de contaminación. La siguiente imagen muestra la ubicación de los puntos de muestreo en el municipio de Potosí.

El municipio de Tacobamba también forma parte de la microcuenca Tholapalca, su principal actividad es la minería, con centros mineros y comunidades que se dedican a esta actividad de forma intensiva (minas e ingenios), asimismo existen desmontes y pasivos ambientales<sup>136</sup>. Fueron muestreados los ríos Colavi el año 2018 y Canutillos del año 2019.



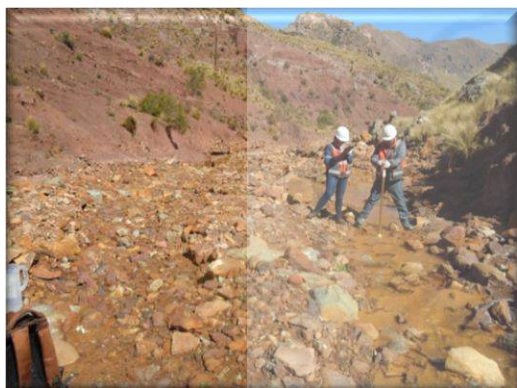
P.11. Río Colavi



El punto de muestreo en el río Colavi tiene el código P11 y está ubicado después de la comunidad San Felipe de Colavi, los resultados del análisis de agua mostraron que las concentraciones de cobre, zinc, cadmio, aluminio y manganeso superan el límite permisible establecido en el RMCH para clase B. Los más críticos son zinc y cadmio cuyos valores sobrepasan 36 y 33 veces el estándar, respectivamente, el manganeso lo triplica y el cobre es 12% mayor. El pH del agua es ácido (4,7) y está acompañada del olor característico de copajira, dejando en evidencia la presencia de aguas ácidas en el río (DAM o DAR). Aguas abajo existe actividad agrícola, pero no emplean el agua del río debido a su evidente contaminación.

<sup>136</sup> En julio de 2014 colapsó el dique de colas de la empresa minera Santiago Apostol en la comunidad Canutillos de Tacobamba, las descargas llegaron al río Colavi. Fuente: Diario Página 7, 12 de julio de 2014.

Los sedimentos también muestran contaminación por metales pesados, los elementos más críticos en orden descendente son: arsénico que excede todos los estándares, por su parte las concentraciones de zinc, cobre, plomo y cadmio, están por debajo del PEL pero superan el TEL, el plomo y el zinc en un 23 y 5% respectivamente y el cobre y el cadmio lo duplican. Para plata y antimonio no fueron definidos los valores de contaminación en las guías canadienses, sin embargo sus concentraciones son críticas respecto del background, pues sobrepasan este nivel 22 y 150 veces respectivamente.



**P-10. Río Canutillos-Tacobamba**

El punto P-10 se encuentra en el río Canutillos antes de la comunidad del mismo nombre, el muestreo se realizó el año 2019 como parte de la segunda campaña. El río transporta aguas ácidas, y sus sedimentos tienen un color amarillo rojizo característico de cuerpos de agua afectados por la minería. Sus aguas transportan cobre, zinc, hierro y cadmio sus concentraciones superan ampliamente los límites establecidos para clase B en el RMCH, el metal pesado más crítico es el zinc que excede en  $3,7E+3$  este umbral, el hierro 332 veces, el cobre lo

sobrepasa 129 veces y el cadmio 11 veces. El análisis de los sedimentos mostró que ningún elemento supera los umbrales del background, sin embargo, por las características del lecho del río y los antecedentes de los problemas de contaminación reportados en la prensa<sup>137</sup> sería importante corroborar este resultado y realizar un monitoreo a todo el cuerpo de agua.

El segundo grupo de puntos de muestreo, se encuentran ubicados en el río Pilcomayo y los principales afluentes directos con antecedentes mineros. Las muestras de aguas del río Pilcomayo no presentan concentraciones significativas de metales pesados, un análisis sucinto se expone a continuación.

En la microcuenca Thola Palca se consideraron cuatro puntos de muestreo sobre el río Pilcomayo, P5, P6, P8 y P13. El primero P5 está ubicado aproximadamente a 92 km de su nacimiento antes de confluir con el río Urmiri, no se identificó actividad minera importante. Después de 26 km, antes de su confluencia con el río Viloyu Mayu se encuentra el punto de muestreo P6, donde se identificó un canal de desvío para una hidroeléctrica, asimismo se observaron algunos cultivos de autoconsumo. El punto P8 está ubicada a 48 km del punto P6 luego de recibir las aguas del río Tarapaya (a 17 km de su confluencia). Finalmente el punto de muestreo P13 se encuentra en el municipio de Tacobamba luego de confluir con el río del mismo nombre.

<sup>137</sup>Ruptura del dique de colas Apostol Santiago en Canutillos. Medio de prensa (Opinión, Correo del Sur del año 2014).



**P5 Río Pilcomayo antes de confluir con el río Urmiri**



**P.6. Río Pilcomayo, antes de su unión con el río Viloyu Mayu**

Las muestras de aguas del río Pilcomayo en los cuatro puntos señalados no presentan concentraciones que superen los límites establecidos en el RMCH para aguas clase B, excepto el Zn que sobrepasa estos límites levemente en el punto P5 pero es 15 y 9 veces mayor en los puntos P8 y P13, respectivamente, por lo tanto no es recomendable emplear sus aguas para riego, en estos dos últimos puntos. El promedio del pH es de 8,2, característica del río Pilcomayo junto a su gran capacidad de transportar sedimentos.

Respecto a los sedimentos, en los puntos P5 y P6 ninguno de los metales pesados analizados superan los límites establecidos en el SEL, el arsénico supera los estándares definidos en las Guías de Calidad Ambiental Canadienses, CEQG. El background es superado levemente por las concentraciones del zinc, antimonio y aluminio en ambos puntos, sin embargo en el punto P6 se pueden apreciar mayor presencia de metales pesados en sus lechos.



**P-8. Quebrada Huaylulu**

En el punto de muestreo P8, las concentraciones de metales pesados en sedimentos no superan el SEL pero sí presenta concentraciones significativas de zinc, cadmio y arsénico, que superan las CEQG. El más crítico es el arsénico, seguido por el zinc y cadmio. Otros elementos críticos que no tienen niveles establecidos en las guías canadienses son el antimonio y aluminio que superan el background 36 y 5 veces respectivamente. A esta altura el río Pilcomayo ya arrastra aguas del río Tarapaya donde se identificaron altas concentraciones de zinc, plomo, antimonio, cadmio y arsénico en sus sedimentos, dejando ver que la carga contaminante puede ser transportada a través de grandes distancias.

A pocos kilómetros del punto P8, la quebrada Huaylulu confluye con el río Pilcomayo. Este cuerpo de agua que se encuentra en del municipio de Tiguipaya fue objeto de muestreo el

año 2019, en su cabecera se explota mineral de forma esporádica por pequeñas cooperativas conformada por los mismos comunarios. Los resultados de laboratorio mostraron la ausencia de metales pesados que superen lo establecido en el RMCH para aguas clase B. En sus sedimentos sólo se evidenció que el Zn y Ag superan levemente el background. Estos resultados son puntuales y manifiestan la situación del río al momento del muestreo.

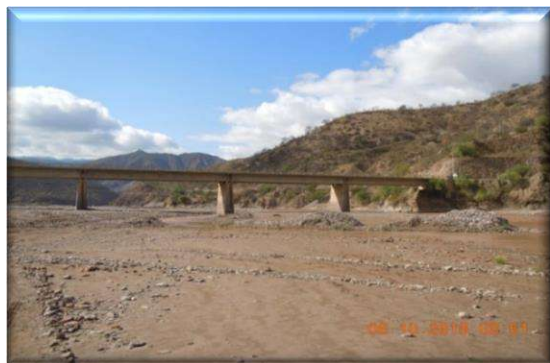
El punto de muestreo P13 está ubicado en el río Pilcomayo luego de su unión con el río Tacobamba, el pH de sus aguas es ligeramente básico (8,2), no se identificaron concentraciones que superen la clase B del RMCH excepto el zinc cuya concentración es 9 veces mayor, sin embargo sus sedimentos, presentan concentraciones significativas para algunos metales pesados, el más crítico es el arsénico que supera el SEL y el zinc, plomo y cadmio exceden los límites del TEL.



P.13. Río Pilcomayo antes de su confluencia con el río Tacobamba

Por su parte la concentración de antimonio supera en 41 veces al background y la plata lo duplica. Comparando estos resultados con el punto P8 se puede apreciar un leve incremento en la concentración de la mayoría de los elementos, lo que deja en evidencia la acumulación y el poder de arrastre de metales pesados desde las fuentes de contaminación (Potosí y Tacobamba principalmente), asimismo, se puede advertir que las actividades realizadas en el municipio de Tacobamba afectan más al río Pilcomayo que al mismo río Tacobamba.

El punto de muestro P16 sobre el río Pilcomayo, se encuentra en el límite de las micruencas Thola Palca Cachi Mayu y Tasa Pampa, en estas dos últimas no existe actividad minera. En este punto sus aguas no presentan concentraciones de metales pesados que superen los límites establecidos en el RMCH para clase B, excepto el zinc que lo sobrepasa en un 50%. En los sedimentos, el arsénico supera casi 10 veces los niveles establecidos en el TEL, lo



P16. Río Pilcomayo después de confluir con el río Yotala

que representa perturbaciones que podrían ocasionar efectos biológicos adversos. El antimonio y el aluminio también son críticos en este punto, sus concentraciones son 11 y 2,5 veces mayores que el background. A pesar de evidenciarse una reducción de las concentraciones de zinc, plomo, antimonio y aluminio, respecto del punto de muestreo P13, la contaminación generada en la red hidrográfica del río Tarapaya y Tacobamba aún tiene influencia sobre el río Pilcomayo después de 55 km.

El río Mataka de la microcuenca del mismo nombre, es un afluente directo del río Pilcomayo, se forma por unión de varias quebradas desde su nacimiento, los ríos Samasa (P9), Miculpaya (P10) se encuentran en el municipio de Chaquí, junto con el río Mataka (P17), con cierta influencia minera fueron muestreados.

No se encontraron concentraciones de metales pesados en estas aguas que sobrepasen los límites establecidos para clase B del RMCH, excepto el zinc en el punto de muestreo P17 que excede este límite 2,6 veces.



P.10. Río Miculpaya



P9. Río Samasa

Respecto a los sedimentos, el río Samasa (P9) no tiene influencia minera considerable, se practica la extracción de áridos y algunas parcelas de cultivos son regadas con aguas del río. Sus sedimentos contienen zinc que sobrepasa en un 30% el PEL. El cadmio y el arsénico exceden 4 y 2,5 veces, respectivamente, el límite establecido en el TEL, estos resultados muestran la posibilidad de efectos biológicos adversos en el río.

El background es superado ampliamente por las concentraciones de antimonio y aluminio, 36 y 5 veces respectivamente, el níquel exceden este nivel en un 27% y el plomo lo duplica.

El río Samasa y otros cuerpos de agua pequeños forman el río Miculpaya (P10), donde existe actividad agrícola a mediana escala, sus cultivos son regados con agua de este río. Aguas abajo el río Miculpaya luego de unirse con ríos y quebradas de menor magnitud forma el río Mataka que se une al río Pilcomayo. En este punto el mercurio excede el PEL en un 15% y el As en un 46% el TEL. El antimonio y el aluminio superan el background, 13 y 4 veces, respectivamente.

El río Mataka fue objeto de muestreo en ambas campañas, se encuentra en el municipio de Betanzos, donde existe actividad minera en las cabeceras de los ríos practicada principalmente por los comunarios. Para el año 2019 el punto de muestreo (P-9) se encuentra antes de confluir con el río Tanana, a 17 km de confluir con el río Pilcomayo, no



**P-9. Río Mataca antes del río Tanana**

presenta concentraciones significativas de metales pesados en aguas y sedimentos. Las concentraciones y los sedimentos no exceden en ningún caso el background.

El año 2018 el punto de muestreo en el río Mataca (P17), que se encuentra aguas abajo del punto P-9 (2018) aproximadamente a 6 km de su confluencia con el río Pilcomayo, mostraba que los sedimentos en este punto son una referencia de la capacidad de movilidad de los metales pesados

desde la fuente de contaminación, los resultados mostraron que dos metales pesados superan el límite establecido en TEL, el arsénico 46% y el níquel 52%, por lo tanto la posibilidad de efectos biológicos adversos en el río está vigente. Asimismo, el aluminio y el antimonio también se encuentran en concentraciones significativas respecto del background, sobrepasando este nivel 5 y 8 veces respectivamente.

Los siguientes puntos en el río Pilcomayo se encuentran en los municipios de Yamparáez (P18) e Icla (P19), de Chuquisaca. En estos municipios no se practica la actividad minera, por lo que los aportantes del río Pilcomayo en esta zona estarían libres de metales pesados. De estos dos puntos de muestreo, sólo en el punto P18 se analizaron sus aguas, el resultado reportó que los principales metales pesados tienen concentraciones por debajo del límite establecido en el RMCH para clase B, excepto el zinc que es tres veces mayor.



**P.18 Río Pilcomayo en el municipio de Yamparáez**

Los sedimentos en el P18 tienen presencia de zinc y arsénico que superan el TEL. El antimonio y el aluminio superan 12 y 4 veces, respectivamente el background, nivel que también es excedido levemente por el níquel y cadmio en un 30% y 47%, respectivamente.

En el punto P19, la situación es similar, el arsénico también duplica el TEL. El background es superado por el zinc, antimonio y aluminio en las siguientes proporciones: 2,5, 9 y 7 respectivamente.



**P.19. Río Pilcomayo en el municipio de Icla**

Es un factor común la presencia de zinc, arsénico, aluminio y níquel a lo largo del curso del río Pilcomayo, en concentraciones relativamente constantes en los últimos puntos, advirtiéndose la capacidad de arrastre de estos metales pesados a través de los sedimentos desde las fuentes de contaminación.

De forma complementaria el año 2019 se realizó un muestreo en los canales de desvío de aguas del río Pilcomayo (P-18) en la población de Sotomayor en el municipio de

Yamparáez, población que se estuvo afectada por mucho tiempo por la contaminación generada en la parte alta de la subcuenca. La construcción de los diques de colas Lagunas Pampa y San Antonio los años 2004 y 2007, redujeron considerablemente esta contaminación. En esa zona se construyó una planta de abatimiento de metales, pero no llegó a funcionar.

Los resultados de laboratorio en aguas y sedimento no presentan concentraciones que superen los estándares establecidos, excepto el zinc en sedimentos que duplica el ISQG.

Asimismo, se realizó un muestreo de suelos en la misma zona, en parcelas que se riegan con aguas de río, se tomaron muestras en cultivos de zanahoria (P-30), remolacha (P-31) y lechuga (P-32). En ninguno de los suelos se encontraron concentraciones significativas de metales pesados. Los resultados del análisis de laboratorio se encuentran en el cuadro 9 del anexo 5 de este documento



**P.22. Río Pilcomayo, después de confluir con el río Santa Elena**

El último punto de muestreo del río Pilcomayo (P22) en la subcuenca se encuentra luego de su confluencia con el río Santa Elena (sin influencia minera) en el departamento de Chuquisaca.

La muestra de agua fue tomada a 134 km del punto P19, no se encontraron concentraciones de metales pesados que superen los límites establecidos en el RMCH para aguas clase B, sin embargo, los sedimentos si contienen estos elementos, arsénico y níquel exceden el límite establecido en el TEL en un 61% y 20%,

respectivamente. Para el antimonio y el aluminio las normas canadienses no determinaron

los niveles de contaminación, pero sus concentraciones superan ampliamente los niveles de fondo, el antimonio casi 7 veces y el aluminio 6, dejando en evidencia la perturbación por estos elementos en sus sedimentos. En este punto, también se verificó la presencia de zinc que duplica el background y el cromo que lo excede en un 46%.

El municipio de San Lucas tiene actividad minera de explotación, parte de sus cuerpos de agua desembocan en el río Pilcomayo (microcuenca Turuchipa) y el resto en el río Pilaya que forma parte subcuenca del mismo nombre. El año 2019 se tomaron muestras de agua y sedimentos en tres ríos Palca (P-19), K'etamayu (P-20) y Entre Ríos (P-21), en sus cabeceras se practica la explotación a baja escala, principalmente por cooperativas mineras cuyos socios son los pobladores que también se dedican a la agricultura.

La contaminación de los cuerpos de agua se muestra evidente cuando se realiza la actividad minera, ya sea explotación o transformación del mineral, pues generalmente se emplea agua para este trabajo, en ese contexto, conviene subrayar que la explotación de minerales se realiza de forma esporádica.

A casi 100 km del punto P22 se encuentra el límite de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, que no fue posible tomar una muestra debido a la dificultad de llegar al río a esa altura, sin embargo en la auditoría de desempeño ambiental sobre la contaminación hídrica en las subcuencas Tumusla y San Juan del Oro, se realizó un muestreo en el límite de la subcuenca, el resultado del análisis de sus sedimentos dio cuenta que la concentración de cromo sobrepasa levemente el PEL, los niveles de arsénico y níquel sobrepasan el TEL en un 40% y 75% respectivamente. Los niveles de fondo son sobrepasados por el antimonio y el aluminio. No se cuantificaron concentraciones de metales pesados en agua por encima del límite de detección del método empleado por el laboratorio.

Recapitulando, las concentraciones encontradas en las aguas y los sedimentos del río Pilcomayo y sus principales afluentes dentro la subcuenca en ambas campañas, ha permitido demostrar la magnitud del impacto negativo que ocasiona la actividad minera a este recurso hídrico, incluso lejos de las fuentes principales de contaminación.

Los cuerpos de agua más afectados por la explotación minera y su transformación se encuentran en los municipios de Potosí y Tacobamba. En Potosí, los ríos La Rivera, Alja Mayu, Jayaj Mayu, Agua Dulce que se unen al río San Antonio y aguas abajo forman el río Kakina y posteriormente el río Tarapaya, son los que presentan concentraciones críticas de metales pesados, tanto en agua como en sedimentos.

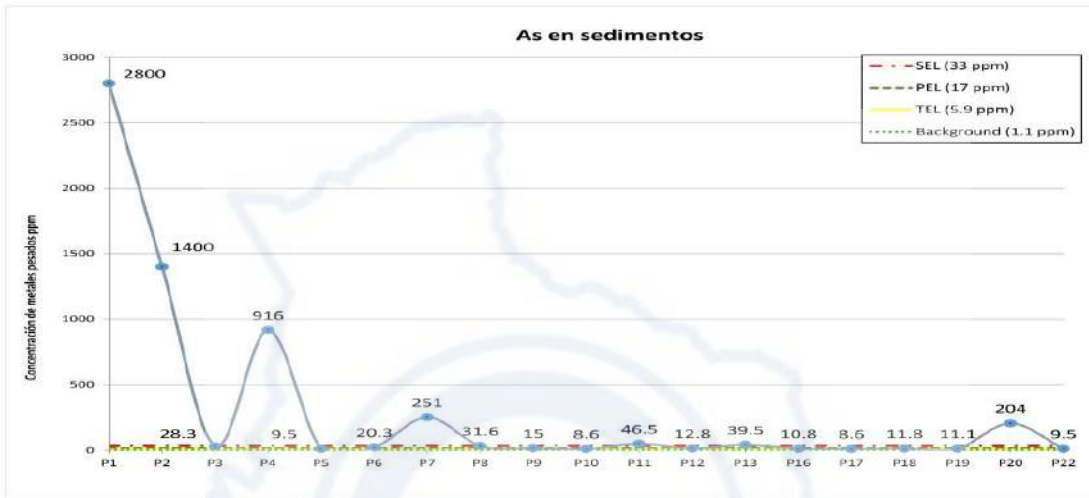
En el municipio de Tacobamba, los ríos Colavi y Canutillos se ven seriamente afectados por la actividad minera practicada en las poblaciones del mismo nombre, ambos cuerpos de agua desembocan en el río Tacobamba que es afluente del río Pilcomayo. No se puede dejar de mencionar los ríos Samasa y Miculpaya cuyos sedimentos presentan un cierto grado de contaminación.



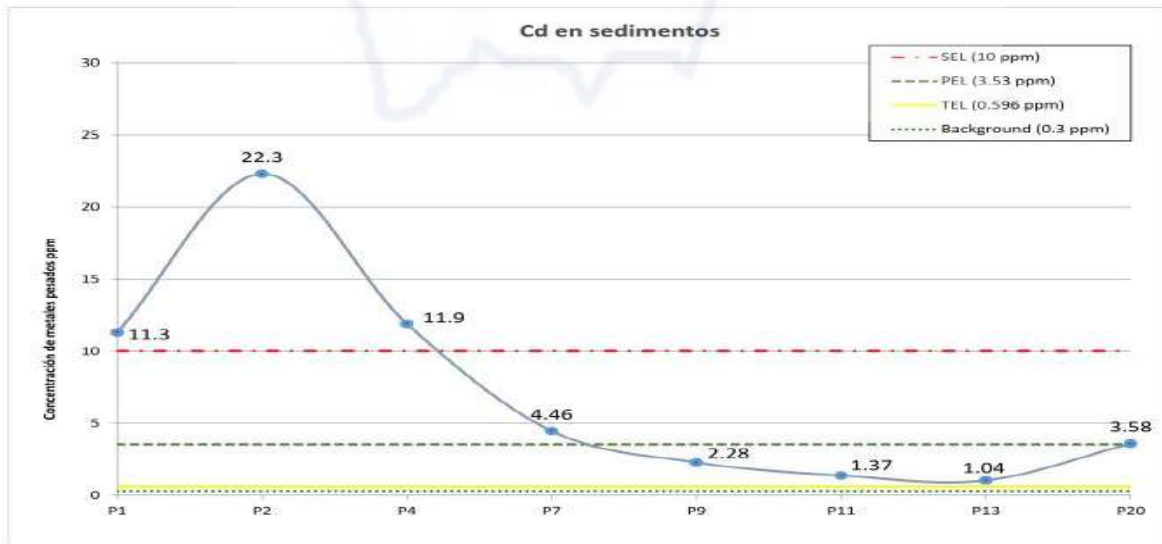
Entre los elementos más críticos en aguas de los ríos precitados se encuentran el zinc y cadmio que en todos los puntos sus concentraciones exceden exponencialmente los estándares establecidos en el RMCH para aguas clase B. En el 50% de estos puntos la concentración de arsénico, aluminio, cobre y hierro sobrepasan ampliamente estos límites, por su parte, el níquel está presente con concentraciones críticas en tres de los siete ríos severamente contaminados (Kakina, Agua Dulce y Tarapaya).



Los sedimentos dejan en evidencia el impacto ambiental negativo que genera la industria minera en esos cuerpos de agua, el zinc y el arsénico presentan concentraciones que superan ampliamente el SEL (alto grado de contaminación) en todos los ríos (excepto el río Molino) que forman parte de la red hidrográfica del río Tarapaya, incluido este último, si bien la concentración se reduce en el río Tarapaya, a esa altura aún supera el SEL.



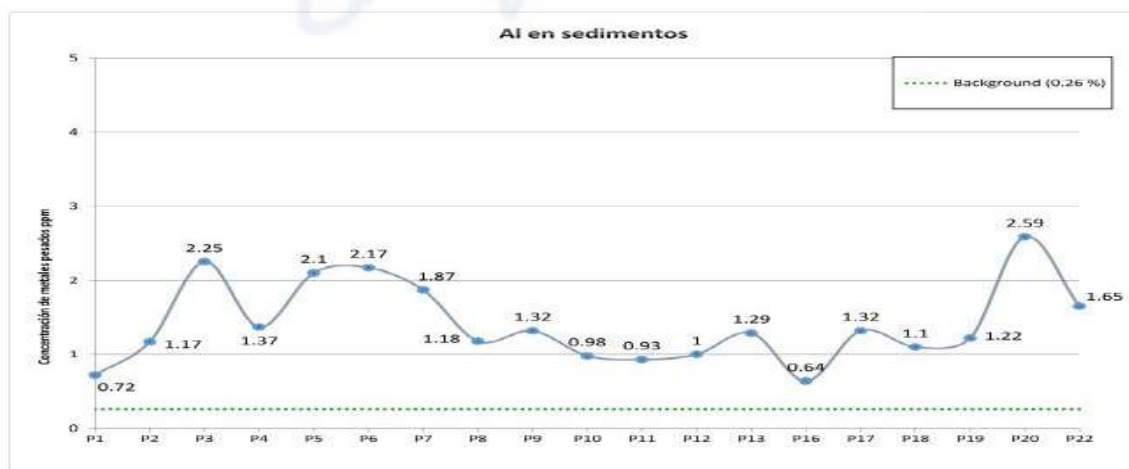
Un comportamiento similar ocurre con cobre, cadmio y plomo, los ríos La Rivera, San Antonio y Kakina tienen concentraciones muy elevadas de estos elementos que superan el SEL, los ríos Agua Dulce y Tarapaya superan las CEGQ. El antimonio y el aluminio no tienen establecidos los umbrales de contaminación en las normas canadienses, pero una comparación con el background dejan en evidencia la elevada concentración de estos elementos. Estos resultados permiten concluir que las aguas del río Tarapaya y los que conforman aguas arriba no pueden ser empleados para riego.



Un análisis del río Pilcomayo a lo largo de la subcuenca en estudio, da cuenta que sus aguas no presentan concentraciones significativas de metales pesados, excepto el zinc que en algunos sectores superan levemente el límite establecido en el RMCH para clase B, sin embargo, no se puede decir lo mismo de sus sedimentos, que luego de su confluencia con el río Tarapaya las concentraciones de zinc en el 60% de los puntos de muestro exceden el ISQG mostrando la posibilidad de efectos biológicos adversos en esos ríos, en el resto de los puntos este elemento supera el background. La concentración de As supera el SEL en uno de los puntos (P13) luego de recibir las aguas del río Tacobamba y el PEL luego de la influencia del río Tarapaya, en el resto de puntos las concentraciones de arsénico superan el ISQG, en esos mismos puntos la concentración de cadmio supera el TEL.



En los sedimentos del río Pilcomayo, también deben tomarse en cuenta las concentraciones de antimonio y aluminio, que si bien las guías canadienses no tienen definidos los umbrales para estos componentes, el background es superado ampliamente, lo que implica perturbación por actividad humana en este río.



Todos estos resultados muestran la capacidad de movilidad de los metales pesados por el curso del río Pilcomayo desde la fuente de contaminación, aspecto que se ve potenciado por la pendiente del río en toda la subcuenca, que alcanza aproximadamente 2,5 km, sumado a la capacidad de arrastre de sedimentos característico del río y la leve basicidad de sus aguas, es muy probable que estos metales pesados sean acumulados en zonas de la cuenca del río Pilcomayo donde su pendiente sea casi nula, lo podría ocurrir en las subcuencas vecinas a la subcuenca Pilcomayo Zona Alta e incluso fuera del territorio nacional.

Respecto de los riesgos potenciales asociados a la contaminación toxicológica en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, los resultados de la evaluación toxicológica han permitido confirmar la presencia de ciertos elementos potencialmente tóxicos cuyas concentraciones sobrepasan los umbrales considerados como límites máximos permitidos para evitar efectos biológicos adversos en los sedimentos. Los efectos de los metales pesados en los cuerpos de agua son de particular interés, porque son contaminantes que persisten en los sedimentos y pueden ser liberados y quedar disponibles para la biota, representando una amenaza potencia para el funcionamiento del ecosistema.

Algunos elementos tóxicos pueden ser absorbidos en altas concentraciones por la vegetación. El mercurio, cobre, níquel, plomo, cobalto, cadmio, entre otros, son los metales que se muestran como los más tóxicos en concentraciones excesivas para las plantas superiores (Alloway, 1995), así como para otros organismos. Esta toxicidad también puede afectar a otros niveles superiores de la cadena alimenticia, tanto por ingesta directa como por la potencial transmisión a través de la red trófica<sup>138</sup>.

La evaluación toxicológica realizada en la auditoría no incluyó la determinación de elementos tóxicos en productos agrícolas, peces o la comunidad bentónica, pero está claro que estos metales pueden pasar a la cadena trófica en ciertas condiciones de pH, potencial redox y las características de la materia orgánica.

En el acápite anterior se han identificado concentraciones de elementos potencialmente tóxicos que superan los niveles de efecto probable lo que significa que a esas concentraciones aparecen con frecuencia efectos biológicos adversos y a través de la cadena trófica, el consumo, durante un largo periodo, de productos que pueden contener concentraciones de estos elementos incluso en mínimas cantidades desencadenaría en daños irreversibles en el organismo, interfiriendo en los procesos enzimáticos y causando deterioros a nivel celular en órganos vitales del ser humano y de animales. Por ello en este acápite se hace referencia a los aspectos más relevantes referidos a la toxicidad a corto o largo plazo de los elementos potencialmente tóxicos identificados en la presente auditoría y su disponibilidad en los sedimentos con la posibilidad de poder ascender a la cadena trófica.

---

<sup>138</sup> C.J. Luque, E.M. Castellanos, J.M. Castillo, M. González, M.C. Gonzáles y M.E. Figueroa «Distribución de metales pesados en sedimentos de las marismas del Odiel (Huelva, So. España)» Cuaternario y Geomorfología, 12 (3-4), págs. 77-85.

### *Arsénico*

Respecto de cómo ingresa el arsénico al medio ambiente, la bibliografía<sup>139</sup> revisada indica que muchos compuestos comunes de arsénico pueden disolverse en agua y la mayor parte del elemento que está en el agua terminaría eventualmente en el suelo o el sedimento. El arsénico se encuentra naturalmente en el suelo y en minerales y por lo tanto puede entrar al aire, al agua y a suelos, sin embargo no puede ser destruido en el ambiente, solamente puede cambiar de forma. El arsénico puede ingresar al cuerpo ingiriendo pequeñas cantidades presentes en los alimentos y el agua o respirando aire que contiene arsénico. La inhalación de niveles altos de arsénico inorgánico puede producir dolor de garganta e irritación de los pulmones. La ingestión de niveles muy altos de arsénico puede ser fatal.

La exposición a niveles más bajos puede producir náusea y vómitos, disminuir el número de glóbulos rojos y blancos, ritmo cardíaco anormal, fragilidad capilar y una sensación de hormigueo en las manos y los pies. La ingestión o inhalación prolongada de niveles bajos de arsénico inorgánico puede producir oscurecimiento de la piel y la aparición de pequeños callos o verrugas en la palma de las manos, la planta de los pies y el torso.

El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) de los Estados Unidos y la EPA de los Estados Unidos han determinado que el arsénico inorgánico es un elemento reconocido como carcinogénico en seres humanos. Asimismo, la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha determinado que el arsénico inorgánico es carcinogénico en seres humanos.

### *Cobre*

La Bibliografía revisada indica que hay muchos factores que determinan si la exposición al cobre es perjudicial, estos factores incluyen la dosis, la duración y la manera como se entró en contacto con esta sustancia, así como la edad, sexo, dieta, características personales, estilo de vida y condición de salud.

El cobre puede entrar al medio ambiente a través de liberaciones desde minas de cobre y otros metales, o desde basurales y agua residual doméstica. Cuando el cobre se libera al suelo, puede adherirse fuertemente a la materia orgánica y a otros componentes (por ejemplo, arcilla, arena, etc.) en las capas superficiales del suelo y puede que no se movilice muy lejos cuando es liberado. Cuando el cobre y los compuestos de cobre se liberan al agua es más probable que se encuentre como cobre unido a partículas suspendidas en el agua. Una vez en el agua, la mayor parte del cobre rápidamente se adhiere a partículas o se convierte a otras formas que pueden depositarse en sedimentos.

---

<sup>139</sup> AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY, ATSDR», División de Toxicología y Medicina Ambiental ToxFAQs, Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicios de Salud Pública, Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades.

La exposición al cobre se encuentra al respirar aire, tomar agua, comer alimentos o cuando su piel entra en contacto con tierra, agua u otras sustancias que contienen cobre. Para la población general, los compuestos de cobre, solubles en agua y usados principalmente en la agricultura, representan un riesgo mayor para la salud.

El cobre es esencial para mantener buena salud. Sin embargo, la exposición a dosis altas puede ser perjudicial. Si se bebe agua que contiene niveles de cobre más altos que lo normal, puede existir náuseas, vómitos, calambres estomacales o diarrea. No sabemos si el cobre puede producir cáncer en seres humanos. La EPA no ha clasificado al cobre en cuanto a carcinogenicidad en seres humanos porque no hay estudios adecuados en seres humanos y animales.

### *Zinc*

La bibliografía revisada indica que el zinc es un elemento natural. Exposición a niveles altos de zinc ocurre al ingerir alimentos, tomar agua o respirar aire en el lugar de trabajo contaminados con zinc. Bajos niveles de zinc son necesarios para mantener buena salud. La exposición a grandes cantidades de zinc puede ser perjudicial, puede causar calambres estomacales y anemia, y puede alterar los niveles de colesterol.

Cierta cantidad de zinc es liberada al ambiente por procesos naturales, pero la mayor parte proviene de actividades humanas tales como la minería, producción de acero, combustión de petróleo y desechos. La mayor parte del zinc en el suelo permanece adherido a partículas de suelo y no se disuelve en agua.

Los efectos nocivos del Zn generalmente empiezan a manifestarse a niveles 10 a 15 veces más altos que los necesarios para mantener buena salud. La ingestión de grandes cantidades, aun brevemente, puede causar calambres estomacales, náusea y vómitos. Si se ingieren grandes cantidades durante un período más prolongado pueden ocurrir anemia y disminución de los niveles del tipo de colesterol que es beneficioso. No se sabe si los niveles altos de zinc afectan la reproducción en seres humanos.

El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) de los Estados Unidos y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) no han clasificado al zinc en cuanto a carcinogenicidad. Basado en información incompleta de estudios en seres humanos y en animales, la EPA ha determinado que el zinc no es clasificable en cuanto a carcinogenicidad en seres humanos.

### *Cadmio*<sup>140</sup>

---

<sup>140</sup> JECFA (1989). Toxicological Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. WHO Food Additives Series 24. The 33rd meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. International Program on Chemical Safety, World Health Organization, Geneva; (<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v024je09.htm>) (Consultado el 23 de mayo de 2018).

Es una impureza habitual en las minas de zinc, hasta el punto de que su propio nombre deriva del término latino para la calamina (cadmia, carbonato de zinc). El cadmio es un xenobiótico y, por tanto, un metal tóxico y no esencial para el organismo, que se acumula en los tejidos humanos. En una exposición laboral o ambiental, sus principales efectos tóxicos son: neumonitis química, disfunción renal con proteinuria y microproteinuria y enfisema. Este elemento presenta una movilidad ambiental más elevada que la mayoría de los metales pesados, debido a la relativa solubilidad de sus sales e hidróxidos, lo que lo convierte en un contaminante cosmopolita. La solubilidad del Cadmio en agua aumenta en medios ácidos, mientras que la adsorción a suelos y sedimentos se incrementa al aumentar el pH. Tanto los organismos terrestres como los acuáticos bioacumulan el Cadmio. No existe evidencia de que sea biológicamente esencial o benéfico.

Ingerir alimentos o tomar agua con niveles de cadmio muy altos produce irritación grave del estómago causando vómitos y diarrea. La exposición prolongada a niveles más bajos de cadmio en el aire, los alimentos o el agua produce acumulación de cadmio en los riñones y posiblemente enfermedad renal. Otros efectos de la exposición prolongada consisten en daño del pulmón y fragilidad de los huesos.

El Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos y la Agencia para la Investigación del Cáncer (IARC) han determinado que el cadmio y los compuestos de cadmio son carcinogénicos en seres humanos. La EPA determinó que el cadmio probablemente es carcinogénico en seres humanos (grupo B1).

Se lo considera tóxico para toda forma de vida, incluyendo microorganismos, plantas, animales y el hombre, debido a que puede desplazar al zinc de algunos de sus sitios activos y competir con el calcio en ciertos sistemas biológicos. El Cadmio es un problema medioambiental con repercusiones sobre la salud debido a su persistencia en el medioambiente y su larga vida media biológica (10 - 40 años) en el cuerpo humano, especialmente en los riñones.

### *Plomo*

Una vez depositado en el suelo, el plomo queda en su mayor parte retenido en la capa superficial (2-5 cm de profundidad), especialmente en suelos con un contenido en materia orgánica superior al 5% y un pH mayor a 5. El plomo no se lixivia fácilmente hacia las capas profundas del subsuelo y hacia el agua subterránea excepto en medios muy ácidos. El plomo se adsorbe fuertemente en suelos y sedimentos, especialmente a las arcillas, limos y óxidos de hierro y manganeso, esta adsorción se debe tanto a interacciones electrostáticas como a la formación de enlaces específicos.

El plomo trastorna fundamentalmente los procesos bioquímicos de prácticamente todas las células y los sistemas del organismo. Se une a las proteínas, particularmente a aquellas de los grupos del sulfidrilo, de tal manera que puede alterar su estructura y su función, o bien

competir con otros metales en los sitios de enlace. Puesto que el plomo es químicamente similar al calcio, interfiere con diversos procesos dependientes de éste.

#### ***4.1.5 Causas y recomendaciones respecto de los resultados de la evaluación de la efectividad en la mitigación de los impactos ambientales negativos ocasionados por la actividad minera***

Las causas representan los motivos por los cuales ocurrieron los problemas o deficiencias que fueron detectados en los resultados de auditoría. A partir de la evidencia obtenida en la aplicación de los indicadores diseñados para los criterios del objetivo específico 1, se identificaron y evidenciaron las causas de las deficiencias detectadas, algunas son comunes a varios criterios y otras específicas para ciertos criterios en particular.

Se solicitó información para la identificación de causas de la auditoría a las entidades sujeto de examen que fueron consideradas para el primer objetivo específico. En los departamentos de Potosí y Chuquisaca la información debía ser revisada y recogida de las entidades<sup>141</sup>; sin embargo, debido a los conflictos sociales suscitados en el país entre los meses de octubre y noviembre de 2019, esa tarea no pudo ser realizada y se solicitó a las entidades remitir la información<sup>142</sup>.

A pesar de los retrasos ocasionados por los conflictos, se recibió la información requerida, se analizó la misma y se determinaron las causas de las deficiencias, luego de lo cual y ante la imposibilidad de realizar reuniones con las entidades evaluadas, se procedió a remitir un resumen de los resultados, las causas de las deficiencias y las recomendaciones proyectadas<sup>143</sup>. La aclaración 09 de la Norma de Auditoría Ambiental<sup>144</sup> 244 establece que las causas y los hallazgos deben ser confirmados con el sujeto de examen, lo que también puede permitir su complementación, siempre y cuando se obtenga la evidencia de sustento necesaria. El numeral IV del acápite referido a la exposición de los hallazgos y confirmación de las causas del Manual para Ejecutar Auditorías Ambientales<sup>145</sup>, señala que los comentarios, observaciones o aportes recibidos, deben ser analizados por el equipo de auditoría y si fuera necesario debe proceder a la complementación de las Hojas de Resultados de Auditoría.

<sup>141</sup> Al GAD de Potosí el 15 de octubre de 2019 y el 11 de octubre de 2019, al GAD de Chuquisaca el 16 de octubre de 2019, al GAM de Potosí el 22 de octubre de 2019, el 12 de octubre de 2019 al GAM de Chaquí, el 11 de octubre de 2019 al GAM de Betanzos, el 16 de octubre de 2019 al GAM de Tacobamba, el 14 de octubre de 2019 a los GAM de Tinguipaya, Yocalla y Ckochas, el 17 de octubre de 2019 al GAM de San Lucas.

<sup>142</sup> El 26 de noviembre de 2019 al GAD de Potosí, el 25 de noviembre de 2019 al GAD Chuquisaca, el 22 de octubre de 2019 a los GAM de Chaquí, Betanzos, Potosí, Tinguipaya, Yocalla, Ckochas y San Lucas.

<sup>143</sup> El 17 de enero de 2020 al VMABCCGDF y al MMM, al GAD de Potosí el 17 de enero, al GAD de Chuquisaca mediante el 20 de enero, a los GAM de Potosí, Betanzos, Tacobamba, Ckochas el 17 de enero, el 21 de enero de 2020 al GAM de Chaquí, el 20 de enero de 2020 los GAM de Tinguipaya y Yocalla.

<sup>144</sup> Aprobada con Resolución N° CGE/094/2012 del 27 de agosto de 2012.

<sup>145</sup> Aprobada con Resolución N° CGE/166/2013 del 31 de agosto de 2013.



Las entidades sujeto de examen, una vez conocidas las causas y recomendaciones del objetivo específico 1, informaron<sup>146</sup> que no tenían observaciones ni complementaciones a las mismas, excepto el MMAyA<sup>147</sup> y el MMM<sup>148</sup> que solicitaron ajustes a las causas y recomendaciones, lo que fue tomado en cuenta, mejorando el texto de las causas y recomendaciones conforme la documentación e información obtenida de dichos ministerios.

#### 4.1.5.1 Primera causa relativa a la falta de organización de las entidades para realizar inspecciones

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua y el Gobierno Autónomo Departamental de Potosí como Autoridades Ambientales Competentes, ejercen las funciones de fiscalización y control a nivel nacional y departamental, respectivamente, sobre las actividades relacionadas con el ambiente y los recursos naturales<sup>149</sup>. Asimismo, las AAC en coordinación con los OSC realiza el seguimiento, vigilancia y control a las medidas establecidas en la licencias ambientales y los gobiernos municipales participan de manera concurrente dentro su jurisdicción en dichas inspecciones<sup>150</sup>.

De acuerdo al artículo 7 del RPCA, una inspección está definida como el examen de un proyecto, obra o actividad que efectúa la Autoridad Ambiental Competente por sí misma o con la asistencia técnica y/o científica de organizaciones públicas o privadas. Por lo tanto, en ese marco, el OSC y los gobiernos municipales no tienen la atribución de realizar inspecciones de forma independiente, pero sí deben participar en los procesos de seguimiento y control ambiental en el ámbito de su competencia<sup>151</sup>.

Al respecto, se pudo observar que en algunas inspecciones de verificación del cumplimiento de documentos asociados a las medidas de mitigación de las licencias ambientales, participaron ambas AAC, fueron convocadas por el OSC o las realizaron los gobiernos municipales.

De las seis inspecciones con esa situación, cinco fueron convocadas por el MMAyA, en cuatro de ellas participaron la Gobernación de Potosí y el MMM como OSC. Nótese que tanto el MMAyA como el GAD de Potosí son Autoridad Ambiental Competente, lo que generó una duplicidad de recursos y esfuerzos. Los recursos humanos y logísticos de la inspección pueden ser optimizados para lograr que el control y seguimiento llegue a un mayor número de actividades mineras, si es que las dos AAC no participan de la misma inspección. La sexta inspección fue realizada por el MMM, entidad que solicitó al GAD de

<sup>146</sup> El GAD de Potosí el 06 de febrero de 2020, el GAD de Chuquisaca el 30 de enero de 2020, el 20 de enero de 2020 al GAM de Yocalla, el 04 de marzo de 2020 el GAM San Lucas, el 03 de marzo de 2020 el GAM Ckochas, el 04 de marzo de 2020 el GAM San Lucas, el 18 de febrero de 2020 el GAM Tinguipaya, el 11 de marzo de 2020 el GAM de Potosí.

<sup>147</sup> El 27 de enero de 2020, el 05 de febrero de 2020, el 10 de febrero de 2020.

<sup>148</sup> El 28 de enero de 2020, el 26 de febrero de 2020.

<sup>149</sup> inciso a, artículo 9; inciso a, artículo 10 del RPCA.

<sup>150</sup> Inciso a, artículo 10 del RPCA.

<sup>151</sup> Inciso b, artículo 11, inciso c, artículo 12 del RPCA.

Potosí su participación, debiendo notar que el OSC no está facultado para realizar ese tipo de inspecciones de control de la calidad ambiental.

Debe mencionarse que en el marco de la Auditoría Ambiental K2/AP01/G17 sobre la contaminación atmosférica en el municipio de Oruro, la Contraloría<sup>152</sup> consultó al MMAyA, las competencias de las AAC, el OSC y los gobiernos municipales en las inspecciones en el marco del RPCA y RGGA. Esa entidad informó<sup>153</sup> que de acuerdo a lo establecido en el inciso b) del artículo 4 del RGGA y lo señalado en los artículos 7, 86 y 95 del RPCA, las AAC son las facultadas para realizar inspecciones de un proyecto, obra o actividad, en tanto que los gobiernos municipales pueden efectuar inspecciones pero de manera concurrente en el área de su jurisdicción territorial.

Informaron también que luego de un análisis legal, el MMAyA concluyó que el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio Climático y de Gestión y Desarrollo Forestal (VMABCCGDF), como autoridad nacional, llevará a cabo los respectivos procedimientos técnicos administrativos de las actividades, obras y proyectos que se encuentren en el ámbito de la aplicación del artículo 4 del RPCA y su complementación a través del artículo 3 del D.S. 28592 del 17 de enero de 2006, y que es competencia de la AAC departamental realizar inspecciones ambientales a las actividades, obras y proyectos que se encuentran en su jurisdicción, quedando tanto el OSC como los gobiernos municipales como instancias coadyuvantes y/o concurrentes para la realización de dichas inspecciones.

Por otro lado, debe tomarse en cuenta el informe de auditoría de desempeño ambiental sobre la contaminación hídrica en las subcuencas Tumusla y San Juan del Oro en la cuenca del río Pilcomayo (K2/AP23/S16-E1), donde se identificó que las acciones de control de los diferentes niveles del Estado a las actividades mineras con licencia ambiental, en esas subcuencas no fueron suficientes ni completas, para conducir las operaciones productivas mineras hacia la mitigación de los impactos ambientales y restauración de los ecosistemas afectados. Una de las causas tenía que ver con las deficientes acciones de coordinación para las inspecciones de seguimiento, vigilancia y control, recomendándose al MMAyA, al GAD de Potosí y al MMM, establecer un mecanismo de coordinación entre esas entidades y los gobiernos autónomos municipales de las subcuencas, que permita planificar y ejecutar las inspecciones de control a las acciones comprometidas en las licencias ambientales de las actividades mineras, optimizando los recursos de cada entidad y considerando lo reportado en los Informes de Monitoreo Ambiental.

En base de lo antes expuesto, en la auditoría sobre la subcuenca Zona Alta se evidenció la falta de organización de las entidades que participan de las inspecciones a los operadores mineros con licencia ambiental conforme el Reglamento de Prevención y Control

---

<sup>152</sup> El 25 de noviembre de 2019.

<sup>153</sup> El 06 de diciembre de 2019.

Ambiental de la Ley de Medio Ambiente, como una de las causas de los problemas en la efectividad.

Por lo tanto, es necesario que las AAC, el OSC y los gobiernos municipales, se organicen para ejercer acciones de control y seguimiento, a través de inspecciones, a todas las actividades mineras que se encuentran dentro la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, en el marco de lo establecido en el RPCA (principalmente), considerando la nueva política establecida por el MMAyA respecto limitar sus inspecciones a lo establecido en el artículo 4 del RPCA. Sin olvidar que el MMAyA ejerce funciones de fiscalización y control a nivel nacional, sobre las actividades relacionadas con el ambiente y los recursos naturales.

Entonces, como complementación a las recomendaciones de la auditoría ambiental sobre las subcuencas Tumusla y San Juan del Oro, para la minimización o eliminación de la causa evidenciada, se recomienda la siguiente:

Al Ministerio de Medio Ambiente y Agua:

*R.1.- El Ministerio de Medio Ambiente y Agua, el Gobierno Autónomo Departamental de Potosí y el Ministerio de Minería y Metalurgia, deben organizarse para la ejecución de inspecciones a todas las actividades mineras con licencia ambiental que se encuentran en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, para verificar el cumplimiento de lo establecido en su DIA o DAA, según corresponda, conforme lo establecido en el Reglamento de Prevención y Control Ambiental y otra normativa aplicable, a fin de evitar la duplicidad de esfuerzos y lograr la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

Al Ministerio de Minería y Metalurgia:

*R.2.- El Ministerio de Minería y Metalurgia como Organismo Sectorial Competente, junto al Ministerio de Medio Ambiente y Agua y el Gobierno Autónomo Departamental de Potosí deben organizarse para su participación en las inspecciones que realicen las AAC a todas las actividades mineras con licencia ambiental que se encuentran en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, para verificar el cumplimiento de lo establecido en su DIA o DAA, según corresponda, conforme lo establecido en el Reglamento de Prevención y Control Ambiental y otra normativa aplicable, a fin de evitar la duplicidad de esfuerzos y lograr la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

Al Gobierno Autónomo Departamental de Potosí:

*R.3.- El Gobierno Autónomo Departamental de Potosí, el Ministerio de Minería y Metalurgia como Organismo Sectorial Competente y el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, deben organizarse para la ejecución de inspecciones a todas las actividades mineras con licencia ambiental que se encuentran en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, para*

*verificar el cumplimiento de lo establecido en su DIA o DAA, según corresponda, conforme lo establecido en el Reglamento de Prevención y Control Ambiental y otra normativa aplicable, a fin de evitar la duplicidad de esfuerzos y lograr la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

*Al Ministerio de Medio Ambiente y Agua y al Gobierno Autónomo Departamental de Potosí:*

*R.4.- El Ministerio de Medio Ambiente y Agua y el Gobierno Autónomo Departamental de Potosí deben definir el mecanismo de convocatoria y coordinación con los gobiernos municipales para su participación concurrente, dentro su jurisdicción municipal, en las inspecciones que realice cada AAC a todas las actividades mineras con licencia ambiental que se encuentran en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, para verificar el cumplimiento de lo establecido en su DIA o DAA, según corresponda, conforme lo establecido en el Reglamento de Prevención y Control Ambiental y otra normativa aplicable, a fin de lograr la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

*A los Gobiernos Autónomos Municipales de Chaqui, Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla, Ckochas y San Lucas.*

*R.5.- Deben coordinar con el Ministerio de Medio Ambiente y Agua y el Gobierno Autónomo Departamental de Potosí, su participación concurrente, dentro su jurisdicción municipal, en las inspecciones que realice cada AAC a todas las actividades mineras con licencia ambiental que se encuentran en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta para verificar el cumplimiento de lo establecido en su DIA o DAA, según corresponda, conforme lo establecido en el Reglamento de Prevención y Control Ambiental y otra normativa aplicable, a fin de lograr la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

#### 4.1.5.2 Segunda causa referida al contenido de los certificados de dispensación para AMIAC y la ausencia de control al cumplimiento de sus obligaciones

Como causa de las deficiencias observadas en la aplicación de los indicadores diseñados para evaluar la efectividad en el control de las actividades mineras clasificadas como AMIAC, se identificaron deficiencias en el contenido de los certificados de dispensación para esas actividades en lo referido a las obligaciones ambientales establecidas en el Reglamento Ambiental para Actividades Mineras (RAAM).

El RAAM en su artículo 7 establece que las AMIAC no requieren de la presentación de Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental ni de Manifiesto Ambiental, siendo solamente aplicables las normas de control y protección ambiental establecidas en los Títulos VIII y IX del RAAM. La Gobernación es la encargada de extender el correspondiente CD-C3, luego de aprobar el formulario EMAP.

Fueron revisados los Certificados de Dispensación otorgados entre los años 2006 y 2019, por la Gobernación de Chuquisaca a las AMIAC y se verificó que el contenido de esos documentos tiene deficiencias, que varían en función del año de otorgación, tal como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Año	Certificado de dispensación	Observaciones
2006	El certificado señala que el proyecto debe enmarcarse en los cánones estipulados en el «Formulario de Explotación Minera y Actividades Pequeñas EMAP», dando estricto cumplimiento al mismo.	En el formulario EMAP no se describen las medidas de mitigación. El certificado no señala las obligaciones del operador minero respecto del control ambiental establecidas en el Título IX del RAAM.
2007	El certificado señala que el proyecto debe enmarcarse en los cánones estipulados en el formulario EMAP, de acuerdo a la Ley 1333, en aplicación al RAAM, artículos 92, 93, 95, 102, 107, inciso 2 y artículo 111, dando estricto cumplimiento al mismo.	El certificado no cita al artículo 96 que menciona el RMCH y la obligación de presentar a la AAC un informe de caracterización de aguas residuales crudas o tratadas. Tampoco mencionalos artículos 98 al 101 sobre el manejo de los residuos sólidos.
2009, 2012, 2013	El certificado señala que el Representante Legal está dispensado del EEIA debiendo acogerse a las disposiciones vigentes en el país y cumplir con las medidas de mitigación aprobadas, la que serán verificadas por la AAC de acuerdo con el PASA y programa de monitoreo aprobados.	Una AMIAC queda dispensada de presentar EEIA o Manifiesto Ambiental, documentos que incluyen el PPM/PAA- PASA. Por lo tanto no corresponde señalar en el certificado de dispensación el cumplimiento de las medidas de mitigación aprobadas ni el PASA.
2015, 2016, 2017	El certificado señala que dicho documento junto al formulario EMAP, son la referencia técnica legal para la realización de los procedimientos de Control de Calidad Ambiental establecidos en el RAAM.	El control de calidad ambiental, está establecido en el capítulo IV del título IX de RAAM, pero en su capítulo II se establece la obligación del operador minero de cumplir con el RMCH para las descargas de efluentes, aspecto que no fue señalado en el certificado.
2018, 2019	El certificado establece que la actividad minera está dispensada del EEIA. El Representante Legal debe llevar a la práctica las Medidas de Prevención y Mitigación aprobadas, a ser verificadas por la AACD de acuerdo al formulario EMAP y ALBA, para el control de calidad ambiental establecidos en el RPCA y RAAM. Algunos certificados tienen el formato de los generados en gestiones 2015, 2016 y 2017.  Asimismo, algunos certificados de dispensación, establecen una vigencia de diez (10) años, señalando que su renovación deberá tramitarse con una antelación de 120 días hábiles antes de la fecha de vencimiento, conforme el artículo 15 del D.S. 28592.	El formulario EMAP y el ALBA, no incluyen medidas de prevención y mitigación, sino plazos de adecuación respecto del manejo de sustancias peligrosas, residuos sólidos y agua. Por otro lado, los procedimientos de control de ambiental establecidos en el RPCA no aplican para las AMIAC, según lo establecido en el artículo 7 del RAAM.  El control de calidad ambiental, está establecido en el capítulo IV del título IX de RAAM, pero en su capítulo II se establece la obligación de cumplir con el RMCH para las descargas de efluentes. Aspecto no fue señalado en el certificado. El artículo 9 del RAAM establece que la licencia ambiental para actividades mineras tiene vigencia por tiempo indefinido en tanto no se produzcan las causas de extinción establecidas en el artículo 13 del RAAM. Por lo tanto no aplica la vigencia de 10 años señalada en algunos certificados de dispensación.

Fuente: elaboración propia

También fueron revisados los Certificados de Dispensación otorgados por la Gobernación de Potosí a las AMIAC de su departamento de los años 2006 y 2014 verificándose deficiencias en su contenido.

Año	Deficiencias	Observaciones
2006, 2014	El certificado señala que el proyecto catalogado con categoría 3, queda dispensado del EEIA y debe enmarcarse en los cánones estipulados en el Formulario EMAP, dando estricto cumplimiento en la ejecución del cronograma de medidas de mitigación propuestas al mismo.	El formulario EMAP no describe las medidas de mitigación al que hace referencia el certificado de dispensación. Por otro lado, el certificado no señala las obligaciones del operador minero establecidas en el Título IX del RAAM.

Fuente: elaboración propia

El hecho de no mencionar de forma expresa en los Certificados de Dispensación las obligaciones que tienen los operadores mineros clasificados como AMIAC, respecto del control y protección ambiental establecidas en el Título IX del RAAM, especialmente las señaladas en los artículos 95, 96, 99, 100, 101 y 102, ocasiona que los operadores mineros las desconozcan y no las cumplan. Para la minimización o eliminación de la causa identificada, se recomienda la siguiente:

*Al Gobierno Autónomo Departamental de Potosí:*

*R.6.- El Gobierno Autónomo Departamental de Potosí debe elaborar, aprobar y aplicar un formato para el Certificado de Dispensación CD-C3 para las AMIAC que incluya las obligaciones de los operadores mineros respecto del control y protección ambiental, establecidas en el título IX del Reglamento Ambiental para Actividades Mineras, especialmente las señaladas en sus artículos 95, 96, 99, 100, 101 y 102, a fin de mitigar los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

*Al Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca:*

*R.7.- El Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca debe elaborar, aprobar y aplicar un formato para el Certificado de Dispensación CD-C3 para la AMIAC que incluya las obligaciones de los operadores mineros respecto del control y protección ambiental, establecidas en el título IX del Reglamento Ambiental para Actividades Mineras, especialmente las señaladas en sus artículos 95, 96, 99, 100, 101 y 102, a fin de mitigar los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

Por otro lado, se pudo advertir también la falta de informes de caracterización de las AMIAC, como causa de las deficiencias observadas en la aplicación de los indicadores diseñados para evaluar la efectividad en el control de las actividades mineras clasificadas como AMIAC.

Al respecto, en la revisión de documentación en la Gobernación de Chuquisaca llamó la atención el registro de Informes de Monitoreo Ambiental presentados por los operadores mineros clasificados como AMIAC, cuando este tipo de actividades no requieren cumplir con esta obligación según el artículo 7 del RAAM, sin embargo tienen la obligación de

presentar informes de caracterización, para verificar que sus descargas cumplan con lo establecido en el RMCH. Por lo tanto, se recomienda lo siguiente:

*Al Gobierno Autónomo Departamental de Potosí:*

*R.8.- El Gobierno Autónomo Departamental de Potosí debe controlar a las AMIAC que se encuentran dentro la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, para verificar el cumplimiento del control y protección ambiental, establecido en el Título IX del RAAM, a fin de mitigar los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de dicha subcuenca.*

*Al Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca:*

*R.9.-El Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca debe controlar a las AMIAC que se encuentran dentro la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, para verificar el cumplimiento del control y protección ambiental, establecido en el Título IX del RAAM, a fin de mitigar los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de dicha subcuenca.*

4.1.5.3 Tercera causa relativa a la carencia de información sobre actividades mineras sin licencias ambientales

En la evaluación de la efectividad en la otorgación de licencias ambientales a actividades mineras sin ese documento, se evidenció que el Ministerio de Medio Ambiente y Agua no cuenta con información sobre los operadores mineros que desarrollan sus labores sin licencia ambiental. Al respecto, es necesario describir de forma sucinta el procedimiento técnico administrativo de aprobación y otorgación de licencia ambiental para las actividades de categoría 1 y 2, según el D.S. 3549 del 02 de mayo de 2018 que modifica, completa e incorpora nuevas disposiciones al RPCA:

- Identificación de la categorización de Evaluación de Impacto Ambiental;
- el Representante Legal elabora el IRAP según el nivel de categorización correspondiente;
- el Representante Legal presenta al OSC el EEIA o MA;
- en el plazo respectivo el OSC remite a la AAC, el Informe Técnico Legal, que será el fundamento para la emisión de la licencia ambiental;
- la AAC, en el plazo respectivo, emite la licencia ambiental, si no existen observaciones.

El Informe Técnico Legal sobre la revisión del EEIA o MA que remite el Ministerio de Minería y Metalurgia al MMAyA, para la otorgación de licencia ambientales la única fuente de información respecto de las actividades mineras sin licencia ambiental que tiene esa entidad. Si el IRAP es observado o rechazado, el estado de adecuación de la actividad minera es registrado como «trámite inconcluso» en el Centro de Documentación de Calidad Ambiental (CEDOCA) del MMAyA.

Al respecto, el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio Climático y Gestión y Desarrollo Forestal, tiene la atribución de requerir información a las entidades públicas o privadas que considere relevantes para adoptar decisiones en la gestión ambiental, establecer el cumplimiento o incumplimiento por parte de las actividades, obras y proyectos de normas sectoriales que incidan directa o indirectamente en las actividades de prevención y control ambiental. Asimismo puede solicitar a las entidades públicas competentes, informes técnicos, legales y otras documentaciones que hubiera sido desarrollada en el marco de sus competencias que puedan coadyuvar a optimizar la gestión ambiental de las actividades, obras y proyectos correspondientes.

Estas atribuciones abren la posibilidad al MMAyA de solicitar informes técnicos u otros documentos, tanto al OSC como a las gobernaciones y los gobiernos autónomos municipales (como entidades públicas), para que reporten la situación ambiental de las actividades mineras en el país<sup>154</sup>.

A la solicitud realizada<sup>155</sup> al MMAyA sobre la emisión de notas de solicitud de información respecto de las actividades mineras que operan sin licencia ambiental dentro la Subcuenca Pilcomayo Zona Alta, a las Gobernaciones de Potosí y Chuquisaca, y a los GAM respectivos, la entidad señaló<sup>156</sup> de forma expresa que no tienen antecedentes sobre el tema.

En ese contexto, para minimizar la causa evidenciada respecto de las deficiencias en la información necesaria para realizar acciones para el otorgamiento de licencias ambientales y contribuir a la mitigación de los impactos ambientales generados en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, se plantea la siguiente recomendación.

Al Ministerio de Medio Ambiente y Agua

*R.10.- «El Ministerio de Medio Ambiente y Agua debe realizar las gestiones necesarias para obtener periódicamente información del Ministerio de Minería y Metalurgia y las Gobernaciones de Potosí y Chuquisaca, con la finalidad de que todas las actividades, obras y proyectos mineros ubicados en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, cuenten con licencia ambiental. Las Gobernaciones de Potosí y Chuquisaca obtendrán información de los Gobiernos Autónomos Municipales de la subcuenca y otras entidades involucradas en el sector, en el marco de las recomendaciones R.15 y R.16.»*

4.1.5.4 Cuarta causa sobre deficiencias de comunicación en las gestiones conducentes a la otorgación de licencias ambientales

<sup>154</sup> Artículo 4, numeral II, incisos c, d, del Decreto Supremo 28592 del 17 de enero de 2006 que complementa el artículo 9 del RPCA.

<sup>155</sup> El 15 de octubre de 2019,

<sup>156</sup> El 18 de noviembre de 2019.



En la evaluación de la efectividad en la otorgación de licencias ambientales a actividades mineras sin ese permiso, se evidenció que el Ministerio de Minería y Metalurgia como Organismo Sectorial Competente, no dio a conocer a la Autoridad Ambiental Competente Departamental las infracciones cometidas por los operadores mineros respecto del incumplimiento de los plazos establecidos para la presentación de aclaraciones, complementaciones o enmiendas en los procesos de Evaluación de Impactos Ambientales o de Control de Calidad Ambiental, a fin de que la AACD realice los procesos correspondientes.

Al respecto, el MMM debe precautelar el cumplimiento de las normas ambientales, en el ámbito de su competencia<sup>157</sup>. Asimismo, es atribución de su Viceministerio de Desarrollo Productivo Minero Metalúrgico, precautelar el estricto cumplimiento de las normas de preservación del medio ambiente para la explotación minero metalúrgica, así como promover y controlar el cumplimiento de la normativa ambiental, como medio para garantizar el desarrollo sostenible de las actividades mineras<sup>158</sup>. En ese contexto, la licencia ambiental representa uno de los documentos que permite el cumplimiento de la normativa ambiental en lo que referido a los procedimientos de prevención y control ambiental.

Para que una Actividad, Obra o Proyecto obtenga su licencia ambiental, primero debe tramitar su caracterización con el OSC y la AAC<sup>159</sup>, si obtiene categoría 3, elabora las MM-PASA y si obtiene categoría 1 y 2, elabora el EEIA<sup>160</sup> y lo presenta al OSC. Si la actividad minera se encuentra en proceso de implementación, operación o etapa de abandono, debe presentar un Manifiesto Ambiental<sup>161</sup>. Si estos instrumentos requieren aclaraciones, complementaciones o enmiendas el OSC notifica en una sola oportunidad al representante legal todas las observaciones. Según lo informado por el Ministerio de Minería y Metalurgia, en esa etapa, muchas actividades no culminan el trámite, porque generalmente no cumplen con los plazos establecidos.

Al respecto, se consideran infracciones administrativas las contravenciones a los preceptos de la Ley de Medio Ambiente, su reglamentación y disposiciones conexas. Una de estas infracciones está relacionada con la falta de presentación de aclaraciones, complementaciones o enmiendas de los procesos de Evaluación de Impactos Ambientales o de Control de Calidad Ambiental en los plazos establecidos por el Organismo Sectorial Competente, o la Autoridad Ambiental Competente<sup>162</sup>.

Sobre el tema, el MMM informó<sup>163</sup> de manera expresa lo siguiente: «cuando el representante Legal de la Actividad Obra o Proyecto, reingresa el documento fuera del

<sup>157</sup> Según el artículo 222 de la Ley de Minería y Metalurgia 535.

<sup>158</sup> Según el incisos d, h del artículo 77, del decreto Supremo 29894 que establece la estructura organizativa del Órgano Ejecutivo del Estado Plurinacional, así como las atribuciones de los Ministros y Ministras.

<sup>159</sup> Artículos 39 al 58 del RPCA.

<sup>160</sup> Artículo 59 y 69, respectivamente del RPCA.

<sup>161</sup> Artículo 100 del RPA.

<sup>162</sup> Según los artículos 16 y 17 (en el marco del artículo 99 de la Ley de Medio Ambiente) del D.S. 28592 del 17 de enero de 2006.

<sup>163</sup> El 24 de octubre de 2019 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 17 de octubre de 2019.

plazo otorgado por esta instancia ambiental para la presentación de las aclaraciones, complementaciones o enmiendas, se realiza una nueva codificación y registro del documento, ingresando como trámite nuevo y se procede a la revisión del mismo, cumpliendo el procedimiento y plazos establecidos en la normativa vigente. Cuando el Representante Legal de la Actividad Obra o Proyecto, no reingresa el documento en plazo establecido por el OSC, se registra la prescripción del trámite sin realizar una acción posterior».

Por lo informado, se puede concluir que el OSC se limita a dar de baja el trámite de licencia ambiental pero no informa a la AACD<sup>164</sup> las infracciones administrativas cometidas por los operadores mineros, en el proceso de obtención de licencia ambiental, a fin de que esa AAC en el ámbito de su jurisdicción y competencia, resuelva e imponga las sanciones administrativas que correspondan, las que serían conducentes a que los operadores mineros obtengan su licencia ambiental. Se debe advertir que es común, que en el tiempo que dure el trámite de obtención de licencia ambiental las actividades continúen realizando operaciones sin medidas de mitigación, lo que ocasiona impactos negativos al medio ambiente. Para minimizar la causa evidenciada y expuesta en este capítulo, se plantean las siguientes recomendaciones:

*Al Ministerio de Minería y Metalurgia*

*R.11.- El Ministerio de Minería y Metalurgia debe dar a conocer de forma oficial al Gobierno Autónomo Departamental de Potosí el incumplimiento de plazos para la presentación de aclaraciones, complementaciones o enmiendas de los procesos de Evaluación de Impactos Ambientales o de Control de Calidad Ambiental y/o el abandono del trámite por los operadores mineros, para que resuelva e imponga las sanciones administrativas que correspondan, a fin de mitigar los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

*Al Gobierno Autónomo Departamental de Potosí*

*R.12.- El Gobierno Autónomo Departamental de Potosí debe realizar las tareas técnico administrativas necesarias, a partir de la información proporcionada por el Organismo Sectorial Competente respecto del incumplimiento de plazos para la presentación de aclaraciones, complementaciones o enmiendas de los procesos de Evaluación de Impactos Ambientales o de Control de Calidad Ambiental y/o el abandono del trámite por los operadores mineros, las mismas serán conducentes a mitigar los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

---

<sup>164</sup> Según el artículo 110 del RAAM, la Autoridad Ambiental Competente para conocer el proceso en primera fase es la actual Gobernación del departamento. La Autoridad Ambiental Competente para conocer la apelación es el ahora MMAYA.

#### 4.1.5.5 Quinta causa respecto a deficiencias en los Sistemas Departamentales de Información Ambiental

Conforme lo establecido en el RGGa, el RPCA y el D.S. 28592 del 17 de enero de 2006, las gobernaciones deben organizar centros departamentales de información ambiental, como funciones básicas, debe recopilar información, registrar, organizar y actualizar todos los datos sobre el medio ambiente y los recursos naturales en el departamento<sup>165</sup>. Asimismo deben establecer y administrar un Sistema Departamental de Información Ambiental, de Evaluación de Impactos Ambientales y Control de la Calidad Ambiental y remitir a la AACN para su incorporación en el Sistema Nacional de Información Ambiental<sup>166</sup>.

Sobre el tema, el GAD de Potosí<sup>167</sup> informó de manera expresa lo siguiente: «anteriormente luego de la recepción del documento se registraba con un número de CITE para designar al técnico correspondiente, luego de su aprobación u observación y firma del jefe de unidad vuelve a centralizarse el documento en la oficina CID-A (Centro de Información Documental Ambiental), en caso de que el documento esté aprobado se remite a la parte legal para su informe y la posterior emisión de la Licencia Ambiental, y en caso de que esté observado el IRAP se devuelve mediante nota al representante legal para su corrección y entrega dentro los plazos establecidos en el RPCA de la Ley 1333».

Informaron también que recibieron una capacitación el 04 de julio de 2019 por los técnicos del MMAyA sobre el Sistema Nacional de Información Ambiental (SNIA), y a partir de agosto empezaron a aplicar el SNIA, adjuntaron una copia del manual para el manejo del mismo para el administrador de interconexión que dentro la información más relevante, establece que los gobiernos departamentales, municipales, podrían registrar la información ambiental que se genere en sus respectivas unidades.

La información remitida por la Gobernación de Potosí respecto del SNIA responde a las tareas definidas para el cumplimiento de una de las recomendaciones emitidas en el informe de auditoría ambiental K2/AP23/S16-E1 sobre la contaminación hídrica en las subcuencas Tumusla y San Juan del Oro en la cuenca del río Pilcomayo, y no a lo solicitado respecto del funcionamiento del Sistema Departamental de Información Ambiental.

En la auditoría ambiental K2/AP23/S16-E1, se observó la falta de una base de datos que incluya el registro de todas las actividades mineras, que sea de conocimiento y uso de las AAC, el OSC y las instancias ambientales municipales, con un correcto manejo de la información y les permita mejorar acciones de seguimiento y control en el marco de sus funciones y competencias. Se recomendó al GAD de Potosí que en el SNIA, coordine con el MMAyA, para establecer una base de datos central de acceso compartido que permita

<sup>165</sup> Artículo 29 del RGGa.

<sup>166</sup> Artículo 5, inciso c, del D.S. 28592, que complementa el artículo 10 del RPCA.

<sup>167</sup> El 03 de diciembre de 2019 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 11 de octubre de 2019.

contar con información completa, válida y oportuna respecto de todas las actividades mineras y otras que afectan a los cuerpos de agua de las subcuencas evaluadas en esa ocasión.

Sobre el Sistema Departamental de Información Ambiental, la Gobernación de Potosí informó que cuentan con el Centro de Información Documental Ambiental (CIDA), para el registro de la documentación para el trámite de la licencia ambiental, sin explicar más sobre el funcionamiento del sistema como tal, como por ejemplo, si cuentan con un programa para el registro de las actividades, la forma de archivo de la documentación que ingresa al CIDA y la generada en la Secretaría de la Madre Tierra, entre otros aspectos que permitan contar con información oportuna y confiable para acciones de seguimiento y control por parte de la AACD.

Conforme la condición identificada y lo informado sobre el funcionamiento del CIDA se puede advertir que el GAD de Potosí no tiene un registro de las actividades que operan sin licencia ambiental. Para el caso de la actividad minera, en específico, la información pudo generarse a través de intercambio de información con las entidades que tienen relación con el tema, como los gobiernos municipales, COMIBOL, la AJAAM, el MMM y el MMAyA, entre otros.

Por su parte la Gobernación de Chuquisaca informó expresamente lo siguiente<sup>168</sup>: «revisada la documentación, no se cuenta con personal encargado de la sistematización de información ambiental, si bien existe un Sistema Nacional de Información Ambiental. En el departamento, no existe personal exclusivo para la sistematización de la información ambiental, sin embargo, se tiene planificado para la gestión 2020 digitalizar la información ambiental en todos sus componentes, de igual forma se tiene un procedimiento para la recepción, revisión, entrega y archivo de documentación ambiental». Adjuntaron dicho procedimiento.

El Sistema Departamental de Información Ambiental no sólo debe limitarse al registro de las actividades, obras y proyectos que inician el trámite de licencia ambiental, debe también recopilar, organizar y actualizar todos los datos sobre el medio ambiente y los recursos naturales, que le permita cumplir sus atribuciones y funciones de forma efectiva, que incluya información tanto de los sistemas de evaluación de impacto ambiental como de control de la calidad ambiental, pero también de aquellas actividades que están operando sin documento ambiental.

En ese contexto, para minimizar las deficiencias identificadas en la causa evidenciada, respecto de los Centros de Información Documental Ambiental, se recomienda lo siguiente:

*Al Gobierno Autónomo Departamental de Potosí*

---

<sup>168</sup> El 27 de diciembre de 2019 como respuesta a nuestra solicitud del 16 de octubre de 2019.

*R.13. El Gobierno Autónomo Departamental de Potosí debe mejorar el Centro de Información Documental Ambiental (CIDA) de la Secretaría Departamental de la Madre Tierra, para que cuente con información completa y ordenada sobre las actividades mineras con licencia ambiental y de aquellas que no tienen ese documento, que le permitan ejercer funciones de fiscalización y control a fin de mitigar los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

*Al Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca*

*R.14. El Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca debe mejorar el Centro de Información Documental Ambiental (CIDA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Madre Tierra, para que cuente con información completa y ordenada sobre las actividades mineras con licencia ambiental y de aquellas que no tienen ese documento, que le permitan ejercer funciones de fiscalización y control a fin de mitigar los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

Por otro lado, se mencionó que una fuente importante de información respecto de la actividad minera que se desarrolla en los departamentos de Potosí y Chuquisaca, y específicamente en la zona de estudio de la auditoría, son la AJAM y COMIBOL, por las atribuciones y funciones que les otorga la Ley 535 de Minería y Metalurgia y su Ley modificatoria 845.

La Autoridad Jurisdiccional Administrativa Minera (AJAM), es una entidad autárquica bajo tuición del MMM, con personalidad jurídica, patrimonio propio, autonomía administrativa, técnica, económica y financiera, es la encargada de la dirección, administración superior, control y fiscalización de la actividad minera en todo el territorio del Estado. Tiene la atribución de recibir y procesar las solicitudes de adecuación a contratos administrativos mineros respecto de áreas mineras o parajes una vez concluido su respectivo catastro (...); suscribir a nombre del Estado los contratos administrativos mineros, recibir y procesar solicitudes de Licencia de Operación, otorgarlas, y en su caso suspenderlas o revocarlas<sup>169</sup>.

La Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL), en calidad de empresa pública estratégica corporativa, de carácter público, con personería jurídica propia, patrimonio propio, autonomía técnica, administrativa, jurídica y económica, es la responsable de dirigir y administrar la industria minera estatal con excepción de las empresas mineras estatales que no estén bajo su dependencia (...). Las áreas sobre las que COMIBOL ejerce derechos mineros y sobre las que puede suscribir Contratos de Producción Minera con actores productivos mineros para el desarrollo de actividades mineras se encuentran descritas en el artículo 8, párrafos I y II de la Ley 845 de 24 de octubre de 2016 de modificaciones a la Ley de Minería y Metalurgia, que modifica los párrafos V y VII del artículo 61 de la Ley 535.

<sup>169</sup>Artículos 39 y 40 (inciso e, g, i) de la Ley 535.

Los Contratos de Arrendamiento Minero suscritos entre COMIBOL y cooperativas mineras con anterioridad a la vigencia de la Ley 535, sobre áreas por pertenencia o cuadrículas y los parajes de explotación por niveles, bocaminas; así como las colas, desmontes, relaves, pallacos, sucus y escorias, deben adecuarse a Contratos de Producción Minera respetando las áreas mineras de dichos contratos. Al efecto, la COMIBOL mantendrá su titularidad sobre estas áreas<sup>170</sup>.

Los Gobiernos Autónomos Municipales de Chaqui, Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla y Ckochas, ejercen funciones de control y vigilancia a nivel local sobre las actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente y los recursos naturales<sup>171</sup>. Dentro del ámbito de su jurisdicción territorial, controlan y vigilan el impacto ambiental de las actividades mineras de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Medio Ambiente y sus reglamentos<sup>172</sup>.

A través del Contrato Administrativo Minero el Estado Plurinacional de Bolivia, en representación del pueblo boliviano, reconoce u otorga a un actor productivo minero, la facultad de realizar determinadas actividades de las establecidas en el artículo 10 de la Ley 535, (artículo 139 de la Ley 535), por tanto, la AJAM y la COMIBOL son las primeras instancias en otorgar permiso para que los actores productivos mineros puedan realizar operaciones, y son una fuente importante de información para que las Gobernaciones de Potosí y Chuquisaca pueda ejercer sus funciones de fiscalización y control respecto de las actividades mineras en sus departamentos. Por su parte las municipalidades al ejercer funciones de control y vigilancia también cuentan con información sobre las actividades mineras que operan sin cumplir con la normativa ambiental.

Tomando en cuenta esas atribuciones y funciones, a fin de subsanar la causa expuesta y comprobada relativa a otras deficiencias en el sistema de información de las gobernaciones de Potosí y Chuquisaca, se recomienda:

*Al Gobierno Autónomo Departamental de Potosí*

*R.15. El Gobierno Autónomo Departamental de Potosí debe realizar las gestiones necesarias con la AJAM, la COMIBOL y los Gobiernos Autónomos Municipales de Chaqui, Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla y Ckochas para obtener información sobre los actores productivos mineros que operan en la Subcuenca Pilcomayo Zona Alta, misma que debe ser centralizada en el CIDA para que realice sus funciones de fiscalización y control respecto de las actividades mineras con licencia ambiental y aquellas que no cuentan con ese documento, a fin de mitigar los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

<sup>170</sup>Artículo 8, parágrafo III de la Ley 845 de 24 de octubre de 2016 de modificaciones a la Ley de Minería y Metalurgia, que modifica el artículo 63 de la Ley 535.

<sup>171</sup>Artículo 9, inciso e, del RPCA.

<sup>172</sup>Artículo 3 del RAAM.

Al Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca

*R.16. El Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca debe realizar las gestiones necesarias con la AJAM, la COMIBOL y el Gobierno Autónomo Municipal de San Lucas para obtener información sobre los actores productivos mineros que operan en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, misma que debe ser centralizada en su Sistema Departamental de Información Ambiental, para que realice sus funciones de fiscalización y control respecto de las actividades mineras con licencia ambiental y aquellas que no cuentan con ese documento, a fin de mitigar los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

4.1.5.6 Sexta causa referida a deficiencias en la identificación de las actividades mineras sin licencia ambiental

Fue evidenciado que la mayoría de las municipalidades tienen información reducida sobre las actividades mineras que se desarrollan en su jurisdicción y desconocen su estado de adecuación ambiental. Ante este panorama, se solicitó a los gobiernos municipales de la subcuenca la fuente de información sobre las actividades mineras que operan en su jurisdicción, por ejemplo, denuncias de los comunarios, visitas a las zonas de operación, otras unidades del GAM.

Las municipalidades manifestaron que esa información es obtenida a través de denuncias, excepto el GAM de Betanzos<sup>173</sup> que señaló que su fuente de información son las «inspecciones» en las zonas de operación minera.

La aplicación de la Ley Departamental N° 020 de 25 de mayo de 2011, de Potosí y el Decreto Departamental CH/N°074 del 24 de diciembre de 2015, de Chuquisaca<sup>174</sup>, es una fuente importante de información respecto de los operadores mineros que desarrollan tareas dentro las jurisdicciones departamentales y municipales, principalmente de aquellas que no cuentan con licencia ambiental. Las mencionadas leyes tienen como objeto regular la salida de minerales de sus departamentos hacia el interior o exterior del país, para mejorar la recaudación, percepción, fiscalización y administración de las regalías mineras departamentales.

El ámbito de aplicación de ambas normativas departamentales, alcanza a toda persona natural y/o jurídica, que realice actividad minera en toda la cadena productiva, en la jurisdicción de cada departamento. Ambas leyes tienen principio de obligatoriedad, es decir que toda persona natural y/o jurídica, que realice actividad minera, tiene la obligación de recurrir al empadronamiento a través de convenios con las municipalidades, utilización del sistema automatizado y la emisión del formulario 101, este documento es un instrumento

<sup>173</sup> El 10 de diciembre de 2019.

<sup>174</sup> Remitido el 14 de enero de 2020, en respuesta a nuestra solicitud recibida el 07 de enero de 2020.

legal de autorización para la salida y traslado de mineral dentro y fuera de los departamentos de Potosí y Chuquisaca respectivamente.

Respecto al empadronamiento de los operadores minero, el GAD de Chuquisaca informó que no firmaron convenio con el GAM de San Lucas para esa tarea, señalaron que los trámites se realizan directamente con la AJAM quien lleva los registros de los operadores mineros y coordina sus atribuciones y acciones con el SENARECOM<sup>175</sup>.

Para verificar la forma en que el formulario 101 y lo establecido en la Ley Departamental N° 020 y el Decreto Departamental CH/N°074, pueda ser una fuente de información sobre las actividades mineras que se desarrollan en sus jurisdicciones, se revisó si en los organigramas de los gobiernos municipales considerados en la auditoría, existe un área organizacional del sector minero con la que la unidad de medio ambiente pueda intercambiar información para fines de control y vigilancia. El resultado de esa revisión se resume a continuación:

GAM	¿Cuenta con área organización relacionada con medio ambiente?	¿Cuenta con área organizacional para el sector minero?
Chaquí	Tiene un técnico para la unidad de gestión de riesgos y medio ambiente dependiente de la Secretaría de Obras Públicas.	No
Betanzos	Tiene un responsable de forestación, áreas verdes y medio ambiente.	Responsable de minería y agregados.
Potosí	Cuenta con una Jefatura de medio ambiente de reciente creación, sin embargo, aún no figura dentro el organigrama de la entidad porque no fue consolidado ni aprobado <sup>176</sup> .	No
Tacobamba	Cuenta con un encargado de medio ambiente y minería dependiente de la Secretaría de Obras Públicas.	No
Tinguiyaya	Tiene un Director de Desarrollo Productivo, Medio Ambiente y Recursos Naturales dependiente de la Secretaría Municipal de Obras e Infraestructura.	No
Yocalla	Cuenta con un Técnico Agropecuario Municipal que se encarga del tema ambiental en el municipio.	No
Ckochas	Responsable de la unidad de gestión de riesgos y medio ambiente.	No
San Lucas	Tiene una jefatura de Medio Ambiente, que también se encarga del registro de los operadores mineros a través del formulario 101. <sup>177</sup>	La Secretaría Municipal de Obras Públicas, tiene bajo su dependencia el control de salida de minerales.

Fuente: elaboración propia

Solo la municipalidad de Betanzos cuenta con un responsable de minería y agregados. En el caso del GAM de San Lucas, una unidad se encarga del tema. En esa situación deficiente en la organización administrativa, se evidenció que en los municipios no comparten información sobre el empadronamiento de los operadores mineros y el formulario 101.

<sup>175</sup> Servicio Nacional de Registro y Control de la Comercialización de Minerales y Metales.

<sup>176</sup> La información fue obtenida en el marco de la Auditoría Ambiental K2/AP02/E17 sobre la contaminación atmosférica en Potosí, recibida el 12 de agosto de 2019 como respuesta a nuestra recibida el 26 de julio de 2019.

<sup>177</sup> Contacto telefónico con el Responsable de Medio Ambiente el 24 de diciembre de 2019.



La Gobernación de Potosí cuenta con la Secretaría Departamental de Minería, Metalurgia e Hidrocarburos que tiene bajo su dependencia la unidad de control de regalías mineras<sup>178</sup> con un área específica de autorización y control de regalías mineras. Por su parte, el organigrama<sup>179</sup> de la Gobernación de Chuquisaca, incluye la Secretaría de Hidrocarburos, Energía y Minería, con una dirección de minería, en ambos casos esas unidades se encargan del empadronamiento de los operadores mineros y el formulario 101. No se observó una comunicación respecto de esa información con las unidades ambientales de ambas gobernaciones, para que estas últimas puedan emprender acciones efectivas para lograr que las actividades mineras obtengan su licencia ambiental.

Por lo tanto, el empadronamiento de los operadores mineros y el control a través del formulario 101, por los gobiernos municipales y las gobernaciones, son una fuente importante de información sobre la actividad minera que se desarrolla en sus jurisdicciones. Sin embargo se evidenció que ninguna de las instancias ambientales hace uso de esa información para realizar acciones de control y vigilancia a los operadores mineros que realizan labores sin licencia ambiental. En ese contexto, para minimizar la causa expuesta en este capítulo se recomienda lo siguiente:

*Al Gobierno Autónomo Departamental de Potosí*

*R.17. El Gobierno Autónomo Departamental de Potosí debe realizar las gestiones necesarias para que la Secretaría Departamental de la Madre Tierra y la Secretaría Departamental de Minería, Metalurgia e Hidrocarburos, intercambien información sobre los operadores mineros empadronados y la obtenida con el formulario 101 de control de mineral, dentro su jurisdicción territorial, para que pueda ser empleada en acciones de control, a fin de lograr que esos operadores mineros cumplan con la normativa ambiental.*

*Al Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca*

*R.18. El Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca debe realizar las gestiones necesarias para que la Secretaría de Medio Ambiente y Madre Tierra y la Secretaría de Hidrocarburos, Energía y Minería, intercambien información sobre los operadores mineros empadronados y la obtenida con el formulario 101 de control de mineral, dentro su jurisdicción territorial, y pueda ser empleada en acciones de control, a fin de lograr que esos operadores mineros cumplan con la normativa ambiental.*

*Al Gobierno Autónomo Municipal de Betanzos*

*R.19. El Gobierno Autónomo Municipal de Betanzos debe realizar las gestiones necesarias para que su instancia ambiental y la unidad de minería intercambien información sobre los operadores mineros empadronados y la obtenida con el formulario 101 de control de*

<sup>178</sup> Información extractada del Plan Estratégico Institucional 2016-2020 del GAD de Potosí.

<sup>179</sup> Información extractada del Plan Estratégico Institucional 2016-2020 del GAD de Chuquisaca.

*mineral, dentro su jurisdicción territorial, y pueda ser empleada en acciones de control, a fin de lograr que esos operadores mineros cumplan con la normativa ambiental.*

*A los Gobiernos Autónomo Municipales de Chaquí, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla, Ckochas y San Lucas*

*R.20. los Gobiernos Autónomo Municipales de Chaquí, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla, Ckochas y San Lucas deben emplear la información generadas sobre el empadronamiento a los operadores mineros y la obtenida con el formulario 101 de control de mineral, dentro su jurisdicción territorial, en acciones de control, a fin de lograr que esos operadores mineros cumplan con la normativa ambiental.*

#### 4.1.5.7 Séptima causa sobre falta de capacitación y entrenamiento

Se evidenció que los gobiernos municipales no participaron de forma concurrente en las inspecciones para verificar el cumplimiento de lo establecido en las licencias ambientales de los operadores mineros que se encuentran dentro la subcuenca Pilcomayo Zona Alta. Asimismo, se pudo advertir que las municipalidades realizaron «inspecciones» a las actividades mineras con licencia ambiental y a las que no tienen ese documento, de manera independiente, es decir sin la participación de las AAC, sin la atribución para ello. Estos hechos permiten advertir la falta de conocimiento de las funciones y atribuciones asignadas a los gobiernos municipales por la normativa ambiental vigente.

Según el artículo 7 del RPCA, las únicas instancias que deben realizan inspecciones son la AACN y la AACD. Estas autoridades en coordinación con el OSC, efectúa el seguimiento, vigilancia y control a la implementación de las medidas previstas en las licencias ambientales, los gobiernos municipales participan de manera concurrente en el área de su jurisdicción territorial. Además la AAC puede realizar inspecciones para verificar si una actividad, obra o proyecto cuenta con la respectiva licencia ambiental.

Al respecto, el artículo 7 del RGGGA indica la atribución que tiene el MMAyA para implementar sistemas de capacitación y entrenamiento en materia ambiental para funcionarios, profesionales y técnicos de organismos nacionales, sectoriales, departamentales y municipales. Asimismo, el inciso I del artículo 9 del RPCA establece que el MMAyA debe desarrollar programas de capacitación de recursos humanos en temas concernientes a la gestión ambiental.

Sobre el tema, el MMAyA<sup>180</sup> remitió un listado de eventos de capacitación en medio ambiente, desarrollados en la gestión 2017, enero de 2018, marzo de 2019 y de abril a octubre de 2019 a nivel nacional. Una de esas capacitaciones fue un taller de socialización y capacitación sobre el Decreto Supremo 3549 donde participaron la SDMT del GAD de Potosí y la Asociación de Municipalidades de Potosí, realizada el año 2018, sin embargo no

<sup>180</sup> El 18 de noviembre de 2019.

estuvo orientado a la capacitación en tema de seguimiento, control y vigilancia, donde se identificaron las falencias en la auditoría. Por lo tanto, el MMAyA no realizó capacitaciones a los GAD de Potosí y Chuquisaca y a los GAM de la subcuenca sobre esos aspectos, lo que es una de las causas que afectaron la efectividad en el accionar de dichas entidades. Para reducir o minimizar la causa expuesta se recomienda lo indicado a continuación.

Al Ministerio de Medio Ambiente y Agua

*R.21. El Ministerio de Medio Ambiente y Agua debe desarrollar programas de capacitación y entrenamiento dirigida a funcionarios de las Gobernaciones de Potosí y Chuquisaca, en materia de control y seguimiento ambiental, y a los Gobiernos Autónomos Municipales de Chaquí, Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla, Ckochas y San Lucas respecto a control y vigilancia y su participación concurrente en las inspecciones que realicen la AAC, a fin de fortalecer las capacidades de los funcionarios en los procesos de seguimiento y control a las actividades, obras y proyectos del sector minero; aspecto que coadyuvará en la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la Subcuenca Pilcomayo Zona Alta*

4.1.5.8 Octava causa sobre deficiencias en las normas respecto de requisitos de adecuación ambiental

Una parte importante de los operadores mineros que trabajan sin licencia ambiental corresponden a cooperativas mineras, al respecto como una de las causas de las deficiencias observadas en la efectividad en las acciones para que obtengan dicho permiso, se identificó algunas deficiencias en la normativa que hace a la suscripción de contratos mineros con estos actores productivos a cargo de COMIBOL.

La normativa establece que el Contrato de Producción Minera debe ser suscrito por la COMIBOL con actores productivos mineros para el desarrollo de actividades de la cadena productiva en las áreas de la COMIBOL<sup>181</sup>. El Decreto Supremo 2994 del 23 de noviembre de 2016, aprueba el reglamento que regula el procedimiento para la suscripción de Contratos de Producción Minera y de los que se suscriban por adecuación en áreas de COMIBOL<sup>182</sup> (artículo único). Según ese reglamento, para la adecuación al Contrato de Producción Minera, la documentación a presentar varía según el tipo de actor productivo minero, es decir, si es cooperativa minera o si es minería privada<sup>183</sup>:

<b>Cooperativas mineras</b>	<b>Minería privada</b>
- Nota de solicitud de suscripción del contrato dirigida al Presidente Ejecutivo de la COMIBOL.	- Nota de solicitud de suscripción del contrato dirigida al Presidente Ejecutivo de la COMIBOL. - Documento legal que evidencia su inscripción en el Registro de

<sup>181</sup> El párrafo I del artículo 153 de la Ley 535 de 28 de mayo de 2014, de Minería y Metalurgia, incorporado por el párrafo VIII del artículo 8 de la Ley 845 de 24 de octubre de 2016 (que modifica la Ley 535).

<sup>182</sup> La Disposición Transitoria Primera de la Ley 845, dispone que el Ministerio de Minería y Metalurgia debe elaborar dicho reglamento.

<sup>183</sup> Artículo 7 del Reglamento que regula el procedimiento de suscripción de contratos de producción minera.

Cooperativas mineras	Minería privada
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Personalidad jurídica y registro legal.</li> <li>- Lista de socios.</li> <li>- Testimonio de contrato de arrendamiento en original o fotocopia legalizada.</li> <li>- Planos catastrales o definitivos según corresponda.</li> <li>- Testimonio de poder del representante legal de la cooperativa minera.</li> <li>- Presentación del plan de trabajo.</li> <li>- Certificado de no adeudo emitido por la COMIBOL.</li> <li>- Plan de pagos emergentes de adeudos a la COMIBOL por otros conceptos, si corresponde.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comercio.</li> <li>- Fotocopia legalizada de Testimonio de Contrato de Arrendamiento u otro sujeto de adecuación.</li> <li>- Planos catastrales o definitivos según corresponda.</li> <li>- Certificado de inscripción en el Servicio de Impuestos Nacionales.</li> <li>- Certificado de no adeudo emitido por la COMIBOL.</li> <li>- Licencia ambiental o documento que evidencie el cumplimiento de las normas ambientales respecto de actividades u operaciones que estuvieran en curso, según corresponda.</li> <li>- Fotocopia legalizada de testimonio de poder del representante legal de la empresa y suscribiente del contrato.</li> <li>- Fotocopia legalizada de testimonio de constitución de la empresa (cuando corresponda).</li> <li>- Presentación del proyecto técnico económico.</li> <li>- Certificado de no adeudo emitido por la COMIBOL.</li> <li>- Plan de pagos emergentes de adeudos a la COMIBOL por otros conceptos, si corresponde.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

Nótese que la licencia ambiental o un documento que evidencia el cumplimiento de las normas ambientales respecto de actividades u operaciones que estuvieran en curso, no es un requisito para la adecuación a contratos de producción en el caso de las cooperativas mineras, tal como lo es para la minería privada.

Sobre esta situación, se realizó un análisis legal que expresó lo siguiente: «Ahora bien, el artículo 7 del Decreto Supremo N° 2994, de 23 de noviembre de 2016, establece que para la migración de contratos de arrendamiento a contratos de producción minera a suscribirse con COMIBOL, todo actor productivo minero debe presentar su solicitud adjuntando Licencia Ambiental, excepto la cooperativas mineras; empero nótese que dicha previsión es contraria a lo prescrito por la Constitución Política del Estado, que prevé un deber ambiental para toda actividad productiva, sin excepción, siendo por tanto inconstitucional, y por ende, pasible a acción de inconstitucionalidad concreta o abstracta, según corresponda en conformidad al artículo 73 del Código Procesal Constitucional». Señaló también que «sin perjuicio de lo señalado, COMIBOL debe exigir Licencia Ambiental a todo actor productivo minero, incluyendo las cooperativas mineras, en sujeción de lo prescrito en la Constitución Política del Estado, que constituye norma jerárquicamente superior al referido Decreto Supremo N° 2994, por consiguiente el texto constitucional debe ser aplicado con carácter preferente, conforme a lo dispuesto por el artículo 410 de la Ley Fundamental»

El 21 de diciembre de 2018 fue promulgada la Ley 1140 que modifica la Ley 535 de 28 de mayo de 2014, de Minería y Metalurgia y la Ley 845 del 24 de octubre de 2016, con la finalidad de regular las relaciones entre el Estado y las cooperativas mineras<sup>184</sup>. Dicha Ley crea la figura de Contrato Cooperativo Minero que suscribirá la COMIBOL para el desarrollo de actividades de la cadena productiva en áreas de la COMIBOL<sup>185</sup>, para nuevas solicitudes, así como la adecuación de Contratos de Arrendamiento suscritos con

<sup>184</sup> Artículo 1 de la mencionada Ley.

<sup>185</sup> Esablecidas en el párrafo V del artículo 61 de la Ley 535, modificado por el párrafo I del artículo 8 de la Ley 845.

anterioridad a la vigencia de la presente Ley, sobre áreas por pertenencia o cuadrículas y los parajes de explotación por niveles, bocaminas; así como, las colas, desmontes, relaves, pallacos, sucus, escorias, respetando las áreas mineras de dichos contratos<sup>186</sup>. Establece también que los Contratos de Producción Minera no serán aplicables para las cooperativas mineras a partir de la publicación de la Ley 1140<sup>187</sup>.

Con esto, los Contratos de Arrendamiento Minero suscritos entre COMIBOL y las cooperativas mineras, antes de la Ley 1140, deberían adecuarse al Contrato Cooperativo Minero, respetando las áreas mineras de dichos contratos. Al efecto la COMIBOL mantendrá su titularidad sobre estas áreas<sup>188</sup>.

La Ley 1140, incorpora el párrafo V del artículo 131 de la Ley 535, modificado por el párrafo V del artículo 8 de la Ley 845, con el siguiente texto: se constituye el Contrato Cooperativo Minero, como el instrumento legal a través del cual la COMIBOL autoriza a las cooperativas mineras, el desarrollo de actividades de la cadena productiva en la áreas descritas en el párrafo V del artículo 61 de la Ley 535<sup>189</sup>. Su disposición Transitoria Primera establece que el MMM debe elaborar el reglamento que establezca el procedimiento para la suscripción de dichos contratos así como los de adecuación. En cumplimiento a esa disposición, el Decreto Supremo 3853 del 03 de abril de 2019 aprueba el Reglamento que Regula la Suscripción de Contratos Cooperativos Mineros.

El reglamento es de aplicación obligatoria por las cooperativas mineras que soliciten la suscripción de nuevos contratos, la modificación de las solicitudes de suscripción de Contratos de Producción Minera a Contratos Cooperativos Mineros, que cuenten con derechos preconstituidos, en el marco de los contratos de arrendamiento que suscribieron con COMIBOL, o hubiesen suscrito Contratos Administrativos Mineros de carácter transitorio con la AJAM o la COMIBOL en áreas de titularidad de ésta última<sup>190</sup>, tienen los siguientes requisitos exigidos para la suscripción de nuevos Contratos Cooperativos Mineros<sup>191</sup>:

- Nota de solicitud de suscripción del contrato dirigida al Presidente Ejecutivo de la COMIBOL.
- Resolución Administrativa de reconocimiento de Personalidad Jurídica y su correspondiente registro, o su certificado de trámite de obtención de Personalidad Jurídica, emitido por la Autoridad de Fiscalización y Control de Cooperativas – AFCOOP.
- Testimonio de poder del representante legal de la cooperativa minera, con facultades expresas para suscribir el Contrato Cooperativo Minero con la COMIBOL.
- Nómina actualizada de asociados.
- Identificación y ubicación del área de interés.
- Plan de trabajo y desarrollo.
- Certificado de Constancia de presentación de solicitud de conciliación de deudas con la COMIBOL.
- Certificado de afiliación emitido por la Federación Departamental, Regional o su inmediato superior.

---

<sup>186</sup> Numeral I, del artículo 4.

<sup>187</sup> numeral V, del artículo 4.

<sup>188</sup> Artículo 63 de la Ley 1140.

<sup>189</sup> Párrafo III del artículo 5.

<sup>190</sup> Artículo 2.

<sup>191</sup> Artículo 11.

Por su parte, los requisitos para los Contratos Cooperativos Mineros por adecuación son los siguientes:

- Nota de solicitud adecuación dirigida al Presidente Ejecutivo de la COMIBOL.
- Resolución Administrativa de reconocimiento de Personalidad Jurídica y su ficha de registro.
- Testimonio de poder del representante legal de la cooperativa minera, con facultades expresas para suscribir el Contrato Cooperativo Minero con la COMIBOL.
- Certificado de constancia de presentación de solicitud de conciliación de deudas, si corresponde.
- Testimonio de Contrato de Arrendamiento o documento equivalente, según corresponda.
- Certificado de afiliación y/o vigencia emitido por la Federación Departamental, Regional o su inmediato superior.

Nótese nuevamente, que la licencia ambiental o algún documento que evidencie el cumplimiento de las normas ambientales no son un requisito para los contratos de adecuación, cuando la cooperativa estaría realizando operaciones y debería contar con dicho documento ambiental.

La Resolución Ministerial N° 220/2019 de 30 de septiembre de 2019<sup>192</sup> que aprueba los modelos de «Contrato Cooperativo Minero – Por Adecuación» y el «Contrato Cooperativo Minero», señala que la Unidad de Medio Ambiente de la Dirección General de Medio Ambiente y Consulta Pública del Viceministerio de Desarrollo Productivo Minero Metalúrgico del MMM,<sup>193</sup> en ambos contratos, incorporó el cumplimiento de manera obligatoria lo que establece la Ley 535, en su artículo 219. Si la cooperativa no cuenta con licencia ambiental, podría resolverse el contrato por incumplimiento de la normativa ambiental minera.

Al respecto, el modelo de Minuta de Contrato Cooperativo Minero (para nuevos contratos) aprobado con la Resolución Ministerial precitada, establece como obligación de la cooperativa, el realizar las operaciones mineras mediante procedimientos adecuados en el marco de la normativa ambiental, la presentación del Estudio Ambiental con enfoque multisectorial otorgado por la AAC, de manera previa al inicio de actividades mineras y la elaboración de una ALBA cuando en el área existiesen pasivos ambientales, conforme el RAAM<sup>194</sup>. Asimismo, establece que dentro el desarrollo y realización de las operaciones mineras, la cooperativa asumen directamente toda responsabilidad por el cumplimiento de la protección ambiental dispuesta en la Ley 1333 y sus reglamentos, debiendo obtener su licencia ambiental<sup>195</sup>.

Finalmente, en el documento fue determinado que el contrato quedará resuelto sin lugar a trámite alguno si se realizan operaciones mineras sin licencia ambiental, dejando

---

<sup>192</sup> Remitida el 28 de enero de 2020.

<sup>193</sup> Mediante Informe Técnico del 10 de septiembre de 2019.

<sup>194</sup> Cláusula décima tercera.

<sup>195</sup> Cláusula décima séptima.

establecido que la COMIBOL como Titular de Derecho Minero deberá efectuar el seguimiento y supervisión del cumplimiento del contrato.

Por su parte, el modelo de minuta de Contrato Cooperativo Minero por Adecuación establece como una de las obligaciones de la cooperativa, realizar las operaciones mineras mediante procedimientos adecuados en el marco de la normativa ambiental, a objeto de realizar una explotación racional<sup>196</sup>, Asimismo, respecto del cumplimiento de la normativa ambiental, establece que la cooperativa asume la responsabilidad por el cumplimiento de la normativa ambiental dispuesta en la Ley 1333 de Medio Ambiente y sus reglamentos<sup>197</sup>. Dado que es un contrato por adecuación la cooperativa ya llevaría un tiempo operando y debería contar con licencia ambiental, sin embargo, ninguna de sus cláusulas establece de forma específica la obligación de contar con este documento.

En síntesis, el modelo de Contrato Cooperativo Minero para nuevos contratos sí toma en cuenta la obligación de la cooperativa respecto de su adecuación ambiental, dado que debe presentar el Estudio Ambiental de manera previa al inicio de actividades mineras y debe obtener su licencia ambiental, COMIBOL debe efectuar el seguimiento y supervisión del cumplimiento del contrato, sin embargo, es necesario que las instancias correspondientes realicen el seguimiento respectivo para que esta obligación se cumpla a cabalidad. Por su parte, el modelo de Contrato Cooperativo Minero por Adecuación, si bien establece las obligaciones ambientales de las cooperativas, a través del cumplimiento de la Ley 1333 y sus reglamentos, no es específico sobre la obligación de contar con licencia ambiental para continuar con las operaciones que ya están en curso.

En ese contexto, el hecho de que la licencia ambiental no sea un requisito específico para la suscripción de Contratos de Producción Minera por adecuación, establecidos en el Decreto Supremo 2994 del 23 de noviembre de 2016 para las cooperativas mineras, y de Contratos Cooperativos Mineros señalados en Decreto Supremo 3853 del 03 de abril de 2019 y ratificados en el modelo de Minuta de Contrato Cooperativo Minero por Adecuación, aprobado con la Resolución Ministerial N° 220/2019, es uno de los motivos por el cual actividades mineras del sector cooperativista operen sin la licencia ambiental. Para minimizar esta causa, se recomienda:

*Al Ministerio de Minería y Metalurgia*

*R.22. El Ministerio de Minería y Metalurgia debe tramitar un Decreto Supremo que modifique el Decreto Supremo N° 3853 del 03 de abril de 2019, sobre la suscripción de Contratos Cooperativos Mineros por Adecuación, que incluya en los requisitos para su firma la licencia ambiental o algún documento que evidencie el cumplimiento de las normas ambientales por las cooperativas mineras. Asimismo, debe modificar el modelo de minuta para Contratos Cooperativos Mineros por Adecuación aprobado mediante*

---

<sup>196</sup> Cláusula décima segunda.

<sup>197</sup> Cláusula décima sexta.

*Resolución Ministerial N° 220/2019, a fin de que incluya de forma específica la obligación que tienen las cooperativas mineras de contar con licencia ambiental para continuar con sus operaciones mineras.*

#### 4.1.5.9 Novena causa relativa a deficiencias en la planificación del control ambiental

Antes de exponer esta causa, conviene subrayar que el MMAyA solicitó ajustes a la misma, argumentando lo definido en el marco de la Auditoría Ambiental K2/AP01/G17 sobre la contaminación atmosférica en el municipio de Oruro<sup>198</sup>, informando que como AAC nacional llevará a cabo los respectivos procedimientos técnicos administrativos de las actividades que se encuentren en el ámbito de la aplicación del artículo 4 del RPCA y su complementación a través del artículo 3 del D.S. 28592 del 17 de enero de 2006, y que es competencia de la AAC departamental realizar inspecciones ambientales a las actividades que se encuentran en su jurisdicción departamental.

En relación con la aplicación de esta nueva política, el MMAyA informó<sup>199</sup> que no existe a la fecha en la subcuenca de estudio actividad minera que sean de competencia de la AAC nacional de acuerdo a lo establecido en el artículo 4 del RPCA, por lo que no le correspondería realizar inspecciones a las actividades mineras que forman parte de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta. Tomando en cuenta este aspecto, el MMAyA fue excluido en esta causa.

El tema de la falta de planificación de inspecciones como parte del control a las actividades mineras con y sin licencia ambiental, fue evaluado en la auditoría ambiental de contaminación hídrica de las subcuencas Tumusla y San Juan del Oro. Los Ministerios de Medio Ambiente y de Minería y Metalurgia, así como los Gobiernos Autónomos Departamental y Municipal de Potosí fueron sujeto de examen.

En dicha auditoría, fueron revisados los instrumentos de planificación de mediano y corto plazo: Planes Sectoriales de Desarrollo Integral (PSDI), en el caso del MMM y MMAyA, y Planes Territoriales de Desarrollo Integral (PTDI), en el caso de los Gobiernos Autónomos Departamentales y Municipales, del periodo 2016-2020 y Planes Operativos Anuales (POA) de las gestiones 2016, 2017 y 2018. De la revisión de esos documentos, se identificó como causa la falta o deficiente planificación de acciones de seguimiento, control y vigilancia a las actividades mineras, para la restauración de los cuerpos de agua de las subcuencas Tumusla y San Juan del Oro de la cuenca del río Pilcomayo. Al respecto, cabe realizar las siguientes puntualizaciones:

- Los instrumentos de planificación de mediano plazo evaluados fueron del periodo 2016-2020.

---

<sup>198</sup> El 06 de diciembre de 2019.

<sup>199</sup> El 28 de febrero de 2020.



- El PSDI MAyA<sup>200</sup> no tenía observaciones sobre la planificación de acciones de fiscalización, vigilancia y control ya que señalaron inspecciones ambientales para acciones de prevención y control.
- El PSDI de MM y los PTDI de la Gobernación y el municipio de Potosí debieron ser ajustados para que sean coherentes con el PSDI MAyA respecto a las inspecciones y acciones de control y vigilancia.
- Respecto a los POA, las recomendaciones se enfocaban en las gestiones necesarias para que realicen de forma independiente y en un número suficiente, inspecciones a las actividades mineras y acciones de control y vigilancia en el caso del GAM de Potosí a las actividades mineras con y sin licencia ambiental.
- Todas las recomendaciones fueron enfocadas a la zona de estudio, específicamente a las subcuencas Tumusla y San Juan del Oro del río Pilcomayo.
- Las recomendaciones fueron aceptadas por el MMAyA<sup>201</sup>, el MMM<sup>202</sup>, el GADP<sup>203</sup> y el GAMP<sup>204</sup>.

Conforme la auditoría comentada, sobre las subcuencas Tumusla y San Juan del Oro, el MMM se comprometió a ajustar el PSDI de su sector, lo que representa una mejora para el control del área minera. Sobre los PTDI, que son para todos los actores territoriales, la Gobernación y la Municipalidad de Potosí también se comprometieron al ajuste de sus instrumentos de mediano plazo, para lograr la concordancia con el PSDI del MAyA, respecto a las inspecciones de control a las actividades mineras con y sin licencia ambiental. Por lo tanto, es razonable suponer que tanto el PSDI de MM, como los PTDI del GAD y el GAM de Potosí, respectivamente, logren concordancia a través del ajuste comprometido, para mejorar el control de las actividades mineras de la zona. Dicho aspecto, permitirá que las entidades ya evaluadas continúen planificando acciones de control a las actividades mineras en el siguiente periodo de mediano plazo (2021-2025).

Si bien las recomendaciones de la anterior auditoría estaban dirigidas específicamente a las subcuencas San Juan del Oro y Tumusla, el PSDI MAyA contenía lineamientos para el control de las actividades mineras a nivel nacional, por lo que el ajuste del PSDI de MM y los PTDI deben seguir esa misma línea, lo que implicaría incluir también la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.

Considerando lo expuesto, para esta causa se evaluó la planificación de mediano y de corto plazo (POA) referida a las inspecciones de control a las actividades mineras por parte del GAD de Chuquisaca con la compañía del OSC y respecto a los GAM su participación concurrente a las inspecciones convocadas por las AAC a las actividades mineras con licencia ambiental, además de las acciones de control y vigilancia a las actividades mineras

<sup>200</sup> Un PSDI es un plan de carácter operativo que permiten integrar en el mediano plazo el accionar de los diferentes sectores. Parágrafo I del artículo 16 de la Ley 777 del SPIE.

<sup>201</sup> El 01 de marzo de 2019.

<sup>202</sup> El 11 de junio de 2019.

<sup>203</sup> El 28 de febrero de 2019.

<sup>204</sup> El 08 de marzo de 2019.

que aún no cuentan con su licencia ambiental. Específicamente se revisaron sus PTDI, así como los POA de las gestiones 2017, 2018 y 2019.

La evaluación de los PTDI se basó en los «Lineamientos Metodológicos para la formulación de Planes Territoriales de Desarrollo Integral para Vivir Bien (PTDI)»<sup>205</sup>, considerando la estructura y contenido mínimo del PTDI, específicamente lo relacionado con planificación. Se verificó que en el acápite de planificación de los PTDI las entidades describieran acciones de control a las actividades mineras con licencia ambiental a través de inspecciones planificadas por las AAC, con la participación del OSC y de manera concurrente los gobiernos municipales, así como las acciones de control y vigilancia a las actividades sin licencia ambiental. Los PEI no fueron revisados, debido a que el MMM al igual que las Entidades Territoriales Autónomas, (GAD y GAM) deben integrar sus actividades institucionales estratégicas en el marco de los PSDI y PTDI<sup>206</sup>.

Los POA se evaluaron de acuerdo al Decreto Supremo 3246<sup>207</sup>, revisando las acciones específicas de control a las actividades mineras, en analogía a los PTDI. Se revisaron los POA de la gestión 2019 de las entidades que también fueron evaluadas en la auditoría ambiental de contaminación hídrica de las subcuencas Tumusla y San Juan del Oro.

El MMM<sup>208</sup> planificó «inspecciones», sin embargo no fue específico en establecer su participación en las inspecciones de seguimiento y control que realicen la AACN (a nivel nacional) o la AACD, en su rol de OSC. El número de inspecciones planificadas es insuficiente, ya que debe participar en las que realicen ambas AAC.

Por su parte el POA 2019 de la SDMT<sup>209</sup> no sufrió modificaciones desde hace tres años, planificaron 30 inspecciones anuales a las actividades mineras y AOP de todo el departamento, lo que representa un número reducido, considerando inspecciones a las actividades con y sin licencia ambiental, además de acciones de control a las AMIAC.

El reporte del SIGEP «Relación POA – Presupuesto Anual» del GAM de Potosí<sup>210</sup> no señala acciones referentes al control de las actividades mineras asentadas en el municipio de Potosí.

De la revisión de los PTDI y POAs del GAD de Chuquisaca y de los GAM de Chaquí, Betanzos, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla, Ckochas y San Lucas, se tienen las siguientes puntualizaciones:

<sup>205</sup> Aprobado mediante Resolución Ministerial N° 018, del 11 de febrero de 2016.

<sup>206</sup> Según lo establecido en el acápite 4 de los «Lineamientos Metodológicos para la formulación de Planes Estratégicos Institucionales para Vivir Bien», aprobado mediante Resolución Ministerial N° 032 del 02 de marzo de 2016.

<sup>207</sup> Aprobado el 05 de julio de 2017. Parágrafo II del artículo 15 «cada operación debe contener tareas específicas, que conducirán al logro de los resultados esperados para las acciones de corto plazo».

<sup>208</sup> POA 2019 recibido el 24 de octubre de 2019, en respuesta a nuestra solicitud recibida el 17 de octubre de 2019.

<sup>209</sup> Recibido el 03 de diciembre de 2019, en respuesta a nuestra solicitud recibida el 26 de noviembre de 2019.

<sup>210</sup> Información obtenida a través de la Subcontraloría General el 09 de enero de 2020.

- La Gobernación de Chuquisaca<sup>211</sup> no planificó acciones de control a las actividades mineras en su PTDI. Los POA tampoco incluyen acciones de control a las actividades mineras dentro de su jurisdicción.
- El GAM de Chaquí<sup>212</sup>, no planificó acciones de control a las actividades mineras en su PTDI ni en los POA de las gestiones 2018 y 2019.
- El GAM de Betanzos<sup>213</sup> no planificó acciones de control en su PTDI, sin embargo una de sus acciones estratégica tienen que ver con implementar un procedimiento en concurrencia con el gobierno nacional y departamental vinculado a medidas de fiscalización, control y sanción, así como priorizar y optimizar el monitoreo y vigilancia de manera general. Su matriz de planificación incluye acciones de control y ríos y lagos, pero alineada a áreas verdes y reforestación. Los POA no contienen acciones referentes a control a las actividades mineras.
- El GAM de Tacobamba<sup>214</sup> no remitió su PTDI, por lo que no se pudo evaluar información respecto a acciones de control. Los POA obtenidos sólo hacen referencia a reforestación en el municipio y residuos sólidos, evidenciándose que no planificaron acciones de control a las actividades mineras.
- El GAM de Tinguipaya<sup>215</sup> no planificó acciones de control en su PTDI. El POA 2017 contiene la gestión de la prevención y control ambiental, sin especificar las áreas en la que trabajarán, y está de acuerdo a lo estipulado en el RPCA y RAAM. Los POA 2018 y 2019, incluyen gestiones ambientales sobre el equilibrio entre las necesidades de desarrollo y conservación del medio ambiente, tema muy amplio para evaluar acciones de control a la actividad minera, evidenciándose que esas acciones no fueron planificadas.
- El GAM de Yocalla<sup>216</sup> no desarrolló el acápite de planificación en el PTDI, por lo que no pudo ser evaluado. Respecto a los POA de las gestiones 2017, 2018 y 2019, ninguno incluye acciones respecto al control de las actividades mineras.
- El GAM de Ckochas<sup>217</sup> no planificó acciones de control a las actividades mineras en su PTDI ni en los POA de las tres gestiones evaluadas, estos últimos no sufren modificaciones.
- El GAM de San Lucas<sup>218</sup> no planificó acciones de control a las actividades mineras en su PTDI, sin embargo en otros acápites del documento mencionan que la actividad minera es una de las más contaminantes al factor agua y suelo. Los POA de las últimas gestiones no señalan acciones de control a las actividades mineras.

Considerando el antecedente de la causa sobre el Ministerio de Medio Ambiente y Agua y, los Gobiernos Autónomos Departamental y Municipal de Potosí, respecto a la planificación a mediano y corto plazo de las acciones de control a las actividades mineras, y la evidencia

<sup>211</sup> Información recibida el 03 de enero de 2020, en respuesta a nuestra solicitud recibida el 24 de octubre de 2019.

<sup>212</sup> Información recibida el 30 de diciembre de 2019, en respuesta a nuestra solicitud recibida el 28 de octubre de 2019.

<sup>213</sup> Información recibida el 16 de diciembre de 2019, en respuesta a nuestra solicitud recibida el 28 de octubre de 2019.

<sup>214</sup> Información obtenida a través de la Subcontraloría General el 09 de enero de 2020.

<sup>215</sup> Información recibida el 02 de diciembre de 2019, en respuesta a nuestra solicitud recibida el 22 de octubre de 2019.

<sup>216</sup> Información recibida el 18 de octubre de 2019, en respuesta a nuestra solicitud recibida el 11 de octubre de 2019.

<sup>217</sup> Información recibida el 11 de diciembre de 2019, en respuesta a nuestra solicitud recibida el 04 de noviembre de 2019.

<sup>218</sup> Información recibida el 26 de diciembre de 2019, en respuesta a nuestra solicitud recibida el 23 de octubre de 2019.

respecto de la falta de planificación a mediano y corto plazo de acciones de control a las actividades mineras, de acuerdo a sus funciones descritas en la normativa ambiental vigente, del Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca y los Gobiernos Autónomos Municipales de Chaquí, Betanzos, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla, Ckochas y San Lucas, es necesario, para minimizar la causa, que las gobernaciones de Potosí y Chuquisaca, el OSC y los gobiernos municipales planifiquen acciones de control ambiental, a las actividades mineras que se encuentran dentro la subcuenca Pilcomayo Zona Alta. De acuerdo con lo expuesto, y para minimizar la causa evidenciada, se formulan las siguientes recomendaciones.

Al Ministerio de Minería y Metalurgia:

*R.23.-El Ministerio de Minería y Metalurgia debe planificar en sus POA, la participación en las inspecciones programadas por la Autoridad Ambiental Competente, a todas las actividades mineras de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta que tienen Licencia Ambiental, así como a aquellas que aún no cuentan con la misma, conforme a lo establecido en la normativa ambiental vigente.*

Al Gobierno Autónomo Departamental de Potosí:

*R.24.- El Gobierno Autónomo Departamental de Potosí debe planificar en su PTDI y PEI, para el periodo 2021-2025, así como en los POA correspondientes, acciones de control ambiental a las actividades mineras de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta que tienen licencia ambiental, a las consideradas como AMIAC y a las que aún no cuentan con la licencia ambiental, conforme a lo establecido en la normativa ambiental vigente.*

Al Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca:

*R.25.- El Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca debe planificar en su PTDI y PEI, para el periodo 2021-2025, así como en los POA correspondientes, las acciones de control ambiental a las actividades mineras de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, a las consideradas como AMIAC y a las que aún no cuentan con la licencia ambiental, conforme a lo establecido en la normativa ambiental vigente.*

A los Gobiernos Autónomos Municipales de Chaquí, Betanzos, Potosí, Tinguipaya, Tacobamba, Yocalla, Ckochas y San Lucas:

*R.26.- Deben planificar en sus PTDI, PEI para el periodo 2021-2025 y POA correspondientes, su participación de manera concurrente en las inspecciones planificadas por la Autoridad Ambiental Competente a todas las actividades mineras con licencia ambiental que se encuentran en su jurisdicción, así como acciones de control y vigilancia conducentes a la obtención de licencia ambiental de actividades mineras que aún no cuentan con la misma, que se encuentran en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, conforme a lo establecido en la normativa ambiental vigente.*

#### **4.1.6 Conclusión respecto del objetivo específico 1**

En el primer objetivo específico se evaluaron las acciones vinculadas a la mitigación de los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, ocasionados por la actividad minera. Se plantearon criterios e indicadores que permitieron evaluar el desempeño ambiental de las entidades sujeto de examen a cargo de dicha temática.

La evidencia mostró que el MMAyA, el MMM, la Gobernación de Potosí y las municipalidades de Chaqui, Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla y Ckochas no realizaron acciones de control efectivas para el cumplimiento de las medidas de mitigación comprometidas por los actores productivos mineros con licencia ambiental, porque no realizaron inspecciones conforme la normativa ambiental.

También se evidenció que las Gobernaciones de Potosí y Chuquisaca no realizaron acciones de control efectivas de las actividades mineras menores con impactos ambientales conocidos no significativos (AMIAC), porque no cuentan con informes de caracterización de sus efluentes y no les realizaron el control respectivo para el cumplimiento de esa obligación.

Respecto a la otorgación de licencias ambientales, las acciones de los Ministerios de Medio Ambiente y Agua y Minería y Metalurgia, los Gobiernos Autónomos Departamentales de Potosí y Chuquisaca y Gobiernos Autónomos Municipales, Chaqui, Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla, y Ckochas y San Lucas no fueron efectivas porque las entidades no tenían la información sobre las actividades mineras sin licencia ambiental, con las características que les permitieran tomar las decisiones y realizar las acciones correspondientes.

Estos resultados se ven reflejados en cuerpos de agua contaminados en la subcuenca evaluada. La valoración toxicológica empleando los límites permisibles para clase B (aguas para riego) en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, y los estándares internacionales empleados como referencia, mostraron la presencia de metales pesados como zinc, cadmio, arsénico, aluminio y hierro en sus aguas cuyas concentraciones sobrepasan los límites del reglamento precitado, y zinc, arsénico, cobre, cadmio y plomo que superan los umbrales sobre los cuales pueden presentarse efectos biológicos adversos en los sedimentos. Estos elementos fueron identificados principalmente en las zonas mineras (Potosí y Tacobamba) pero también fueron en el río Pilcomayo, mostrando su capacidad de movilidad desde la fuente de contaminación.

Los riesgos potenciales asociados a la contaminación toxicológica en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, al encontrar metales pesados cuyas concentraciones superan los niveles de efecto probable con la probabilidad de que aparezcan efectos biológicos adversos y a través de la cadena trófica, el consumo, durante un largo periodo, de productos que

podrían contener concentraciones de estos elementos incluso en mínimas cantidades desencadenaría en daños irreversibles en el organismo, interfiriendo en los procesos enzimáticos y causando deterioros a nivel celular en órganos vitales del ser humano y de animales.

Las deficiencias en el desempeño ambiental de las entidades que formaron parte del sujeto de examen, relacionadas con la actividad minera, tienen que ver con la falta de organización de las entidades para realizar inspecciones, con deficiencias en el contenido de los certificados de dispensación para AMIAC y la ausencia de control al cumplimiento de sus obligaciones, también tienen que ver con la carencia de información y deficiencia de comunicación sobre actividades mineras sin licencias ambientales, así como a las deficiencias en los Sistemas Departamentales de Información Ambiental, en la identificación de actividades mineras sin licencia ambiental, en las normas respecto de requisitos de adecuación ambiental y en la planificación del control ambiental. Asimismo, se evidenció que la falta de capacitación y entrenamiento a las municipalidades en el tema de control ambiental fue una causa de la situación detectada.

Para anular estas causas, se formularon veintiseis (26) recomendaciones dirigidas a las entidades que tienen relación con el tema minero, a fin mejorar la condición del ecosistema afectado por la actividad minera y conseguir la mitigación de los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.

#### **4.2 Resultados relativos a la efectividad en la mitigación de los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua, ocasionados por las aguas residuales domésticas**

El objetivo específico 2 fue formulado para evaluar la efectividad de las acciones vinculadas a la mitigación de los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, ocasionados por las aguas residuales domésticas.

Para este objetivo específico se formularon diez criterios con el fin de evaluar el desempeño ambiental de las entidades que tienen que ver con la implementación de un sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad de Potosí y para aquellas que no llegan a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de la ciudad de Sucre, así como las acciones referidas a lograr que las descargas de aguas residuales tratadas en la PTAR de la ciudad de Sucre cumplan con los límites permisibles establecidos en la normativa.

##### ***4.2.1 Efectividad en las acciones para la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales en Potosí y Sucre***

La ciudad de Potosí no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, las aguas servidas, recolectadas a través del sistema de alcantarillado, son eliminadas directamente a los cuerpos de agua que atraviesan la población. El servicio de alcantarillado es prestado por la Administración Autónoma para Obras Sanitarias (AAPOS).

En la ciudad de Sucre, la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre (ELAPAS) administra el sistema de recolección de aguas residuales de Sucre. En los sectores donde presta servicio, las aguas residuales son conducidas por gravedad hacia la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) que está ubicada en la zona del Campanario a 7 km al oeste de la población.

Los ocho primeros criterios, resumidos a continuación, muestran cómo debería ser el accionar de las entidades de los tres niveles del Estado que tienen responsabilidades en el saneamiento básico, para considerar efectivo su desempeño en la mitigación de los impactos ambientales ocasionados por las aguas residuales generadas a los cuerpos de agua de la subcuenca.

*El Ministerio de Medio Ambiente y Agua, la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico (AAPPS), los Gobiernos Autónomos Departamentales de Potosí y Chuquisaca, los Gobiernos Autónomos Municipales de Potosí y Sucre, la Administración Autónoma para Obras Sanitarias (AAPOS) y la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre (ELAPAS) realizaron acciones efectivas para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Potosí, a fin de mitigar los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

El criterio antes expuesto está asociado a varios indicadores. Así, para evaluar las acciones del MMAyA se aplicó el siguiente indicador:

*Acciones realizadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua para que el estudio TESA o EDTP<sup>219</sup> (según corresponda) de implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí y aquellas que no llegan a la PTAR de la ciudad de Sucre, sea revisado hasta que el mismo sea técnicamente viable, cumpla con las normas y reglamentos vigentes del sector y se gestione su financiamiento.*

El Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico (VAPSB) del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, informó<sup>220</sup> que en la base de datos del Sistema de Información de Agua y Saneamiento en Bolivia (SIAB), no tenían registrados proyectos sobre Estudios Técnico Económico Social y Ambiental (TESA) y/o Estudio de Diseño Técnico de Preinversión (EDTP), presentados por las municipalidades de Potosí y Sucre entre enero de

<sup>219</sup> TESA: Estudio integral Técnico, Económico, Social y Ambiental, se realiza la preparación basándose en la alternativa técnica seleccionada en el EI y la evaluación socioeconómica y financiera privada del proyecto, para obtener indicadores de rentabilidad y tomar decisiones sobre la inversión del proyecto de inversión pública, artículo 5 del Reglamento Básico de Preinversión aprobado mediante Resolución Ministerial N° 29/2007 del Ministerio de Planificación del Desarrollo. El Reglamento Básico de Preinversión aprobado mediante Resolución Ministerial N° 115 de 12 de mayo de 2015, que deja sin efecto la Resolución Ministerial N° 29/2007 del Ministerio de Planificación del Desarrollo, establece en su artículo 6, que para la ejecución de proyectos de inversión pública, se elaborará un solo Estudio de Diseño Técnico de Preinversión – EDTP, independientemente del tamaño, complejidad o monto de la inversión, cuyo contenido deberá proporcionar información objetiva, comparable confiable, oportuna y suficiente, para la correcta asignación de recursos públicos a la inversión.

<sup>220</sup> Recibida el 28 de junio de 2019.

2011 y mayo de 2019 para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí y para aquellas que no llegan a la PTAR de la ciudad de Sucre.

ELAPAS <sup>221</sup> elaboró un EDTP del Proyecto de Construcción del Interceptor de Alcantarillado Sanitario Tucsupaya, para la colección y evacuación del agua residual de la zona norte de la ciudad de Sucre a la PTAR de El Campanario. Al respecto el VAPSB<sup>222</sup> informó que el 26 de octubre de 2018, recibió el mencionado proyecto para su revisión y gestión de financiamiento. Revisado el documento en base a la normativa sectorial, el VAPSB remitió sus observaciones para la corrección y complementación de estudio.

El 28 de mayo de 2019, ELAPAS presentó una nueva versión del proyecto de construcción del interceptor Tucsupaya al VAPSB, sin embargo, en su evaluación el viceministerio advirtió que las observaciones no fueron subsanadas, aspecto que fue notificado el 25 de julio de 2019 a ELAPAS. Hasta el cierre de recolección de evidencia de la auditoría el VAPSB estaba a la espera del proyecto ajustado y complementado. Informaron que cuando el proyecto cumpla con la normativa sectorial vigente, iniciarían la gestión de financiamiento en forma conjunta entre la entidad solicitante y el MMAyA.

El VAPSB informó<sup>223</sup> que se desarrollaría una consultoría para la elaboración de los Planes Maestros de Agua potable y Alcantarillado Sanitario (PM APyAS) para las ciudades de Oruro, Sucre y Potosí, cuyos alcances serían los siguientes:

- Diagnóstico de la situación actual de los servicios de AP y AS.
- Definición de escenarios, alternativas y formulación de estrategias de expansión de los servicios de AP y AS.
- Elaboración de Planes Maestros de AP y AS
- Socialización y difusión de los Planes Maestros de AP y AS.

El 02 de agosto de 2019 la Comisión Calificadora de la Unidad Coordinadora del Programa de Agua y Alcantarillado Periurbano (UCP-PAAP) del VAPSB, presentó un informe al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para la solicitud de no objeción. Pretendían iniciar los estudios el mes de octubre de ese año con la consultora contratada.

La aplicación del indicador estaba supeditada a la presentación de estudios TESA o EDTP (según la temporalidad) de implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales al VAPSB. Por lo tanto, en el caso de Potosí, debido a la falta de presentación de estos estudios el Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, el mismo no realizó acciones porque no tenía documentos que revisar para gestionar su financiamiento.

---

<sup>221</sup> Informó el 03 de octubre de 2019.

<sup>222</sup> El 23 de octubre de 2019.

<sup>223</sup> Recibida 23 agosto de 2019 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 07 de agosto de 2019.



En el caso de Sucre, la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre presentó un EDTP del proyecto de construcción del interceptor de alcantarillado sanitario Tucsupaya, para la colección y evacuación del agua residual de la zona norte de la ciudad de Sucre a la PTAR de El Campanario. Si bien el interceptor de Tucsupaya no representa un sistema de tratamiento de aguas residuales, que es lo que se está evaluando con el indicador, permitirá que una parte de las aguas servidas que actualmente son eliminadas de forma directa a los cuerpos de agua, sea tratada en la PTAR del Campanario. El VAPSB realizó la revisión correspondiente del EDTP en dos ocasiones y remitió las observaciones a ELAPAS para su complementación, sin alcanzar a llegar a la gestión de financiamiento.

Para la evaluación del desempeño de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico, se aplicó el siguiente indicador:

*Acciones de la AAPS para velar por el cumplimiento de las obligaciones de AAPOS y ELAPAS establecidas en sus contratos de concesión, con respecto de la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales generadas en el municipio de Potosí y en el área de concesión de ELAPAS en el municipio de Sucre cuyas aguas no llegan a la PTAR del Campanario.*

La Ley 2066<sup>224</sup> creó la Superintendencia de Saneamiento Básico, cuyas atribuciones, competencias, derechos y obligaciones fueron asumidos por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico (AAPS)<sup>225</sup>. Esta Ley le da la atribución a la AAPS de otorgar permisos para la prestación de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario y suscribir los correspondientes contratos, así como velar por el cumplimiento de las obligaciones y derechos de los titulares de las concesiones. También tiene la atribución de aplicar sanciones determinadas por norma y, cuando corresponda, las establecidas en los contratos de concesión, también debe poner en conocimiento de las autoridades competentes las infracciones relativas a la protección del medio ambiente en el desarrollo de sus actividades<sup>226</sup>.

El contrato<sup>227</sup> de los servicios de agua potable y saneamiento básico de ELAPAS y AAPOS<sup>228</sup>, establece que todas las aguas servidas provenientes de los sistemas de alcantarillado del área de concesión sean tratadas y dispuestas de acuerdo a lo establecido en las leyes ambientales, teniendo la atribución de aplicar sanciones de acuerdo de su anexo 4<sup>229</sup>. La falta de tratamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad de Potosí y de una parte de la ciudad de Sucre dentro su área de concesión, no responde al contrato correspondiente.

<sup>224</sup> De prestación y utilización de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario del 11 de abril de 2000.

<sup>225</sup> A través del Decreto Supremo 071 del 09 de abril de 2009, (artículos 1, 3 inciso b, 4 numeral I).

<sup>226</sup> Artículo 15, incisos c, e, r, s.

<sup>227</sup> A partir de la nueva Constitución Política del Estado los contratos de concesión tienen la figura de licencia de prestación de servicio.

<sup>228</sup> En su cláusula décimo segunda, numeral 12.8.

<sup>229</sup> Numeral 5.1.3 (casos no previstos): «sin perjuicio de las infracciones enumeradas en el numeral 5.1.2 de este anexo, la Superintendencia podrá sancionar por cualquier otra infracción a disposiciones del Marco Regulatorio y del Contrato (...)».

Al respecto, la AAPS informó<sup>230</sup> que las obligaciones de las Entidades Prestadoras de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado (EPSA), sobre aguas residuales, se encuentran establecidas en el Reglamento de Materia de Contaminación Hídrica que determina sus obligaciones en el control de calidad de las aguas residuales y la aplicación de procedimientos técnico administrativos para el control de descargas industriales. Señaló también que los contratos (apéndice 1 del anexo Metas de Calidad), establecen las obligaciones ambientales que deberán cumplir las EPSA en el control de descarga de aguas residuales.

Remitió la evaluación técnica a los informes anuales presentados por AAPOS de las gestiones 2016 y 2017 y de fiscalización técnica a la PTAR El Campanario de Sucre del año 2019.

Administración Autónoma para Obras Sanitarias de Potosí

- La evaluación técnica y económica del informe de segundo semestre y anual de la gestión 2016<sup>231</sup>, respecto de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, señaló que AAPOS no presentó información al respecto. Observó que la cláusula décimo segunda del manual de seguimiento a la EPSA, referida a las «Obligaciones, condiciones y derechos del concesionario en relación con la prestación del servicio», en su numeral 12.8, «condiciones de tratamiento y disposición final de aguas servidas», establece que el concesionario se obliga a que todas las aguas servidas provenientes de los sistemas de alcantarillado sanitario del área de concesión sean tratadas de acuerdo a lo establecido en las leyes ambientales.

No determinaron el Índice de Tratamiento de Aguas Residuales ni el indicador sobre el control de aguas residuales sobre la capacidad instalada de la PTAR, debido a que AAPOS no cuenta con una PTAR, recomendaron gestionar financiamiento mediante los niveles de gobierno respectivos en el marco de sus competencias establecidas en la Ley 031 Marco de Autonomías y Descentralización Andrés Ibáñez.

En sus conclusiones observaron que las inversiones realizadas por AAPOS no eran suficientes y requerirán la participación del gobierno municipal en el marco de la Ley 031. Asimismo, solicitó a AAPOS remitir a la AAPS el cronograma de ejecución de proyectos de corto plazo, priorizando los que tengan relación directa con la apertura de pozos y tanques de almacenamiento de agua potable. Al respecto, debe considerarse la falta de una PTAR en la ciudad de Potosí y la necesidad de contar con un proyecto para solucionar este problema.

<sup>230</sup>El 26 de abril de 2019 y el 09 de julio de 2019, como respuesta a nuestra solicitud recibida el 18 de abril de 2019 y el 14 de junio de 2019.

<sup>231</sup>Informe de Jefatura de Fiscalización y Seguimiento Regulatorio al Director de Regulación Ambiental remitido a AAPOS el 16 de noviembre de 2017.

- La evaluación técnica y económica del informe de segundo semestre y anual de la gestión 2017<sup>232</sup>, de forma análoga a la gestión 2016, mencionó que AAPOS no presentó información respecto de la falta de una PTAR. Citó nuevamente el numeral 12.8 de la cláusula décimo segunda del manual de seguimiento de la EPSA, instando a tomar las acciones correspondientes para su cumplimiento respectivo.

En sus conclusiones, la evaluación señala que la ciudad de Potosí no cuenta con una infraestructura de tratamiento de aguas residuales domésticas, pide a la EPSA tomar acciones al respecto, en coordinación con su gobierno municipal en el marco de sus competencias.

Del análisis de los informes remitidos por AAPOS, la AAPS hace referencia al Índice de Operación Eficiente que mide la sostenibilidad operativa de la EPSA<sup>233</sup>, el valor de las gestiones del 2015 al 2018 presentaron un valor por encima del parámetro óptimo, sus ingresos lograron cubrir con dificultad los costos operativos del servicio. El comportamiento del índice, según señaló la AAPS, hace que la empresa no tenga capacidad de inversión para realizar obras de magnitud, por lo que recomendó acudir a otros niveles de gobierno para sus inversiones.

#### *Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado de Sucre*

En la fiscalización técnica a la PTAR El Campanario<sup>234</sup>, la AAPS evidenció bajos niveles de eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales. El sistema de recolección de aguas residuales es de tipo combinado (sanitario y pluvial). De las quince cuencas en Sucre, diez descargan a la PTAR El Campanario, tres no tienen conexión al emisario de la PTAR y descargan a las quebradas que confluyen con el río Chico y Pajchiri, y dos descargan sus aguas residuales crudas directamente al río Quirpinchaca, aguas debajo de la PTAR. ELAPAS tiene dieciocho cámaras sépticas para el pretratamiento de las aguas residuales en la zona norte donde no existe sistema de alcantarillado, construidas como una solución temporal para evitar la descarga directa de aguas residuales crudas a las quebradas, pero por su ubicación se dificulta su operación y mantenimiento.

La AAPS recomendó a ELAPAS realizar las gestiones ante las instancias pertinentes para incrementar la cobertura de población servida con alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Sucre con la construcción de tres colectores sanitarios: Santa Catalina, Cascaditas y Tucsupaya, para evacuar las aguas residuales a la PTAR El Campanario y evitar la descarga directa al medio ambiente y realizar un adecuado tratamiento y disposición de las aguas residuales conforme la Ley 1333. Asimismo,

<sup>232</sup> Informe de Jefatura de Fiscalización y Seguimiento Regulatorio al Director de Regulación Ambiental remitido a AAPOS el recibida el 20 de diciembre de 2018.

<sup>233</sup> S expresa en términos de la proporción de ingresos por la prestación del servicio que se destinan a cubrir costos de operación, administración y mantenimiento, su valor debe ser menor a 100% y el rango óptimo debe estar entre 65 y 75%.

<sup>234</sup> Informe remitido el 06 de junio de 2019 a ELAPAS.

recomendó gestionar con el GAM de Sucre la apertura de vías para un fácil acceso del camión succionador a las cámaras sépticas que se encuentran en las laderas de la zona norte.

En la fiscalización, la AAPS no observó, ni recomendó, la planificación de la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales que se generan por debajo de la cota de la PTAR (cuenca Quirpinchaca), ni para aquellas aguas residuales que son descargadas directamente a las quebradas que pertenecen a la cuenca del río Chico.

Por otro lado, la AAPS<sup>235</sup> informó que no emitió sanciones a ELAPAS y AAPOS por el incumplimiento al contrato de concesión (actual licencia de prestación de servicio) respecto de la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales. Tampoco realizaron denuncias a la Autoridad Ambiental Competente de las jurisdicciones territoriales a las que corresponden las ELAPAS y AAPOS, sobre estas infracciones.

Aplicando el indicador para la AAPS se tiene que las acciones para velar por el cumplimiento de las obligaciones de AAPOS y ELAPAS establecidas en sus contratos, para el tratamiento de las aguas residuales, en el caso de AAPOS se limitaron a recomendar, en la evaluación técnica de los 2016 y 2017, la toma de acciones con los distintos niveles de gobierno en el marco de sus competencias establecidas en la Ley 031 respecto de la falta de una infraestructura de tratamiento de aguas residuales domésticas en la ciudad de Potosí; en el caso de ELAPAS, las acciones se refieren a recomendaciones para la construcción de tres colectores sanitarios (Santa Catalina, Cascaditas y Tucsupaya) que permitan trasladar las aguas residuales a la PTAR que actualmente están siendo descargadas directamente a los cuerpos de agua de la ciudad, aunque no incluyeron recomendaciones para la planificación de un sistema de tratamiento para las aguas residuales que llegan a la PTAR.

La AAPS no emitió sanciones a las EPSA por la falta de tratamiento de todas las aguas residuales generadas en sus áreas de concesión, ni realizó denuncias a la Autoridad Ambiental Competente sobre estas infracciones.

Continuando con la aplicación de los indicadores, el siguiente diseñado aplica para las gobernaciones de Potosí y Chuquisaca:

*Acciones realizadas por las gobernaciones de Potosí y Chuquisaca, en sus jurisdicciones, para elaborar, financiar y/o ejecutar de forma subsidiaria planes y/o proyectos para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí y para aquellas que no llegan a la PTAR del Campanario en la ciudad de Sucre.*

Sobre el tema, la gobernación de Potosí<sup>236</sup>, informó que solicitaron documentación generada entre los años 2010 y 2019 sobre estudios, planes y/o proyectos para la

<sup>235</sup> El 06 de noviembre de 2019 y el 05 de diciembre de 2019, como respuesta a nuestra solicitud del 28 de octubre de 2019, 14 de noviembre de 2019 y 26 de noviembre de 2019.

<sup>236</sup> El 19 de septiembre de 2019, como respuesta a nuestra solicitud del 17 de junio de 2019, y reiterada el 06 de septiembre de 2019.

implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí, a la Unidad de Saneamiento Básico de la Secretaría Departamental de la Madre Tierra, unidad que señaló que no cuentan con información sobre el tema<sup>237</sup>.

Aplicando el indicador se tiene que el Gobierno Autónomo Departamental de Potosí no realizó acciones para elaborar, financiar y/o ejecutar de forma subsidiaria planes y/o proyectos para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí.

Por su parte, la gobernación de Chuquisaca<sup>238</sup> remitió la Resolución Administrativa AACD N° 069/2019 del 11 de junio de 2019, documento que en base a resultados de una inspección dicta medidas para corregir las irregularidades encontradas, notifica al GAM de Sucre y le otorga un plazo para su adecuación.

Respecto de la inspección que dio origen a la Resolución Administrativa precitada, la evidencia indicó que la Dirección de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Secretaría de Medio Ambiente y Madre Tierra de la Gobernación de Chuquisaca<sup>239</sup>, realizó una inspección en época de estiaje a la cuenca del río Chico que abarca el distrito 7 del municipio de Sucre, en el marco del artículo 10 del RPCA, para verificar la situación actual sobre la evacuación de aguas residuales y residuos sólidos en la cuenca. En esa inspección verificaron los siguientes aspectos:

- La evacuación de aguas residuales en la cuenca de Lechuguillas<sup>240</sup> se realiza a través de dos poteos (colectores) que confluyen en el barrio Bajo San Antonio, al llegar a la huerta Yana Huara disminuye el caudal y su recorrido sigue hasta confluir con el río Chelquemayu.
- Las aguas residuales en la zona norte de la ciudad<sup>241</sup>, son evacuados directamente a la microcuenca Fancesa, otros siete barrios de esa zona<sup>242</sup> eliminan sus aguas residuales a la microcuenca de las siete cascadas, ambas microcuencas confluyen en la comunidad Ura Katalla.

En la inspección también se observó que en la cuenca del río Chico existen actividades que ocasionan contaminación al río. Entre las comunidades La Palma y Chacarillas, identificaron siete balnearios visitados por los habitantes de la ciudad de Sucre los fines de semana, sus aguas serían empleadas para riego de las parcelas frutales, asimismo existen corrales de ganado menor (cabras, ovejas, cerdos) ubicados a poca distancia de quebradas y

<sup>237</sup> Mencionaron que extraoficialmente tenían conocimiento que entre los años 2010 y 2011, la municipalidad de Potosí elaboró un proyecto para la construcción de una PTAR, que tenía comprometido presupuesto, pero no se ejecutó.

<sup>238</sup> El 27 de junio de 2019 como respuesta a nuestra solicitud del 18 de junio de 2019.

<sup>239</sup> Adjuntaron el Informe Técnico DRRNMA-IRAO-AR N° 50/2019 “Aguas residuales –cuenca de río Chico, municipio Sucre” de 28 de mayo de 2019. No menciona la fecha en que se realizó la inspección a la cuenca del río Chico.

<sup>240</sup> Barrios Japón, La Abra, San Antonio, Alto y Bajo Sagrado Corazón, Simón Bolívar, barrio Libertadores, Garcilazo 1 y 2, Alto y Bajo Garcilazo y Mesa Verde

<sup>241</sup> Barrios Villa Margarita, Bajo Fancesa, Capital, Cesa A y Bajo Cesa, Munaypata y Horno Kasa.

<sup>242</sup> La Barraca, Guerra Loma, comunidades de Llinfi, Juchuy Llinfi, 7 Cascadas, Pata Katalla, Ura Katalla.

de la ribera del río Chico. Las comunidades asentadas en las riberas del río Chico, cuentan con pozos sépticos y pozos ciegos que en muchos casos estaban colmatados y sus desechos son evacuados hasta el río Chico.

Con base en la inspección y el informe técnico, la Resolución Administrativa AACD N°069/2019 resolvió lo siguiente:

Primero.- En cumplimiento al artículo 97<sup>243</sup> de la Ley 1333 de Medio Ambiente, Ley 755 (Ley de gestión integral de residuos) y sus reglamentos, instruir al alcalde del Gobierno Autónomo Municipal de Sucre, presentar un plan de contingencias a objeto de controlar la contaminación hídrica, provenientes de las subcuencas de Lechuguillas, FANCESA, Siete Cascadas y comunidades asentadas en la cuenca del río Chico que evacúan aguas residuales sin ningún tratamiento a la cuenca del río Chico, en un plazo no mayor de tres meses después de su legal notificación, asimismo, debía presentar un plan de proyección para la construcción de PTAR en las mencionadas subcuencas y barrios periurbanos y comunidades que desembocan sus aguas residuales sin ningún tratamiento a la cuenca del río Chico, en un plazo no mayor de dos meses después de su legal notificación. Además debía regular el funcionamiento de todas las actividades económicas (balnearios, granjas de animales, etc.) presentes en toda la cuenca del río Chico, tomando en cuenta los impactos generados por estas actividades, por la evacuación de aguas residuales, sin tratamiento, en un plazo no mayor de un mes después de su legal notificación, finalmente debía presentar de forma semestral los monitoreos de aguas, de las subcuencas de Lechuguillas, FANCESA, Siete Cascadas y comunidades asentadas en la cuenca del río Chico.

Segundo.- El incumplimiento a la disposición, generará responsabilidades administrativas que serán evaluadas y/o sancionadas por la AACD.

Tercero.- La Dirección de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca es la encargada de verificar el cumplimiento de la Resolución Administrativa.

Aplicando en indicador se tiene que la gobernación de Chuquisaca no realizó acciones para elaborar, financiar y/o ejecutar de forma subsidiaria planes y/o proyectos para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales que no llegan a la PTAR del Campanario en la ciudad de Sucre.

La Resolución Administrativa AACD N° 069/2019 determinó que la municipalidad de Sucre cumpla con la presentación de un plan de proyección para la construcción de una PTAR para las aguas residuales que desembocan en la microcuencas del río Chico y no pueden ser tratadas en la PTAR El campanario. Dicho plan podría ser usado para elaborar, financiar y/o ejecutar subsidiariamente su implementación. Hasta la fecha de corte de recolección de evidencia, la gobernación de Chuquisaca no informó si la municipalidad de Sucre cumplió con lo determinado en la resolución precitada.

---

<sup>243</sup> El artículo 97 forma parte del Título XI referido a las medidas de seguridad, de las infracciones administrativas y de los delitos ambientales, dicho artículo señala: la Secretaría Nacional de Medio Ambiente (ahora el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal) y/o las Secretarías Departamentales, en base a los resultados de las inspecciones, dictarán las medidas necesarias para corregir las irregularidades encontradas, notificándolas al interesado y otorgándole un plazo adecuado para su regulación.

Para los gobiernos municipales de Potosí y Sucre el indicador aplicado para evaluar su desempeño respecto de la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales fue el siguiente:

*Acciones realizadas por los Gobiernos Autónomos Municipales de Potosí y Sucre, para la gestión de proyectos de implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí y para las aguas que no son tratadas en la PTAR El Campanario, respectivamente.*

Sobre el tema y luego de una reiteración de solicitud de información de la Contraloría<sup>244</sup>, el 03 de diciembre de 2019 el GAM de Potosí informó que las Secretarías de Desarrollo Urbano y Proyectos y Desarrollo Económico reportaron que no existía ningún tipo de documento relacionado con proyectos de una PTAR en la ciudad de Potosí. Remitieron copias fotostáticas de dos presentaciones en Power Point<sup>245</sup>, la primera del «Proyecto: Alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, ciudad de Potosí», elaborado por el Consorcio FITCHNER-SID; y la segunda sobre el «Asesoramiento técnico para el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Potosí», con el apoyo del BID y Nolasco Associattes. Los documentos no tenían fecha de elaboración.

Aplicando el indicador se tiene que el Gobierno Autónomo Municipal de Potosí no realizó acciones para la gestión de proyectos de implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí, la información que se pudo extraer del proyecto de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales, así como el asesoramiento técnico para el diseño de esa planta, no es suficiente para considerarla como una acción que permita concretar la implementación de una PTAR.

El Gobierno Autónomo Municipal de Sucre informó<sup>246</sup> que la Dirección de Medio Ambiente de esa municipalidad se constituyó en la gestión 2013. El año 2015 esa dirección creó el Programa de Áridos y Cuencas, donde se incorporó el control de la calidad de aguas en el municipio. Como su repuesta no tenía relación con lo solicitado, se reiteró el requerimiento advirtiendo la necesidad de coordinación con todas las áreas de la municipalidad que tengan relación con lo solicitado.

Como respuesta el GAM de Sucre<sup>247</sup> señaló de forma expresa lo siguiente: « (...) por lo delicado del tema y altos costos de estos proyectos, se está realizando reuniones interinstitucionales con los equipos técnicos de la Dirección de Medio Ambiente de la Gobernación, del municipio de Sucre y ELAPAS para abordar temas sobre la elaboración de estudios a diseño final de plantas de tratamiento de aguas residuales», el GAM de Sucre no remitió documento que evidencie las mencionadas reuniones.

<sup>244</sup> El 13 de agosto de 2019.

<sup>245</sup> Proporcionadas por el Director de Supervisión y Fiscalización de Proyectos del GAM de Potosí.

<sup>246</sup> El 15 de agosto de 2019, como respuesta a nuestra solicitud recibida el 18 de junio de 2019.

<sup>247</sup> El 11 de octubre de 2019, en respuesta a nuestra nota de reiteración recibida el 09 de septiembre de 2019.

Con lo informado por la municipalidad de Sucre, la aplicación del indicador da cuenta que esa entidad no realizó acciones para la gestión de proyectos de implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Sucre que no son tratadas en la PTAR del Campanario.

Para las empresas de servicio de agua potable y alcantarillado sanitario AAPOS y ELAPAS se aplicaron dos indicadores, el primero establece lo siguiente:

*Acciones realizadas por AAPOS y ELAPAS para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales generadas en el área de concesión en la ciudad de Potosí y para aquellas que no llegan a la PTAR del Campanario, respectivamente.*

Sobre las acciones para la implementación de un sistema de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Potosí, AAPOS informó<sup>248</sup> que las funciones de la Jefatura de Alcantarillado Sanitario son netamente operativas y de mantenimiento del sistema constructivo. Dado que lo señalado no respondía a lo solicitado, la Contraloría citó en una nota de reiteración de requerimiento de información, el contrato de concesión celebrado entre la AAPS y la AAPOS del 09 de noviembre de 2000, que establece la obligación del tratamiento de todas las aguas servidas provenientes de los sistemas de alcantarillado sanitario, de acuerdo a lo establecido en las leyes ambientales. En respuesta, AAPOS señaló de forma expresa lo siguiente: «si bien existe la obligación de contar con una planta de tratamiento de aguas residuales también se debe informar que en anteriores gestiones puede haber existido algún intento de conseguir proyecto y lugar de donde se pudiera llevar a cabo los estudios con el objeto de poder financiar la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales y que desde ese entonces hasta la fecha no se realizaron gestiones para el proyecto ya mencionado».

Por lo tanto, la aplicación del primer indicador permite advertir que AAPOS no realizó gestiones para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales generadas dentro del área a su cargo.

ELAPAS remitió<sup>249</sup> el Estudio de Diseño Técnico de Preinversión (EDTP) del Proyecto Construcción del Interceptor Alcantarillado Sanitario Tucsupaya (en formato digital), que permitiría colectar y evacuar el agua residual de cerca de 98 mil habitantes (aproximadamente 20 mil familias) de la zona norte de la ciudad de Sucre. ELAPAS informó que el EDTP se encontraba en el Ministerio de Medio Ambiente y Agua para la búsqueda de financiamiento.

El estudio fue elaborado para mejorar las condiciones sanitarias de los habitantes de los distritos D-2, D-3 y D-6 de la ciudad de Sucre, a través de un interceptor que permitirá

---

<sup>248</sup> El 20 de agosto en respuesta a nuestra nota de solicitud recibida el 17 de junio de 2019 y reiterada el 13 de agosto de 2019.

<sup>249</sup> El 03 de octubre de 2019, como respuesta a nuestra solicitud recibida el 14 de agosto de 2019.



conducir las aguas servidas a la planta de tratamiento de El Campanario. Actualmente los barrios de esos distritos vierten sus aguas residuales mediante sistemas de alcantarillado a varias quebradas que desembocan a la quebrada Tucsupaya que es el principal cuerpo receptor del proyecto, que comprende aproximadamente 15 km desde la cabecera que inicia al norte del aeropuerto Juana Azurduy de Padilla y termina su efluente en el río Quirpinchaca. Varias quebradas de diferentes longitudes que sirven como cuerpos receptores secundarios de las aguas servidas de muchos barrios, desembocan en la quebrada Tucsupaya. Las aguas servidas que llegan estos cuerpos receptores son empleadas aguas abajo para el lavado de movibilidades, así como para el sistema de riego en el municipio de Yotala.

Un análisis realizado en el estudio respecto del funcionamiento de la PTAR El Campanario y el caudal de ingreso a la PTAR, concluye que el traslado de agua del interceptor a la PTAR aumentaría su caudal de ingreso del 29,62% al 57,66%. Para la construcción del interceptor se plantearon tres alternativas, la seleccionada permitirá el transporte de las aguas residuales a través de tubería en flujo dentro la quebrada, realizando pasos de quebrada mediante puente ductos de hormigón armado. El flujo será transmitido por gravedad. En algunas secciones se realizará el emplazamiento de dos tuberías a lo largo de la quebrada, con el objeto de recoger las aguas servidas de los flancos derechos e izquierdos de la quebrada.

Aplicando el primer indicador para ELAPAS se tiene que esa entidad cuenta con un EDTP para la construcción del interceptor de alcantarillado sanitario Tucsupaya, para el traslado las aguas residuales que se generan en los distritos D-2, D-3 y D-6 de Sucre a la PTAR El Campanario, sin embargo, el estudio no cuenta con financiamiento, pues, hasta la fecha de corte de recolección de evidencia de la auditoría, aún debía ser complementado por las observaciones efectuadas por el VAPSB del MMAyA. Las aguas que serán interceptadas con ese proyecto sólo son una parte del total del agua que no recibe tratamiento en la ciudad de Sucre. ELAPAS no realizó acciones para la implementación de un sistema de tratamiento para las aguas residuales que por la topografía de la ciudad no pueden llegar a la PTAR, aquellas que se encuentran por debajo de cota de la PTAR y las que forman parte de la cuenca del río Chico.

El segundo indicador aplicado para evaluar el desempeño de AAPOS y ELAPAS en la mitigación de los impactos ambientales ocasionados por las aguas residuales, es el siguiente:

*Los Planes de Desarrollo Quinquenal de AAPOS y ELAPAS, elaborados dentro el periodo de evaluación, incluyen la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales.*

El Plan Estratégico de Desarrollo del Servicio de las empresas de servicio de agua potable y alcantarillado sanitario establece, entre otros aspectos, los objetivos y metas generales que

se pretende alcanzar en el periodo que dura el contrato<sup>250</sup> del servicio, parte de este plan debe ser la propuesta específica y detallada de los objetivos y metas claramente definidos y sustentados para el primer quinquenio, posteriormente y a partir del segundo quinquenio el concesionario debería presentar los objetivos y metas específicos para cada quinquenio. Estos planes deben ser analizados y aprobados por la AAPS<sup>251</sup>.

Sobre los Planes Estratégicos de Desarrollo del Servicio, AAPOS informó<sup>252</sup> que no contaban con información referida al tema. Por su parte, la AAPS<sup>253</sup> remitió el Plan de Desarrollo de Agua Potable y Alcantarillado AAPOS-2005 y el Plan Transitorio de Desarrollo del Servicio para el periodo 2011-2013. Por lo señalado, AAPOS no cuenta con un plan de desarrollo quinquenal vigente.

Respecto de la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí dentro el área de concesión de AAPOS, el Plan de Desarrollo de Agua Potable y Alcantarillado AAPOS-2005, establece la construcción y operación de dos plantas de tratamiento de aguas residuales y un laboratorio de calidad para esas aguas, como una de las acciones prioritarias para la Gerencia Técnica. Uno de sus objetivos estratégicos era contar con una operación eficiente y ambientalmente aceptable del sistema de alcantarillado cuyos componentes eran la operación del sistema de alcantarillado y el tratamiento de aguas residuales.

También fue programado un proyecto de alcantarillado sanitario, cuyo objetivo era asegurar la recolección y tratamiento centralizado de las aguas servidas en condiciones higiénicas y ecológicamente apropiadas. El proyecto comprendía la construcción de dos lagunas de estabilización. El plan de inversiones quinquenal 2001-2005 incluyó presupuesto para la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales y para estudios de impacto ambiental y obras de mitigación y restauración ambiental.

Por su parte, el Plan transitorio de Desarrollo del servicio para el periodo 2011-2013<sup>254</sup>, incluye información básica del sistema y menciona que AAPOS no cuenta con una PTAR. En el acápite referido a los aspectos ambientales de planificación no incluyó la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales generadas en la ciudad de Potosí.

Aplicando el segundo indicador para AAPOS se tiene que de los dos planes de desarrollo del servicio de la EPSA, de los años 2005 y 2011, sólo el primero incluyó la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Potosí, pero el proyecto no se concretó. Actualmente AAPOS no cuenta con un Plan de Desarrollo Quinquenal vigente.

---

<sup>250</sup> Actualmente licencia de prestación del servicio.

<sup>251</sup> Cláusula décimo segunda y anexo 1 (metas de calidad) de los contratos de concesión.

<sup>252</sup> El 16 de septiembre de 2019 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 06 de septiembre de 2019.

<sup>253</sup> El 06 de noviembre de 2019 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 11 de octubre de 2019.

<sup>254</sup> Aprobado por la AAPS a través de la Resolución Administrativa Regulatoria No. 686/2011 del 8 de julio de 2011. Aprobado por Resolución de Directorio N° 005/2011 "AAPOS-Potosí" el 20 de abril de 2012.

ELAPAS remitió<sup>255</sup> en formato digital el Plan Estratégico Transitorio 2011-2013 y el Plan de Desarrollo Quinquenal 2014-2018. El Plan Transitorio de Desarrollo del servicio para el periodo 2011 – 2013 planificó el «estudio de reforestación sistema Ravelo y sistema Cajamarca», la «construcción interceptores de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento primario Quirpinchaca» y la ejecución de «obras complementarias para el control de olores en la planta de tratamiento de aguas servidas».

El Plan de Desarrollo Quinquenal (PDQ) 2014 – 2018, menciona al Plan Estratégico de Desarrollo del Servicio, que plantea las metas de evolución de la empresa para el periodo 2002-2040, que fue actualizado el año 2007. Respecto del agua residual transportada y tratada, el documento señala que debido a las condiciones topográficas de la ciudad, algunos barrios descargan sus aguas servidas directamente al río Quirpinchaca, por ello es necesaria la construcción de los interceptores Tucsupaya, Aranjuez y zona Norte. El documento menciona que la PTAR funciona en un 37% de su capacidad instalada. El volumen generado de aguas residuales en la ciudad de Sucre está distribuido en un 85% para la cuenca de La Plata y un 15% para la cuenca del Amazonas. El 80% de las aguas que desembocan a la cuenca La Plata son dirigidas y tratadas en la PTAR del Campanario, el resto es evacuado a las quebradas Quirpinchaca, Pajchiri y el río Chico.

El plan ambiental del documento, respecto de la mitigación de las aguas residuales generadas en la ciudad de Sucre que no reciben tratamiento, menciona la construcción del interceptor de alcantarillado sanitario Tucsupaya y realizar directamente o fomentar que el GAM se Sucre o la Gobernación de Chuquisaca realice la elaboración de un estudio para la construcción de PTAR en las subcuencas de los ríos Chico y Pajchiri.

Posteriormente<sup>256</sup>, la AAPS remitió información adicional<sup>257</sup> respecto del PDQ del ELAPAS del periodo 2019-2023. El Plan de Desarrollo Quinquenal 2019 – 2023, describe los colectores principales a la PTAR El Campanario y los tres colectores a proyectar: Las Cascaditas (con sus colectores secundarios (Aranjuez y Santa Catalina), Tucsupaya y Quirpinchaca, cuyas aguas residuales pueden llegar a la PTAR El Campanario, adicionando un 27% de aguas residuales a la PTAR. Asimismo citan los colectores y la recolección secundaria de las cuencas Pajchiri y Amazonas, que representan un 21% del total de las aguas generadas en la ciudad de Sucre, el documento señala que para esa parte de la ciudad deben buscar una solución aparte. La priorización de las medidas se enfoca a los colectores que permitirán transportar agua a la PTAR por gravedad, excepto la zona de Quirpinchaca que se encuentra en una cota menor y requerirá bombeo para llegar a la planta. El PDQ señala que ELAPAS tiene avanzado el diseño del interceptor Tucsupaya y el año 2018 recalculó los costos del interceptor.

---

<sup>255</sup> El 03 de octubre de 2019 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 14 de agosto de 2019.

<sup>256</sup> En la confirmación de causas con las entidades sujeto examen.

<sup>257</sup> El 28 de febrero de 2020.

El PDQ señala que las subcuencas más contaminadas en la ciudad son: Quirpinchaca, Pajchiri y río Chico, sus aguas residuales no tienen ningún tipo de tratamiento y son descargadas directamente a las quebradas. Tiene definidas estrategias de alianza, con el GAM de Sucre y el GAD de Chuquisaca, pretende compatibilizar los POA, así como centralizar y coordinar la preinversión e inversión en los interceptores Santa Catalina, Cascaditas, Tucsupaya y Quirpinchaca y nueva PTAR en las subcuencas Pajchiri y del río Chico. Sólo el interceptor Tucsupaya es nombrado y cuenta con presupuesto.

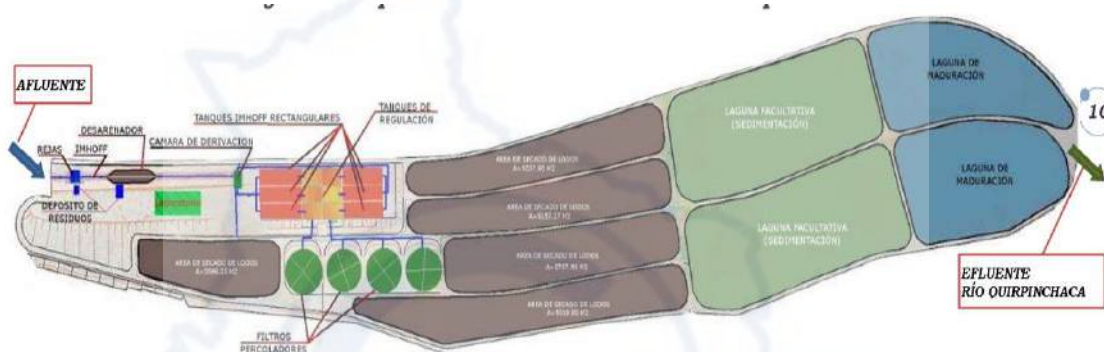
Aplicando el segundo indicador para ELAPAS, se puede establecer que el Plan Transitorio de Desarrollo (2011-2013) y los dos últimos Planes de desarrollo Quinquenales (2014 – 2018 y 2019-2023) consideraron la implementación de interceptores y colectores que permitirán el traslado de aguas residuales a la PTAR El Campanario. El interceptor Tucsupaya que fue planificado desde el año 2011 aún no fue concretado. El último PDQ tiene definidas estrategias de alianza con el GAM de Sucre y el GAD de Chuquisaca para coordinar la preinversión e inversión en los interceptores que transportarán aguas residuales a la PTAR El Campanario, así como para la nueva PTAR en las subcuencas Pajchiri y del río Chico.

Conforme lo expuesto, en términos del efecto, resultado de comparar la condición evidenciada con los criterios e indicadores diseñados para el MMAyA, la AAPS, las gobernaciones de Potosí y Chuquisaca, los gobiernos municipales de Potosí y Sucre, AAPOS y ELAPAS, se puede afirmar que no fueron efectivos en la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Potosí y para aquellas aguas residuales que no llegan a la PTAR El Campanario.

El Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica establece que las aguas residuales provenientes de centros urbanos requieren tratamiento antes de su descarga en los cursos de agua o infiltración a los suelos. En la ciudad de Potosí se colecta cerca del 85% de las aguas servidas mediante la red de alcantarillado, que son descargadas directamente a los cuerpos de agua que recorren esa población. En la ciudad de Sucre, aproximadamente el 30% de las aguas residuales son descargadas directamente a las quebradas tributarias de las cuencas Amazonas y La Plata, pues actualmente no pueden llegar a la PTAR El Campanario,. Las consecuencias reales para el medio ambiente y en específico para los cuerpos de agua que de forma secundaria son aportantes del río Pilcomayo, se manifiestan en la contaminación que reciben, aguas residuales no tratadas con alta carga orgánica, bacteriológica y organismos patógenos que pueden afectar negativamente a la población que se encuentra aguas abajo de la ciudad de Potosí, afectando a la calidad del río y sus sistemas de vida.

#### ***4.2.2 Efectividad en las acciones para mejorar la calidad de los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales de El Campanario***

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales<sup>258</sup> se encuentra en el municipio de Sucre, en la zona El Campanario a 7 km al oeste de la ciudad, al margen izquierdo del río Quirpinchaca, curso de agua principal de gran parte de la ciudad de Sucre. Dispone de un sistema combinado de tratamiento convencional mediante tanques imhoff, filtros percoladores, lagunas de sedimentación, lagunas de maduración y tratamiento de lodos. Fue construida en el marco del Proyecto Sucre II con financiamiento de la KFW (Cooperación Financiera Alemana) y empezó a funcionar el año 2003, con una vida útil de 30 años, tiene un caudal de diseño de 405 l/s, con una carga orgánica máxima de diseño de 60 mg/l. La siguiente figura muestra los procesos de la PTAR:



Fuente: Informe de fiscalización técnica a la PTAR El Campanario – ELAPS, AAPS/DRA-RH/INF/110/2019 del 06 de junio de 2019

El siguiente criterio muestra cómo debería ser el accionar de ELAPAS respecto de los efluentes de la PTAR El Campanario de Sucre, para considerar efectivo su desempeño.

*ELAPAS realizó acciones efectivas para que los efluentes de la planta de tratamiento de la ciudad de Sucre cumplan con los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente.*

El indicador aplicado para evaluar el desempeño de ELAPAS sobre el tema señala lo siguiente: *acciones realizadas por ELAPAS para que los efluentes de la PTAR del Campanario cumplan con los límites permisibles establecidos en la normativa vigente.*

Los indicadores de desempeño de la PTAR<sup>259</sup> para el año 2018 calculados por la AAPS, mostraron que la PTAR El Campanario, tenía capacidad hidráulica de diseño, de población servida y de carga orgánica para continuar recibiendo aguas residuales de la ciudad de Sucre, este desempeño (según la fiscalización de la AAPS) es efectivo porque la planta no trabaja a la capacidad a la cual fue diseñada, actualmente ingresa a PTAR el 33,22% del caudal de diseño de la planta.

<sup>258</sup> Información extractada de la fiscalización técnica a la PTAR El Campanario – ELAPAS del 06 de junio de 2019.

<sup>259</sup> Aplicados por la AAPS en la fiscalización técnica del 2018, según «Guía para aplicación de herramientas e instrumentos de seguimiento, monitoreo y control de la operación y mantenimiento de las PTAR en Bolivia», aprobada por la AAPS mediante Resolución Administrativa Regulatoria – RAR AAPS N° 300/2018 del 09 de noviembre de 2018.

La eficiencia de tratamiento para el año 2018<sup>260</sup>, de la PTAR que no recibe el caudal para el cual fue diseñado, fue calculada a través de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y de los Sólidos Suspendedos Totales, da cuenta que la PTAR logra remover la carga orgánica como DBO<sub>5</sub> con un promedio del 90,74% y como DQO con un promedio del 84,76%, sus concentraciones alcanzan valores por debajo del límite permisible en el RMCH. En el caso de los SST la capacidad de remoción tiene una eficiencia promedio de 82,61%, pero su concentración promedio supera los límites establecidos en el RMCH.

Una evaluación de coliformes fecales (con la información que ELAPAS proporcionó), muestra que la concentración promedio del efluente alcanza un valor de  $1,4 \times 10^6$  NMP/100 ml, que supera ampliamente el límite establecido en el RMCH. La AAPS recomendó realizar un estudio que genere alternativas para que, en función a la disponibilidad técnica y financiera de la EPSA y las condiciones de la región, se pueda incorporar algún proceso de desinfección para reducir la concentración de ese parámetro en el efluente para garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental.

ELAPAS cuenta con un laboratorio para realizar el análisis de las aguas residuales que son tratadas en la PTAR El Campanario, para los siguientes parámetros establecidos en el RMCH: cianuro libre, cromo VI, DBO<sub>5</sub>, DQO, hierro, níquel, pH, sólidos suspendidos totales, sulfuros, fenoles, coliformes, cobre, zinc, cadmio y plomo, y adicionalmente realiza el análisis de fósforo y sólidos sedimentables. Para cumplir con el análisis del resto de los parámetros establecidos en el anexo 2 del RMCH, contrata los servicios externos<sup>261</sup> para antimonio, arsénico, cromo III, estaño, mercurio, aceites y grasas, hidrocarburos totales, nitrógeno amoniacal.

ELAPAS remitió<sup>262</sup> los reportes mensuales del análisis a las aguas residuales tratadas, entre los años 2016 y mayo 2019, de los que se identificaron tres parámetros cuyas concentraciones sobrepasan los límites permisibles establecidos en el RMCH: coliformes fecales, SST<sup>263</sup> y nitrógeno amoniacal. Un promedio anual de las concentraciones de estos parámetros se resumen en el siguiente cuadro.

Límites permisibles Anexo 2 - RMCH	1000 (NMP/100ml)	60,0 (mg/l)	4,0 (mg/l)
Parámetros	colifecales	SST	Nitrógeno amoniacal
Año 2016	$27 \times 10^6$	90,3*	42,54 <sup>+</sup>
Año 2017	$63 \times 10^5$	94,6**	40,04
Año 2018	$74 \times 10^5$	89,4***	45,08
Año 2019 (primeros 5 meses)	$11 \times 10^6$	118,0****	39,36

<sup>260</sup> Según «Guía para aplicación de herramientas e instrumentos de seguimiento, monitoreo y control de la operación y mantenimiento de las PTAR en Bolivia».

<sup>261</sup> SPECTROLAB y el Instituto de Tecnología de Alimentos de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca.

<sup>262</sup> El 04 de julio de 2019 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 10 de junio de 2019.

<sup>263</sup> No en todos los meses supera los límites permisibles del RMCH.

- \* Promedio de tres meses con valores por encima de los límites permisibles en la norma.
- \*\* Promedio de siete meses con valores por encima de los límites permisibles en la norma.
- \*\*\* Promedio de cinco meses con valores por encima de los límites permisibles en la norma.
- \*\*\*\* Promedio de cuatro meses con valores por encima de los límites permisibles en la norma.
- + Promedio de once meses con valores por encima de los límites permisibles en la norma

Respecto de la calidad de los efluentes y el cumplimiento de los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental, ELAPAS informó<sup>264</sup> que el año 2015, contrató una empresa para el mantenimiento de la PTAR, cuyos servicios incluyeron el mantenimiento pantalla deflectora, pintado de barandas de tanques imhoff y regulación, mantenimiento de los rociadores de los lechos percoladores, limpieza y deshierbe de las lagunas de sedimentación, maduración y áreas de secado.

Para el año 2019 tenía las especificaciones técnicas para el EDTP de mejoramiento y mantenimiento general de la Planta de Tratamiento de aguas residuales, para limpieza y pintado de barandas metálicas, provisión, instalación y puesta en marcha de un caudalímetro a canal abierto y de un caudalímetro electromagnético, que permitirán la contar con datos estadísticos de los caudales de ingreso y salida de la PTAR.

Aplicando el indicador se tiene que ELAPAS no realizó acciones para que los efluentes de la PTAR cumplan con los límites permisibles establecidos en la normativa vigente, específicamente para reducir las concentraciones de colifecales, SST y nitrógeno amoniacal. Las tareas realizadas tienen que ver con el mantenimiento de la planta que no son conducentes a bajar la concentración de los parámetros precitados.

El siguiente y último criterio fue aplicado para mostrar cómo debería ser el desempeño de la gobernación de Chuquisaca respecto de sus acciones de control a la PTAR El Campanario.

*El Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca realizó acciones de control efectivas para mejorar la calidad de los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales administrada por ELAPAS.*

Para la evaluación del desempeño del GAD de Chuquisaca se diseñaron tres indicadores, el primer indicador determinó el número de inspecciones que realizó esa entidad a la PTAR para verificar la calidad de sus efluentes respecto de la cantidad mínima de inspecciones que debía realizar en el periodo de evaluación.

La gobernación de Chuquisaca informó<sup>265</sup> que la PTAR El Campanario obtuvo su Declaratoria de Adecuación Ambiental el 28 de julio de 2006 y fue renovada en diciembre de 2015, ambas fueron otorgadas por la entidad, la última licencia ambiental fue concedida para la planta de tratamiento de agua potable, la planta de tratamiento de aguas residuales, canal de aducción, red de agua, red de alcantarillado, almacenes y el edificio central.

<sup>264</sup> El 04 de julio de 2019.

<sup>265</sup> El 11 de julio de 2019 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 18 de junio de 2019.

Para determinar el número de inspecciones mínimas que debió realizar la gobernación en el periodo de evaluación, se consideró el artículo 13 del RMCH, que establece que la AAC debe realizar inspecciones sistemáticas de acuerdo al RPCA. Asimismo, se tomó en cuenta la periodicidad de la presentación de los Informes de Monitoreo Ambiental, dado que estos últimos reportan el avance y situación ambiental respecto a lo establecido en su manifiesto ambiental. El GAD de Chuquisaca debió realizar al menos una inspección al año<sup>266</sup>.

Dentro el periodo de evaluación la Gobernación de Chuquisaca realizó una inspección a la PTAR El Campanario, en fecha 26 de abril de 2017, donde verificó el cumplimiento del Manifiesto Ambiental (MA), observó la falta de un plan de acción de monitoreo y un plan de información y participación comunitaria, así como el cumplimiento parcial de las medidas de mitigación planteadas en el MA. En la inspección participaron la Defensoría del Pueblo, el SEDES y pobladores de la comunidad El Campanario, estos últimos solicitaron mitigar el mal olor que genera la PTAR. Por lo tanto el resultado de la aplicación del primer indicador es el siguiente.

$$\frac{\text{Número de inspecciones realizadas por el GAD de Chuquisaca a la PTAR para verificar la calidad de sus efluentes}}{\text{Número mínimo de inspecciones que debía realizar, dentro el periodo de evaluación.}} = \frac{1}{3}$$

Con el segundo indicador se evaluaron las acciones resultantes de las inspecciones que mejoraron la calidad de los efluentes de la PTAR del Campanario.

El 04 de febrero de 2019, la Dirección de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la gobernación, a través de un informe técnico señaló que después de dos inspecciones realizadas los años 2015 (esta fuera del periodo examinado) y 2017 verificaron que ELAPAS no logró cumplir con el Plan de Adecuación planteado en el Manifiesto Ambiental de acuerdo a la norma ambiental, porque no presentó ningún plan de acción de monitoreo de la calidad ambiental, no realizó campañas anuales de mantenimiento preventivo y rutinario de la PTAR, debido al mal olor que desprende y la acumulación de residuos sólidos y lodos existentes en las distintas piscinas de tratamiento, y no presentó datos estadísticos, ni realizaron ninguna socialización con la comunidad El Campanario.

Una de las medidas de mitigación del Manifiesto Ambiental, planteó incrementar el porcentaje de conformidad de parámetros de calidad de las aguas residuales tratadas, mejorando los procesos de operación y mantenimiento de la PTAR, trabajo que debía realizarse en coordinación con la jefatura de control de calidad de ELAPAS.

El infome técnico estableció que los análisis de agua de las gestiones 2017 y 2018 mostraron una contaminación elevada de coliformes totales y fecales, además de existir la presencia de Salmonella y Shiguella, mostrando la falta de mantenimiento y limpieza de la PTAR. Por lo tanto, en cumplimiento del Título III Capítulo I del Decreto Supremo 28592, el informe técnico recomendó asumir las acciones legales pertinentes por no implementar

<sup>266</sup>Como mayo de 2019 fue la fecha de corte para recabar evidencia, no se consideró esa gestión para la aplicación del indicador.



las medidas de mitigación aprobadas en el Plan de Adecuación Ambiental, por incumplimiento a la aplicación de las medidas correctivas o de mitigación posteriores a las inspecciones y plazos concedidos para su regulación, por no enviar los informes o reportes solicitados por la Autoridad Ambiental Competente o aprobado en su Licencia Ambiental en los plazos establecidos correspondiente a las gestiones 2017 y 2018.

El 20 de febrero de 2019 la Gobernación de Chuquisaca remitió a ELAPAS la Resolución Administrativa AACD N° 014/2019, de inicio de proceso administrativo por infracción administrativa de impacto ambiental. En un periodo de 10 hábiles el representante legal de la PTAR debía presentar los descargos correspondientes de conformidad a lo establecido en el artículo 33 del Decreto Supremo 28592. El 08 de marzo de 2019 el ELAPAS presentó documentos de descargo al proceso, solicitando que a través de una resolución de primera instancia se determinen acciones correctivas a realizar por ELAPAS y se señale un plazo para su cumplimiento.

La Resolución Administrativa AACD N° 022/2019 del 15 de abril de 2019, resuelve imponer sanción administrativa prevista en el inciso a) parágrafo II del artículo 18 del D.S. 28592 por la suma de Bs147.285,85, contra la PTAR, para las siguientes infracciones: iniciar una actividad sin contar con la licencia ambiental vigente correspondiente; no presentar los informes o reportes solicitados por la AAC, o aprobada en su licencia ambiental en los plazos establecidos, por no haber presentado los informes de monitoreo correspondientes a los periodos 2017 y 2018; el incumplimiento a la aplicación de las medidas correctivas o de mitigación posteriores a las inspecciones y plazos concedidos para su regulación; no implementar las medidas de mitigación aprobadas en el PPM – PASA; y por no cumplir con los condicionamientos ambientales instruidos por la AAC determinados en inspección.

El representante legal de ELAPAS interpuso un recurso jerárquico ante el Ministerio de Medio Ambiente y Agua para impugnar la Resolución Administrativa AACD N° 022/2019. La Resolución Ministerial – AMB N° 63 del 08 de octubre de 2019 resolvió confirmar en todas sus partes la Resolución Administrativa AACD N° 022/2019, al haber interpuesto el recurso de revocatoria fuera del plazo legalmente establecido. Este hecho fue informado a ELAPAS el 14 de octubre de 2019.

Con esta información, la aplicación del indicador da cuenta que como resultado de una inspección efectuada el año 2017, la gobernación de Chuquisaca, identificó deficiencias e incumplimiento al PASA, una de sus medidas de mitigación tenía que ver con el incremento del porcentaje de conformidad de parámetros de calidad de las aguas residuales tratadas. Ante este incumplimiento emitió la Resolución Administrativa AACD N° 022/2019 del 15 de abril de 2019, que impone sanciones a la PTAR El Campanario, sanción que fue confirmada por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua a través de la Resolución Ministerial – AMB N° 63 del 08 de octubre de 2019, luego del recurso jerárquico que interpuso ELAPAS.

Uno de los incumplimientos tiene que ver con la falta de implementación de las medidas de mitigación aprobadas en el Plan de Adecuación Ambiental de acuerdo con el respectivo PASA. Una medida de mitigación del PASA está relacionada con el incremento del porcentaje de conformidad de parámetros de calidad de las aguas residuales tratadas, acción que mejoraría la calidad de los efluentes de PTAR. Por lo tanto, la acción realizada por el GAD de Chuquisaca se orienta a la mejora de la calidad de los efluentes de la PTAR El Campanario para el cumplimiento de los límites permisibles establecidos en el RMCH.

Respecto de todo lo expuesto hasta este punto, se comparó la condición evidenciada al aplicar los indicadores con los criterios correspondientes y se determinó que el desempeño ambiental de las entidades evaluadas no fue efectivo para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas en la ciudad de Potosí, ni para la implementación de un sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad de Sucre que no llegan a su planta de tratamiento<sup>267</sup>. Además se determinó que no fueron efectivas las acciones de ELAPAS y de la gobernación de Chuquisaca para que las aguas residuales tratadas en la planta de tratamiento de Sucre cumplan con los límites establecidos en la normativa ambiental, porque sus descargas aún tienen parámetros que sobrepasan esos límites.

#### ***4.2.3 Consecuencias y riesgos al medio ambiente derivados de las deficiencias en la efectividad en la mitigación de los impactos ambientales negativos, ocasionados por las aguas residuales domésticas***

Las consecuencias reales y riesgos potenciales correspondientes al segundo objetivo específico, se evaluaron tomando en cuenta los cuerpos de agua que hacen a la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, afectado por los impactos ambientales negativos generados por las aguas residuales domésticas.

Las aguas residuales domésticas se pueden definir como aquellas que por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos, incluyen las aguas residuales domésticas o aguas negras que proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal, de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas<sup>268</sup>. Los contaminantes presentes en las aguas residuales domésticas por su naturaleza se manifiestan en determinados parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.

La determinación de la calidad ambiental de las aguas del río Pilcomayo dentro la Subcuenca Pilcomayo Zona Alta, se realizó a partir del índice ICA-NSF como indicador de la calidad del agua y como complemento, se empleó el Índice de Contaminación Orgánica ICO.

---

<sup>267</sup> No fue posible evaluar el desempeño ambiental del Ministerio de Medio Ambiente y Agua respecto de las acciones en la ciudad de Potosí, porque estaba condicionado a las acciones de la municipalidad de Potosí que no trabajó en el tema evaluado.

<sup>268</sup> M. Espígares García y J. A. Pérez López, *Aguas Residuales, Composición*.

- Índice de Calidad del Agua ICA-NSF

Los trabajos de mayor importancia a nivel mundial se basan en el índice desarrollado por «The National Sanitation Foundation» (NSF) que está basado en la metodología Delphi, por ser el más utilizado y modificado en muchos países del mundo, como España, Brasil y Colombia, por nombrar algunos. El ICA-NSF, utiliza nueve parámetros para determinar el índice de calidad del agua, estos son: Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Oxígeno Disuelto (OD), coliformes fecales, nitratos, pH, cambio de temperatura, Sólidos Disueltos Totales (SDT), fosfatos totales y turbiedad. Para el cálculo del ICA se asignaron pesos relativos para cada parámetro, correspondientes a los factores de contaminación en aguas de acuerdo al uso del agua e importancia de los parámetros en relación al riesgo que implique el aumento o disminución de su concentración.

Parámetro	w <sub>i</sub>
Coliformes fecales	0,15
pH	0,12
DBO <sub>5</sub>	0,10
Nitratos	0,10
Fosfatos	0,10
Diferencia de temperatura	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos disueltos totales	0,08
Oxígeno Disuelto	0,17

Fuente: extractado del artículo «Índice de Calidad del Agua General ICA», (Servicio Nacional de Estudios Territoriales, El Salvador).

La integración de estos pesos relativos determina el índice de calidad del agua empleando fórmulas de agregación matemática que comúnmente corresponden a una función promedio. Para la presente auditoría se empleó la fórmula de agregación del método del promedio aritmético ponderado, porque provee los mejores resultados para la indexación de la calidad general del agua<sup>269</sup>.

$$ICA = \sum_{i=1}^n q_i w_i$$

Donde:

ICA = Índice de calidad del agua.

q<sub>i</sub> = Subíndice del parámetro *i*.

w<sub>i</sub> = Peso relativo o peso de importancia para el subíndice *i*.

<sup>269</sup> Tomando como referencia el estudio realizado por House (1989) en los métodos utilizados para el cálculo de un ICA el promedio aritmético ponderado modificado y la suma ponderada modificada proveen los mejores resultados para indexación de la calidad general del agua.

Con ayuda de las gráficas de curva de calidad diseñadas para cada uno de los 9 parámetros se obtienen los niveles de calidad de agua (qi) en un rango de 0 a 100, con el que se realizaran los cálculos necesarios para obtener el ICA (en el anexo 6 se encuentran las gráficas para los 9 parámetros). Cada valor obtenido de las diferentes gráficas, se debe multiplicar por los pesos relativos y realizar la suma de los 9 productos obtenidos. El valor obtenido mediante la fórmula de agregación de variables ha sido interpretado mediante una escala general de calidad que va de 0 a 100, asignándole a cada estado de calidad un rango y un color.

Rango	Calidad del agua	Escala de color
91-100	Excelente	
71-90	Buena	
51-70	Media	
26-50	Mala	
0-25	Muy mala	

Fuente: Samboni Ruiz, N.E, Carvajal Escobar, Y. y Escobar, J.C. (2007). «Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua». Ingeniería e Investigación, Vol. 27, número 3. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá Colombia.

La mitigación de los impactos ambientales negativos en los cuerpos de agua de la subcuenca debe reflejarse en la calidad de los cuerpos de agua y su aptitud de uso, por ello, se ha revisado bibliografía que relaciona ambos aspectos. Diversos artículos de investigación relacionan el índice de calidad ICA con el uso de los cuerpos de agua, uno de los más relevantes es el documento titulado «Water Quality Indices: A survey of índices used in the United States»<sup>270</sup> establecido por Dinius<sup>271</sup> a través de un lenguaje descriptivo que aplica a todos los índices de calidad en general, determinó los valores del ICA de acuerdo a la aptitud de uso.

ICA

100	No requiere purificación	Aceptable para todo tipo de deporte acuático	Aceptable para todo tipo de peces	No requiere purificación	Aceptable	Aceptable
90	Requiere ligera purificación			Requiere purificación para algunos usos industriales y agrícolas		
80	Mayor necesidad de tratamiento	Aún aceptable, pero no recomendable	Escaso margen para la trucha	No requiere tratamiento para uso industrial o agrícola	Aceptable	Aceptable
70			Dudoso para peces sensibles			
60	Dudoso	Dudoso para contacto directo	Sólo peces resistentes	Con tratamiento para la mayor del uso industrial y agrícola	Aceptable	Aceptable
50						
40						

<sup>270</sup> Wayne R. Ott, Office Monitoring and Technical Support, Office of research and development U.S. Environmental Protection Agency (EPA) Washington, D.C. 2060, January 1978 (Oficina de monitoreo y apoyo técnico, Oficina de investigación y desarrollo de los Estados Unidos, Agencia de Protección Ambiental, Washington, D. C.

<sup>271</sup> Autor del documento titulado «Social accounting system of evaluating water resources», 1972.

30 20 10 0	con el agua					
	Aparece contaminación evidente	Inaceptable	Uso muy restringido	Aparece contaminación evidente	Inaceptable	
	Contaminación evidente Inaceptable		Inaceptable	Inaceptable Contaminación evidente		
	Abastecimiento público	Recreación	Pesca y vida acuática	Industrial y agrícola	Navegación	Transporte de desechos tratados

La escala de rangos de calidad, va desde 0 hasta 100 en la vertical y en la horizontal se distribuyen los diferentes usos del agua estableciendo límites y consideraciones según el uso. El cuadro fue extractado de una publicación realizada por la EPA, la misma fue validada y empleada por investigadores e instituciones de diversos países. En la subcuenca en estudio existen zonas agrícolas, así como planicies con flora nativa adecuadas para el pastoreo de ganado caprino, ovino, bovino y camélido en su parte alta y vacuna en su parte baja, por lo tanto las aguas de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta que sean empleadas para riego deben tener un índice de calidad mínimo de 51 que corresponde a aguas de calidad media en el rango de clasificación establecido por el ICA<sup>272</sup>.

Asociando esta clasificación con la normativa ambiental vigente en Bolivia, tenemos que los parámetros empleados para determinar el índice de calidad deben cumplir como mínimo con los límites máximos permisibles establecidos para un cuerpo de agua clase B de acuerdo al cuadro A-1 del anexo A del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica con el fin de que sean clasificadas como aguas de calidad media y por tanto sean aptas para su uso en actividades agrícolas.

- Índice de Contaminación Orgánica ICO

Es empleado para obtener un valor cuantificable del grado de contaminación de un cuerpo de agua, fue diseñado para la determinación de ciertas fuentes de contaminación específica, derivado de un conjunto de variables que pueden modificarse según los requerimientos regionales, permitiendo determinar entre otros, la contaminación por bacterias, por nutrientes, de tipo industrial, por hidrocarburos, por pesticidas y de origen orgánico. Estudios previos realizados en el río Rocha<sup>273</sup> de la ciudad de Cochabamba del departamento del mismo nombre, identificaron como principal fuente de contaminación a la materia orgánica, donde se aplicó el Índice de Prati modificado.

<sup>272</sup> Debe subrayarse que los índices de calidad y contaminación no incluyen parámetros relacionados con metales pesados en agua, el ICA – NSF es empleado para la valoración de la calidad de las aguas superficiales para consumo humano a nivel mundial, que pueden estar afectadas por la contaminación antrópica de manera general (aguas residuales domésticas, industriales así como la agricultura y ganadería), la selección de parámetros para el cálculo del ICA incluye aquellos que miden el nivel de oxígeno (OD, DBO<sub>5</sub>), la eutrofización (nitratos y fosfatos), los aspectos de salud (colifecales) y las características físicas (pH, turbidez y SDT) pero no la influencia de los metales pesados en la calidad de las aguas. Asimismo, el ICO es empleado para la evaluación de una fuente de contaminación más específica, la orgánica.

<sup>273</sup> “Contaminación orgánica del río Rocha” (UMSS-1998), “Estudios básicos de la cuenca del Rocha” (CONAM-2005), “Plan de Manejo Integral de la cuenca del río Rocha - Diagnóstico” (Reingeniería Total - 2007).

El índice de Prati comprende originalmente 13 parámetros: pH, OD, DBO<sub>5</sub>, DQO, test de Kubel, Sólidos Suspendidos, amoníaco (NH<sub>3</sub>), nitratos (NO<sub>3</sub>), Cloro, Hierro, Manganeseo, Alquil Sulfonato Bencénico ramificado (ABS) y Equivalente a Carbonato de Calcio (CCE). Sin embargo, para el caso particular de determinación de contaminación orgánica este índice fue modificado y empleado en el estudio de referencia «Contaminación orgánica en el río Rocha» basándose en los siguientes criterios: priorización de los parámetros indicadores de contaminación orgánica: DBO<sub>5</sub> y DQO, facilidad para establecer matemáticamente la unidad de contaminación, déficit de oxígeno en aguas del río y nutrientes.

De acuerdo a los criterios antes señalados, modificaron el índice de Contaminación de Prati considerando sólo cuatro parámetros: OD, DBO<sub>5</sub>, DQO y nitratos. Los valores de los 4 parámetros (Y) fueron transformados a unidades de contaminación (X) por medio de las ecuaciones que se exponen en la siguiente tabla:

Parámetros	Unidades	Unidades de contaminación
% O <sub>2</sub>	0 – 50%	$X = 4,2 - 0,437 \left( \frac{100 - Y}{5} \right) + 0,042 \left( \frac{100 - Y}{5} \right)^2$
	50 – 100%	$X = 0,08(100 - Y)$
	>100%	$X = 0,08(Y - 100)$
DBO <sub>5</sub>	(mg/l)	$X = \frac{Y}{1,5}$
DQO	(mg/l)	$X = 0,1Y$
Nitratos	(mg/l)	$X = 2^{2,1 \log(\frac{Y}{4})}$

Fuente: “Contaminación Orgánica del río Rocha” Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental, Junio 1998 N° 13 (pág. 14).

El índice de contaminación orgánica modificado de Prati fue calculado a partir de la siguiente ecuación:

$$ICO = \frac{1}{m} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij}$$

Dónde:

ICO= índice de contaminación modificado de Prati

m=número de muestras

n=número de parámetros

X<sub>ij</sub>= unidad de contaminación

Este índice es interpretado a través de una escala de clasificación que contempla seis grados de contaminación de acuerdo al siguiente esquema:

Grado	ICO	Contaminación del agua	Color de calidad
1	0-1	No contaminada	
2	1-2	Poco contaminada	
3	2-4	Moderadamente contaminada	
4	4-8	Contaminada	
5	8-16	Muy contaminada	
6	>16	Altamente contaminada	

Fuente: "Contaminación Orgánica del río Rocha" Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental, Junio 1998 N° 13 (pág. 14).

Como fue explicado anteriormente, para la evaluación del efecto se realizaron dos campañas de muestreo, del 03 al 09 octubre del 2018 y del 12 al 20 agosto de 2019. La primera enfocada en la toma de muestras en el río Pilcomayo, sus principales aportantes, y los ríos que se encuentran en la afueras de las ciudades de Potosí y Sucre que son receptores de aguas residuales domésticas. La segunda campaña se enfocó a la toma de muestras de agua con influencia de tres fuentes de contaminación: aguas residuales domésticas, aguas residuales industriales y la actividad minera. Para el análisis fisicoquímico de aguas residuales domésticas, se tomaron muestras en los cuerpos de agua que atraviesan las ciudades de Potosí y Sucre.

El desarrollo del análisis del ICA-NSF y el ICO incluye los puntos de muestreo de las dos campañas (2018 y 2019), tomando la previsión de señalar de forma expresa el año de muestreo<sup>274</sup>. De las veinticinco muestras de agua tomadas el año 2018, veintidós pertenecen a los ríos Pilcomayo, La Rivera, San Antonio, Molino, Kakina, Tarapaya, Samasa, Miculpaya, Colavi, Tacobamba, Quirpinchaca, Yotala, Mataca, Agua Dulce y Santa Elena. Las tres muestras restantes pertenecen a descargas de aguas residuales domésticas, dos en la ciudad de Potosí y una de la PTAR El Campanario de la ciudad de Sucre. En todos los puntos también se midió el caudal.

De las treinta y dos muestras tomadas el año 2019, doce fueron tomadas en cuerpos de agua receptores de descargas de aguas residuales domésticas y una pertenece a la descarga de la PTAR El Campanario de la ciudad de Sucre, el resto de muestras pertenecen a descargas industriales, ríos con influencia minera y suelos agrícolas empleados para evaluar las consecuencias reales respecto de lo evaluado en los objetivos específicos 1 y 3 de la auditoría. Los cuerpos de agua receptores de descargas domésticas que fueron muestreados son los ríos Huarampaya, Alja Mayu en la ciudad de Potosí, y las quebradas Millu Lomo, Pajchiri, Quirpinchaca, Yana Wara y Yotala en la ciudad de Sucre.

Los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos analizados en los cuerpos de agua fueron los siguientes: OD, conductividad, pH, temperatura (agua y ambiente), colifecales, Sólidos Disueltos Totales (SDT), DBO<sub>5</sub>, DQO, nitratos, fosfatos, sulfuros, aceites y grasas y

<sup>274</sup> Los códigos empleados para diferenciar las campañas con los siguientes: PX para la primera campaña y P-X para la segunda, X representa la ubicación del punto.

turbiedad<sup>275</sup>. Los resultados del análisis de laboratorio reportado por SPECTROLAB y ENVIROLAB para los años 2018 y 2019, respectivamente, en los puntos de muestreo se encuentran registrados en los cuadros 3, 4 y 6 del anexo 6 adjunto a este informe. Para el cálculo del ICA – NSF no fue considerada la diferencia de temperatura, debido a que en la mayoría de los puntos de muestreo ésta diferencia es despreciable y podría solapar la calidad real de los cuerpos de agua, por lo tanto, el peso relativo de ese parámetro fue redistribuido entre los factores de ponderación de los demás parámetros para recalcular los nuevos pesos relativos<sup>276</sup>.

Parámetro	$w_i$	Corrección
OD	0,17	0,1825
Colifecales	0,15	0,1625
DBO <sub>5</sub>	0,10	0,1125
Nitratos	0,10	0,1125
Fosfato	0,10	0,1125
Turbidez	0,08	0,0925
pH	0,12	0,1325
SDT	0,08	0,0925
Total	0,90	1,00

Fuente: elaboración propia

Los resultados de la aplicación del ICA-NSF, que se realizó de forma puntual, se encuentran plasmados en las tablas 1 a 6 de anexo 7 adjunto al presente informe. Para una mejor comprensión y ubicación espacial en los mapas 1 y 2 del anexo 2 se encuentran identificadas las microcuencas, los cuerpos de agua principales y los puntos de muestreo de ambas campañas de muestreo. En la siguiente gráfica se muestra de forma simplificada la cuenca de estudio.



<sup>275</sup>Para el análisis de estos parámetros, SPECTROLAB el año 2018 y ENVIROLAB el año 2019 informaron que emplearon métodos normalizados tanto para los realizados en el laboratorio como los parámetros medidos en campo.

<sup>276</sup>Establecido en el texto «Índices de Calidad (ICAs) y de Contaminación (ICOs) del agua de importancia mundial» (Universidad de Pamplona – Colombia. Capítulo III), año 2008.

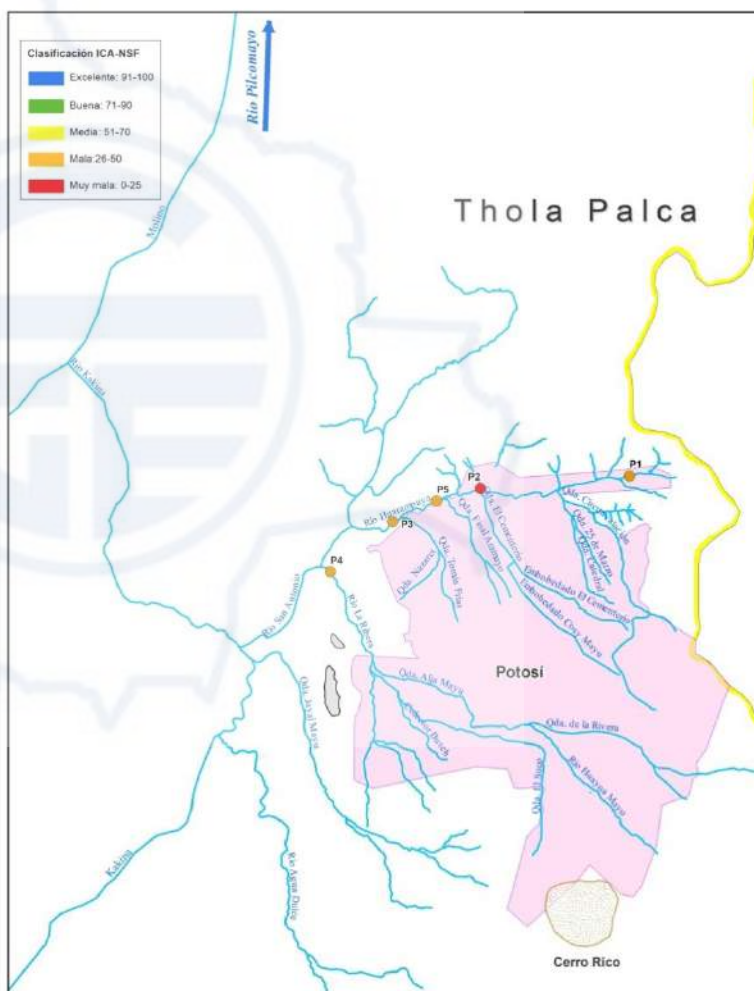


Primero se realizó la evaluación de los índices de calidad y contaminación de ambas campañas en las ciudades de Potosí (microcuenca Tholapalca) y Sucre (microcuenca Cachi Mayu) hasta el cuerpo de agua que es afluente directo del río Pilcomayo, posteriormente, se expondrá la evaluación de la calidad de las aguas del río Pilcomayo y sus principales afluentes dentro la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.

### Ciudad de Potosí

Uno de los municipios con mayor población dentro la microcuenca Thola Palca es Potosí. El año 2019 se realizó el muestreo del principal cuerpo de agua que recoge las aguas residuales de la ciudad de Potosí, el río Huarampaya que aguas abajo cambia de nombre a río San Antonio y junto a otros ríos forma el río Tarapaya afluente directo del río Pilcomayo.

El primer punto de muestreo (P-1) está ubicado en el río Huarampaya a 1,2 km de su confluencia con la quebrada Circunvalación. El curso del río Huarampaya pasa por un lado de la población, de este (en su nacimiento) a oeste. La quebrada Circunvalación nace en la zona norte de Potosí y a través del sistema de alcantarillado sanitario recoge las aguas residuales domésticas de la zona periurbana de la ciudad, aguas se une a una quebrada sin nombre que aporta una cantidad considerable de aguas residuales de la ciudad. Unos metros antes de su unión con el río Huarampaya (conocido en ese punto como río Lecherías) se une a las quebradas 25 de marzo y Catedral que también son receptoras de aguas residuales domésticas a su paso por el centro de Potosí.





**Curso del río Huarampaya**

El valor del ICA en este punto califica a sus aguas con calidad muy mala (color rojo), las concentraciones de carga orgánica, SDT, colifecales y el estado de anoxia le dan ese rango calidad al río, debido a la influencia de las viviendas asentadas en las laderas y el botadero controlado de Karachipampa, cuyos lixiviados no son tratados, que se encuentran a menos de un kilómetro del punto de muestreo.

La empresa encargada del servicio de recojo y tratamiento de los residuos sólidos de la ciudad de Potosí (EMAS), informó que el botadero de Karachipampa, inicialmente cumplía con las características de un relleno sanitario controlado, pero por un desperfecto en la balanza el año 2006 el relleno se convirtió en un botadero.

El punto de muestreo P-2 se encuentra aproximadamente a 1,3 km aguas abajo de la quebrada Circunvalación y después del aporte de aguas residuales de la quebrada Cementerio que recoge las aguas servidas de la ciudad de Potosí a través de los embovedados El Cementerio y Cosy Mayu.



**P-2 Río Huarampaya después de la quebrada Cementerio**

El caudal en este punto sube de 1,6 l/s en el punto P-1 a 48,71 l/s. A estas alturas, el río Huarampaya continúa con ICA en el rango de agua con calidad mala (color rojo), debido al aporte de carga orgánica y bacteriológica que recibe de las quebradas precitadas, sin olvidar el pH básico y la cantidad de fosfatos, característico de las aguas residuales domésticas por los

detergentes empleados para la limpieza del hogar y la ropa de las familias.

A partir de la determinación de caudal del río Huarampaya, la carga orgánica expresada como DQO, que arrastra asciende a 3.450 kg por día.

Aguas abajo luego de que el río Huarampaya (Lecherías) recibe aguas del emisario Las Delicias (que recoge efluentes de la quebrada



**P-5 Río Huarampaya (Lecherías) luego de la quebrada**

Aramayo del centro de la ciudad de Potosí), se encuentra el punto P-5, en la zona conocida como Satélite. El ICA en este punto de muestreo también posiciona al río en el rango de calidad muy mala (color rojo), su curso tiene las características de aguas residuales domésticas, con una capa de espuma en la superficie, turbio y con coloración café, asimismo, tiene un pH tendiente a básico y elevada concentración de carga orgánica y fosfatos.

El río Huarampaya recorre cerca de 900 metros (P-5) para recibir aguas residuales de la quebrada Tomás Frías que recoge aguas residuales de la zona noroeste de la ciudad y de la quebrada Nazaret del oeste de Potosí. A esta altura, el río logra recuperar levemente su calidad, sin embargo, no logra cambiar el rango de calidad establecido por el ICA,



**P-3. Río Huarampaya después de la quebrada Tomás Frías**

obteniendo aún calidad muy mala (color rojo), la carga orgánica y bacteriológica (colifecales) en este punto se incrementa pero el pH reduce su basicidad hasta llegar a un valor casi neutro (6,93), siendo posible la existencia de actividad minera que de forma clandestina descarga sus efluentes al sistema de alcantarillado.

A partir de esta confluencia el río Huarampaya cambia de nombre a río San Antonio, su caudal en este punto disminuye a menos del 50% respecto del punto P-2 y en un 25% respecto del punto P-5. No se identificaron canales de desvío en el río, al momento del muestreo.

El último punto de muestreo en la ciudad de Potosí el año 2019 se encuentra en el río Alja Mayu que forma parte de la cuenca sur de la ciudad, nace como el canal La Rivera en la zona de los ingenios, aguas abajo se une al canal San Sebastián que es la continuación del río Huayna Mayu y juntos forman el río Alja Mayu que es un aporte del río San Antonio. El río Alja Mayu, también recibe aguas residuales domésticas del colector Busch de la zona suroeste de la ciudad.



**P-4 Río Alja Mayu (antes del puente), a metros de la confluencia con el río San Antonio**

El punto de muestreo P-4 se encuentra antes de unión con el río San Antonio, a pesar que la influencia antrópica en el río es menor que la existente en el río Huarampaya, el ICA posiciona a sus aguas con calidad mala (roja), con concentración alta de carga orgánica y colifecales.

En la campaña de muestreo realizada el año 2018, se consideró el río La Rivera para el análisis fisicoquímico respectivo, el punto de

muestreo (P1) se ubicó aguas arriba del punto P-4, antes de su confluencia con el colector Busch, luego de recibir las aguas de los ríos Chectacala y Huayna Mayu cuerpos de agua receptores de aguas residuales urbanas y algunas descargas clandestinas de los ingenios que están ubicados en sus laderas.

El ICA en el punto P1, se encuentra en un rango de calidad mala (color naranja), tiene un pH ácido (presencia de metales disueltos) y carga orgánica elevada debido a la descarga de aguas residuales domésticas sin tratamiento.



**P1. Río La Rivera**



**P2. Río San Antonio**

El año 2018 también se realizó un muestreo del río San Antonio luego de su confluencia con el río Alja Mayu (P2), el ICA a esa altura tiene un valor de 52,7, lo que representa calidad media (color amarillo), sin embargo, sus aguas aún transportan una cantidad importante de carga orgánica y sólidos que le otorga una elevada turbiedad. Una capa de espuma cubre gran parte de su curso, característico en cuerpos de agua receptores de aguas residuales domésticas.

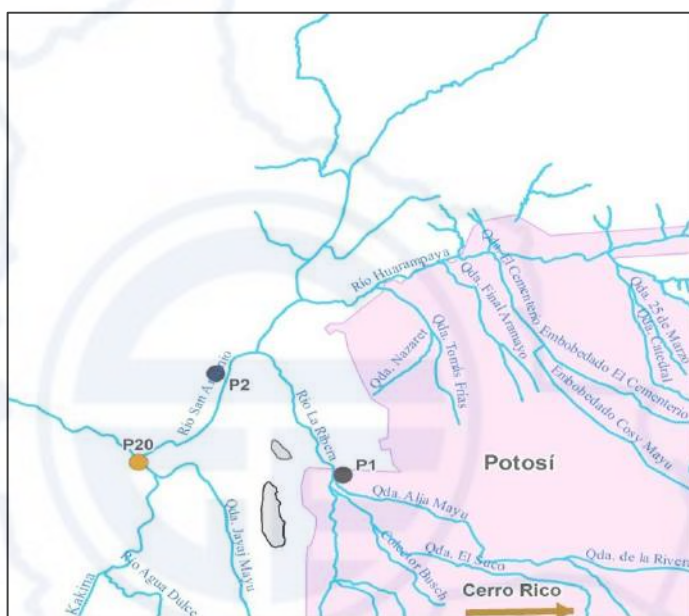


**P24 Descarga de aguas residuales domésticas al río Huarampaya**

domésticas.

Esa campaña de muestreo se complementó con la caracterización de dos descargas directas de aguas residuales domésticas en la ciudad de Potosí, cuyos efluentes terminan en el río San Antonio, la primera ubicada en la zona norte y la segunda en la zona periurbana denominada Circunvalación. Dichas aguas tienen elevadas concentraciones de carga orgánica, expresada como DBO, DQO y nitrógeno amoniacal, asimismo, contiene alta carga bacteriana expresada como colifecales ( $8,1E+4$  MNP/100 ml), característicos de aguas residuales

El siguiente punto de muestreo de la campaña 2018, se encuentra en el río Agua Dulce, (P20) antes de confluir con el río San Antonio. El río Agua Dulce en sus cabeceras tiene un área agrícola de baja densidad poblacional y con poca minería, bordea algunas haciendas y sus aguas son usadas para la agricultura a lo largo de su recorrido pero es influenciado por el río Vilacollu Mayu (que recibe los drenajes de la ladera sur del Cerro Rico) y la quebrada Chimborazo (impactada por varias descargas de DAM)<sup>277</sup>. El ICA en este punto tiene una calidad media (color amarillo), sin embargo la cantidad de metales pesados en sus aguas y sedimentos hacen que sus aguas no sean aptas para riego.



La confluencia del río San Antonio con el río Agua Dulce, forma el río Kakina, que el año 2018 fue objeto de muestreo antes de unirse con el río Molino, representa al punto P4.



**P4. Río Kakina**

El ICA clasifica al río Kakina como un cuerpo de agua de calidad mala (color naranja), a pesar que la actividad antrópica en la zona es reducida, la carga orgánica, el pH ácido y los SST transportados desde la ciudad de Potosí, reducen la calidad del río, con apariencia turbia, y olor a copajira.

El punto P3 de la primera campaña de muestreo se ubicó en el río Molino antes de

<sup>277</sup> Impacto en afluentes del río Pilcomayo por contaminantes adicionales de Drenaje Ácido de Minas desde Cerro Rico, Potosí. William H.J. Strosnider, Freddy S. Llanos, Cristina E. Marcillo, Rubén R. Callapa, Robert W. Nairn. Junio de 2014.

confluir con el río Kakina. En el muestreo, se observó la presencia de diferentes cultivos en las laderas del río, sus aguas son turbias, con arrastre de sedimento, con poca actividad antrópica en la zona. Según el ICA, sus aguas clasifican dentro el rango de calidad media (color amarillo), sus aguas no contienen metales pesados pero sus sedimentos contienen arsénico, estaño, cadmio, plomo, antimonio, aluminio, cromo y níquel con concentraciones que no hacen apto su uso para riego.



P3. Río Molino

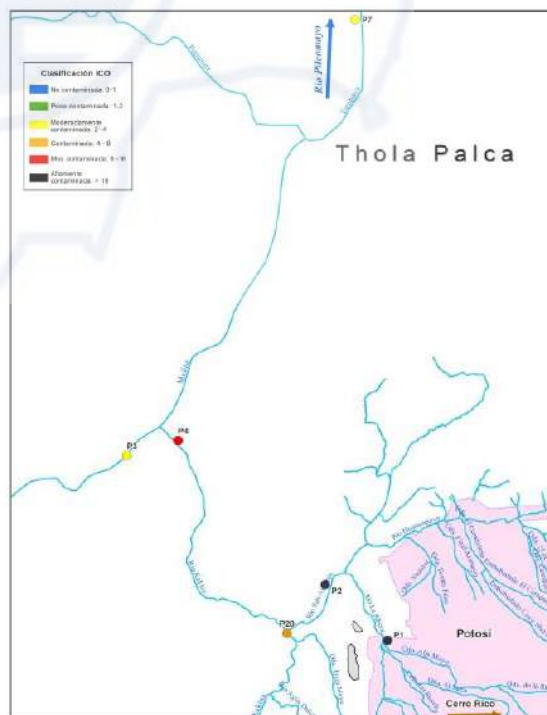


Cultivos cerca del río Molino

El río Molino luego de confluir con río Kakina cambia de nombre a Tarapaya y con ese nombre llega al río Pilcomayo. El punto de muestreo (P7) en este río para el año 2018, se encuentra ubicado a casi 15 km del río Pilcomayo, en la zona de Miraflores de Potosí (luego de los balnearios). El río arrastra gran cantidad de sedimentos volviendo turbio su curso y otorgándole un color naranja a sus aguas, su calidad ambiental de acuerdo al ICA está en el rango de media (color amarillo) que si bien podría ser apto para riego, éste uso es



P7. Río Tarapaya



restringido porque se identificaron en sus aguas y sedimentos metales pesados que superan los estándares permisibles.

En síntesis en la ciudad de Potosí, el año 2019 todo el curso de río Huarampaya que luego recibe el nombre de río San Antonio, tiene un ICA que clasifica sus aguas con calidad mala, viéndose afectado inicialmente por los lixiviados (sin tratamiento), del botadero de Karachipampa y luego por el aporte de las aguas residuales de la ciudad a través de las quebradas Circunvalación, Cementerio, final Aramayo y el río Alja Mayu (La Rivera aguas arriba) que también es receptor de las aguas servidas de la zona suroeste de la ciudad.

La primera campaña de muestreo (2018) mostró que al límite de la ciudad al confluir el río Sn Antonio con el río Agua Dulce, mejora su calidad cuando se aleja de la ciudad y se reduce la presión antrópica, ingresando a calidad media como río Tarapaya.

El análisis complementario del ICO en esta área, el año 2019 califica al río Huarampaya con aguas como altamente contaminadas (color negro) al igual que los ríos La Rivera y San Antonio el año 2018, debido a la carga orgánica que transportan y al bajo porcentaje de saturación de oxígeno en sus aguas. Por su parte, el curso del río Agua Dulce que pasa por un costado de la ciudad de Potosí, zona con poca influencia antrópica, el año 2018 tuvo un ICO dentro el rango de aguas contaminadas (color naranja). Ese mismo año, el río Kakina y Molino que aún tienen influencia antrópica (carga orgánica en sus aguas) tiene un ICO, en el rango de aguas muy contaminadas. El ICO del río Molino que se encuentra en el rango de aguas moderadamente contaminadas (amarillo), por la baja actividad antrópica en sus laderas. Finalmente el río Tarapaya logra una autorecuperación reduciendo su carga orgánica y mejorando su estado de oxigenación alcanzado un ICO en el rango de moderadamente contaminado.

### Ciudad de Sucre

El 85% de las aguas residuales generadas en la ciudad de Sucre, están en la cuenca de La Plata y el 15% restante en la cuenca del Amazonas. El área urbana del municipio de Sucre comprende dieciséis subcuencas de drenaje y cada una de ellas corresponde a una quebrada afluente del río Quirpinchaca y del río Chico en la cuenca del Amazonas. De las quince microcuencas de la cuenca del Pilcomayo, diez son interceptadas para que las descargas lleguen a la PTAR del Campanario, dos subcuencas (Quirpinchaca y Pajchiri) se encuentran debajo de la cota de la PTAR y las tres restantes (Lajastambo, Tucsupaya parcial y Aranjuez Parcial) no tienen conexión al emisario sanitario de la PTAR. Por su parte, el río Chico, no dispone de interceptores para llevar sus aguas a la planta de tratamiento de aguas residuales, ni cuenta con sistema de tratamiento de sus aguas residuales domésticas que son descargadas directamente a las quebradas que conforman este río.

En ese contexto, la evaluación del ICA y el ICO en la ciudad de Sucre se realizó tomando en cuenta la divisoria de las cuencas grandes de La Plata y Amazonas, a la primera

pertenece el río Pilcomayo con la microcuenca Cachimayu y a la segunda el río Chico. Todos los puntos de muestreo en la ciudad de Sucre pertenecen a la campaña 2019, excepto dos puntos en los ríos Quirpinchaca y Yotala que fueron debidamente identificados.

A la microcuenca Cachimayu le pertenecen los ríos Pajchiri y Quirpinchaca que son receptores de aguas residuales crudas en la ciudad de Sucre. El primer punto de muestreo se encuentra en el río Pajchiri (P-12), cerca de la divisoria de las cuencas Amazonas – La Plata, recolecta las aguas residuales crudas de las zonas que se encuentran al sureste de la ciudad, muchas viviendas no cuentan con sistema de alcantarillado y sus desechos son eliminados directamente al río Pajchiri.



P-12. Río Pajchiri

Con estos antecedentes, el río tiene un ICA en el rango de aguas de calidad mala (color rojo).



Río Pajchiri (Yotala)

Su curso delgado con caudal bajo (1,3 l/s), tiene aguas verdes, turbias, con olor típico a aguas residuales domésticas, tienen una elevada carga orgánica así como una alta concentración de colifecales y fosfatos.

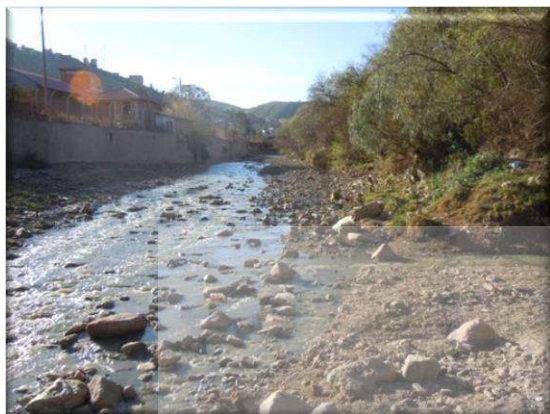
6 km aguas abajo sobre el mismo río Pajchiri que recibe el nombre de Calavera – Cabezas, está ubicado el punto P-14 en el municipio de Yotala antes de su represa. El ICA en este punto califica al río con aguas de calidad mala (color naranja), si bien la carga orgánica es baja por la falta de actividad antrópica en

el lugar, el pH básico (9,17) y la cantidad de sólidos suspendidos que arrastra bajan su calidad.

Dicho río también es un receptor de aguas residuales domésticas crudas y tratadas circula casi en paralelo con el río Pajchiri. La primera muestra de agua en este río (P-15) fue tomada a la altura del puente El Tejar de la zona del mismo nombre, las descargas de aguas residuales generadas en esa zona no llegan a la PTAR El Campanario. El ICA en este punto, tiene el rango de aguas de calidad muy mala (color rojo), la presión antrópica sobre este recurso hídrico genera alta concentración de carga orgánica, colifecales y fosfatos, así como la falta de oxígeno disuelto. En la fotografía se puede observar la descarga directa de aguas residuales domésticas recolectadas través de un poteo (colector). Con el caudal del



curso medido al momento del muestreo (12,89 l/s) la carga orgánica aproximada que arrastra (expresada como DQO) está cerca de los 490 kg por día.



**P-15. Río Quirpinchaca en el puente El Tejar**



**Descarga directa de aguas residuales domésticas al río Quirpinchaca**

Luego de recorrer 5 km en el municipio de Yotala el río Quirpinchaca recibe los efluentes Yotala, se ubicó al punto P-16 antes de la descarga de la PTAR de esa descarga se encuentra el punto de muestreo. El ICA en el río se encuentra en el rango de calidad mala (naranja), dejando ver la capacidad de autodepuración del río debido a la reducción de la actividad antrópica, si bien la carga orgánica disminuye la concentración de colifecales aún se mantiene elevada. En las laderas del existen cultivos de subsistencia regados con aguas del río, cuando no son aptas para ese uso. El curso del río conserva turbiedad, la coloración café y olor fétido, característico de los ríos portadores de aguas residuales domésticas.



**Cultivos en la ribera del Quirpinchaca**



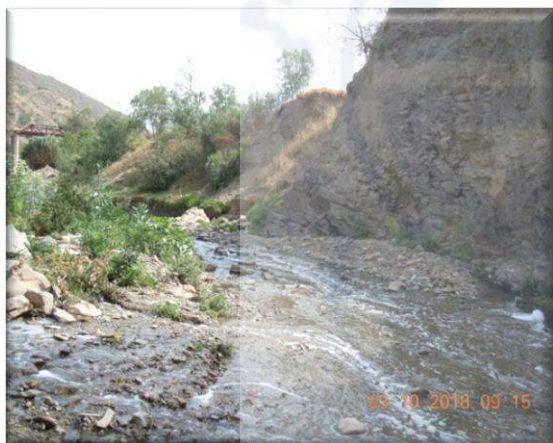
**P-16 Río Quirpinchaca antes de la descarga de la PTAR**

El año 2018 se tomó una muestra de la descarga de la PTAR (P25) y una muestra de agua del río Quirpinchaca luego de esa descarga (P14).

Los parámetros que se encuentran por encima de los límites permisibles en el anexo A-2 del RMCH<sup>278</sup> para la descarga de la PTAR son:  $\text{NH}_4^+$  y SST que superan 62 y 8 veces, respectivamente el valor máximo permisible, por su parte los valores de DQO y DBO se encuentran dentro los límites permisibles. Respecto al tema bacteriológico, el resultado del muestreo dio un valor que se encuentra dentro lo permitido por la norma, sin embargo, los resultados promedio de los monitoreos realizados a la descarga de los efluentes de los años 2018 y los primeros 5 meses del año 2019, dan cuenta que este parámetro supera lo establecido en el anexo A-2 del RMCH, con un valor promedio de  $9,5\text{E}+6$  NMP/100 ml, dato que debe ser tomado en cuenta como el comportamiento real de los efluentes de la PTAR.



**P24. Descarga de la PTAR El Campanario**



**P14. Río Quirpinchaca, aguas abajo de la PTAR.**

En el punto P14 (año 2018) el río Quirpinchaca se mostraba con una coloración café, turbio y con espuma en su superficie. El ICA clasificó al río Quirpinchaca con aguas de calidad mala (color naranja) no siendo apta para el riego de cultivos. El ICA en ambas campañas en río Quirpinchaca tiene la misma tendencia de calidad mala.

Aguas abajo, en el municipio de Yotala sus cultivos son regados con aguas de este río. Justamente antes de confluir con el río Pajchiri el año 2019, se realizó el muestreo de la aguas del río Yotala (Quirpinchaca) (P-

17). El ICA califica al río con calidad mala (color naranja), su capacidad de autodepuración pudo verse afectada por la descarga de aguas residuales domésticas con conexiones clandestinas y la influencia del río Pajchiri que a su paso por el municipio de Yotala, recorre zonas de criadero de pollos y en época de lluvia las aguas de lavado de sus galpones llegan al río Pajchiri.

<sup>278</sup> Dado que el río Quirpinchaca no está clasificado.



**Fosa de sedimentación de pollería**



**P-17. Río Yotala (Quirpinchaca)**

Se realizó un muestreo a los efluentes de una de las pollerías que se encarga de la matanza de pollos en la comunidad Ciguayo. El sacrificio de las aves se realiza en horas de la noche, sus descargas son trasladadas a través de un canal a una fosa de sedimentación rudimentaria, las aguas de rebalse, se insumen a unos metros del canal, sin embargo, en época de lluvia llegan a una quebrada que aguas abajo se conecta al río Pajchiri. Los resultados del análisis a esos efluentes mostraron elevada concentración de carga orgánica, colifecales y amonio.

Finalmente el año 2018 se ubicó un punto de muestreo (P15), en el río Yotala antes de su confluencia con el río Pilcomayo Aguas abajo, aproximadamente a 24 km de la PTAR. En las laderas del río existen canales de desvío de agua para riego y parcelas de verduras y hortalizas. El valor del ICA en este punto se encuentra dentro el rango de calidad media (color amarillo) mostrando su capacidad de autodepuración ante la poca actividad antrópica en el río, por lo tanto es apta para riego.



**Río Yotala antes del río Pilcomayo**

En la cuenca Amazonas fueron tomadas dos muestras de agua, el año 2019, en las quebradas de la ciudad de Sucre que son aportantes del río Chico, las quebradas Millu Lomo y Yana Wara.

En la quebrada Millu Lomo se encuentra el punto de muestreo P-11, recoge las descargas de aguas servidas del distrito 2 de la ciudad de Sucre, son zonas periurbanas, algunas tienen sistema de alcantarillado con descarga directa a la quebrada y el resto a través de conexiones clandestinas eliminan sus desechos domésticos directamente a la quebrada. El ICA en este punto clasifica a la quebrada con aguas de calidad mala (color rojo), valor esperado, dado que este curso se convierte en una alcantarilla abierta recolectora de aguas residuales domésticas. Si bien su caudal es bajo (0,28 l/s), la quebrada arrastra una elevada carga orgánica, expresada como DBO y DQO, cerca de 28 kg por día. Algo similar ocurre con la concentración de colifecales y sólidos disueltos en el río, sin olvidar el estado de anoxia de este recurso hídrico.

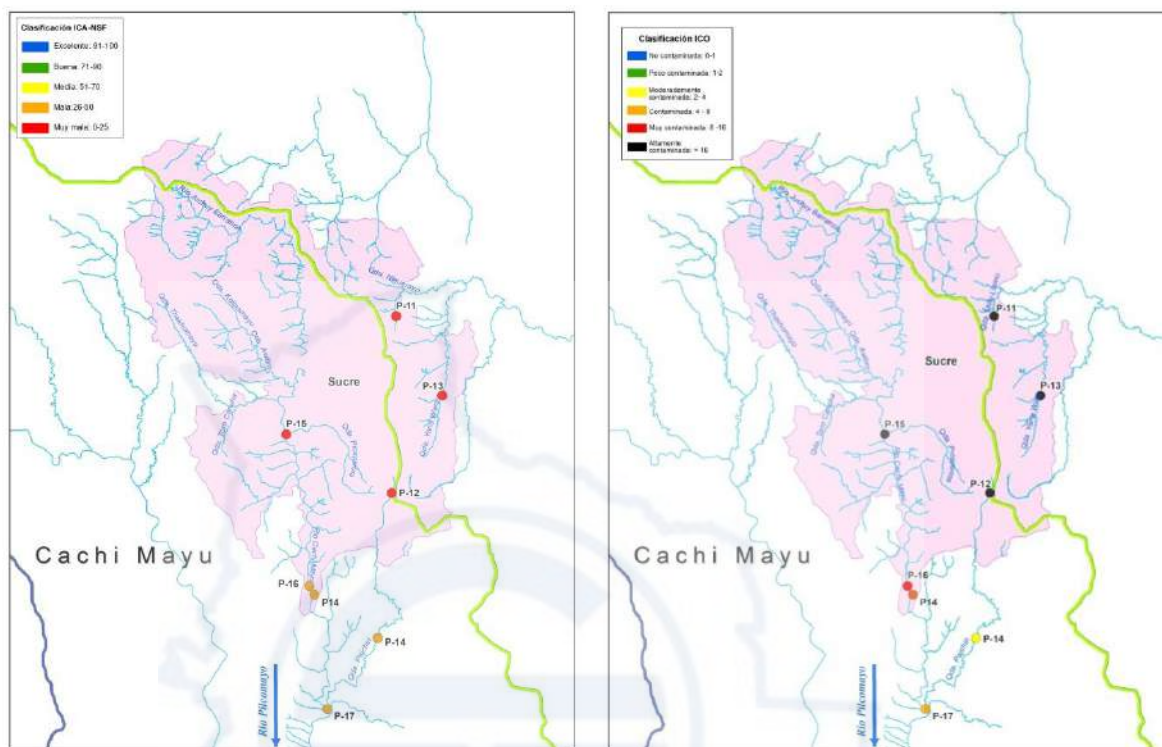
El punto de muestreo P-13 se encuentra en la quebrada Yana Wara que aguas abajo confluye con la quebrada Millu Lomo y junto a otros aportantes forman el río Chico de la cuenca Amazonas. Esta quebrada es la receptora de las aguas residuales de los distritos 2 y 5 del municipio, según lo señalado por el personal del GAM de Sucre que acompañó a la comisión de auditoría los días de muestreo en esa ciudad.

El ICA también califica a esta quebrada con aguas de calidad mala, si bien su carga orgánica es menor a la existente en la quebrada Millu Lomo, su caudal es mucho más elevado, transportando casi 200 kg de materia orgánica por día. La concentración de colifecales y la falta de oxígeno en sus aguas son características de los cuerpos de agua receptores de aguas residuales domésticas.

En síntesis el comportamiento del ICA en los Quirpinchaca y Pajchiri y las dos quebradas que son aportantes del río Chico muestreados el año 2019, mostraron que el río Pajchiri tiene un ICA en el rango de aguas de calidad muy mala, sin embargo, tras su recorrido y alejándose de la ciudad ya en el municipio de Yotala, logra una leve recuperación e ingresa al rango de calidad mala.



**Quebrada Yana Wara, aportante del río Chico**



Por su parte, el río Quirpinchaca, en la ciudad tiene un ICA con aguas de calidad muy mala, logrando un leve recuperación cuando se aleja de la zona poblada de la ciudad, a la altura de la PTAR alcanza un ICA de aguas con calidad mala, clasificación que se mantiene luego de confluir con el río Pajchiri que indirectamente en época de lluvias recibe las descargas de las pollerías asentadas en el municipio de Yotala.

Finalmente, las quebradas aportantes del río Chico, Millu Lomo y Yana Wara son receptoras directas de las descargas domésticas de los distritos que forman parte de la macro cuenca Amazonas, por lo tanto, el ICA de ambas quebradas se encuentra en el rango de aguas de calidad muy mala.

Por su parte el ICO en el río Pajchiri, califica a sus aguas como altamente contaminadas (color negro), tras un largo recorrido sin recibir presión antrópica de la ciudad el río Pajchiri logra recuperarse y obtiene un ICO que clasifica sus aguas como moderadamente contaminadas. Por su parte, las aguas del río Quirpinchaca a su paso por la ciudad, tiene un ICO de aguas altamente contaminadas, aguas abajo logra una leve recuperación al ingresar al municipio de Yotala (cerca de la PTAR) el ICO lo califica como muy contaminadas, finalmente aguas abajo, luego de confluir con la quebrada Pajchiri, sus aguas logran una recuperación adicional posicionando al ICO en el rango de aguas moderadamente contaminadas (color naranja).

El ICO de las quebradas Millu Lomo y Yana Wara también tienen las ubica en el rango de aguas altamente contaminadas, debido a que son colectores directos de aguas residuales de la zona periurbana de la ciudad que no cuenta con un sistema de tratamiento de estas aguas.

La aplicación del indicador de calidad de aguas ICA-NSF y de contaminación ICO, ha demostrado que el impacto ambiental de los cuerpos de agua que corresponden a la subcuenca Pilcomayo Zona Alta y parte de la cuenca del río Chico se manifiesta en las zonas con mayor población las ciudades de Potosí y Sucre por la presión antrópica que ocasionan sus aguas residuales no tratadas, sin embargo, al alejarse de las ciudades y sin perturbaciones cerca logran autorecuperarse al llegar al río Pilcomayo a través de sus aportantes directos. Debe tomarse en cuenta que si bien la carga orgánica no afecta al río Pilcomayo de forma directa, por la distancia que recorren pues la oxigenación generada por el movimiento del agua junto a la exposición a los rayos UV provenientes del sol, promueven la degradación de la carga orgánica y la reducción de la carga bacterial, es innegable la contaminación generada en los cuerpos de agua cuyo curso pasa por las poblaciones de Potosí y Sucre y los riesgos a los que está expuesta la población, principalmente de las zonas periurbanas.

Corresponde ahora evaluar la calidad de las aguas del río Pilcomayo y sus principales aportantes, realizado en su totalidad el año 2018. El primer punto de muestreo en el río Pilcomayo (P5) se encuentra aproximadamente a 92 km de su nacimiento, al límite de los municipios Belén de Urmiri y Yocalla. Un día antes al muestreo en este punto hubo precipitación pluvial, lo que incrementó el transporte de sedimento en el cuerpo de agua reflejado en la coloración café de sus aguas.

No se identificó actividad antrópica en la zona del muestreo, pero sí existían cultivos de subsistencia. El valor del ICA en este punto, ubica al río en el rango de calidad media, a esta altura las aguas tienen bajas concentraciones de nitratos, fosfatos y DBO<sub>5</sub>. Podría hacerlo apto para su uso en agricultura, pero se encontró que la concentración de Zn en sus aguas sobrepasa los límites permisibles para su uso en riego. **T-5.2/57**



**P5. Río Pilcomayo antes del río Urmiri**



**P6. Río Pilcomayo antes del río Viloyu Mayu**

El punto P6 en río Pilcomayo se encuentra cerca al río Viloyu Mayu en Yocalla, sus aguas tienen una coloración café-rojiza debido al arrastre de sedimento, existe poca actividad antrópica en la zona, algunas casas dispersas. Se identificó un canal de desvío de aguas del río Pilcomayo para una hidroeléctrica que funciona aguas abajo. El valor del ICA para este punto baja con respecto al punto P5 pero aún se encuentra en el rango de aguas de calidad media (color amarillo), puede ser apto para uso agrícola porque no encontraron metales pesados que superen los límites permisibles para aguas de riego. El caudal en este punto disminuye en un 50% con relación al punto P5 debido al desvío de sus aguas.



Canal de desvío de agua del río Pilcomayo

Luego de 17 km de la unión del río Tarapaya con el río Pilcomayo, en el municipio de Tinguipaya se encuentra el punto P8 (después de unirse con el río Orkho Khocha). Como es característico del río Pilcomayo, sus aguas transportan bastante sedimento, lo que le proporciona un color café-naranja a su curso, a estas altura el Pilcomayo tiene un caudal considerable ( $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ ), por su parte, las aguas del río Orkho Khocha son plomizas, tal como se puede apreciar en las siguientes imágenes, en las laderas de este río se observaron algunas parcelas de cultivo.

El ICA del río Pilcomayo clasifica en el rango de calidad media y puede ser empleado para riego, sin embargo sus aguas transporta concentraciones de zinc que supera los límites establecidos en la normativa para su uso en riego.



P8. Río Pilcomayo en la confluencia con el río Orkho Khocha



Confluencia de los ríos Tacobamba y Pilcomayo

El siguiente punto de muestreo en el río Pilcomayo se encuentra en el municipio de Tacobamba (P13) después de recibir aguas del río del mismo nombre. Se identificaron pequeños rebaños de cabras en las laderas del río Pilcomayo. Una lluvia de la noche previa al muestreo, aumentó su caudal ( $5,11 \text{ m}^3/\text{s}$ ) y el arrastre de sólidos suspendidos y disueltos, así como el incremento de su turbiedad. No arrastra carga orgánica. Su calidad, según el ICA, está en el rango de aguas de calidad media (color amarillo), podría ser apta para riego pero se encontraron concentraciones de Zn en sus aguas superiores a lo permisible para riego y sus sedimentos tienen metales pesados en altas concentraciones que muestran un alto grado de contaminación para arsénico, zinc, plomo y cadmio.

El río Colavi (P11) aportante del río Tacobamba fue muestreado por sus antecedentes mineros, Tiene un ICA de calidad media, no tiene carga orgánica, su pH es ácido (4,7) y alta carga de sólidos disueltos, debido a la presencia de metales en solución de metales en solución (cobre, zinc, cadmio aluminio y manganeso superan el límite permisible establecida en el RMCH para clase B) y concentraciones elevadas de metales pesados en sus sedimentos, por lo tanto no pueden ser empleadas para riego.



**P12. Río Tacobamba, antes de confluir con el río Pilcomayo**

El río Tacobamba como aportante directo del río Pilcomayo también fue muestreado (P12), el ICA en ese punto se encuentra en el rango de calidad media (color amarillo), sus aguas se encontraban turbias como consecuencia de una precipitación pluvial en la noche previa al muestreo, el pH de sus aguas es levemente básico (8,5) con baja presencia de colifecales y sin carga orgánica, sus aguas podrían ser aptas para riego pero tienen concentraciones elevadas de metales pesados en sus aguas y sedimentos que superan los límites para ese uso.

El siguiente punto de muestreo en el río Pilcomayo (P16) se encuentra antes de confluir con el río Yotala (con ICA de calidad media) en el límite de las microcuencas Thola Palca y Cachi Mayu. El caudal del Pilcomayo es tres veces mayor al del río Yotala, sus aguas son turbias, con coloración naranja por los sedimentos que arrastra. En sus riberas existen parcelas de cultivos de verduras y hortalizas y se practica extracción de áridos. El ICA en ese punto se encuentra dentro el rango de calidad media (color amarillo), sus aguas son aptas para riego según este indicador, pero existen concentraciones elevadas de Zn que superan el límite permisible para usarlas en la agricultura y sus sedimentos también tienen metales pesados con concentraciones que pueden causar efectos biológicos adversos.



El río Mataka también es un aportante directo del río Pilcomayo, se tomaron muestras de agua en este río y en dos de sus aportantes. El punto P9 se encuentra en el río Samasa en el municipio de Chaquí, en la zona se extraen áridos y agregados y existen parcelas de cultivos que son regadas con aguas del río, cuyas aguas son cristalinas, con presencia de anfibios, aspecto que se ve reflejado en el ICA, que en este punto de muestreo se encuentra en el rango de aguas de calidad buena (70,3), lo que significa que podrían ser aptas para el riego pero sus sedimentos contienen metales pesados que ocasionarían efectos biológicos adversos.



**P16. Río Pilcomayo, después de su unión con el río Yotala**

El río Samasa luego de recibir el aporte de varios ríos terciarios, forma el río Miculpaya y tras recibir la confluencia de otros ríos tributarios en su camino cambia de nombre a río Mataka. El río Miculpaya (P10) tiene un caudal bajo en época de estiaje, en su lecho se observó vida acuática (pequeños peces y renacuajos), además existen parcelas de cultivos en las laderas del río.



**P10. Río Miculpaya**



**Parcelas de cultivo cercanas al río Miculpaya**

El ICA en el punto P10 califica al río Miculpaya dentro el rango de aguas de calidad buena (color verde), no existe carga orgánica expresada como DBO y nitratos, pero sus sedimentos presentan metales pesados en concentraciones que superan los niveles de fondo, existiendo perturbación en sus aguas.

En el municipio de Betanzos a 6 km del río Pilcomayo se ubicó el punto de muestreo sobre el río Mataka (P17). No tiene influencia antrópica, sin embargo se observaron rebaños de cabras paseando por el río, el ICA lo clasifica con calidad media (color amarillo), puede ser empleado para riego porque sus aguas y sedimentos no tienen presencia de metales pesados.

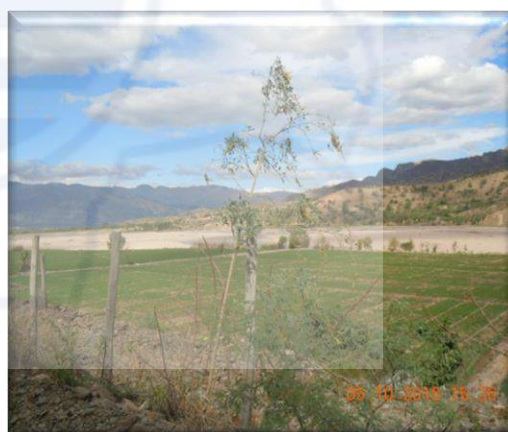


P17. Río Mataka

El punto P18 en el río Pilcomayo se encuentra en el municipio de Yamparáez luego de su confluencia con el río Khota Mayu, a 36 km aproximadamente del punto P16. El caudal del río alcanza los 2,71 m<sup>3</sup>/s, sus aguas son turbias y con arrastre de sedimento, características del río Pilcomayo. El ICA, se encuentran en el rango de calidad media, por la elevada cantidad de sólidos disueltos y suspendidos, su pH es levemente básico, no arrastra carga orgánica en sus aguas, la cantidad de colifecales en sus aguas es mínima, sin embargo sus sedimentos tienen elementos en concentraciones que podrían ocasionar efectos biológicos adversos.



P18 Río Pilcomayo en Yamparáez



Parcelas de cultivos cercanas al río

El siguiente punto de muestreo en el río Pilcomayo se encuentra en el municipio de Icla (P19), luego de su confluencia con el río del mismo nombre. Sus aguas son usadas para el riego de árboles frutales y frutas de la temporada. Sus aguas tienen poca carga orgánica pero gran cantidad de sólidos generando turbiedad en sus aguas, su pH es levemente básico. En la zona también se practica la extracción de áridos. El ICA clasifica al río Pilcomayo, dentro del rango de calidad media (color amarillo), sus aguas son aptas para el riego, pero sus

sedimentos tienen concentraciones de metales que podrían ocasionar efectos biológicos adversos.



**P19. Río Pilcomayo, en el municipio de Icla**

Los dos últimos puntos de muestreo en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, se encuentran a casi 100 km de su límite geográfico, en la unión de los ríos Santa Elena que forma parte de la microcuenca del mismo nombre y el río Pilcomayo al final de la microcuenca Sumala y al inicio de la microcuenca Huancarani.

El río Agua Cerca es el límite natural entre los municipios de Villa Charcas e Incahuasi, aguas abajo, cambia de nombre a río Santa Elena y se convierte en el límite entre los municipios de San Lucas e Incahuasi y es uno de los aportantes principales del río Pilcomayo. El punto P21 está ubicado antes de su confluencia con el río Pilcomayo, en la zona no existe perturbación al río, aspecto que se ve reflejado en el valor del ICA que califica las aguas del río Santa Elena con calidad buena (color verde).

Por su parte, el río Pilcomayo (P-22), tiene un ICA que posiciona sus aguas dentro el rango de calidad media (color amarillo), debido al arrastre de sedimentos que le da la coloración naranja característica al río. No arrastra carga orgánica y la cantidad de colifecales es despreciable, pero sus sedimentos contienen metales pesados en concentraciones donde es probable que aparezcan efectos biológicos adversos

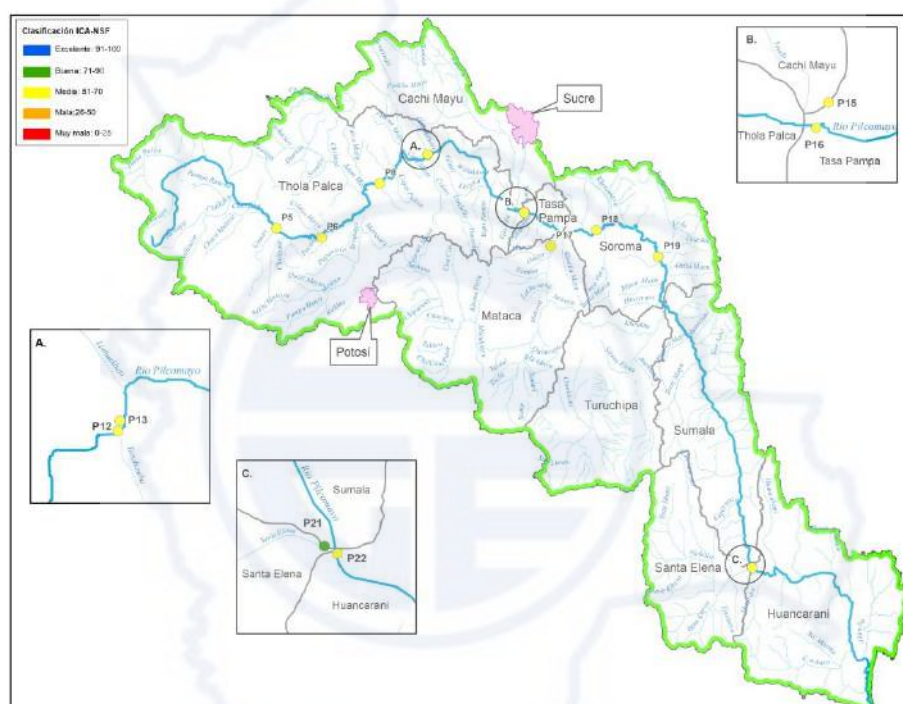


**Río Santa Elena**



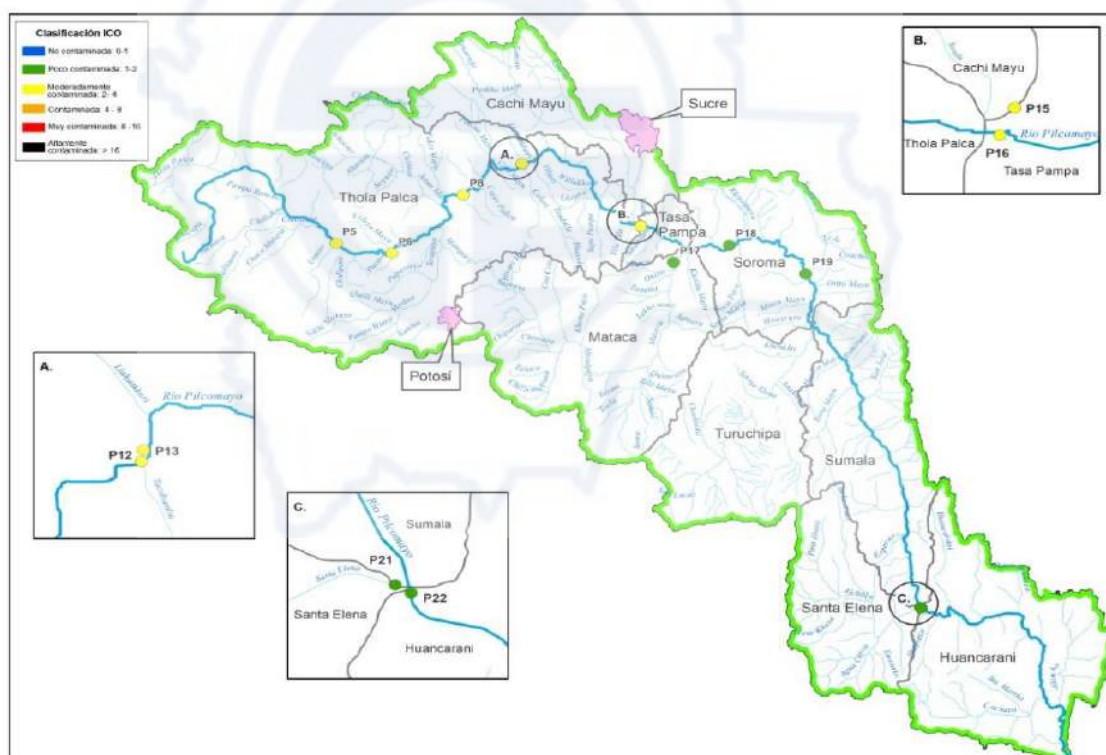
**Río Pilcomayo**

Resumiendo el comportamiento del ICA en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, se puede advertir que en todos los puntos de muestreo a lo largo del río Pilcomayo el ICA se encuentra en el rango de calidad media (color amarillo), lo que significa que en su curso a lo largo de la subcuenca, las aguas del río pueden ser empleadas para riego, aspecto positivo para el río, pero sus aguas en la parte alta y sedimentos en todo el curso del río tienen presencia de metales pesados con concentraciones donde podrían aparecer efectos biológicos adversos.



El hecho de que el curso del río Pilcomayo no pase por poblaciones grandes y/o ciudades capitales tal como lo hacen los ríos Rocha en la ciudad de Cochabamba, La Paz en la ciudad del mismo nombre y el río Guadalquivir en Tarija, por ejemplo, coadyuva en la calidad de sus aguas, pues no existe influencia antrópica en el río que aporte carga orgánica (como aguas residuales domésticas), aspecto que fue evidenciado con los resultados del análisis de laboratorio, la materia orgánica, expresada como  $DBO_5$  y nitratos en el río es despreciable y en algunos casos inexistente, algo similar ocurre con el comportamiento de los fosfatos y la carga bacteriológica. Sin embargo, el pH levemente básico (8) y la gran cantidad de sólidos disueltos bajan la calidad de las aguas del río Pilcomayo y son los causantes de su rango de calidad (media). Algo similar ocurre con los afluentes que fueron objeto de muestreo, los ríos Tarapaya, Tacobamba, Mataca, Yotala y Mataca. Pero los metales pesados presentes en sus sedimentos limitan su uso para actividades agrícolas.

Si bien una de las fuente de contaminación identificada en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, son las aguas residuales domésticas, su impacto se observa principalmente cuando los cuerpos de agua atraviesan grandes centros poblados como son las ciudades de Potosí y Sucre, siendo el ICO es un indicador del grado de contaminación de un cuerpo de agua, enfocado en ciertas fuentes de contaminación específica como es la orgánica, los puntos de muestreo sobre el río Pilcomayo, P5, P6, P8, P13, P16, P18, P19 y P22, recorren la subcuenca desde el municipio de Urmiri en el departamento de Potosí hasta los municipios de Incahuasi y Azurduy del departamento de Chuquisaca. En los primeros 4 puntos de muestreo, hasta el municipio de Tacobamba, el valor del ICO califica al Pilcomayo con aguas moderadamente contaminadas (color amarillo), la razón principal es el bajo porcentaje de saturación de oxígeno en esos puntos, la carga orgánica es mínima y en algunos puntos inexistente. Desde el punto P13, en el municipio de Yotala (Chuquisaca), la calidad de las aguas del río Pilcomayo sube al nivel de poco contaminada (color verde), dado que la influencia antrópica desde ese punto es casi nula (no se identificó carga orgánica en su curso) y el porcentaje de saturación de oxígeno se incrementa con respecto a los primeros puntos.



El comportamiento del ICO en los principales afluentes del río Pilcomayo en el departamento de Potosí, Tarapaya (P7), Tacombamba (P12) y Mataca (P17), es similar, el río Tarapaya que arrastra las aguas de la ciudad de Potosí, tiene un índice de contaminación en el rango de moderadamente contaminada (color amarillo), debido a las trazas de carga

orgánica que lleva y el porcentaje de saturación de oxígeno en sus aguas, recordemos que el punto de muestreo en ese cuerpo de agua se encuentra a 17 km de su confluencia con el río Pilcomayo. Por su parte, los ríos Tacobamba y Mataka fueron muestreados antes de su confluencia con el río Pilcomayo, sin influencia antrópica, los resultados de laboratorio reportan que no existe carga orgánica en sus aguas, por lo que el valor del ICO califica sus aguas como poco contaminadas (color verde).

En la microcuenca Mataka, fueron muestreados los ríos Samasa y Miculpaya, en el municipio de Chaquí, aportantes del río Mataka que es afluente directo del río Pilcomayo. Como fue explicado en el acápite anterior, en estos cuerpos de agua no existe perturbación antrópica, el curso de estos ríos es cristalino y con vida acuática, sin carga orgánica, estos aspectos se ven reflejados en el rango del ICO que corresponde a aguas poco contaminadas (color verde).

#### ***4.2.4 Causas y recomendaciones respecto de los resultados de la evaluación de la efectividad en la mitigación de los impactos ambientales negativos ocasionados por las aguas residuales domésticos***

A partir de la evidencia obtenida en la aplicación de los indicadores diseñados para los criterios del objetivo específico 2, se identificaron las causas de las deficiencias detectadas en la efectividad en el control de las aguas residuales domésticas.

La confirmación de causas se cumplió a través de la remisión de notas a cada entidad<sup>279</sup>, debido a los conflictos sociales y políticos de fines del año 2009. La aclaración 09 de la Norma de Auditoría Ambiental 244 establece que las causas deben ser confirmadas con el sujeto de examen, lo que puede permitir su complementación, siempre y cuando se obtenga la evidencia de sustento necesaria. Al respecto, las entidades evaluadas informaron<sup>280</sup> que no tenían observaciones ni complementaciones a las mismas, excepto la AAPS<sup>281</sup> y el MMAyA que solicitaron ajustes a las causas y recomendaciones, solicitudes que fueron consideradas y el texto de las recomendaciones fue modificado considerando la documentación y argumentos que presentaron.

##### **4.2.4.1 Primera causa relativa a la aprobación de los Planes de Desarrollo Quinquenal sin considerar el tratamiento del 100% de las aguas residuales**

Las Resoluciones Administrativas Regulatorias AAPS 246/2010 del 14 de diciembre de 2010 y AAPS 247/2010 del 14 de diciembre de 2010, otorgan licencia de prestación de servicio de agua potable y alcantarillado sanitario a ELAPAS y AAPOS respectivamente, establecen que en el ámbito de regulación y fiscalización es preciso establecer las

<sup>279</sup> A la AAPS, GAD de Potosí, al GAM de Potosí y AAPOS el 17 de enero y al GAD de Chuquisaca, ELAPAS y el GAM de Potosí el 20 de enero.

<sup>280</sup> AAPOS el 20 de febrero de 2020, ELAPAS el 31 de enero de 2020, GAM de Sucre el 12 de enero de 2020 el GAD de Potosí el 06 de febrero de 2020, el GAD de Chuquisaca el 30 de enero de 2020.

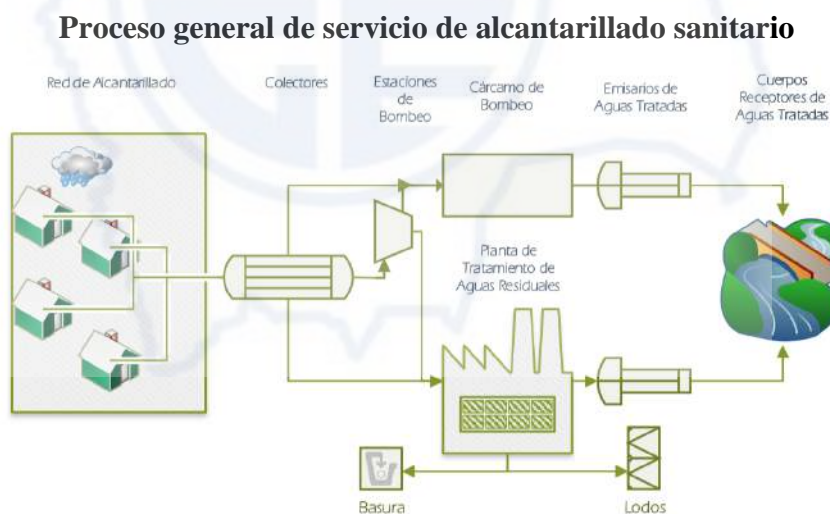
<sup>281</sup> El 28 de febrero de 2020.

relaciones de la EPSA con la AAPS, en cuyo mérito determina que la otorgación de la Licencia obliga al titular a presentar y solicitar la aprobación de los planes de desarrollo del servicio quinquenal, transitorio y operativo anual.

La Resolución Administrativa Regulatoria AAPS 228/2015 del 14 de octubre de 2015, aprueba como primer instrumento o documentación de planificación de las EPSA a partir de la otorgación de la Licencia, el Plan Transitorio de Desarrollo del servicio (PTDS) y la obligatoriedad de su presentación. En lo sucesivo correspondería, la presentación del Plan de Desarrollo Quinquenal (PDQ) en coordinación con los planes municipales de servicio de agua potable y alcantarillado sanitario.

La Resolución Administrativa Regulatoria AAPS 22/2019 del 08 de febrero de 2019, aprueba el «Manual para la elaboración del Plan de Desarrollo Quinquenal» y los «Procedimientos para la revisión del Plan de Desarrollo Quinquenal» y deja sin efecto la Resolución Administrativa Regulatoria SISAB N° 124/2007 de 12 de junio de 2007<sup>282</sup>.

El (PDQ) y el Estudio de Precios y Tarifas (EPyT) son herramientas de planificación y de seguimiento destinadas a controlar y fiscalizar la sostenibilidad de una EPSA y alertar oportunamente de posibles amenazas asociadas a periodos quinquenales. De acuerdo al manual el PDQ debe incluir la descripción de las características del sistema de alcantarillado sanitario, por componente bajo el siguiente esquema:



Debe incidir en la descripción del tipo de redes, las conexiones de alcantarillado, los colectores, estaciones de bombeo de aguas residuales, cárcamos de bombeo de aguas residuales, planta de tratamiento de aguas residuales contemplando los procesos de tratamiento (primario, secundario y terciario), indicando la capacidad de procesamiento,

<sup>282</sup> La Resolución Administrativa Regulatoria SISAB N° 124/2007 de 12 de junio de 2007, fue dejada sin efecto considerando los nuevos principios establecidos en la Constitución Política del Estado y la normativa sectorial del servicio y de planificación.

disposición de sólidos, emisarios de aguas tratadas, cuerpos receptores de aguas tratadas y la calidad del sistema de alcantarillado.

En el manual se elaboraron indicadores para saneamiento básico, estabilidad de abastecimiento que determina la cobertura del servicio de alcantarillado, así como para la protección al medio ambiente con el índice de tratamiento de aguas residuales y el control de aguas residuales.

Respecto de la situación ambiental, el manual toma en cuenta el cumplimiento de la Ley 1333 y el RMCH, especialmente en lo referido al control del vertido de cualquier sustancia o residuo líquido, sólido o gaseoso que cause o pueda causar la contaminación de las aguas a la degradación de su entorno, el vertido de aguas residuales no tratadas, líquidos químicos, entre otros, en cauces de aguas, en las riberas, acuíferos, cuencas, ríos, lagos, lagunas, capaces de contaminar las aguas.

Para la formulación de perfiles de proyectos<sup>283</sup>, la formulación de Estudios de Diseño Técnico de Preinversión debe estar antecedida de Informes Técnicos de Condiciones Previas que pueden servir de base para alimentar a los Planes de Desarrollo Quinquenal con estudios técnicos iniciales y estimaciones previas de costos de inversión para los diferentes proyectos que se afronten dentro del horizonte de planeación del PDQ. Para ello, deben considerar los principios y derechos establecidos en la Constitución Política del Estado, los lineamientos de la Agenda Patriótica 2025, la Ley 300 Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien y de los Planes Sectoriales y Territoriales, las competencias institucionales en la CPE y la 031 Marco de Autonomías y Descentralización y la priorización sectorial de la inversión pública.

El Plan Estratégico Institucional (PEI) 2016-2020 de la AAPS<sup>284</sup>, identifica como debilidades institucionales que las normas, procedimientos e instrumentos específicos de regulación y contratos datan de la etapa preconstitucional, los instrumentos que se aplican para la regulación de la EPSA no están actualizados, no tienen claridad conceptual y procedimental para la fiscalización de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento de las EPSA con el componente ambiental y que en los instrumentos aplicados por la Dirección de Estrategias Regulatorias (DER) y la Jefatura de Atención al Consumidor (JAC) el componente ambiental no es tomado en cuenta.

El PEI establece que sus acciones se relacionan con el pilar 2 del Plan General de Desarrollo Económico y Social (PGDES) referido a la «Socialización y Universalización de los Servicios Básicos con Soberanía para Vivir Bien». Respecto del tema evaluado el PEI planificó lo siguiente:

---

<sup>283</sup>Según la Resolución Ministerial N° 115, el que aprueba el Reglamento Básico de Preinversión.

<sup>284</sup>Aprobado mediante Resolución Ministerial (MMAyA) N° 224 del 29 de mayo de 2017.



<b>Pilar 2:</b> Universalización de los servicios básicos Meta 1: El 100% de las bolivianas y los bolivianos cuentan con servicios de agua y alcantarillado sanitario					
<b>Meta 1:</b> El 100% de las bolivianas y los bolivianos cuentan con servicios de agua y alcantarillado sanitario					
<b>R3 (41):</b> El 70% de la población urbana cuenta con servicios de alcantarillado y saneamiento					
<b>Objetivos Estratégicos</b>	<b>Línea de Acción Estratégica</b>	<b>Línea Base</b>	<b>Indicador de Impacto</b>	<b>Acción</b>	<b>Indicador de Proceso 1</b>
2) Regular el manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos priorizando el consumo humano en un enfoque de manejo integrado y en armonía con la Madre Tierra	Incorporación de criterios de gestión Ambiental en los procesos de regulación	Los instrumentos e indicadores de desempeño aplicados por la AAPS no consideran el criterio ambiental.	100% de instrumentos e indicadores aplicados por la AAPS para la regulación del servicio de alcantarillado y saneamiento incorporan el criterio ambiental.	Aplicación de instrumentos e indicadores que incorporan el criterio ambiental en los procesos regulatorios de alcantarillado y saneamiento.	a) Numero de instrumentos e indicadores generados, revisados y ajustados para incorporar el criterio ambiental. b) Numero de instrumentos e indicadores con criterio ambiental aplicados por año.

Fuente: elaboración propia

En ese contexto, conviene recordar lo reportado en los Planes de Desarrollo Quinquenal de ambas empresas de servicio<sup>285</sup>:

El Plan de Desarrollo de Agua Potable y Alcantarillado AAPOS en su plan de inversiones quinquenal (2001-2005) consideró la construcción de una PTAR que no se concretó<sup>286</sup>. El Plan Transitorio de Desarrollo del servicio 2011-2013<sup>287</sup> no consideró la planificación de un sistema de tratamiento de aguas residuales, documento que fue aprobado por la AAPS sin observar este aspecto. AAPOS debía presentar el PDQ una vez concluida la vigencia del PTDS. Al respecto, a través de un Auto Administrativo<sup>288</sup>, la AAPS notificó el 19 de abril de 2018 la formulación cargos de infracción a esa empresa de servicios. El 17 de mayo de 2018 AAPOS presentó el documento fuera de plazo y sin subsanar las observaciones, por lo que el 21 de enero de 2019, la AAPS notificó a AAPOS que la Resolución Administrativa Regulatoria N° 297/2018 del 07 de noviembre de 2018, determinó una sanción de \$us 150,00 (ciento cincuenta dólares americanos), por el incumplimiento de la presentación del Plan de Desarrollo Quinquenal del periodo 2019-2023 y conminó a AAPOS a dar estricto cumplimiento a todas las obligaciones establecidas en la licencia otorgada, así como lo dispuesto por el Manual de Seguimiento para el cumplimiento de obligaciones, compromisos y procedimientos a seguir. Solicitó la presentación del PDQ en un plazo de 90 días calendario a partir de la recepción de su carta.

<sup>285</sup> Documentos remitidos por la AAPS el 26 de abril de 2019 y 06 de noviembre de 2019 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 18 de abril de 2019 y el 28 de octubre de 2019.

<sup>286</sup> La AAPS no remitió el documentó de aprobación de este documento.

<sup>287</sup> Aprobado por la AAPS a través de la Resolución Administrativa Regulatoria No. 686/2011 del 8 de julio de 2011.

<sup>288</sup> AAPS/AJ/AAD/126/2018 del 10 de abril de 2018.

Ante el incumplimiento del plazo, el Profesional Económico Financiero en Planificación Regulatoria, recomienda al Director de Estrategias Regulatorias de la AAPS, una sanción equivalente a 230 USD (doscientos treinta 00/100 dólares americanos)<sup>289</sup>.

Por su parte, el Plan Transitorio de Desarrollo de Servicio 2011 – 2013 de ELAPAS planteó la construcción de interceptores de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento primario Quirpinchaca. Por su parte el PDQ 2014 – 2018, planteó la construcción del interceptor de alcantarillado sanitario Tucsupaya.

La AAPS remitió el PDQ 2019-2023 de ELAPAS como información adicional relacionada con esta causa<sup>290</sup>. Ese documento citó la construcción del interceptor Tucsupaya Las Cascadas (con sus colectores secundarios Aranjuez y Santa Catalina) y el colector Quirpinchaca para la conexión a la red secundaria existente, lo que puede adicionar en un 27% las aguas residuales a ser tratada en la PTAR. Asimismo, cita la proyección de una nueva PTAR en las subcuencas Pajchiri y del río Chico, sin embargo su plan de inversión cita la ampliación, renovación y mejora del servicio que incluye el tema de tratamiento de aguas residuales, pero no la implementación de nuevas plantas en las subcuencas Pajchiri y del río Chico.

El PDQ 2019-2023 fue evaluado por la AAPS y sus observaciones fueron comunicadas a ELAPAS<sup>291</sup>. Una segunda revisión del PDQ<sup>292</sup> menciona que la PTAR cuenta con capacidad remanente de alrededor del 50%, y que al finalizar el periodo quinquenal la depuradora alcanzaría a tratar sólo el 67,4% de aguas residuales generadas en la ciudad de Sucre, por lo que recomienda realizar las gestiones necesarias de forma coordinada con el GAM de Sucre ante las instancias de gobierno correspondiente, para lograr la culminación de los subproyectos mencionados en el PDQ y paralelamente gestionar nuevos estudios y proyectos de inversión para el tratamiento de aguas residuales del restante 21% de aguas residuales que aún no planifica depurar. Para su cumplimiento ELAPAS deberá remitir informes de seguimiento regulatorio semestrales o POA correspondientes con las medidas asumidas y el plan de implementación a la AAPS. Recomienda la remisión del trámite al área jurídica de la AAPS para el análisis legal y emisión de la respectiva Resolución Administrativa Regulatoria de aprobación del PDQ de ELAPAS, a pesar de las observaciones respecto de la falta de proyectos para el tratamiento del 100% de las aguas residuales generadas en Sucre.

Sobre la evaluación a los PDQ es útil recordar que el artículo 47 del RMCH establece que todas las descargas de aguas residuales crudas o tratadas a río o arroyos, procedentes de usos domésticos, industriales, agrícolas, ganaderos o de cualquier otra actividad que contaminen el agua, deben ser tratadas previamente a su descarga, asimismo, el artículo 50

---

<sup>289</sup> Información recibida el 06 de febrero de 2020.

<sup>290</sup> El 28 de febrero de 2020. luego de la confirmación de causas, que por su importancia fue considerada para complementar la primera causa.

<sup>291</sup> El informe fue remitido a ELAPAS el 03 de junio de 2019.

<sup>292</sup> El informe fue remitido a ELAPAS el 17 de enero de 2020.

señala que las aguas residuales provenientes de centros urbanos requieren de tratamiento antes de su descarga en los cursos de agua, a cuyo efecto las empresas de servicios de abastecimiento de agua potable y alcantarillado deben presentar el Manifiesto Ambiental. Por su parte, el Plan Estratégico Institucional 2016-2020 de la AAPS, tiene una línea de acción para la fiscalización, seguimiento y supervisión del servicio, aplicando instrumentos e indicadores que incorporan el criterio ambiental.

En ese marco, la AAPS aprobó el PTDS 2011-2013 de AAPOS y el PDQ 2014-2018 de ELAPAS a pesar que el primero no proyectó un sistema de tratamiento para la ciudad de Potosí y que el segundo no consideró en sus proyectos el tratamiento del 100% de las aguas residuales de la ciudad de Sucre. Respecto al PDQ 2019-2023, cuya aprobación se encontraba en trámite, la AAPS recomendó realizar las gestiones necesarias ante las instancias de gobierno correspondiente para concluir los proyectos mencionados en el PDQ y gestionar nuevos estudios y proyectos de inversión para el tratamiento de aguas residuales que aún no planificó depurar.

Debe tomarse en cuenta que a partir de la promulgación de la Constitución Política del Estado, el concepto del Vivir Bien y la protección de Madre Tierra han cobrado mayor importancia, lo que hace necesaria la incorporación del criterio ambiental en los procesos regulatorios de saneamiento que realice la AAPS a las empresas de servicio. Dado que el PDQ es el documento que sintetiza la propuesta específica y detallada de los objetivos y metas para el quinquenio, es importante que en ese documento se encuentre plasmada la planificación de un sistema de tratamiento de aguas residuales, considerando que en las licencias de prestación del servicio de ambas EPSA, se encuentra establecida la obligación tratar el 100% de las aguas residuales generadas en su área de concesión. Estas acciones coadyuvarían e impulsarían las gestiones de AAPOS y ELAPAS con los gobiernos municipales y sus respectivas gobernaciones para la solución de este problema. Por lo tanto, para minimizar la causa identificada y evidenciada se recomienda lo siguiente:

*A la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico*

*R.27.- Para la aprobación del Plan de Desarrollo Quinquenal de AAPOS del periodo 2020-2023, la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico debe requerir que esa empresa de servicio incluya de manera progresiva la programación del alcance y la ejecución de un sistema de tratamiento de todas las aguas residuales domésticas generadas en la ciudad de Potosí, dentro el área de prestación de servicios, aspecto que se encuentra establecido en la licencia otorgada mediante RAR 247/2010.*

*R.28.- Para la aprobación del Plan de Desarrollo Quinquenal de ELAPAS para el periodo 2019-2023, la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico debe requerir que esa empresa de servicio incluya de manera progresiva la programación del alcance y la ejecución de un sistema de tratamiento de todas las aguas residuales domésticas generadas en la ciudad de Sucre dentro el área de prestación de*

*servicio que no llegan a la PTAR El Campanario, aspecto que se encuentra establecido en la licencia otorgada mediante RAR 246/2010.*

#### 4.2.4.2 Segunda causa relativa a la falta de monitoreos al río Quirpinchaca y a los efluentes de la PTAR El Campanario

El artículo 30 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH), señala que el Ministerio de Medio Ambiente y Agua y el Gobernador, con el personal de los laboratorios autorizados, debe efectuar semestralmente el monitoreo de los cuerpos receptores y de las descargas de aguas residuales crudas o tratadas, tomando muestras compuestas de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de Prevención y Control Ambiental, en relación al caudal y durante las horas de máxima producción. Los resultados de los análisis deben ser presentados al representante legal (RL). En caso de que uno o más parámetros excedan los límites establecidos en el RMCH, se procederá a la toma de una segunda muestra en similares condiciones, según los resultados del análisis se deberán tomar una de las siguientes decisiones: a) si los resultados dan valores que no excedan los límites establecidos, se dará por terminada la investigación; b) en caso de que los resultados reiteren lo encontrado en el primer análisis, el Gobernador con jurisdicción sobre la cuenca correspondiente fijará día y hora para inspeccionar la planta de tratamiento a fin de definir la posible causa de tales resultados: la inspección se realizará de acuerdo a los procedimientos establecidos en el artículo 153 del RPCA.

Por su parte, el artículo 13 del RMCH señala que la AAC debe realizar inspecciones sistemáticas de acuerdo con el RPCA, que incluyan monitoreo de las descargas de aguas residuales crudas o tratadas para verificar si los informes de caracterización a los que hace referencia dicho reglamento son representativos de la calidad de las descargas. El artículo 17 del mismo reglamento menciona que la DIA, la DAA y el Certificado de Dispensación incluirán la obligación del Representante Legal de presentar semestralmente a la AAC un informe de caracterización de aguas residuales crudas o tratadas emitido por un laboratorio autorizado. El informe deberá caracterizar aquellos parámetros para los que fija límites permisibles el Anexo A del RMCH y que están directamente relacionados con la actividad.

La Gobernación de Chuquisaca<sup>293</sup> remitió dos monitoreos realizados al río Quirpinchaca, en el área de influencia de la PTAR El Campanario. El primero se presenta a continuación.

Datos de muestreo	Parámetros medidos por la Gobernación
Lugar de muestreo: - <i>Entrada a la procesadora (río Quirpinchaca)</i> - <i>Salida a la procesadora (río Quirpinchaca)</i>	Temperatura, turbiedad, sabor y olor, color, sal, sólidos totales disueltos, conductividad, pH, alcalinidad total, dureza total, dureza de calcio, dureza de magnesio, magnesio, calcio, sodio, hierro total, manganeso, cloruros, sulfatos, cromo, cobre, nitratos, nitritos, sulfuros, zinc, coliformes termotolerantes, coliformes totales. Conclusiones: algunos parámetros físico químicos se encuentran fuera del

<sup>293</sup> El 27 de junio de 2019, como respuesta a nuestra solicitud recibida el 18 de junio de 2019.

Datos de muestreo	Parámetros medidos por la Gobernación
Fecha de muestreo: 13 de abril de 2019	límite permisible, así como los sulfuros y los coliformes totales y fecales, estos últimos con valores extremadamente altos.

Fuente: elaboración propia

Sobre el segundo monitoreo, en septiembre de 2019, como parte del trabajo de una comisión conformada por las municipalidades de Sucre y Yotala, la Gobernación de Chuquisaca y ELAPAS, realizaron un monitoreo de calidad de la cuenca Quirpinchaca, para determinar su calidad y si es apta para riego. El muestreo y análisis de las aguas fue realizado por el laboratorio de la Dirección de Cuencas y Recursos Hídricos de la Gobernación, para ciertos parámetros y por el personal de laboratorio de ELAPAS, para el resto de parámetros, algunos fueron evaluados por ambos laboratorios, con los resultados siguientes:

Datos de muestreo	Parámetros medidos por la Gobernación	Parámetros medidos por ELAPAS
Lugar de muestreo: - <i>Aguade río, entrada a la Planta PTAR.</i> - <i>Aguade río, salida de la Planta PTAR.</i> - <i>Agua de río, cuerpo del río 50 m antes de la salida de la planta PTAR.</i> - <i>Aguade río, Yotala 50 m después de la salida de la planta de tratamiento.</i>	Temperatura, turbiedad, sabor y olor, color, sal, sólidos totales disueltos, conductividad, pH, alcalinidad total, dureza total, dureza de calcio, dureza de magnesio, magnesio, calcio, sodio, hierro total, manganeso, cloruros, sulfatos, cromo, cobre, nitratos, nitritos, sulfuros, zinc, coliformes termotolerantes, coliformes totales, estos últimos con valores extremadamente altos.  Conclusiones: algunos parámetros físico químicos se encuentran fuera del límite permisible establecido por la Ley 1333, clase A, así como los sulfuros y los coliformes totales y fecales, estos últimos con valores extremadamente altos, además salió positivo Salmonella y Shiguella.	DBO <sub>5</sub> , DQO, pH, temperatura, sólidos suspendidos totales, coliformes termoresistentes.
Fecha de muestreo: 11 de septiembre de 2019.		

Fuente: elaboración propia

Ninguno de los monitoreos se realizó en cumplimiento al artículo 30 del RMCH. El segundo monitoreo fue un trabajo de coordinación entre la Gobernación, las municipalidades de Sucre y Yotala y ELAPAS. Las unidades de los coliformes termotolerantes y coliformes totales, así como otros parámetros, no corresponden a lo establecido en el Anexo 1 del RMCH por lo que no es posible comparar los resultados con dicho anexo.

A partir de lo expuesto, se puede advertir que el GAD de Chuquisaca dentro el periodo de evaluación de la auditoría, no realizó monitoreos semestrales al río Quirpinchaca ni a los efluentes de la PTAR El Campanario de acuerdo a lo establecido en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, por ello no pudo realizar acciones conducentes a mejorar la calidad de las descargas de la PTAR, considerando que algunos parámetros se encontraban fuera de los límites permisibles establecidos en el RMCH, como coliformes

fecales, nitrógeno amoniacal y Sólidos Suspendidos Totales<sup>294</sup>. Para minimizar esta causa se recomienda lo siguiente:

*Al Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca*

*R.29. El Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca debe realizar monitoreo semestral al cuerpo receptor (río Quirpinchaca) y a la descarga de la PTAR El Campanario, y las respectivas inspecciones a esa PTAR, tal como lo establece la normativa ambiental, a fin de mitigar los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

4.2.4.3 Tercera causa relativa a las deficiencias en la planificación acciones en el corto plazo para mejorar los efluentes de la PTAR El Campanario

Para evaluar el tema, ELAPAS<sup>295</sup>, remitió los Programas Operativos Anuales (POA) de los años 2018 y 2019. En la gestión 2018, ELAPAS implementó un proyecto para la reconducción de agua residual en la zona de Quirpinchaca para incrementar en un 8% la evacuación de dichas aguas a la PTAR El Campanario. La Empresa Constructora ECOSAT, fue adjudicada para realizar ese trabajo<sup>296</sup>.

Para la gestión 2019, ELAPAS elaboró las especificaciones técnicas para el Estudio de Diseño Técnico de Preinversión «Mejoramiento Mantenimiento General Planta de Tratamiento de Aguas Residuales». El estudio incluye la limpieza y pintado de barandas metálicas de los tanques Imhoff y tanques de regulación; provisión e instalación de caudalímetros canal abierto; y provisión e instalación de caudalímetros electromagnéticos, el fin de estos dos últimos ítems, será controlar y monitorear parámetros hidráulicos como nivel, volumen y caudal, realizando mediciones en tiempo real, con gran precisión y del almacenamiento de esos registros.

Nótese que ninguna de las acciones programadas en los POA 2018 y 2019, son conducentes a mejorar la calidad de las aguas residuales tratadas, en lo referente a los parámetros colifecales, nitrógeno amoniacal y SST que sobrepasaban los límites permisibles. No representan una mejora en el sistema de tratamiento o la incorporación de un tratamiento adicional que logre reducir estos parámetros.

En ese contexto, la causa para que los efluentes de la PTAR no cumplan con los límites permisibles establecidos en la normativa es la falta de programación proyectos que permitan mejorar la calidad de esas descargas en los Programas Operativos Anuales de ELAPAS. Para minimizar esta causa se recomienda lo siguiente:

<sup>294</sup> Cabe recordar que en la aplicación de los indicadores para este criterio se pudo evidenciar que el GAD de Chuquisaca no realizó inspecciones a la PTAR El Campanario para verificar la calidad de las descargas.

<sup>295</sup> El 05 de diciembre de 2019, remitió la siguiente información, como respuesta a nuestra solicitud realizada el 26 de noviembre de 2019.

<sup>296</sup> A través de La Resolución Administrativa de adjudicación U.A.J. N° 15/2018 del 08 de noviembre de 2018 para el «Mejoramiento red S-II Tucsupaya Quirpinchaca».

*A la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre*

*R.30 La Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre de programar en sus POA, acciones de corto plazo que permitan mejorar la calidad de las descargas de la planta de tratamiento de la ciudad de Sucre para que cumplan con los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente.*

**4.2.4.4 Cuarta causa relativa a deficiencias en la planificación de sistemas de tratamiento de aguas residuales**

Una de las causas para que las acciones de las entidades relacionadas con la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales en las ciudades de Potosí y Sucre, cuyas aguas no llegan al PTAR El Campanario, no sean efectivas, fue la falta de planificación de este tema en el mediano (planes sectoriales y territoriales) y corto plazo (POA), como se expone a continuación.

*Ministerio de Medio Ambiente y Agua*

- El Plan Sectorial de Desarrollo Integral de Medio Ambiente y Agua, incluye un diagnóstico de la situación del sector de tratamiento de aguas residuales, donde se determinó que sólo 98 de los 342 municipios cuentan con PTAR. Su meta trazada al 2020 era ampliar la cobertura mediante la rehabilitación, mejora de eficiencia y construcción de nuevas PTAR para alcanzar una cobertura mayor al 42% a nivel nacional, así como lograr la sostenibilidad de los servicios de tratamiento de aguas residuales. Los programas establecidos para el subsector de agua y saneamiento de importancia para la evaluación de esta causa son los siguientes:

Lineamiento estratégico	Programa	Descripción
2) Ampliar y mejorar la cobertura de los servicios de alcantarillado garantizando el tratamiento adecuado de las aguas residuales a través de Plantas de Tratamiento con uso eficiente, sostenibilidad del servicio, tarifas equitativas, participación social; con un enfoque de cambio climático y gestión ambiental	Saneamiento para cuidar a la Madre Tierra	Ampliación concurrente de la cobertura de servicios sostenibles de alcantarillado en el área urbana con tratamiento de aguas residuales, con perspectiva al reúso, corresponsabilidad de la población en el uso eficiente, operación y mantenimiento
4) Controlar, supervisar, fiscalizar y regular las actividades de agua potable y saneamiento, respetando usos y costumbres de las comunidades, precautelando el cumplimiento de las obligaciones y derechos de los titulares de licencias y/o registros, protegiendo los derechos de los usuarios.	Tratamiento sostenible de aguas residuales.	Rehabilitación, mejora y construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales con enfoque de sostenibilidad y en el contexto de cambio climático, que permita el tratamiento de las aguas residuales con las potencialidades de reúso de las mismas.

Fuente: elaboración propia

La matriz de planificación del PSDI MAyA con relación al Plan de Desarrollo Económico y Social para Vivir Bien (PDES), respecto del pilar 2 referido a la universalización de los servicios básicos y su meta 1 que establece que el 100% de las bolivianas y los bolivianos cuentan con servicios de agua y alcantarillado sanitario y el

pilar 9 sobre soberanía ambiental con desarrollo integral y su meta 8 sobre aire puro, ríos sin contaminación y procesamiento de residuos sólidos y líquidos, muestra lo siguiente.

Estructura Programática	Programas o Proyectos (Acciones - PDES)	Línea Base al 2014	Meta al 2020	Indicador de Impacto (del Resultado) Indicador de Proceso (de la Acción)	
				Valor	Unidad
<i>Pilar 2, meta 1, resultado 41, acción 1</i>					
Ampliación de cobertura de alcantarillado (sanitario y pluvial) y saneamiento en el área urbana.	Programas Sector Saneamiento Urbano Programas Sector Agua y Saneamiento Urbano	63%	70%	7%	Cobertura de alcantarillado y saneamiento en zonas urbanas.
<i>Pilar 2, meta 1, resultado 41, acción 2</i>					
<i>Pilar 9, meta 8, resultado 277, acción 2</i>					
Rehabilitación y mejoras de plantas de tratamiento de aguas residuales de las áreas urbanas	Programa Nacional de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	19	25	25	Nº PTAR en Implementación
<i>Pilar 2, meta 1, resultado 42, acción 2</i>					
<i>Pilar 9, meta 8, resultado 277, acción 2</i>					
Construcción, rehabilitación y mejoras de plantas de tratamiento de aguas residuales de las áreas rurales	Programa Nacional de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	1	3	3	Nº PTAR en Implementación

El PSDI menciona que el Programa Nacional de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales será ejecutado a nivel nacional y de manera concurrente con el nivel central del Estado y los gobiernos autónomos departamentales y municipales. La matriz de Programación de Presupuesto incluye el programa/proyecto del PDES «Programa de agua potable y alcantarillado sanitario, construcción de plantas de tratamiento de agua potable y aguas residuales en las ciudades de La Paz y El Alto – Financiamiento Bandes Bolivia» y el «Programa Nacional de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en Áreas Urbanas». Por lo tanto, el PSDI MMAyA (2016-2020) no consideró en su presupuesto la implementación de sistemas de tratamiento en las ciudades de Potosí y Sucre.

- El Plan Sectorial de Desarrollo de Saneamiento Básico (PSDSB) 2016-2020 establece un enfoque sectorial para tres grupos de análisis de coberturas: (i) Áreas rurales con población menor a 2.000 habitantes; (ii) Áreas urbanas, con poblaciones entre 2.000 y 10.000 habitantes y (iii) Áreas urbanas con poblaciones mayores a 10.000 habitantes. Asimismo, menciona que el servicio de alcantarillado comprende una o más actividades de recolección, tratamiento y disposición de las aguas residuales en los cuerpos receptores.

Cita la Estrategia Nacional de Tratamiento de Aguas Residuales, que marca los lineamientos sobre los cuales se formularán los programas, planes y acciones prioritarias en materia de tratamiento de aguas residuales y permita la mejora del conocimiento dentro del sector y la identificación y priorización de programas y proyectos para el



tratamiento de las aguas residuales en Bolivia con enfoque de reúso en zonas potenciales, garantizando la sostenibilidad de los mismos<sup>297</sup>.

Respecto del tema en evaluación, la estrategia definida en el PSDSB es ampliar y mejorar la cobertura de los servicios de alcantarillado en zonas urbanas y de saneamiento in situ en zonas rurales, garantizando el tratamiento adecuado de las aguas residuales a través de plantas de tratamiento que respondan a la realidad local, con un enfoque de cambio climático y gestión ambiental.

Precisó como acción estratégica para el cumplimiento de las metas establecidas: i) la ampliación concurrente de la cobertura de servicios sostenibles de alcantarillado en el área urbana y construcción de PTAR con una perspectiva de reúso (para cultivos restringidos) y corresponsabilidad de la población en el uso eficiente, operación y mantenimiento y ii) el tratamiento sostenible de aguas residuales: rehabilitación, mejora y construcción de PTAR con enfoque de sostenibilidad y en el contexto del cambio climático, que permita el tratamiento de las aguas residuales con las potencialidades de reúso de las mismas, como ser agua para riego y agricultura, potencial de producción de energía eléctrica, generación de biogás, compost, etc.

El Plan Nacional de Inversiones incluyó la Construcción de Plantas de Tratamiento de Agua Potable y Aguas Residuales en las ciudades de La Paz y El Alto. La base de datos de proyectos no incluye a las ciudades de Potosí y Sucre.

Por lo tanto, el PSDSB planificó la construcción, rehabilitación y mejoras de plantas de tratamiento de aguas residuales de forma general sin establecer si estas acciones se realizarán en el área urbana o rural. El Plan Nacional e Inversiones, incluyó la construcción de plantas de tratamiento de agua potable y aguas residuales en las ciudades de La Paz y El Alto. No consideró en su presupuesto la implementación de sistemas de tratamiento en las ciudades de Potosí y Sucre, entendiéndose que no se planificaron proyectos para estas ciudades.

- El Plan Estratégico Institucional del MMAyA (2016 – 2020), plantea como uno de los objetivos estratégicos el promover la universalización de los servicios de agua potable y saneamiento en las áreas urbana y rural, en forma concurrente y participativa.

La matriz de identificación de pilares, metas, resultados y acciones, para el pilar 2 y su meta 1, definió las siguientes tareas institucionales para el MMAyA:

---

<sup>297</sup> El 15 de enero de 2020 vía conversación telefónica el VAPSB informó que el documento se encontraba en revisión.

Resultado	Línea base	Indicador de impacto	Acción	Tareas institucionales del MMAyA	Indicador de proceso
R.41. El 70% de la población urbana cuenta con servicios de alcantarillado y saneamiento	Al 2014 el 63% de la población urbana contaba con alcantarillado y saneamiento básico.	Al 2020, 70% de la población urbana cuenta con servicios de alcantarillado y saneamiento.	Ampliación de cobertura de alcantarillado (sanitario y pluvial) y saneamiento en el área urbana	Diseño de políticas, programas y proyectos, recepción de demandas, evolución de factibilidad, definición de carteras, gestión de financiamiento y seguimiento y monitoreo para la ampliación de la cobertura de alcantarillado (sanitario u pluvial) en el área rural.	18 proyectos de diferente composición.
			Rehabilitación y mejoras de plantas de tratamiento de aguas residuales de las áreas urbanas.	Diseño de programas y proyectos, recepción de demandas, evolución de factibilidad, definición de carteras, gestión de financiamiento y seguimiento y monitoreo para la ampliación de la cobertura de alcantarillado (sanitario u pluvial) en el área rural.	Años 1-2, diagnóstico del PTRs a nivel nacional. Años 3-5, Ejecución del programa nacional de PTR
R.42. El 60% de la población urbana cuenta con servicios de alcantarillado y saneamiento	Al 2014 el 42% de la población rural contaba saneamiento básico.	Al 2020, el 60% de la población rural cuenta con servicios de alcantarillado y saneamiento básico.	Ampliación de cobertura de alcantarillado (sanitario y pluvial) y saneamiento en el área rural.	Diseño de programas y proyectos, recepción de demandas, evolución de factibilidad, definición de carteras, gestión de financiamiento y seguimiento y monitoreo para la ampliación de la cobertura de alcantarillado (sanitario u pluvial) en el área rural.	18 proyectos de diferente composición.

Fuente: elaboración propia

Si bien consideró el resultado 41 que está relacionado con los servicios de alcantarillado y saneamiento básico para el área urbana, las tareas institucionales del MMAyA están limitadas al área rural. Por otro lado, la matriz no incluye a la segunda acción del resultado 41 que tiene que ver con la rehabilitación y mejora de plantas de tratamiento de aguas residuales de las áreas urbanas, consecuentemente, el PEI no incluyó la planificación de proyectos o planes de implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Potosí, ni para las aguas residuales que no son tratadas en la PTAR El Campanario en Sucre.

Por lo expuesto, una de las causas por las que no se ha implementado un sistema de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Potosí y para las aguas residuales generadas en la ciudad de Sucre que no llegan a la PTAR del Campanario, es la falta de planificación de programas o proyectos sobre el tema, en el mediano plazo, vale decir, en el PSDI MAyA, el PSDSB y el PEI del MMAyA.

La Constitución Política del Estado (CPE) establece que toda persona tiene derecho al acceso universal y equitativo a los servicios básicos de agua potable, alcantarillado, entre otro, siendo responsabilidad del Estado, en todos sus niveles de gobierno, la provisión de

estos servicios básicos. Asimismo, el acceso al agua y alcantarillado constituyen derechos humanos<sup>298</sup>.

La Ley 2066 del 11 de abril de 2000, establece que el sector de saneamiento básico comprende los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario, disposición de excretas, residuos sólidos y drenaje pluvial<sup>299</sup>. En ese contexto, las atribuciones de la Ministra (o) de Medio Ambiente y Agua en el marco de las competencias asignadas al nivel central por la CPE<sup>300</sup>, incluyen la formulación, ejecución, evaluación y fiscalización de las políticas y planes de agua potable y saneamiento básico, entre otros aspectos.

De forma específica, el Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, debe formular e implementar políticas, planes y normas para el desarrollo, provisión y mejoramiento de los servicios de agua potable saneamiento básico (alcantarillado sanitario, disposición de excretas, residuos sólidos y drenaje pluvial); debe también impulsar y ejecutar políticas, planes, programas y proyectos, así como gestionar financiamiento para la inversión destinados a ampliar la cobertura de los servicios de saneamiento básico en todo el territorio nacional, particularmente en el área rural y en sectores de la población urbana y periurbana de bajos ingresos, coordinando con las instancias correspondientes. Asimismo, debe coordinar la fiscalización y ejecución de los proyectos y programas relativos a los servicios de agua potable y saneamiento básico en el nivel nacional; así como coordinar con las diferentes instancias de la organización territorial del Estado, en el ámbito competencial exclusivo, compartido y concurrentes, la elaboración e implementación y fiscalización de políticas, planes, programas y proyectos relativos al sector de saneamiento básico y promover y canalizar cooperación financiera a las entidades territoriales descentralizadas y autónomas, con el fin de desarrollar políticas, planes, programas y proyectos de agua potable y saneamiento básico<sup>301</sup>.

De acuerdo a lo señalado por el VAPSB<sup>302</sup> en base a las gestiones de financiamiento para programas de agua y saneamiento, que el Ministerio de Medio Ambiente y Agua realizó el 2019, el Ministerio de Economía y Finanzas Públicas dio los lineamientos para que las Entidades Territoriales Autónomas, asuman el porcentaje que corresponde a su proyecto en el repago de los créditos a obtenerse, en ese marco, el Nivel del Estado Central, debe ser el gestor y fiscalizador de los recursos de los programas y proyectos a ejecutarse.

### *Gobierno Autónomo Departamental de Potosí*

Los documentos de planificación de mediano plazo del GAD de Potosí fueron obtenidos en la auditoría de desempeño ambiental sobre la contaminación hídrica en las subcuencas

---

<sup>298</sup> Artículo 20.

<sup>299</sup> Artículo 3.

<sup>300</sup> Establecidas en el Decreto Supremo 29894 del 07 de febrero de 2019, artículo 95, inciso d.

<sup>301</sup> Decreto Supremo 29894 del 07 de febrero de 2019, artículo 96 incisos a, c, e, f, i.

<sup>302</sup> El 05 de febrero de 2020 con nota CAR/MMAYA/VAPSB/DGAPAS/UPyGF N° 0048/2020.

Tumusla y San Juan del Oro en la cuenca del río Pilcomayo, y los POA de las gestiones 2018 y 2019 a través del SIGEP<sup>303</sup>.

El Plan Territorial de Desarrollo Integral 2016-2020, establece la ampliación de la cobertura y acceso a los servicios básicos como una política departamental, su objetivo estratégico es garantizar el acceso a los servicios básicos de la población para mejorar la calidad de vida. La matriz de planificación, considera al pilar 2, meta 1, resultado 42, acción 1, en relación con la ampliación de cobertura de alcantarillado (sanitario y pluvial) y saneamiento en el área rural, para ello el indicador diseñado incluye la inversión de programas de saneamiento. Asimismo, considera el pilar 9, meta 8, resultado 277 (se han construido PTAR en las ciudades con mayor población), acción 1 referida a la implementación de plantas, centros de disposición y tratamiento de las aguas residuales con fines de re uso. Para cumplir con esa meta, el indicador de proceso incluyó un programa de re uso de aguas residuales para riego agrícola.

El presupuesto plurianual toma en cuenta al Programa de Agua y Saneamiento Básico UNASBA, para el área rural del departamento y la ejecución de un Sistema de alcantarillado y Planta de Tratamiento en la comunidad Tres Cruces de la provincia José María Linares. Por lo tanto, la Gobernación de Potosí, en el PTDI 2016-2020 no incluyó planes y/o proyectos para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí.

El Plan Estratégico Institucional<sup>304</sup> identifica como una amenaza la contaminación por aguas servidas y residuales en centros urbanos y poblaciones intermedias del departamento y la contaminación de cuencas perjudicando la producción agropecuaria. La matriz de planificación tiene programada la construcción de un sistema de alcantarillado y planta de tratamiento tres Cruces – Belén, articulada al pilar 2, meta 1, resultado 42, acción 1, en concordancia con el PTDI. Por lo tanto, en el PEI de la Gobernación de Potosí no se programaron planes y/o proyectos para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí.

Las acciones de corto plazo del POA 2018 de la gobernación de Potosí fueron obtenidas del SIGEP, las que tienen que ver con la ampliación de cobertura de alcantarillado (sanitario y pluvial) y saneamiento en el área rural. Asimismo tiene programada la construcción de un sistema de alcantarillado y planta de tratamiento en el área rural. El PTDI y PEI de la gobernación de Potosí programaron una planta de tratamiento en la comunidad Tres Cruces, por lo que se entendería que el POA 2018 hace referencia a dicha planta de tratamiento.

Por su parte el POA 2019, obtenido del SIGEP, establece como acciones de corto plazo, la ampliación de cobertura de alcantarillado (sanitario y pluvial) y saneamiento en el área

---

<sup>303</sup>Sistema de Gestión Pública.

<sup>304</sup> Aprobado mediante, Ley Departamental Nro. 087/2017 «Ley Departamental de aprobación del Plan Territorial de Desarrollo Integral del Departamento de Potosí PTDI (2016-2020)», de fecha 24/10/2017.

rural y elaborar, financiar y ejecutar subsidiariamente planes y proyectos de agua potable y alcantarillado de manera concurrente y coordinada con el nivel central del Estado, y los gobiernos municipales. Por lo tanto, no fueron programados en el corto plazo proyectos o estudios para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí. .

### *Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca*

El Plan Territorial de Desarrollo Integral <sup>305</sup> del GAD de Chuquisaca, definió como una de sus políticas, mejorar la calidad y cobertura de todos los servicios básicos. El lineamiento estratégico establece seguir avanzando con la cobertura del alcantarillado en concurrencia con los municipios, para la ejecución de proyectos respectivos. Las matrices de planificación y de presupuesto articulan sus indicadores y proyectos, respectivamente, al pilar 2, meta 1, resultado 42 y acción 1, que tiene que ver con la ampliación de cobertura de alcantarillado y saneamiento en el área rural. No programó proyectos para el área urbana, por lo tanto no planificó la implementación de un sistema de tratamiento para las aguas residuales generadas en la ciudad de Sucre que no son tratadas en la PTAR El Campanario.

Las matrices de identificación de pilares, metas, resultados y acciones y de presupuesto por pilares y metas del Plan Estratégico Institucional<sup>306</sup> articulan sus indicadores y proyectos, respectivamente, al pilar 2, meta 1, resultado 42 y acción 1, que está referida a ampliación de cobertura de alcantarillado y saneamiento en el área rural, en concordancia con el PTDI. No programó proyectos para el área urbana, por lo tanto no planificó la implementación de un sistema de tratamiento para las aguas residuales generadas en la ciudad de Sucre que no son tratadas en la PTAR El Campanario.

El POA 2018, obtenido del SIGEP, establece como acción de corto plazo, el fortalecimiento institucional y asistencia técnica a los municipios del departamento de Chuquisaca, en el ciclo de proyectos integrales de agua y saneamiento. Por su parte, el POA 2019, obtenido también del SIGEP, señala como acción a corto plazo realizar la perforación de 50 pozos en el departamento de Chuquisaca. Por lo tanto, la programación en los POA 2018 y 2019 no incluye proyectos o estudios para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Sucre, para aquellas aguas que no son tratadas en la PTAR El Campanario.

### *Gobierno Autónomo Municipal de Potosí*

El Plan Territorial de Desarrollo Integral<sup>307</sup> no fue estructurado en el marco de los «Lineamientos Metodológicos para la formulación de Planes Territoriales de Desarrollo Integral para Vivir Bien», en su elaboración no consideraron el contenido mínimo

<sup>305</sup> Aprobado mediante Ley Departamental N° 326/207 del 27 de julio de 2017.

<sup>306</sup> Aprobado mediante Resolución Administrativa Gubernamental CH/N° 205 del 12 de octubre de 2017 Ley Departamental Nro. 087/2017.

<sup>307</sup> Aprobado mediante Ley Municipal N° 137 del 27 de junio de 2017.

establecido en dichos lineamientos y no desarrollaron el acápite de planificación, donde se articulan las acciones a ejecutarse en el quinquenio con los pilares, metas, resultados y acciones del PDES<sup>308</sup>. Por lo tanto, no fue posible evaluar si se planificó la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí.

Por su parte ninguno de los objetivos estratégicos del PEI<sup>309</sup> tiene que ver con saneamiento básico, la planificación articula sus actividades al pilar 11 del PDES. Este aspecto permite advertir la falta de planificación en el PEI de proyectos para la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales en el municipio de Potosí.

Los POA 2018 y 2019 (obtenidos del SIGEP) establecen como acción de corto plazo, la ampliación de la cobertura y mejoramiento de los servicios de alcantarillado y servicio básico. No tomó en cuenta proyectos destinados a la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí.

#### *Gobierno Autónomo Municipal de Sucre*

El PTDI<sup>310</sup> estableció siete objetivos estratégicos institucionales, el tercero tiene que ver con promover un municipio limpio y ecológico, con el acceso universal a las redes domiciliarias de agua potable, saneamiento básico, alcantarillado y un eficiente manejo de la gestión integral de residuos sólidos. La matriz de planificación articula sus tareas al pilar 2, meta 1 y los resultados 41 y 42, referidos a que el 70% de la población urbana y el 60% de la población rural cuenta con servicios de alcantarillado y saneamiento, respectivamente, pero ninguna de esas acciones incluye proyectos para la implementación de sistemas de tratamiento para las aguas residuales generadas en la ciudad de Sucre que no llegan a la PTAR El Campanario.

El Plan Estratégico Institucional<sup>311</sup> articula en la matriz de planificación el número de estudios a diseño final para ampliar la cobertura de servicios de alcantarillado y saneamiento, al pilar 2, meta 1, resultado 41 y acción 1, sin embargo, no especifica las zonas que serán beneficiadas y si esos proyectos incluyen el tratamiento de aguas residuales.

Los POA 2018 y 2019 (obtenidos del SIGEP) establecieron como acción de corto plazo la construcción, modernización, mejoramiento y mantenimiento de las infraestructuras de saneamiento básico en el municipio para mejorar y proteger el entorno y la salud de los habitantes del municipio de Sucre. No incluyeron proyectos o estudios para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Sucre para aquellas aguas que no son tratadas en la PTAR El Campanario.

<sup>308</sup> Pág. 185 del Informe de auditoría K2/AP23/S16-E1.

<sup>309</sup> Aprobado mediante Decreto Edil N° 60/2017 del 29 de septiembre de 2017.

<sup>310</sup> Aprobado mediante Ley Municipal Autonómica N° 114/18 del 02 de mayo de 2018.

<sup>311</sup> Aprobado mediante Decreto Edil N° 014/2017 del 03 de noviembre de 2017.

Administración Autónoma para Obras Sanitarias (AAPOS)

AAPOS remitió<sup>312</sup> los POA de los años 2017<sup>313</sup>, 2018<sup>314</sup> y 2019<sup>315</sup>. Revisados los mismos se pudo evidenciar que sus estrategias están enfocadas al suministro de agua potable.

Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre - ELAPAS

ELAPAS remitió<sup>316</sup> los POA de los años 2017<sup>317</sup>, 2018<sup>318</sup> y 2019<sup>319</sup>. En el POA 2017 programaron, en su presupuesto, el estudio a diseño final del interceptor Tucsupaya (continuidad), que permitirá trasladar las aguas residuales de una parte de la ciudad de Sucre a la PTAR El Campanario, que actualmente están siendo eliminadas sin tratamiento. Asimismo, programó la ampliación de la red de alcantarillado y la reconstrucción del muro de contención de la PTAR. El POA 2018 incluye en su presupuesto de inversión la construcción del interceptor de alcantarillado sanitario Tucsupaya, estudio de los interceptores de Aranjuez, Amazonas y Pajchiri, y la ampliación del alcantarillado sanitario. Finalmente, el POA 2019, presupuestó como inversión el mantenimiento general de la PTAR El Campanario y la construcción del interceptor de Tucsupaya. En ninguno de los POA se programaron proyectos para el tratamiento de las aguas residuales que no llegan a la PTAR El Campanario, si bien el año 2018, incluyó la ejecución de estudios de los interceptores de Aranjuez, Amazonas y Pajchiri, estos no se realizaron y el POA siguiente ya no programó estos estudios. La EPSA no cuenta con Planes de Desarrollo Quinquenal vigentes, el PDQ de ELAPAS estaba en revisión por la AAPS.

Con lo expuesto, se puede advertir que una de las causas para que la ciudad de Potosí no cuente un sistema de tratamiento para sus aguas residuales generadas y que no todas las aguas residuales de la ciudad de Sucre sean tratadas adecuadamente, es la falta de planificación en el mediano plazo (PTDI, PEI y PDQ) ni el corto plazo (POA) de las entidades que según la normativa deben realizar acciones en el tema.

Cabe subrayar que al momento de la planificación y ejecución de un sistema de tratamiento de aguas en la ciudad de Potosí y para aquellas aguas residuales que no son tratadas en la ciudad de Sucre, deben ser tomados en cuenta los posibles programas o proyectos que existieran para la clasificación según la aptitud de uso de los cuerpos de agua receptores de las aguas tratadas por esos sistemas. Respecto al río Pilcomayo, para el año 2017 el VRHR del MMAyA informó que se encontraban recopilando y sistematizando los monitoreos realizados en la cuenca, con esa información realizarían talleres para definir un plan de

<sup>312</sup> El 09 de enero de 2020, como respuesta a nuestra solicitud del 21 de octubre de 2019, y reiterada el 22 de octubre de 2019 y el 26 de noviembre de 2019.

<sup>313</sup> Sin Resolución de Directorio de aprobación del POA 2017.

<sup>314</sup> Aprobado mediante Resolución de Directorio No. 04/2017 del 19 de octubre de 2017.

<sup>315</sup> Sin Resolución de Directorio de aprobación del POA 2019.

<sup>316</sup> El 05 de diciembre de 2019 como respuesta a nuestra solicitud del 22 de octubre de 2019 y reiterada el 22 de octubre de 2019.

<sup>317</sup> Sin Resolución de Directorio de aprobación del POA 2017.

<sup>318</sup> Aprobado mediante Resolución de Directorio No. 029/2017 del 06 de septiembre de 2017.

<sup>319</sup> Resolución de Directorio No 015-A/2018 del 03 de septiembre de 2018, de aprobación del POA 2019.

trabajo para elaborar la propuesta de clasificación del río. Para minimizar la causa evidenciada, se recomienda lo siguiente:

Al Ministerio de Medio Ambiente y Agua

*R.31.- El Ministerio de Medio Ambiente y Agua debe incluir en el Plan Sectorial de Desarrollo Integral de Medio Ambiente y Agua, en el Plan Sectorial de Desarrollo de Saneamiento Básico y en el Plan Estratégico Institucional para el periodo 2021-2025, programas para coadyuvar a las Entidades Territoriales Autónomas (gobernaciones de Potosí y Chuquisaca y municipalidades de Potosí y Sucre) en la gestión de financiamiento para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí y para aquellas aguas residuales que no llegan a la PTAR del Campanario en la ciudad de Sucre. Estos aspectos deben ser coordinados con las Entidades Territoriales Autónomas y las EPSA correspondientes.*

Al Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca

*R.32.-El Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca debe incluir en su Plan Territorial de Desarrollo Integral y en el Plan Estratégico Institucional para el periodo 2021-2025, así como en los POA, la elaboración, financiamiento y ejecución subsidiaria de planes y/o proyectos conducentes a la implementación de un sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad de Sucre que no llegan a la PTAR del Campanario. Esto debe ser coordinado con el MMAyA, el Gobierno Autónomo Municipal de Sucre y ELAPAS.*

Al Gobierno Autónomo Departamental de Potosí

*R.33.- El Gobierno Autónomo Departamental de Potosí debe incluir en su Plan Territorial de Desarrollo Integral y en el Plan Estratégico Institucional para el periodo 2021-2025, así como en los POA, la elaboración, financiamiento y ejecución subsidiaria de planes y/o proyectos conducentes a la implementación de un sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad de Potosí. Esto debe ser coordinado con el MMAyA, el Gobierno Autónomo Municipal de Potosí y AAPOS.*

Al Gobierno Autónomo Municipal de Sucre

*R.34.- El Gobierno Autónomo Municipal de Sucre debe incluir en su Plan Territorial de Desarrollo Integral y en el Plan Estratégico Institucional para el periodo 2021-2025, así como en los POA, la elaboración y ejecución subsidiaria de proyectos conducentes a la implementación de un sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad de Sucre que no llegan a la PTAR del Campanario. Esto debe ser coordinado con el MMAyA, el Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca y ELAPAS.*

Al Gobierno Autónomo Municipal de Potosí



*R.35.- El Gobierno Autónomo Municipal de Potosí debe incluir en su Plan Territorial de Desarrollo Integral y en el Plan Estratégico Institucional para el periodo 2021-2025, así como en los POA, la elaboración y ejecución subsidiaria de proyectos conducentes a la implementación de un sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad de Potosí. Esto debe ser coordinado con el MMAyA, el Gobierno Autónomo Departamental de Potosí y AAPOS.*

*A la Administración Autónoma para Obras Sanitarias*

*R.36.- La Administración Autónoma para Obras Sanitarias debe incluir en su Plan Estratégico Institucional (2021 – 2025) y en el Plan de Desarrollo Quinquenal para el periodo correspondiente, así como en los POA, la implementación de un sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad de Potosí. Esto debe ser coordinado con el MMAyA, el Gobierno Autónomo Departamental de Potosí y el Gobierno Autónomo Municipal de Potosí.*

*A la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre*

*R.37.- La Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre, debe incluir en su Plan Estratégico Institucional (2021 – 2025) y en el Plan de Desarrollo Quinquenal para el periodo correspondiente, así como en los POA, la implementación de un sistema de tratamiento para las aguas residuales generadas en la ciudad de Sucre que no llegan a la PTAR El Campanario. Esto debe ser coordinado con el MMAyA, el Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca y el Gobierno Autónomo Municipal de Sucre.*

#### **4.2.5 Conclusión respecto del objetivo específico 2**

El objetivo específico 2 buscó evaluar las acciones vinculadas a la mitigación de los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, ocasionados por las aguas residuales domésticas.

Se determinó que el desempeño ambiental de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico, el Gobierno Autónomo Departamental de Potosí, el Gobierno Autónomo Municipal de Potosí y la Administración Autónoma para Obras Sanitarias, no fue efectivo para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas en la ciudad de Potosí, porque las entidades territoriales autónomas en el marco de sus atribuciones, no contaban con planes y/o proyectos para elaborar, financiar, ejecutar y gestionar sobre el tema, porque la AAPS no veló por el cumplimiento de las obligaciones establecidas en el contrato de concesión (licencia de prestación de servicio) de la empresa de servicio de alcantarillado sanitario, y porque ésta última no realizó acciones al respecto. No fue posible evaluar el desempeño ambiental del

Ministerio de Medio Ambiente y Agua porque estaba condicionado a las acciones de la municipalidad de Potosí que no trabajó en el tema evaluado.

En el caso de la ciudad de Sucre, se evidenció que el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico, del Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca, el Gobierno Autónomo Municipal de Sucre y de la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado de Sucre, no realizaron acciones efectivas para la implementación de un sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad de Sucre que no llegan a su planta de tratamiento, porque las entidades territoriales autónomas no trabajaron en el tema. La Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado de Sucre cuenta con un Estudio de Diseño Técnico de Preinversión del Proyecto de Construcción del Interceptor de Alcantarillado Sanitario Tucsupaya, que permitirá trasladar una parte de las aguas residuales de la zona norte de la ciudad a la planta de tratamiento, sin embargo, no fue aprobado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua para conseguir financiamiento. Por su parte, la AAPS no veló por el cumplimiento de las obligaciones establecidas en el contrato de concesión donde la empresa de servicio debe realizar el tratamiento de la totalidad de las aguas servidas domésticas.

Además se determinó que no fueron efectivas las acciones de la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado de Sucre y de la Gobernación de Chuquisaca para que las aguas residuales tratadas en la planta de tratamiento de Sucre cumplan con los límites establecidos en la normativa ambiental, porque sus descargas aún tienen parámetros que sobrepasan esos límites, a pesar que la gobernación emitió una Resolución Administrativa para sancionar a la empresa de servicio de alcantarillado sanitario para el cumplimiento de lo establecido en su licencia ambiental, que incluía el incremento del porcentaje de conformidad de parámetros de calidad de las aguas residuales tratadas.

Los resultados de la auditoría se reflejan en cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta contaminados principalmente en las zonas donde existe alta actividad antrópica, áreas urbanas más pobladas de la subcuenca, Potosí y Sucre. La valoración fisicoquímica – microbiológica a través del indicador de calidad de agua (ICA) y de contaminación (ICO), en esas ciudades muestran aguas que van de calidad mala a calidad muy mala en el caso del ICA y de aguas muy contaminadas a contaminadas en el caso del ICO en la zona urbana, debido justamente a la descarga directa de agua residuales crudas y tratadas (Sucre) a los cuerpos de agua que pasan por dichas ciudades. La calidad de las aguas mejora y disminuye la contaminación en el río Pilcomayo que es calificado con calidad media (ICA) y moderadamente contaminada y poco contaminadas (ICO) en la parte baja de la subcuenca, debido a la casi inexistente actividad antrópica que permite la auto recuperación. Sin embargo, no se debe dejar de lado la presencia de metales pesados en sus sedimentos principalmente.

Las deficiencias que afectaron el desempeño ambiental de las entidades fueron causadas por la aprobación de los Planes de Desarrollo Quinquenal sin considerar el tratamiento del

100% de las aguas residuales, con la falta de monitoreos al río Quirpinchaca y a los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales de Sucre, asimismo, se originaron por las deficiencias en la planificación de acciones en el corto plazo para mejorar los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales en Sucre y a las deficiencias en la planificación de sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Para anular estas causas, se formularon once (11) recomendaciones dirigidas a las entidades relacionadas con este tema, tendientes a mejorar la condición del ecosistema afectado por las aguas residuales domésticas y conseguir la mitigación de los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, principalmente aquellos cuyos cursos pasan por las poblaciones de Sucre y Potosí y son receptores de aguas servidas de esas poblaciones.

#### **4.3 Resultados de auditoría relativos a la efectividad en la mitigación de los impactos ambientales negativos ocasionados por la actividad industrial**

El objetivo específico 3 fue formulado para evaluar la efectividad de las acciones vinculadas a la mitigación de los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, ocasionados por la actividad industrial.

Para este objetivo específico se formularon cuatro criterios, orientados a evaluar las acciones de control a las actividades industriales en los municipios de Potosí y Sucre, así como las acciones de las empresas de servicio de agua potable y alcantarillado sanitario para el cumplimiento de los convenios para la descarga de los efluentes industriales a sus sistemas de alcantarillado.

##### **4.3.1 Efectividad en el control ambiental de las actividades industriales**

Los dos primeros criterios muestran cómo debería ser el accionar de las instancias ambientales de los gobiernos municipales en el control ambiental a las actividades industriales, es decir la manera en que deberían haber actuado para considerar efectivo su desempeño:

*El Gobierno Autónomo Municipal de Potosí y el Gobierno Autónomo Municipal de Sucre, realizaron efectivas acciones de control a las actividades industriales de la ciudad de Potosí y Sucre, respectivamente, a fin de mitigar los impactos ambientales ocasionados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

La municipalidad de Potosí remitió<sup>320</sup> un listado con el registro industrial de 172 unidades industriales desde el año 2004 a la 2018, de donde se seleccionaron treinta actividades industriales con categoría 3 y 4, cuyos procesos productivos podrían generar efluentes

<sup>320</sup> El 03 de diciembre de 2019 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 06 de septiembre de 2019.

líquidos. El listado de dichas actividades industriales se encuentra en el cuadro 1 del anexo 8 adjunto a este informe.

El Gobierno Autónomo Municipal de Sucre<sup>321</sup> por su parte, remitió un listado de 401 actividades industriales con Registro Ambiental Industrial (RAI), sin información sobre el rubro de la industria. Del listado fueron separadas las actividades industriales repetidas, anuladas y las que fueron cerradas, con ello quedaron 321. Información adicional del GAM de Sucre<sup>322</sup> sobre el Clasificador de Actividades Económicas de Bolivia (CAEB) del Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero (RASIM) permitió excluir las actividades industriales que en sus procesos productivos no generan efluentes líquidos, Con esa discriminación fueron seleccionadas 116 actividades industriales, tres con categorías 1 y 2, treinta y dos con categoría 3 y ochenta y uno con categoría 4. En el cuadro 2 del anexo 8 de este informe se encuentra el listado de dichas industrias.

Se diseñaron cuatro indicadores para la evaluación del accionar de los gobiernos municipales respecto del control a las actividades industriales. El primer indicador fue aplicado para evaluar las acciones de control de verificación de lo estipulado en los Planes de Manejo Ambiental de las actividades industriales con licencia ambiental, comparando el número de inspecciones realizadas a cada actividad industrial con licencia ambiental para verificar lo estipulado en el PMA y el Informe Ambiental Anual, con el número mínimo de inspecciones que debían realizar dentro del periodo evaluado.

El RASIM, establece que para confirmar el cumplimiento de las obras, acciones y medidas propuestas por la industria, la Instancia Ambiental del Gobierno Municipal (IAGM) debe realizar su seguimiento mediante la verificación de lo estipulado en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) y el Informe Ambiental Anual (IAA), y efectuar inspecciones a las unidades industriales, con base en el Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental del PMA y la revisión del Informe Ambiental Anual<sup>323</sup>.

Para aplicar este indicador sólo se tomaron en cuenta a la actividades industriales con categoría 1, 2 y 3 con licencia ambiental vigente dentro el periodo de evaluación (enero 2016 – mayo 2019). De las treinta industrias seleccionadas en el municipio de Potosí, 12 tienen categoría 3<sup>324</sup>, el resto son categoría 4.

De las doce industrias con categoría 3, cinco contaban con licencia ambiental vigente, una tiene ese documento vencido, pero se encontraba vigente los primeros años del periodo de evaluación, dos no están operando y cuatro obtuvieron el RAI pero tramitaron su licencia ambiental en el marco del Reglamento de Prevención y Control Ambiental, debido al tipo de actividad a la que pertenecen (minería). Excluyendo las seis últimas, se evaluaron las inspecciones de la IAGM de Potosí a las seis actividades industriales.

<sup>321</sup> El 15 de agosto de 2019 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 18 de junio de 2019.

<sup>322</sup> El 11 de octubre de 2019 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 09 de septiembre de 2019.

<sup>323</sup> Artículos 116 y 117.

<sup>324</sup> No existen actividades industriales con categorías 1 y 2 en el municipio.

La municipalidad de Potosí<sup>325</sup> reportó las siguientes inspecciones a las actividades industriales para verificar lo estipulado en el PMA y el IAA. En el cuadro se muestra la fecha de otorgación de la licencia ambiental para determinar el número de inspecciones que debía realizarse a cada industria en particular y en la última columna se encuentra la aplicación del indicador.

Actividad industrial	Fecha de inspección	Observaciones	Aplicación del indicador
Cervecería Nacional Potosí Limitada. Su licencia ambiental fue renovada en marzo de 2018.	17/09/2018	<i>Factor agua:</i> cumple con las medidas de producción más limpia, tiene planificada la construcción de sedimentadores para la recirculación de los volúmenes de agua usados en el lavado de botellas.	1/3
Matadero Frigorífico Potosí Sociedad Gremial de Carniceros en Ganado Vacuno (Teja Tambo). Su licencia ambiental fue renovada el año 2017.	18/10/2018	<i>Factor agua,</i> observaron que no cuentan con un responsable para el control de las piscinas para verificar que no exista acumulación temporal de aguas residuales en piscinas de tratamiento para evitar la descomposición de materia orgánica. No observaron el sistema de tratamiento de aguas.	1/3
Matadero Modular Ganado Menor Cantamarca. Su licencia ambiental fue renovada el año 2018.	28/08/2016	<i>Factor agua,</i> menciona que el matadero tiene un sistema de tratamiento de aguas residuales, solicitó el aseo de los desechos de la PTAR.	2/3
	13/11/2018	La actividad sigue implementando sus instalaciones por lo que no operan con normalidad. Los desechos de sangre son tratados en una piscina y evacuados al embovedado.	
Cerámica Roja DIPAFLEX. Su licencia ambiental fue renovada en agosto de 2018	13/09/2018	No existen observaciones respecto del factor agua.	1/3

Fuente: elaboración propia

Llama la atención que el Matadero Frigorífico Potosí Sociedad Gremial de Carniceros en Ganado Vacuno, fue inspeccionado por denuncia los años 2016 y 2017 donde se observó que las aguas residuales deficientemente tratadas llegan al río Samasa de la ciudad de Potosí, dichas deficiencias no fueron observadas en la inspección del año 2018, de verificación al PMA. El año 2019 realizó dos inspecciones a dicho matadero, en la primera observó que las piscinas de tratamiento de aguas residuales estaban en malas condiciones y en la segunda verificó que el faeneo se encontraba paralizado por un desperfecto de las piscinas de tratamiento, el representante legal se comprometió en realizar un diseño técnico para mejorar la PTAR.

En el municipio de Sucre, 35 de las 116 actividades industriales tienen categoría 1, 2 y 3<sup>326</sup>, de ellas veintiséis contaban con licencia ambiental vigente dentro el periodo de evaluación.

<sup>325</sup> El 03 de diciembre de 2019 y el 07 de febrero de 2020 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 06 de septiembre de 2019 y el 06 de diciembre de 2019.

<sup>326</sup> Trece de ellas con licencia ambiental vigente (una la obtuvo el año 2019, por lo tanto no aplican inspecciones para verificar el cumplimiento del PMA dentro el periodo de evaluación).diecinueve tienen ese permiso vencido, pero de ellas catorce tenían vigente su LA hasta el año 2018, las últimas tres industrias no cuenta con licencia ambiental.

En el siguiente cuadro se muestran las actividades con licencia ambiental que fueron inspeccionadas por la instancia ambiental de la municipalidad de Sucre, para verificar lo estipulado en el PMA y el Informe Ambiental Anual. Asimismo, en la última columna se muestra la aplicación del indicador.

Actividad industrial	Fecha de inspección	Medidas comprometidas	Observaciones en la inspección	Aplicación del indicador
Fábrica de sombreros Chuquisaca S.R.L.  Su LA fue otorgada el 22/4/2015.	01/08/2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacitar al personal de la planta en producción más limpia.</li> <li>- Determinar en qué procesos se puede reducir, reutilizar o reciclar el recurso agua.</li> <li>- Hacer mantenimiento de las rejillas en medio y sobre las canaletas de drenaje.</li> <li>- Apoyar la elaboración del proyecto de tratamiento primario de aguas residuales. Gestionar recursos para este propósito</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No tenía registros de la capacitación.</li> <li>- Se reutiliza el agua en diferentes secciones para reducir el uso de agua.</li> <li>- Se realiza mantenimiento cambio de rejilla cuando hay desgaste.</li> <li>- Se implementó el tratamiento primario, rejillas y limpieza en seco.</li> </ul>	1/3
Planta de Productos de Concreto y Hormigón premezclado Sucre.  Su LA fue otorgada el 21/01/2014	30 de agosto de 2018.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolección de aguas industriales a través de canales perimetrales para llevarlas hasta una cámara de sedimentación, para que una vez sedimentadas se vuelvan a utilizar en los diferentes procesos.</li> <li>- Conducir las aguas hasta las cámaras de sedimentación, para luego rociar las inmediaciones a la planta de premezclado y el acceso a la misma.</li> </ul>	Cuentan con un tanque de agua para reciclar.	1/3
Planta de hormigón Lajastambo  Su LA fue otorgada el 14/07/2017	31/07/2018	No tiene programas acciones respecto del factor agua	Sin observaciones	1/1

Fuente: elaboración propia

El resultado del primer aplicador muestra que sólo tres de las 26 industrias fueron inspeccionadas en una ocasión dentro el periodo de evaluación, cuando en dos de ellas debieron realizarse al menos tres inspecciones.

El segundo aplicador fue diseñado para las actividades industriales con categoría 4, permitió evaluar el número de actividades industriales categoría 4 que generan efluentes líquidos con automonitoreos de sus efluentes, respecto del número de actividades industriales categoría 4 en el municipio de Potosí que generan efluentes líquidos.

Las actividades industriales con categoría 4, sólo presentan a la IAGM el Registro Ambiental Industrial (RAI) y no el resto de los Instrumentos de Regulación de Alcance Particular (IRAP), como el EIA, el MAA, el PMA y los IAA. Sin embargo, en el marco de los Instrumentos de Regulación de Alcance General (IRAG), con el objeto de regular las actividades de las industrias que puedan contaminar el medio hídrico, se consideran de prioritaria atención y control las actividades con procesos que generen residuos líquidos, procesos térmicos que utilicen agua, el vertido o derrame de líquidos y las operaciones de limpieza de materias primas, equipos y ambientes. Para ello, la industria debe priorizar el control de sus descargas a través de automonitoreos de todos los parámetros que puedan ser generados por sus actividades como descargas. Dicho automonitoreo debe realizarse al menos una vez al año<sup>327</sup>.

Dieciocho actividades industriales en el municipio de Potosí tienen categoría 4, de éstas siete contaban con RAI vigente dentro el periodo de evaluación<sup>328</sup> y debieron realizar automonitoreos a sus efluentes líquidos al menos una vez al año. Respecto de este tema, el GAM de Potosí mencionó que conforme a lo establecido en el artículo 75 del RASIM, sólo las industrias contempladas en el anexo 13-B, son las que deberían realizar automonitoreos de parámetros específicos a sus descargas. Informaron que el rubro de una de las actividades categoría 4 se encuentran en dicho anexo, que la misma no presentó los automonitoreos de sus efluentes.

Sobre la afirmación del GAM de Potosí, el artículo 75 del RASIM señala que la industria debe considerar todos los parámetros que puedan ser generados por sus actividades como descargas y que las industrias contempladas en el anexo 13-B deben realizar en sus descargas, automonitoreo de los parámetros especificados en el anexo de forma obligatoria. Sin embargo, el precitado artículo no establece que sólo las industrias con los rubros señalados en el anexo 13-B deban realizar el automonitoreo. Por lo tanto, aplicando el segundo indicador se tiene como resultado que ninguna de las siete industrias que generan efluentes líquidos realizaron el automonitoreo correspondiente.

En el caso del municipio de Sucre, 54 de las 81 actividades industriales con categoría 4 contaban con RAI vigente dentro el periodo de evaluación, por lo tanto, debían contar con automonitoreos en ese periodo<sup>329</sup>. Al respecto, la IAGM de Sucre informó<sup>330</sup> que no contaban con esa información, por lo que el resultado del indicador muestra que ninguna de

---

<sup>327</sup> Artículos 71, 73 y 75 del RASIM.

<sup>328</sup> De las dieciocho actividades industriales categoría 4, seis tienen RAI vigente, pero dos de ellas obtuvieron este registro el año 2018, por lo que no aplica la revisión de automonitoreos dentro el periodo de evaluación. Por otro lado, doce tienen el RAI vencido pero de tres estuvo vigente su RAI entre el 2016 y el 2018.

<sup>329</sup> De las 116 actividades industriales, ochenta y uno tienen categoría 4. Treinta y cinco cuentan con RAI vigente, de las que dieciséis obtuvieron su categorización los años 2018 y 2019 por lo tanto no aplica la revisión de automonitoreos dentro el periodo de evaluación. Por otro lado, cuarenta y cinco industrias tienen el RAI vencido, pero de veinticinco el registro estaba vigente dentro el periodo de evaluación.

<sup>330</sup> El 11 de octubre de 2019 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 09 de septiembre de 2019.

las 54 industrias que generan efluentes líquidos realizaron el automonitoreo correspondiente.

Con el tercer indicador se evaluaron las acciones realizadas por las IAGM de Potosí y Sucre para que las actividades industriales con categoría 4 que generan descargas líquidas cumplan con los automonitoreos de sus efluentes, en el marco de los IRAG.

Respecto del tema, la IAGM de Potosí informó que dado que las actividades industriales con categoría 4 seleccionadas para la auditoría no están enmarcadas en el anexo 13-B del RASIM, no solicitaron dicha obligación. Informaron además que solicitarían a las textileras la presentación de dichos reportes. Por lo tanto, aplicando el tercer indicador la municipalidad de Potosí no realizó acciones para que las actividades industriales con categoría 4 que generan descargas líquidas cumplan con los automonitoreos de sus efluentes.

Por su parte, la IAGM de Sucre informó que identificaron las actividades industriales de categoría 4 con descargas líquidas, procedieron a notificarlas para que realicen los automonitoreos respectivos y les dieron un plazo de 20 días hábiles, recomendándoles que consideren los parámetros del artículo 73 del RASIM para ese efecto. Adjuntaron notas a los representantes legales de cinco actividades industriales (septiembre de 2019). Por lo tanto, aplicando el tercer indicador, se tiene que la municipalidad de Sucre, en el periodo evaluado, no realizó acciones para que las actividades industriales con categoría 4 que generan descargas líquidas cumplan con los automonitoreos de sus efluentes.

El cuarto indicador fue diseñado para las actividades que no cuentan con licencia ambiental, evaluando las acciones realizadas por la IAGM de Potosí para que las actividades industriales cuenten con licencia ambiental.

En el municipio de Potosí, veinticinco actividades industriales no contaban con licencia ambiental o RAI aprobado, según su categoría. Al respecto, la IAGM informó que realizaron un levantamiento de datos de las actividades que no cuentan con ese documento y les notificaron para su regularización. Remitió la notificación a siete industrias<sup>331</sup>, las mismas se realizaron en agosto y septiembre de 2019.

En el municipio de Sucre, 83 actividades industriales no cuentan con licencia ambiental o RAI aprobado según su categoría. Al respecto, la IAGM informó que realizaron operativos de control y seguimiento a las AOP del municipio de Sucre. Adjuntaron un listado de las actividades controladas, sin embargo ninguna de ellas forma parte de las 83 industrias sin licencia ambiental seleccionadas por generar efluentes líquidos en sus procesos. Asimismo

---

<sup>331</sup> Remitieron también copias de inspecciones, realizadas en marzo y mayo de 2019, a industrias cuya licencia ambiental no está vigente y las notificaciones respectivas para la regularización de su estado de adecuación ambiental. Las inspecciones pertenecen a 4 laboratorios químicos que fueron categorizados en el marco del RASIM el año 2005, sin embargo, actualmente cuentan con licencia ambiental otorgada por la Gobernación de Potosí en el marco del RPCA. Las industrias solicitaron dar de baja su RAI.



remitieron Hojas de Inspección Técnica Ambiental<sup>332</sup>, a dos actividades industriales<sup>333</sup>, del 9 de septiembre y 30 de abril de 2019, respectivamente, en ellas señalan las deficiencias de la industrias identificándose en ambas la generación de efluentes líquidos, solicitaron la renovación del RAI en un lapso de cinco días hábiles, caso contrario se iniciarían sanciones previstas en la normativa ambiental vigente.

Informaron también que procedieron a notificar a las actividades industriales para que renueven su RAI, otorgándoles 5 días hábiles para ese fin. Adjuntaron un listado de las actividades a las que realizaron la notificación, alcanzando un número de 22 notificaciones realizadas entre agosto y septiembre de 2019.

En ambas entidades, las acciones relacionadas con la otorgación de licencias ambientales se encontraban fuera del periodo de evaluación (excepto la presentación de la hoja de inspección técnica ambiental a una de las actividades industriales, que data del 30 de abril de 2019, en Sucre), siendo realizadas luego de recibida la solicitud de información de la Contraloría.

Conforme todo lo expuesto, en términos del efecto, resultado de comparar la condición evidenciada con los criterios diseñados, es factible afirmar que las instancias ambientales de los municipios de Potosí y Sucre no realizaron acciones de control efectivas a las actividades industriales con efluentes que impactan a los cuerpos de agua de la subcuenca considerada.

Las consecuencias reales se manifiestan en la contaminación de los cuerpos de agua receptores que son aportantes indirectos del río Pilcomayo. Las elevadas concentraciones de carga orgánica y bacteriológica y otros componentes característicos de las actividades industriales afectan negativamente a los cuerpos de agua receptores y la población cercana a su área de influencia.

#### ***4.3.2 Efectividad en las acciones para el cumplimiento de los convenios de descargas industriales al sistema de alcantarillado sanitario.***

Los criterios diseñados para la Administración Autónoma para Obras Sanitarias (AAPOS) y la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre (ELAPAS), muestran cómo debería ser su accionar para considerarlo efectivo, respecto del control de las descargas de los efluentes industriales a sus sistemas de alcantarillado.

*Las acciones de AAPOS y ELAPAS fueron efectivas en lo que respecta al cumplimiento de lo estipulado en los convenios suscritos con las actividades industriales para la descarga de sus efluentes líquidos al sistema de alcantarillado sanitario.*

<sup>332</sup>Explicaron que es un documento legalmente establecido en el Reglamento a la Ley Municipal Autonómica 39/2014 de procedimiento técnico administrativo para el cobro de sanciones administrativas ambientales, documento que contiene acciones de cumplimiento obligatorio para que toda AOP cuente con licencia ambiental.

<sup>333</sup>Fábrica de embutidos CONDISAL y a la fábrica de bebidas malteadas y de malta BREWCRAFT.

Se elaboraron dos indicadores para la evaluación sobre este tema. La aplicación del primer indicador permitió evaluar la cantidad de convenios firmados por las empresas de servicio respecto de la cantidad de actividades industriales que generan efluentes líquidos. El RMCH señala que los Servicios de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado deben establecer convenios con las industrias, instituciones y empresas de servicio que descarguen sus aguas residuales crudas y/o tratadas en los colectores sanitarios, estos convenios deben incluir la identificación de los puntos de descarga de efluentes, volúmenes, composición, concentración y frecuencia, el pretratamiento a aplicar antes de la descarga, y el sistema del monitoreo, incluyendo registros, medidores e inspecciones<sup>334</sup>.

Para aplicar el indicador, se empleó la información proporcionada por el GAM de Potosí, sobre la cantidad de actividades industriales en ese municipio, que alcanza a un número de 30. Sobre el tema, AAPOS informó<sup>335</sup> que no firmó convenios con las 30 industrias que descargan sus efluentes al sistema de alcantarillado.

ELAPAS por su parte, remitió<sup>336</sup> parte del documento «División Control de Calidad - Informe de Segundo Semestre 2018», donde informó que realizaron 57 convenios con industrias entre las gestiones 2006 y 2018, de los cuales ocho se encontraban vigentes. Los convenios firmados por ELAPAS con las actividades que descargan efluentes al alcantarillado, están referidos a la caracterización de descargas. Ninguno de los convenios fue firmado con las 116 actividades industriales reportadas por el GAM de Sucre, que generan descargas líquidas al alcantarillado y que impactan a los cuerpos de agua de los cuerpos de agua considerados.

El segundo indicador evaluó el número de monitoreos realizados por cada EPSA a las descargas líquidas de cada una de las actividades industriales con las que tiene convenio, comparados con los monitoreos que debía haber realizado según convenios. En ambas EPSA, dado que no existen convenios firmados con las actividades industriales para la descarga de los efluentes al sistema de alcantarillado, la aplicación del segundo indicador muestra la falta de acciones respecto del tema evaluado<sup>337</sup>.

En términos del efecto de la condición evidenciada con la aplicación de los criterios diseñados para AAPOS y ELAPAS, se puede afirmar que esas entidades no realizaron acciones efectivas para el cumplimiento de los convenios de descargas industriales al sistema de alcantarillado sanitario, porque no firmaron convenios con las actividades

---

<sup>334</sup> Incisos a y c del artículo 14.

<sup>335</sup> El 21 de septiembre de 2019, como respuesta a nuestra solicitud recibida el 17 de junio de 2019, y reiterada en dos oportunidades el 13 de agosto de 2019 y el 06 de septiembre de 2019.

<sup>336</sup> El 04 de julio de 2019 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 16 de junio de 2019.

<sup>337</sup> ELAPAS emplea la Unidad de Contaminación Hídrica (UCH), para determinar la frecuencia de control y monitoreo de las actividades que descargan sus efluentes al sistema de alcantarillado, aspecto que se encuentra establecido en su Manual de Procedimientos Técnico Administrativos, de acuerdo al grado de contaminación el control puede realizarse desde 3 veces al año a una vez cada dos años. Al respecto ELAPAS remitió el cálculo de del UCH de 5 empresas de servicio, 4 de lavado de autos y 1 hospital, rubros que no fueron considerados en la auditoría.

industriales dentro sus áreas de concesión, por lo tanto, tampoco realizaron monitoreos a esas descargas.

Las consecuencias reales de falta de monitoreos de los efluentes es el desconocimiento del grado de contaminación que pueden ocasionar estas descargas a los cuerpos de agua receptores si las descargas son directas y la posible afectación del sistema de alcantarillado con contaminantes que pueden ser agresivos tanto para el sistema como para el medio ambiente y la población en general. En el caso de Sucre estas descargas pueden afectar la eficiencia de la PTAR.

#### ***4.3.3 Consecuencias y riesgos al medio ambiente asociados a las deficiencias en la efectividad en la mitigación de los impactos ambientales negativos ocasionados por las actividades industriales***

Las consecuencias reales y riesgos potenciales comunes al tercer objetivo, relacionados con los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta ocasionados por las actividades industriales, fueron evaluados considerando el cumplimiento de los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente.

Las aguas residuales industriales se generan de los procesamientos realizados en fábricas y establecimientos industriales y contienen casi todos los contaminantes dependiendo de la actividad industrial, aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal.

Como parte de los resultados de auditoría, se identificaron actividades industriales que generan aguas residuales como resultado de sus procesos productivos, algunas de estas aguas son eliminadas al sistema de alcantarillado y otras son descargadas de forma directa al cuerpo de agua más cercano.

La ciudad de Potosí no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales que depure las aguas residuales industriales, a pesar de que sí cuenta con alcantarillado que recibe aguas residuales de las industrias, si la actividades industrial no cuentan con un sistema de tratamiento para estos desechos terminan alimentando los cuerpos de agua de la ciudad con contaminantes de características variables. Por su parte, la ciudad de Sucre a través de su sistema de alcantarillado sanitario descarga una parte de sus aguas a la PTAR El Campanario, por lo que parte de las aguas residuales llegan a la PTAR para su depuración, sin embargo, deben cumplir con ciertos límites para no afectar el sistema de tratamiento.

Para determinar la calidad de las descargas industriales, se realizó un muestreo puntual de los efluentes de las industrias más representativas en ambas ciudades<sup>338</sup>. Las industrias seleccionadas para el muestreo de sus efluentes fueron las siguientes:

---

<sup>338</sup> Entre el 15 y el 17 de agosto de 2019. La toma de muestra y el análisis respectivo estuvo a cargo del laboratorio ENVIROLAB de la ciudad de Potosí.

Punto de muestreo	Actividad industrial	Rubro
<b>Municipio de Potosí</b>		
P-22	Cervecería Nacional Potosí Limitada	Elaboración de bebidas malteadas y de malta, elaboración de bebidas gaseosas, elaboración de aguas minerales
P-23	Matadero Frigorífico Potosí – SACAV (Teja Tambo)	Matanza de ganado bovino y procesamiento de su carne
P-24	Cooperativa de mercadeo Villa Cantumarca	Matanza de ganado excepto bovino y procesamiento de su carne
<b>Municipio de Sucre</b>		
P-27	Sociedad Integral Agropecuaria SIAP	Producción y procesamiento de carne de aves de corral
P-28	Curtiembre AMERICA	Curtido de cueros
P-29	COBOLDE	Elaboración de fiambres y embutidos

Fuente: elaboración propia

Considerando las características de los efluentes se realizó el análisis de laboratorio para los siguientes parámetros: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), coliformes fecales, pH, temperatura del agua, aceites y grasas, Sólidos Suspendidos Totales (SST), Amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y Sulfuros. También fue medido el caudal en algunas industrias. Los resultados del análisis se encuentran en el cuadro 3 del anexo 8 adjunto a este informe.

El RASIM establece<sup>339</sup>, que la industria debe tomar como referencia los límites permisibles de descargas líquidas del Anexo 13-C cuando se descargue a un cuerpo de agua no clasificado y los de Anexo 13-A cuando el cuerpo de agua esté clasificado, mientras se establezcan las normas técnicas de descargas. Después de cinco años de vigencia del RASIM, los límites permisibles tendrían carácter obligatorio.

Al respecto, el MMAyA<sup>340</sup> informó que para el año 2017 sólo existían propuestas de clasificación de los ríos Beni y Desaguadero de La Paz, Rocha de Cochabamba y Piraí de Santa Cruz, a la fecha estos dos últimos cuerpos de agua se encuentran clasificados. Respecto al río Pilcomayo, informó que se encontraban recopilando y sistematizando de los monitoreos realizados en la cuenca, con esa información realizarían talleres para definir un plan de trabajo para elaborar la propuesta de clasificación del río. Para el año 2019 no existieron avances significativos sobre la clasificación del río Pilcomayo dada su extensión geográfica por lo tanto aún no había sido clasificado.

Tomando en cuenta que los cuerpos de agua que conforman la subcuenca Pilcomayo Zona Alta no están clasificados y las EPSA no establecieron los parámetros admisibles de descarga al alcantarillado sanitario<sup>341</sup>, la comparación de los resultados de laboratorio de las descargas de las industrias seleccionadas, se realizó con el anexo 13-B del RASIM.

<sup>339</sup> En su Disposición Transitoria Tercera.

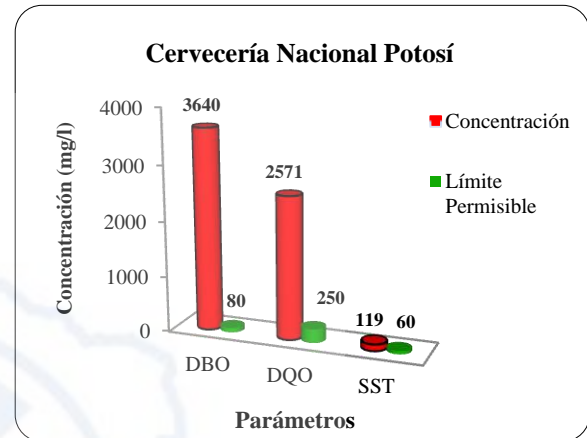
<sup>340</sup> Mediante nota MMAyA/VRHR N° 0583/2017 recibida el 06 de junio de 2017, información empleada en el marco de la Auditoría de Desempeño Ambiental sobre la contaminación hídrica en las subcuencas Tumusla y San Juan del Oro en la cuenca del río Pilcomayo.

<sup>341</sup> El procedimiento técnico administrativo para establecer convenios con las industrias de ELAPAS se encuentra desactualizado y no cuenta con los parámetros admisibles de descarga al alcantarillado sanitario y AAPOS no cuenta con ese instrumento.

La Cervecería Boliviana Nacional Potosína realiza tratamiento a sus aguas residuales que son descargadas al sistema de alcantarillado sanitario. El resultado del análisis de la descarga dio cuenta que la DBO<sub>5</sub>, la DQO, los coliformes fecales, el pH y los SST se encuentran por encima de los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental. El pH básico es el resultado del uso de detergentes para el lavado de botellas y ambientes de la planta.



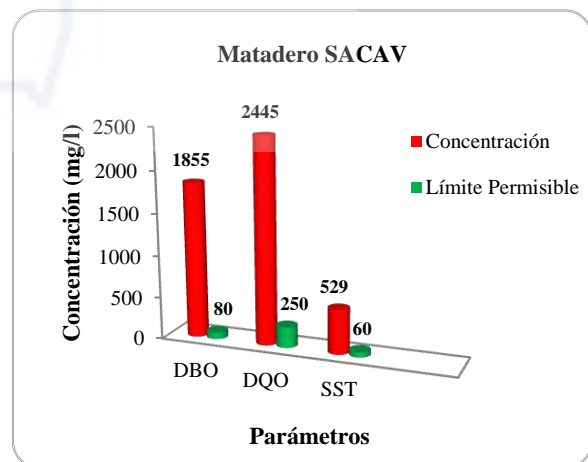
Cámara de descarga de efluentes



La carga orgánica que genera la actividad industrial supera cerca de 45 veces el límite permisible expresado como DBO y más de 10 veces el límite establecido para la DQO. Llama la atención la cantidad de colifecales encontrados en las descargas, pues superan ampliamente los estándares establecidos en el RASIM, la razón puede deberse a que las descargas de la planta procesadora se unen con las descargas del sistema sanitario de uso de los empleados de la industria.



Canal de descarga del matadero



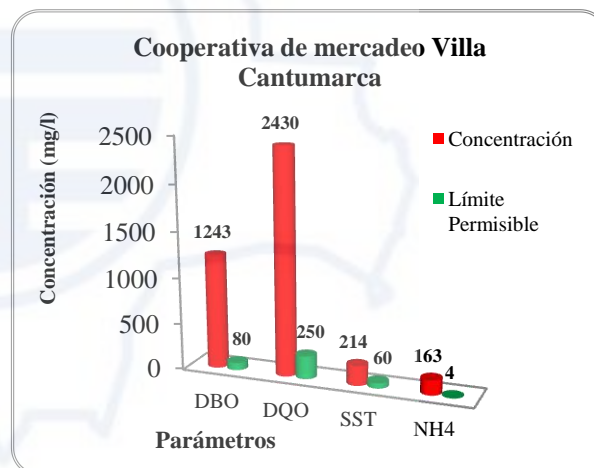
En el Matadero Frigorífico Potosí SACAV (Teja Tambo) sus aguas residuales son tratadas en dos tanques, con proceso fisicoquímico con sulfato de cobre y coagulante e hipoclorito para su desinfección, respectivamente. Antes de su descarga pasa por una gravilla como filtro que está conectado a un canal que desemboca a la quebrada Samasa. Las descargas con coloración rojiza se realizan de 5 de la tarde a las 8 de la mañana.

El resultado del análisis mostró que la  $DBO_5$ , la DQO, los colifecales, los SST y el amonio como nitrógeno se encuentran por encima de los límites permisibles, la  $DBO_5$  31 veces, la DQO y los SST, nueve veces y el amonio 24 veces superior al valor máximo establecido en la norma. Los colifecales superan ampliamente los estándares de referencia. Los resultados muestran que a pesar de existir un sistema de tratamiento en el matadero, el mismo no cumple su función y está eliminando aguas residuales con alta carga orgánica y bacteriana que genera contaminación al río Samasa que forma parte de la hidrografía de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.

La Cooperativa de mercadeo Villa Cantumarca también se dedica a la matanza de ganado, sus aguas residuales reciben un tratamiento primario para la separación de sólidos en un tanque inhoff, posteriormente son descargadas al sistema de alcantarillado.



Descarga del matadero



Los resultados de laboratorio reportan que la  $DBO_5$  y la DQO exceden 25 y 10 veces el límite permisible respectivamente, por su parte, el amonio como nitrógeno es 40 más que lo definido en la normativa.

La Sociedad Integral Agropecuaria (SIAP) dedicada a la producción y procesamiento de carne de aves de corral, tiene una planta de tratamiento para sus aguas residuales con un filtro separador de sólidos y piscinas de sedimentación, con luces ultravioleta para la eliminación de bacterias. Las concentraciones de todos los parámetros medidos ( $DBO_5$ , DQO, aceites y grasas, SST,  $NH_4$  y sulfuros) se encuentran dentro de los límites

permisibles establecidos en la normativa, excepto los coliformes fecales que exceden ampliamente el límite permisible.



Filtro separador de sólidos

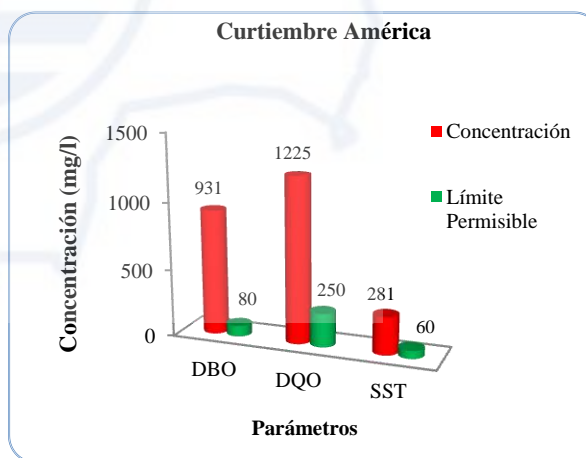


Piscina de sedimentación

La curtiembre América se dedica al curtido vegetal de cueros, su sistema de tratamiento de aguas residuales consiste en dos decantadores (6 m<sup>3</sup>), uno para producción y otro para lavado. Sus efluentes son descargados dos veces a la semana según lo explicado por el encargado de la empresa. La muestra de agua fue tomada de uno de los decantadores. El análisis de los efluentes mostró que la DBO<sub>5</sub> y la DQO son 11 y 5 veces más elevadas que los límites permisibles, respectivamente. Por su parte, el valor del pH es extremadamente básico.



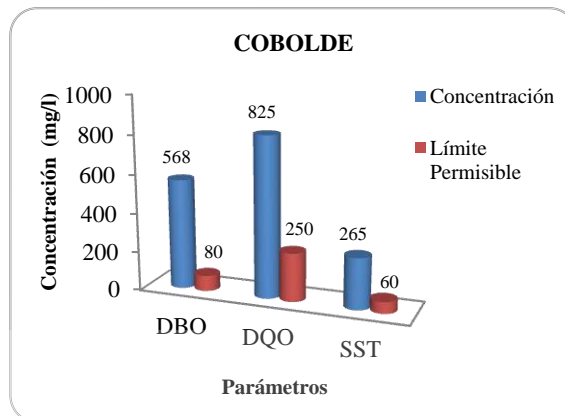
Decantador



COBOLDE se dedica a la producción de fiambres y embutidos, sus descargas, que básicamente son aguas de lavado de las instalaciones y los equipos, son eliminadas directamente al sistema de alcantarillado.



Lavado del área de producción



La concentración de  $\text{DBO}_5$  supera el límite permisible 7 veces, las concentraciones de DQO y SST, son 5 veces superiores a dichos límites. Por su parte el pH es extremadamente básico. No se encontraron colifecales en sus efluentes.

En el análisis de los resultados de laboratorio, llamó la atención que un factor común de casi todas las descargas industriales fue la elevada concentración de coliformes fecales. El límite permisible aceptable para descargas industriales según lo establecido en el RASIM es de  $1\text{E}+3$  NMP/100 ml y los resultados del análisis para este parámetro van en el orden de  $9,3\text{E}+14$  NMP/100 ml el más elevado y  $2,1\text{E}+07$  NMP/100 ml el más bajo, aspecto que generó dudas en los resultados obtenidos por el laboratorio contratado, considerando que en promedio los valores característicos para aguas residuales domésticas con fuerte presencia de colifecales va de  $1.0\text{E}+09$  a  $1.0\text{E}+14$  NMP/100 ml. Los mismos deberán ser corroborados por las industrias en sus automonitoreos respectivos.

Las consecuencias reales se manifiestan en el aporte a la contaminación del ecosistema principalmente los cuerpos de agua receptores o en el incremento de contaminantes a ser tratados en la planta de tratamiento de aguas residuales, en el caso de Sucre. Los riesgos asociados a esta situación, expuestos a continuación, son el complemento de las consecuencias antes expuestas.

Las sustancias residuales que aparecen formando parte de los líquidos cloacales pueden estar presentes disueltas, suspendidas o en estado intermedio denominado coloidal. Estas sustancias pueden ser de naturaleza mineral u orgánica. En el caso de sustancias orgánicas, le comunican propiedades indeseables al líquido residual, los microorganismos asociados con estas aguas se alimentan de materia orgánica muerta y atacan los complejos orgánicos destruyéndolos o estabilizándolos parcialmente a través de una serie de descomposiciones, ocasionando la aparición de malos olores y apariencia física objetable.

Las sustancias minerales y orgánicas suspendidas en estas aguas, aceites, grasas y sólidos de variada procedencia, según las características de la industria, interfieren con los sistemas



de recolección y transporte de estas aguas además afectan la apariencia de los sitios de descarga.

Por su parte las plantas de tratamiento de aguas residuales diseñadas, construidas y operadas con el objetivo de convertir el líquido cloacal proveniente del uso de las aguas de abastecimiento en un efluente final aceptable, deben satisfacer normas capaces de garantizar la preservación de las aguas tratadas, si son alimentadas con aguas residuales industriales con carga orgánica más elevada que la generadas en el sector doméstico y otros compuestos que no son comunes en las aguas residuales domésticas, afecta en la eficiencia de la misma, por la contribución sinérgica de todas las industrias que generan efluentes, por ello es necesario que las aguas industriales tengan un tratamiento previo para disminuir la concentración de ciertos parámetros o que los mismos se encuentren en ciertos límites de aceptación y no interfieran en el funcionamiento de la plantas de tratamiento.

Como se pudo apreciar un factor común en los efluentes industriales, es la gran presencia de coliformes fecales, con concentraciones que van de  $2,1 \times 10^7$  NMP/100 ml hasta  $9,3 \times 10^{14}$  NMP/100 ml, la presencia de estos organismos patógenos, provenientes en su mayoría del tracto intestinal, hace que estas aguas sean consideradas como extremadamente peligrosas, sobre todo al ser descargadas en la superficie de la tierra, subsuelo o en cuerpos de agua, con la posibilidad de la presencia de bacterias del grupo entérico que producen enfermedades de origen hídrico como por ejemplo disentería, así como enfermedades causadas por virus como por ejemplo hepatitis infecciosa, entre otras, en casos extremos.

#### ***4.3.4 Causas y recomendaciones respecto de los resultados de la evaluación de la efectividad en la mitigación de los impactos ambientales negativos ocasionados por la actividad industrial***

A partir de la evidencia obtenida en la aplicación de los indicadores diseñados para los criterios del objetivo específico 3, se identificaron las causas de las deficiencias detectadas en la condición encontrada, algunas son comunes a varios criterios y otras específicas para ciertos criterios en particular.

La confirmación de causas se cumplió a través de la remisión de notas a cada entidad<sup>342</sup>. Al respecto, las entidades sujeto de examen, informaron<sup>343</sup> que no tenían observaciones ni complementaciones a las causas y recomendaciones del objetivo específico 3. A continuación se exponen las causas evidenciadas para este objetivo específico.

##### **4.3.4.1 Primera Causa relativa a la falta de planificación en el mediano y corto plazo de acciones de control a las actividades industriales**

<sup>342</sup>A ELAPAS, el GAM de Sucre el 20 de enero de 2020, al GAM de Potosí el 17 de enero y a AAPOS el 17 de enero de 2020.

<sup>343</sup>AAPOS el 20 de febrero de 2020, ELAPAS el 31 de enero de 2020 al GAM de Sucre el 12 de enero de 2020, el 11 de marzo de 2020 el GAM de Potosí.

El anexo 16 sobre Siglas y Definiciones del Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero (RASIM), define como inspección a la evaluación in situ de una unidad industrial a objeto de verificar el cumplimiento del RASIM. Al respecto el artículo 117 de ese reglamento establece que la Instancia Ambiental del Gobierno Municipal (IAGM) debe efectuar inspecciones a las unidades industriales, en los siguientes casos:

- a) *Programadas*: con base en el Plan de Acción y Seguimiento Ambiental (PASA) y la revisión del Informe Ambiental Anual.
- b) *Denuncia*: aplicando lo establecido en el artículo 121 del RASIM<sup>344</sup>.
- c) *De oficio*: cuando exista una contingencia o lo defina una visita de alerta según lo establecido en el artículo 120 del RASIM<sup>345</sup>.

Considerando el alcance de la auditoría, las inspecciones programadas y aquellas que se realicen de oficio fueron de importancia para la evaluación de la causa. Para que estas actividades puedan realizarse es necesaria su planificación a mediano plazo a través del Plan Territorial de Desarrollo Integral (PTDI) y el Plan Estratégico Institucional (PEI), y a corto plazo mediante el Plan Operativo Anual (POA) de las municipalidades. Estos documentos fueron revisados, los resultados de la evaluación se resumen a continuación:

El GAM de Potosí<sup>346</sup> remitió la programación de proyectos y el estado de ejecución presupuestaria, información que no fue suficiente para evaluar la programación de inspecciones en el marco del RASIM, por ello se precisó emplear información obtenida a través de los reportes de las acciones de mediano plazo y la relación POA – Presupuesto del SIGEP<sup>347</sup> de las dos últimas gestiones, consideradas suficientes para emitir una opinión sobre la programación de inspecciones a las actividades industriales en ese municipio.

El PTDI de la municipalidad de Potosí<sup>348</sup> no fue estructurado en el marco de los lineamientos metodológicos para la formulación correspondiente, no desarrollaron el acápite de planificación<sup>349</sup>, por lo que no se pudo evaluar si se programaron inspecciones a las actividades industriales del municipio en el marco del RASIM.

El Plan Estratégico Institucional<sup>350</sup> incluye como uno de sus objetivos estratégicos el promover el desarrollo integral en armonía y equilibrio con la Madre Tierra para Vivir Bien, garantizando la continuidad de la capacidad de regeneración de los componentes y conocimientos ancestrales, sin embargo, el objetivo no fue considerado en el acápite de

<sup>344</sup> Artículo 121 (Denuncia).- En el caso de denuncia se aplicará los procedimientos establecidos en la Ley 1333. La denuncia se interpondrá ante la Autoridad Ambiental local, departamental o nacional y deberá incluir las generales de ley del denunciante, los datos que permiten identificar la fuente objeto de la denuncia y las normas ambientales vigentes incumplidas.

<sup>345</sup> Artículo 120 (Alerta).- Cualquier persona natural o jurídica podrá alertar a la Autoridad del Gobierno Municipal sobre la existencia de un posible impacto ambiental, sobre esta base la IAGM efectuará una visita al sitio para establecer la necesidad de una inspección a las industrias.

<sup>346</sup>El 07 de febrero de 2020 (como respuesta a nuestra solicitud realizada el 22 de octubre de 2019 reiterada el 26 de noviembre de 2019 y el 02 de enero de 2020.

<sup>347</sup> Sistema de Gestión Pública del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas.

<sup>348</sup> Aprobado mediante Ley Municipal N° 137 del 27 de junio de 2017.

<sup>349</sup> Pág. 185 del Informe de auditoría K2/AP23/S16-E1.

<sup>350</sup> Aprobado mediante Decreto Edil N° 60/2017 del 29 de septiembre de 2017.

planificación de ese documento. Las únicas acciones programadas están articuladas al pilar 11<sup>351</sup> del PDES. Por lo tanto, en el PEI no se planificaron inspecciones a las actividades industriales del municipio en el marco del RASIM.

Los POA 2018 y 2019 obtenidos del SIGEP, establecen como una acción de corto plazo, aspectos relacionados con el manejo de áreas verdes, que proveen aire limpio, mejoran la imagen paisajística y sirven de espacios de recreación y esparcimiento a los habitantes del municipio de Potosí, el producto esperado es la disminución de la contaminación, con el fomento de la cultura ecológica, elaboración de planes y programas de desarrollo urbano. Por lo tanto, se evidencia la falta de programación de inspecciones a las actividades industriales en el marco del RASIM.

El GAM de Sucre remitió<sup>352</sup> los formularios SIGEP del estado de la ejecución presupuestaria de gastos de la Dirección de Medio Ambiente correspondientes a las gestiones 2017, 2018 y 2019, información que no fue suficiente para evaluar la programación de inspecciones en el marco del RASIM. Por este motivo, se emplearon los reportes de las acciones de mediano plazo y la relación POA – Presupuesto del SIGEP para el GAM de Sucre.

El Plan Territorial de Desarrollo Integral<sup>353</sup> estableció como uno de sus objetivos estratégicos institucionales, el promover un municipio limpio y ecológico, entre otros, que no tienen relación con el control ambiental, articulados a los pilares 2, 7 y 9, este último pilar está referido a la soberanía ambiental con desarrollo integral, respetando los derechos de la Madre Tierra. Las acciones establecidas para ese objetivo estratégico y el pilar 9 no están referidas al control a las actividades industriales<sup>354</sup>.

El PEI<sup>355</sup> en su tercer objetivo estratégico institucional, relativo a promover un municipio limpio y ecológico, incluyó una acción referida a la aplicación de tecnologías para el monitoreo y control de la contaminación ambiental (atmosférica), gestión integral de residuos sólidos y áreas protegidas, que no incluye el control ambiental a las actividades industriales dentro el municipio de Sucre, por lo tanto el PEI no consideró este aspecto.

Los POA 2018 y 2019, obtenido del SIGEP, programaron las mismas acciones de corto plazo, que tienen que ver con promover y a poyar las iniciativas a la protección al medio ambiente para consolidar una gestión ambiental transversal a la ejecución de proyectos y actividades para controlar y monitorear el deterioro ambiental disminuyendo los niveles de contaminación del aire, agua y suelos para proteger el entorno y la salud de la población del municipio. Las acciones podrían ser conducentes al control ambiental, de forma general, pero no asegura tareas específicas de control a las industrias del municipio.

<sup>351</sup> Soberanía y transparencia en la gestión pública.

<sup>352</sup> El 06 de diciembre como respuesta a nuestra solicitud recibida el 26 de noviembre de 2019.

<sup>353</sup> Aprobado mediante Ley Municipal Autónoma N° 114/18 del 02 de mayo de 2018.

<sup>354</sup> Las acciones tienen que ver con el mantenimiento de áreas verdes, el programa municipal de transporte, la gestión de riesgos y el fortalecimiento a la Empresa Municipal de Aseo de Sucre.

<sup>355</sup> Aprobado mediante Decreto Edil N° 014/2017 del 03 de noviembre de 2017.

Tomando en cuenta lo expuesto, la causa para que las instancias ambientales de los municipios de Potosí y Sucre no hubieran realizado efectivas acciones de control a las actividades industriales dentro sus jurisdicciones, es la falta de planificación de estas acciones en el mediano plazo a través del PTDI y PEI, y en el corto plazo mediante los POA. Para minimizar las deficiencias identificadas en esta causa, se recomienda lo siguiente:

Al Gobierno Autónomo Municipal de Potosí

*R.38 El Gobierno Autónomo Municipal de Potosí debe programar en el PTDI y en el PEI para el periodo 2021-2025, así como sus respectivos POA, acciones de control a las actividades industriales del municipio de Potosí, en el marco del RASIM, a fin de mitigar los impactos ambientales ocasionados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

*R.39 El Gobierno Autónomo Municipal de Potosí debe programar en sus respectivos POA, acciones conducentes al cumplimiento de la presentación de los automonitoreos de los efluentes de las actividades industriales con categoría 4, en el marco de los instrumentos de regulación de alcance general – IRAG, dispuestos en el RASIM.*

Al Gobierno Autónomo Municipal de Sucre

*R.40 El Gobierno Autónomo Municipal de Sucre debe programar en el PTDI y en el PEI para el periodo 2021-2025, así como sus respectivos POA, acciones de control a las actividades industriales del municipio de Sucre, en el marco del RASIM, a fin de mitigar los impactos ambientales ocasionados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.*

*R.41 El Gobierno Autónomo Municipal de Sucre debe programar en sus respectivos POA, acciones conducentes al cumplimiento de la presentación de los automonitoreos de los efluentes de las actividades industriales con categoría 4, en el marco de los instrumentos de regulación de alcance general – IRAG, dispuestos en el RASIM.*

4.3.4.2 Segunda causa relativa a los Procedimientos Técnico Administrativos para los convenios de descarga de efluentes con las industrias

Sobre el tema, la Administración Autónoma para Obras Sanitarias (AAPOS)<sup>356</sup> informó que no cuentan con los procedimientos técnicos administrativos para establecer convenios con las industrias, instituciones y empresas de servicio que descarguen sus aguas residuales crudas y/o tratadas en los colectores sanitarios bajo su control.

<sup>356</sup>El 09 de enero de 2020 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 21 de octubre de 2019 y reiterada el 22 de octubre de 2019 y el 26 de noviembre de 2019.

Por su parte, la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado de Sucre (ELAPAS) remitió<sup>357</sup> el documento: «Procedimientos Técnico Administrativos para el control de descargas industriales» elaborado por esa empresa de servicio que data del año 2002.

Al respecto, la Resolución Administrativa Regulatoria AAPS 546/2014 del 05 de diciembre de 2014, aprobó la «Guía para la elaboración de Procedimientos Técnicos y Administrativos para Descargas de Efluentes Industriales, Especiales y Lodos al Alcantarillado Sanitario», asimismo, otorgó un plazo de seis meses para que las EPSA a nivel nacional elaboren y aprueben sus propios procedimientos en base a la guía precitada.

Es importante mencionar una imprecisión establecida en los Procedimientos de ELAPAS, respecto de sus obligaciones, que establece que esa EPSA efectuará controles e inspecciones a las unidades industriales según el artículo 119 del RASIM, que pueden ser programadas, por denuncia o de oficio, funciones que es ejercida por la Instancia Ambiental del Gobierno Municipal, según los artículos 11, inciso k y 119 del RASIM.

La evidencia muestra una desactualización del Procedimiento Técnico Administrativo para el control de descargas industriales de ELAPAS, elaborado el año 2002. Por lo tanto, Es necesaria la elaboración de un nuevo procedimiento con base en la «Guía para la elaboración de Procedimientos Técnicos y Administrativos para Descargas de Efluentes Industriales, Especiales y Lodos al Alcantarillado Sanitario».

Con lo expuesto, una de las causas para que las EPSA no realizaran acciones efectivas es la desactualización de los Procedimientos Técnico Administrativos para el control de descargas industriales, en el caso de ELAPAS y la falta de estos procedimientos en el caso de AAPOS. Para minimizar esta causa se recomienda lo siguiente:

*A la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre*

*R.42: La Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre debe elaborar y aplicar los Procedimientos Técnico Administrativos para establecer convenios con las industrias, instituciones y empresas de servicio que descarguen sus aguas residuales crudas y/o tratadas en los colectores sanitarios bajo su control, en base a la «Guía para la elaboración de Procedimientos Técnicos y Administrativos para Descargas de Efluentes Industriales, Especiales y Lodos al Alcantarillado Sanitario» elaborada por la AAPS y aprobada mediante Resolución Administrativa Regulatoria AAPS N° 546/2014 del 05 de diciembre de 2014.*

*A la Administración Autónoma de Obras Sanitarias*

---

<sup>357</sup> El 09 de enero de 2020 como respuesta a nuestra solicitud del 22 de octubre de 2019 y reiterada el 22 de octubre de 2019.

*R.43.- La Administración Autónoma de Obras Sanitarias debe elaborar y aplicar los Procedimientos Técnico Administrativos para establecer convenios con las industrias, instituciones y empresas de servicio que descarguen sus aguas residuales crudas y/o tratadas en los colectores sanitarios bajo su control, en base a la «Guía para la elaboración de Procedimientos Técnicos y Administrativos para Descargas de Efluentes Industriales, Especiales y Lodos al Alcantarillado Sanitario» elaborada por la AAPS y aprobada mediante Resolución Administrativa Regulatoria AAPS N° 546/2014 del 05 de diciembre de 2014.*

#### 4.3.4.3 Tercera causa relativa a la falta de programación de acciones de control y monitoreo de las descargas industriales por parte de las EPSA.

El apéndice 6 de la «Guía para la elaboración de Procedimientos Técnicos y Administrativos para Descargas de Efluentes Industriales, Especiales y Lodos al Alcantarillado Sanitario»<sup>358</sup>, referido a los Procedimientos Técnicos y Administrativos para el control y monitoreo de las descargas industriales, especiales y lodos, define el control como el conjunto de acciones que realiza la EPSA para verificar que las descargas de aguas residuales y/o lodos provenientes de una industria, actividad especial o una empresa de transporte y recolección de lodos estén enmarcadas dentro los procedimientos, frecuencias y valores máximos admisibles de descarga fijados por la EPSA. Dicho control debe realizarse a través de una inspección de las descargas de la industria, que se realiza in situ y amerita la verificación de procedimiento y control de la calidad del vertido, el control debe ser particularizado por tipo de industria y por los parámetros físicos, químicos y biológicos que deben controlarse.

El control precitado debe ser programado en los POA de las empresas de prestación del servicio de alcantarillado sanitario. La evaluación de los POA de los años 2017<sup>359</sup>, 2018<sup>360</sup> y 2019<sup>361</sup> remitidos<sup>362</sup> por Administración Autónoma de Obras Sanitarias y los POA de los años 2017<sup>363</sup>, 2018<sup>364</sup> y 2019<sup>365</sup>, remitidos por Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre<sup>366</sup>, dejó en evidencia la falta de programación de acciones de control y monitoreo de las descargas de las actividades industriales, especiales y lodos que emplean sus sistemas de alcantarillado para la eliminación de sus efluentes.

<sup>358</sup> Aprobada mediante Resolución Administrativa Regulatoria AAPS 546/2014 del 05 de diciembre de 2014.

<sup>359</sup> Sin Resolución de Directorio de aprobación del POA 2017.

<sup>360</sup> Aprobado mediante Resolución de Directorio No. 04/2017 del 19 de octubre de 2017.

<sup>361</sup> Sin Resolución de Directorio de aprobación del POA 2019.

<sup>362</sup> El 09 de enero de 2020 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 21 de octubre de 2019 y reiterada el 22 de octubre de 2019 y el 26 de noviembre de 2019.

<sup>363</sup> Sin Resolución de Directorio de aprobación del POA 2017.

<sup>364</sup> Aprobado mediante Resolución de Directorio No. 029/2017 del 06 de septiembre de 2017.

<sup>365</sup> Sin Resolución de Directorio de aprobación del POA 2017.

<sup>366</sup> El 05 de diciembre de 2019 como respuesta a nuestra solicitud recibida el 22 de octubre de 2019 y reiterada el 22 de octubre de 2019.

Esta falta de programación derivó en la ausencia de convenios con las actividades industriales para establecer las condiciones que debe cumplir la industria en la descarga de sus efluentes. Para minimizar esta causa se recomienda lo siguiente:

*A la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre*

*R.44.- La Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre debe programar en el POA de la entidad, actividades de control a las industrias que descargan sus efluentes a su sistema de alcantarillado, conforme los Procedimientos Técnicos y Administrativos para Descargas de Efluentes Industriales, Especiales y Lodos al Alcantarillado Sanitario, que deben ser elaborados por ELAPAS.*

*A la Administración Autónoma de Obras Sanitarias*

*R.45.- La Administración Autónoma de Obras Sanitarias – AAPOS debe programar en el POA de la entidad, actividades de control a las industrias que descargan sus efluentes a su sistema de alcantarillado, conforme los Procedimientos Técnicos y Administrativos para Descargas de Efluentes Industriales, Especiales y Lodos al Alcantarillado Sanitario, que deben ser elaborados por AAPOS.*

#### **4.3.5 Conclusión respecto del objetivo específico 3**

El tercer objetivo específico evaluó las acciones vinculadas a la mitigación de los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, ocasionados por la actividad industrial. Los criterios planteados permitieron evaluar el desempeño ambiental de las entidades sujeto de examen involucradas con este tema.

La evaluación de la evidencia permitió concluir que, los Gobiernos Autónomos Municipales de Potosí y Sucre no realizaron acciones de control efectivas a las actividades industriales con efluentes que impactan a los cuerpos de agua de la subcuenca. Asimismo se determinó que las acciones de empresas de servicio de alcantarillado, ELAPAS y AAPOS no firmaron convenios con las actividades industriales dentro sus áreas de concesión, y por lo tanto, no realizaron monitoreos a sus descargas.

Los resultados de la auditoría se reflejan en descargas de las industrias seleccionadas para el muestreo que no cumplen con lo establecido en el anexo 13-C del Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero para cuerpos de agua no clasificado, se identificó elevada carga orgánica y alta cantidad de colifecales principalmente.

Las deficiencias en el desempeño ambiental de las entidades que formaron el sujeto de examen, fueron causadas por la falta de planificación en el mediano y corto plazo de acciones de control a las actividades industriales, por la desactualización o falta de los procedimientos técnico administrativos para los convenios de descarga de efluentes con las industrias de la empresas de servicio de alcantarillado sanitario, así como por la ausencia de

programación de acciones de control y monitoreo de las descargas industriales por estas empresas de servicio.

Para anular estas causas, se formularon ocho (8) recomendaciones dirigidas a las entidades que tienen que ver con el tema, tendientes a mejorar la condición del ecosistema afectado por la actividad industrial y conseguir la mitigación de los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, afectados por esta actividad.

## **5 CONCLUSIÓN GENERAL**

A través de la presente auditoría se evaluó el desempeño ambiental de las entidades involucradas en la mitigación de los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, ocasionados por la actividad minera y las aguas residuales domésticas e industriales.

Respecto de los impactos ambientales negativos ocasionados por la actividad minera, se determinó que el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, el Ministerio de Minería y Metalurgia y el Gobierno Autónomo Departamental de Potosí y los Gobiernos Autónomos Municipales de Chaqui, Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla y Ckochas, no realizaron acciones efectivas de control para el cumplimiento de las medidas de mitigación comprometidas por los actores productivos mineros con licencia ambiental, porque no realizaron inspecciones conforme la normativa ambiental. Asimismo se determinó que los Gobiernos Autónomos Departamentales de Potosí y Chuquisaca no realizaron acciones efectivas para el control de las actividades mineras menores con impactos ambientales conocidos no significativos (AMIAC).

Por su parte, las acciones de los Ministerios de Medio Ambiente y Agua y Minería y Metalurgia, los Gobiernos Autónomos Departamentales de Potosí y Chuquisaca y Gobiernos Autónomos Municipales de Chaqui, Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla, y Ckochas y San Lucas, no fueron efectivas en la otorgación de licencias ambientales a las actividades mineras sin dicho permiso, porque no contaban con información sobre este grupo de actividades mineras que les permitiera realizar acciones conducentes a ese permiso ambiental.

Respecto a las acciones de mitigación por los impactos ambientales negativos por las aguas residuales domésticas, se determinó que el desempeño ambiental de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico, el Gobierno Autónomo Departamental de Potosí, el Gobierno Autónomo Municipal de Potosí y la Administración Autónoma para Obras Sanitarias, no fue efectivo para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas en la ciudad de Potosí, porque las entidades territoriales autónomas en el marco de sus atribuciones, no contaban con planes y/o proyectos para elaborar, financiar, ejecutar y gestionar sobre el tema, porque la AAPS no veló por el cumplimiento de las obligaciones establecidas en la licencia de prestación de servicio. No fue posible evaluar el desempeño ambiental del Ministerio de Medio Ambiente



y Agua porque estaba condicionado a las acciones de la municipalidad de Potosí que no trabajó en el tema evaluado.

Por su parte, el desempeño ambiental del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico, del Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca, el Gobierno Autónomo Municipal de Sucre y de la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado de Sucre, respecto de la implementación de un sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad de Sucre que no llegan a su planta de tratamiento, no fue efectivo porque las entidades territoriales autónomas no trabajaron en el tema, la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado de Sucre cuenta con un Estudio de Diseño Técnico de Preinversión del Proyecto de Construcción del Interceptor de Alcantarillado Sanitario Tucsupaya, que permitirá trasladar una parte de las aguas residuales de la zona norte de la ciudad a la planta de tratamiento, sin embargo, no fue aprobado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua para conseguir financiamiento. Por su parte, la AAPS no veló por el cumplimiento de las obligaciones establecidas en la licencia de prestación del servicio respecto del tratamiento de la totalidad de las aguas servidas domésticas.

También se determinó que no fueron efectivas las acciones de la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado de Sucre y de la Gobernación de Chuquisaca para que las aguas residuales tratadas en la planta de tratamiento de Sucre cumplan con los límites establecidos en la normativa ambiental, porque sus descargas aún tienen parámetros que sobrepasan esos límites.

Sobre los impactos ambientales negativos ocasionados por la actividad industrial se determinó que los Gobiernos Autónomos Municipales de Potosí y Sucre no realizaron acciones de control efectivas a las actividades industriales con efluentes que impactan a los cuerpos de agua de la subcuenca. Asimismo se determinó que las acciones de empresas de servicio de alcantarillado, ELAPAS y AAPOS, no realizaron acciones efectivas porque no firmaron convenios con las actividades industriales dentro sus áreas de concesión que descargan sus aguas residuales al sistema de alcantarillado sanitario, por lo tanto, tampoco realizaron monitoreos a sus descargas.

Los resultados de la auditoría se reflejan en cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta contaminados. La valoración toxicológica empleando los límites permisibles para clase B (aguas para riego) en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, y los estándares internacionales como referencia han permitido confirmar la presencia de metales pesados cuyas concentraciones sobrepasan los umbrales considerados como límites máximos permitidos para evitar efectos biológicos adversos en los sedimentos, como zinc, cadmio, arsénico, aluminio y hierro en sus aguas y zinc, arsénico, cobre, cadmio y plomo en sedimentos, principalmente en las zonas mineras (Potosí y Tacobamba) pero también fueron identificados en el río Pilcomayo, mostrando su capacidad de movilidad desde la fuente de contaminación.

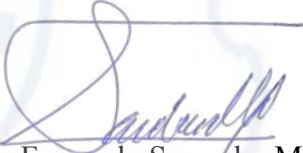
La valoración fisicoquímica – microbiológica a través del indicador de calidad de agua (ICA) y de contaminación orgánica (ICO), en las ciudades de Potosí y Sucre muestran aguas que van de calidad mala a calidad muy mala en el caso del ICA y de aguas muy contaminadas a contaminadas en el caso del ICO en la zona urbana, aspecto que mejora en el río Pilcomayo a calidad media (ICA) y moderadamente contaminada y poco contaminadas (ICO) en la parte baja de la subcuenca, debido a la casi inexistente actividad antrópica que permite la auto recuperación.

En el caso de las actividades industriales se verificó que las descargas de las industrias seleccionadas para el muestreo no cumplen con lo establecido en el anexo 13-C del Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero para cuerpos de agua no clasificados, se identificó elevada carga orgánica y alta cantidad de colifecales principalmente.

Se identificaron y evidenciaron las causas de las deficiencias en el desempeño ambiental de las entidades que formaron el sujeto de examen. Para eliminar o minimizar esas causas se formularon cuarenta y cinco recomendaciones dirigidas a mejorar el trabajo de las entidades, lo que repercutirá en el mejoramiento de la condición del ecosistema afectado por las actividades mineras y las aguas residuales domésticas e industriales.

La Paz, 21 de julio de 2020.

  
Ing. Roberto Edgar Pérez Cánepa  
GERENTE DE AUDITORÍA AMBIENTAL

  
Ing. Luis Fernando Saavedra Morató  
SUBCONTRALOR DE AUDITORÍAS TÉCNICAS

Cúmplase con las recomendaciones  
contenidas en el informe que antecede  
conforme el Art. 16 de la Ley 1178, bajo  
apercibimiento de responsabilidad

La Paz, ..... 21 de JULIO 2020 .....

  
Dr. Henry Daza Ara Pérez  
CONTRALOR GENERAL DEL ESTADO

**ANEXOS**  
**Informe de auditoría ambiental**  
**K2/AP03/G18-E1**



**ANEXO 1**  
**Detalle de los criterios, indicadores y métodos empleados en la auditoría ambiental**

N°	Criterios	Indicadores	Métodos
<b>Objetivo específico 1: evaluar la efectividad de las acciones vinculadas a la mitigación de los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, ocasionados por la actividad minera.</b>			
<b>1</b>	El Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), el Ministerio de Minería y Metalurgia (MMM) y los Gobiernos Autónomos Municipales (GAM) de Chaquí, Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla y Ckochas, dentro sus jurisdicciones, realizaron acciones de control efectivas para el cumplimiento del Programa de Prevención y Mitigación y Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental por los actores productivos mineros, para la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta <sup>1</sup> .	<ol style="list-style-type: none"> <li># de inspecciones realizadas por el MMAyA con la participación del MMM y los GAM (dentro su jurisdicción) a cada actividad minera con licencia ambiental para la verificación del cumplimiento del PASA/# mínimo de inspecciones que debían realizar, dentro del periodo de evaluación.</li> <li>Acciones del MMAyA derivadas de las inspecciones realizadas junto al MMM y los GAM a las actividades mineras con observaciones.</li> </ol>	<p>Al MMAyA y al GAD de Potosí se solicitaron las inspecciones realizadas, dentro del periodo de evaluación, a todas las actividades mineras identificadas en la zona de estudio con Licencia Ambiental. De las actividades con inspecciones se solicitaron los IRAP<sup>2</sup> para su revisión.</p> <p>La información solicitada se revisó en dependencias del MMAyA y del GAD de Potosí, respectivamente. Se solicitó una copia de las inspecciones y los IRAP, así como de la evidencia de las acciones resultantes de las inspecciones.</p>
<b>2</b>	El Gobierno Autónomo Departamental (GAD) de Potosí, el Ministerio de Minería y Metalurgia y los Gobiernos Autónomos Municipales de Chaquí, Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla y Ckochas, dentro sus jurisdicciones, realizaron acciones de control efectivas para el cumplimiento del Programa de Prevención y Mitigación y Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental por los actores productivos mineros, para la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta <sup>3</sup> .	<ol style="list-style-type: none"> <li># de inspecciones realizadas por el GAD de Potosí con la participación del MMM y los GAM (dentro su jurisdicción) a cada actividad minera con licencia ambiental para la verificación del cumplimiento del PASA/# mínimo de inspecciones que debían realizar, dentro el periodo de evaluación.</li> <li>Acciones del GAD de Potosí derivadas de las inspecciones realizadas junto al MMM y los GAM a las actividades mineras con observaciones.</li> </ol>	<p>Adicionalmente se solicitó al MMM y los GAM de Chaquí, Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla, Ckochas y San Lucas las inspecciones realizadas a las actividades mineras con Licencia Ambiental, emplazadas dentro la zona de estudio.</p>

<sup>1</sup> Inicialmente fue considerado el municipio de San Lucas, pero como se evidenció que no existen actividades mineras con categoría 1, 2 y 3 (que no sean AMIAC) en ese municipio, fue excluido para la evaluación de la condición para este criterio.

<sup>2</sup>IRAP: Instrumentos de Regulación de Alcance Particular, son todos los instrumentos previstos en la legislación ambiental vigente utilizados para la tramitación de la Licencia Ambiental y las actividades de seguimiento, control y monitoreo ambiental.

<sup>3</sup> En el MPA se diseñó un criterio para evaluar las acciones de control del GAD de Chuquisaca, el MMM y el GAM de San Lucas, a las AOP con licencia ambiental en el departamento de Chuquisaca dentro la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, considerando que podrían existir AOP con categoría 1, 2 y 3 (dado que el GAD de Chuquisaca no proporcionó información completa del estado de adecuación de las actividades mineras). Sin embargo, luego de la presentación del MPA a las entidades sujeto de examen (03/07/2019), el GAD de Chuquisaca informó el 19 de junio de 2019, que en el municipio

N°	Criterios	Indicadores	Métodos
3	El Gobierno Autónomo Departamental de Potosí, realizó acciones de control ambiental efectivas para el cumplimiento de lo establecido en los capítulos II, III y IV del título IX del RAAM y el artículo 17 del RMCH de las actividades mineras menores con impactos ambientales conocidos no significativos (AMIAC), para la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Número de AMIAC que presentaron informe de caracterización de aguas residuales dentro el periodo de evaluación/total de AMIAC existentes en los municipios de Yocalla, Tacobamba, Tinguipaya, Betanzos, Potosí, Ckochas y Chaquí dentro la zona de estudio<sup>4</sup>.</li> <li>2. Número de AMIAC que cumplen con los límites permisibles en la normativa ambiental/ Número de AMIAC que presentaron informe de caracterización de aguas residuales dentro el periodo de evaluación.</li> <li>3. Número de inspecciones realizadas a las AMIAC dentro el periodo de evaluación/ total de AMIAC existentes en los municipios de Yocalla, Tacobamba, Tinguipaya, Betanzos, Potosí, Ckochas y Chaquí dentro la zona de estudio.<sup>5</sup></li> </ol>	<p>Al GAD de Potosí y al GAD de Chuquisaca, se solicitaron los informes de caracterización de aguas residuales de las AMIAC que se desarrollan en cada departamento dentro la zona de estudio.</p> <p>Asimismo, se solicitaron las inspecciones realizadas a las AMIAC dentro el periodo de evaluación.</p>
4	El Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca, realizó acciones de control ambiental efectivas para el cumplimiento de lo establecido en los capítulos II, III y IV del título IX del RAAM y el artículo 17 del RMCH de las actividades mineras menores con impactos ambientales conocidos no significativos (AMIAC), para la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Número de AMIAC que presentaron informe de caracterización de aguas residuales dentro el periodo de evaluación/total de AMIAC existentes en el municipio de San Lucas dentro la zona de estudio<sup>6</sup>.</li> <li>2. Número de AMIAC que cumplen con los límites permisibles en la normativa ambiental/ Número de AMIAC que presentaron informe de caracterización de aguas residuales dentro el periodo de evaluación.</li> <li>3. Número de inspecciones realizadas a las AMIAC dentro el periodo de evaluación/ total de AMIAC existentes en el municipio de San Lucas dentro la zona de estudio.</li> </ol>	
5	El Ministerio de Medio Ambiente y Agua realizó efectivas gestiones para la otorgación de Licencias Ambientales a los actores productivos mineros, para la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Información existente en el MMAyA respecto de las actividades mineras que no cuentan con Licencia Ambiental.</li> <li>2. Acciones realizadas por el MMAyA para la otorgación de la Licencia Ambiental a las actividades mineras que no cuentan con dicho documento.</li> </ol>	Se solicitó información al MMAyA, MMM, (inspecciones, base de datos, registros, informes, cartas de denuncia u otros), sobre las actividades mineras sin Licencia Ambiental que se encuentran dentro la zona delimitada de estudio.

de San Lucas todas las AOP se encuentran clasificadas como AMIAC. Tomando en cuenta esta información se definió eliminar el criterio precitado e incluir dos criterios que permitan evaluar las acciones de control a las AMIAC que debe realizar la AACD.

<sup>4</sup> El primer indicador diseñado en el Memorándum de Planificación de Auditoría fue modificado para una aplicación cabal del mismo, aclarando en su texto que el total de AMIAC consideradas en el indicador serán aquellas que debían presentar informe de caracterización de aguas residuales dentro el periodo de evaluación, considerando la fecha de otorgación de licencia ambiental.

<sup>5</sup> En concordancia con el cambio realizado al primer indicador, el tercero también fue ajustado para una mejor aplicación.

<sup>6</sup> Los indicadores 1 y 3 del criterio 4 fueron modificados, en concordancia con el cambio realizado al primer y tercer indicador del criterio 3.

N°	Criterios	Indicadores	Métodos
6	El Ministerio de Minería y Metalurgia realizó efectivas gestiones para la otorgación de Licencias Ambientales a los actores productivos mineros, para la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Información existente en el MMM respecto de las actividades mineras que no cuentan con Licencia Ambiental.</li> <li>2. Acciones realizadas por el MMM para promover la otorgación de la Licencia Ambiental a las actividades mineras que no cuentan con dicho documento.</li> </ol>	Se solicitó documentación de respaldo, sobre las acciones realizadas para que esas actividades mineras cuenten con Licencia Ambiental. Se realizaron consultas y entrevistas para obtener información complementaria.
7	El Gobierno Autónomo Departamental de Potosí realizó efectivas gestiones para la otorgación de Licencias Ambientales a los actores productivos mineros, para la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Información existente en el GAD de Potosí respecto de las actividades mineras que no cuentan con Licencia Ambiental.</li> <li>2. Acciones realizadas por el GAD de Potosí para la otorgación de la Licencia Ambiental a las actividades mineras que no cuentan con dicho documento.</li> </ol>	Se solicitó al GAD de Potosí y al GAD de Chuquisaca, inspecciones, base de datos, registros, informes, cartas de denuncia u otros que tengan que ver con las actividades mineras sin Licencia Ambiental que se encuentran dentro de la zona delimitada de estudio.
8	El Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca realizó efectivas gestiones para la otorgación de Licencias Ambientales a los actores productivos mineros, para la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Información existente en el GAD de Chuquisaca respecto de las actividades mineras que no cuentan con Licencia Ambiental.</li> <li>2. Acciones realizadas por el GAD de Chuquisaca para la otorgación de la Licencia Ambiental a las actividades mineras que no cuentan con dicho documento.</li> </ol>	Asimismo, se solicitó documentación de respaldo sobre las acciones realizadas para que esas actividades mineras cuenten con Licencia Ambiental. Se realizaron consultas y entrevistas para obtener información complementaria.
9	El Gobierno Autónomo Municipal de Chaquí realizó efectivas gestiones para la otorgación de Licencias Ambientales a los actores productivos mineros, para la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Información existente en el GAM de Chaquí respecto de las actividades mineras que operan en su jurisdicción sin Licencia Ambiental.</li> <li>2. # de actividades mineras que operan en el municipio de Chaquí sin L.A que fueron reportadas a la Gobernación de Potosí/# de actividades mineras que operan en el municipio de Chaquí sin L.A.</li> </ol>	Se solicitó a los GAM de Chaquí, Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla, Chochas y San Lucas un reporte de las actividades mineras que operan dentro sus jurisdicciones sin Licencia Ambiental.
10	El Gobierno Autónomo Municipal de Betanzos realizó efectivas gestiones para la otorgación de Licencias Ambientales a los actores productivos mineros, para la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Información existente en el GAM de Betanzos respecto de las actividades mineras que operan en su jurisdicción sin Licencia Ambiental.</li> <li>2. # de actividades mineras que operan en el municipio de Betanzos sin L.A que fueron reportadas a la Gobernación de Potosí/# de actividades mineras que operan en el municipio de Betanzos sin L.A.</li> </ol>	Se requirieron informes y/o notas remitidas a las Gobernaciones de Potosí y Chuquisaca, según corresponda, respecto del incumplimiento de las normas ambientales de estos operadores mineros. Se realizaron consultas y entrevistas para obtener información complementaria.
11	El Gobierno Autónomo Municipal de Potosí realizó efectivas gestiones para la otorgación de	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Información existente en el GAM de Potosí respecto de las actividades mineras que operan en su jurisdicción sin Licencia</li> </ol>	

N°	Criterios	Indicadores	Métodos
	Licencias Ambientales a los actores productivos mineros, para la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	Ambiental. 2. # de actividades mineras que operan en el municipio de Potosí sin L.A que fueron reportadas a la Gobernación de Potosí/# de actividades mineras que operan en el municipio de Potosí sin L.A.	
12	El Gobierno Autónomo Municipal de Tacobamba realizó efectivas gestiones para la otorgación de Licencias Ambientales a los actores productivos mineros, para la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	1. Información existente en el GAM de Tacobamba respecto de las actividades mineras que operan en su jurisdicción sin Licencia Ambiental. 2. # de actividades mineras que operan en el municipio de Tacobamba sin L.A que fueron reportadas a la Gobernación de Potosí/# de actividades mineras que operan en el municipio de Tacobamba sin L.A.	
13	El Gobierno Autónomo Municipal de Tinguipaya realizó efectivas gestiones para la otorgación de Licencias Ambientales a los actores productivos mineros, para la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	1. Información existente en el GAM de Tinguipaya respecto de las actividades mineras que operan en su jurisdicción sin Licencia Ambiental. 2. # de actividades mineras que operan en el municipio de Tinguipaya sin L.A que fueron reportadas a la Gobernación de Potosí/# de actividades mineras que operan en el municipio de Tinguipaya sin L.A.	
14	El Gobierno Autónomo Municipal de Yocalla realizó efectivas gestiones para la otorgación de Licencias Ambientales a los actores productivos mineros, para la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	1. Información existente en el GAM de Yocalla respecto de las actividades mineras que operan en su jurisdicción sin Licencia Ambiental. 2. # de actividades mineras que operan en el municipio de Yocalla sin L.A que fueron reportadas a la Gobernación de Potosí/# de actividades mineras que operan en el municipio de Yocalla sin L.A.	
15	El Gobierno Autónomo Municipal de Ckochas realizó efectivas gestiones para la otorgación de Licencias Ambientales a los actores productivos mineros, para la mitigación de los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	1. Información existente en el GAM de Ckochas respecto de las actividades mineras que operan en su jurisdicción sin Licencia Ambiental. 2. # de actividades mineras que operan en el municipio de Ckochas sin L.A que fueron reportadas a la Gobernación de Potosí/# de actividades mineras que operan en el municipio de Ckochas sin L.A.	
16	El Gobierno Autónomo Municipal de San Lucas realizó efectivas gestiones para la otorgación de Licencias Ambientales a los actores productivos mineros, para la mitigación de los impactos	1. Información existente en el GAM de San Lucas respecto de las actividades mineras que operan en su jurisdicción sin Licencia Ambiental. 2. # de actividades mineras que operan en el municipio de San	

N°	Criterios	Indicadores	Métodos
	ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	Lucas sin L.A que fueron reportadas a la Gobernación de Chuquisaca/# de actividades mineras que operan en el municipio de San Lucas sin L.A.	
<b>Objetivo específico 2: Evaluar la efectividad de las acciones vinculadas a la mitigación de los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, ocasionados por las aguas residuales domésticas.</b>			
17	El Gobierno Autónomo Departamental de Potosí realizó acciones efectivas para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Potosí, a fin de mitigar los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	Acciones realizadas por el Gobierno Autónomo Departamental de Potosí para elaborar, financiar y/o ejecutar de forma subsidiaria planes y/o proyectos para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí.	Se solicitó al GAD de Potosí, documentación generada desde el año 2010, sobre gestiones para elaborar, financiar y/o ejecutar de forma subsidiaria proyectos para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí. Se realizaron consultas y entrevistas para obtener información complementaria.
18	El Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca realizó acciones efectivas para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales generadas en la ciudad de Sucre que no llegan a la PTAR del Campanario, a fin de mitigar los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	Acciones realizadas por el Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca para elaborar, financiar y/o ejecutar de forma subsidiaria planes y/o proyectos para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Sucre que no llegan a la PTAR del Campanario.	Se solicitó al GAD de Chuquisaca, documentación generada desde el año 2010, sobre gestiones para elaborar, financiar y/o ejecutar de forma subsidiaria proyectos para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Sucre que no llegan a la PTAR del Campanario. Se realizaron consultas y entrevistas para obtener información complementaria.
19	El Gobierno Autónomo Municipal de Potosí realizó acciones efectivas para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Potosí, a fin de mitigar los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	Acciones realizadas por el Gobierno Autónomo Municipal de Potosí, para la gestión de proyectos de implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí.	Se solicitó al GAM de Potosí, documentación generada desde el año 2010, sobre las gestiones realizadas para la implementación de un sistema de tratamiento para las aguas residuales de la ciudad de Potosí. Se realizaron consultas y entrevistas para obtener información complementaria.
20	El Gobierno Autónomo Municipal de Sucre realizó acciones efectivas para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas generadas en la	Acciones realizadas por el Gobierno Autónomo Municipal de Sucre, para la gestión de proyectos de implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Sucre que no son	Se solicitó al GAM de Sucre, documentación generada desde el año 2010, sobre las gestiones realizadas para



N°	Criterios	Indicadores	Métodos
	ciudad de Sucre que no llegan a la PTAR del Campanario, a fin de mitigar los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	tratadas en la PTAR del Campanario.	la implementación de un sistema de tratamiento para las aguas residuales de la ciudad de Sucre que no llegan a la PTAR del Campanario. Se realizaron consultas y entrevistas para obtener información complementaria.
21	El Ministerio de Medio Ambiente y Agua realizó acciones efectivas para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Potosí y para las aguas residuales generadas en la ciudad de Sucre que no llegan a la PTAR del Campanario, a fin de mitigar los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	Acciones realizadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua para que el estudio TESA o EDTP <sup>7</sup> (según corresponda) de implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí y aquellas que no llegan a la PTAR de la ciudad de Sucre, sea revisado hasta que el mismo sea técnicamente viable, cumpla con las normas y reglamentos vigentes del sector y se gestione su financiamiento.	Se solicitó al MMAyA, la documentación generada desde el año 2010, relacionada con las acciones realizadas respecto de la revisión de estudio TESA o EDTP, (dependiendo de la temporalidad) elaborados para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en el municipio de Potosí y de aquellas que no llegan al PTAR El Campanario de la ciudad de Sucre, para que cumpla con las normas vigentes y se pueda gestionar su financiamiento. Se realizaron consultas y entrevistas para obtener información complementaria.
22	La Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico realizó acciones efectivas para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Potosí y para las aguas residuales generadas en la ciudad de Sucre que no llegan a la PTAR del Campanario, a fin de mitigar los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	Acciones de la AAPS para velar por el cumplimiento de las obligaciones de AAPOS y ELAPAS establecidas en sus contratos de concesión, con respecto de la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales generadas en el municipio de Potosí y en el área de concesión de ELAPAS en el municipio de Sucre cuyas aguas no llegan a la PTAR del Campanario.	Se solicitó información a la AAPS, generada desde el año 2010, relacionada con el cumplimiento del contrato de concesión por parte de AAPOS y ELAPAS en lo que respecta a la implementación de un sistema de tratamiento para las aguas residuales en la ciudad de Potosí y para aquellas que no llegan a la PTAR en Sucre, respectivamente. Asimismo se requirió

<sup>7</sup> TESA: Estudio integral Técnico, Económico, Social y Ambiental, se realiza la preparación basándose en la alternativa técnica seleccionada en el EI y la evaluación socioeconómica y financiera privada del proyecto, para obtener indicadores de rentabilidad y tomar decisiones sobre la inversión del proyecto de inversión pública, artículo 5 del Reglamento Básico de Preinversión aprobado mediante Resolución Ministerial N° 29/2007 del Ministerio de Planificación del Desarrollo. El Reglamento Básico de Preinversión aprobado mediante Resolución Ministerial N° 115 de 12 de mayo de 2015, que deja sin efecto la Resolución Ministerial N° 29/2007 del Ministerio de Planificación del Desarrollo, establece en su artículo 6, que para la ejecución de proyectos de inversión pública, se elaborará un solo Estudio de Diseño Técnico de Preinversión – EDTP, independientemente del tamaño, complejidad o monto de la inversión, cuyo contenido deberá proporcionar información objetiva, comparable confiable, oportuna y suficiente, para la correcta asignación de recursos públicos a la inversión.

N°	Criterios	Indicadores	Métodos
			documentación que respalde las acciones realizadas por la AAPS ante el incumplimiento del contrato de concesión por AAPOS y ELAPAS respecto del tratamiento de las aguas residuales. Se realizaron consultas y entrevistas para obtener información complementaria.
23	La Administración Autónoma para Obras Sanitarias – AAPOS realizó acciones efectivas para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Potosí, a fin de mitigar los impactos ambientales generados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	<p>Acciones realizadas por AAPOS para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales generadas en su área de concesión.</p> <p>Los Planes de Desarrollo Quinquenal de AAPOS elaborados dentro el periodo de evaluación, incluyen la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales<sup>8</sup>.</p>	<p>Se solicitó a AAPOS documentación generada desde el año 2010, sobre las acciones realizadas para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí, tomando en cuenta que es una obligación establecida en el contrato de concesión firmando con la AAPS.</p> <p>Se requirieron los Planes Estratégicos de Desarrollo del Servicio, elaborados dentro el periodo de evaluación, para revisar los objetivos y metas establecidas respecto del tratamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad de Potosí. Se realizaron consultas y entrevistas para obtener información complementaria.</p>
24	La Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre – ELAPAS realizó acciones efectivas para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas generadas en la ciudad de Sucre que no llegan a la PTAR del Campanario que se encuentran dentro su área de concesión, a fin de mitigar los impactos ambientales generados a los	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Acciones realizadas por ELAPAS para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales generadas en su área de concesión que no llegan a la PTAR del Campanario.</li> <li>2. Los Planes de Desarrollo Quinquenal de ELAPAS, elaborados dentro el periodo de evaluación, incluyen la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales.</li> </ol>	Se solicitó a ELAPAS documentación generada desde el año 2010, sobre las acciones realizadas para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Sucre que no llegan a la PTAR del Campanario, tomando en cuenta que

<sup>8</sup> Para una mejor aplicación del indicador se modificó la evaluación de los Planes Estratégicos de Desarrollo del Servicio por la evaluación de Planes de Desarrollo Quinquenal. Los primeros se elaboran para un periodo igual al de la concesión y señala los objetivos y metas generales a alcanzar en ese periodo. Los Planes de Desarrollo Quinquenal son la propuesta específica y detallada de los objetivos y metas claramente definidos y sustentados para el quinquenio.

N°	Criterios	Indicadores	Métodos
	cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta <sup>9</sup>		<p>es una obligación establecida en el contrato de concesión firmando con la AAPS.</p> <p>Se requerirán los Planes Estratégicos de Desarrollo del Servicio, elaborados dentro el periodo de evaluación, para revisar los objetivos y metas establecidas respecto del tratamiento de las aguas residuales generadas en la ciudad de Sucre. Se realizaron consultas y entrevistas para obtener información complementaria.</p>
25	La Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre – ELAPAS realizó acciones efectivas para que los efluentes de la planta de tratamiento de la ciudad de Sucre cumplan con los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente.	Acciones realizadas por ELAPAS para que los efluentes de la PTAR del Campanario cumplan con los límites permisibles establecidos en la normativa vigente.	Se solicitó a ELAPAS información cronológica de las acciones realizadas para que los efluentes de la PTAR cumplan con los límites permisibles establecidos en la normativa vigente. Se solicitaron los reportes de laboratorio de los efluentes de las PTAR entre los años 2016 y mayo de 2019, para verificar si las acciones realizadas por ELAPAS mejoraron la calidad de los efluentes. Se realizaron consultas y entrevistas para obtener información complementaria.
26	El Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca realizó acciones de control efectivas para mejorar la calidad de los efluentes de la planta	1. # de inspecciones realizadas por el GAD de Chuquisaca a la PTAR para verificar la calidad de sus efluentes/# mínimo de inspecciones que debía realizar, dentro el periodo de	Se solicitaron inspecciones realizadas dentro el periodo de evaluación, así como los IRAPs de la PTAR de Sucre, así

<sup>9</sup> En el MPA no fue considerada ELAPAS para evaluar las acciones relacionadas con la implementación de un sistema de tratamiento para las aguas residuales que no llegan al PTAR El Campanario, de Chuquisaca, sin embargo, en la explicación del MPA (26/06/2019) el Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico solicitó su inclusión en la evaluación de este tema porque parte de las aguas residuales dentro su área de concesión no llegan a la PTAR (las generadas en los ríos Chico y Pajchiri), aspecto que fue corroborado por la AAPS el 27/06/2019. Por lo tanto se diseñó el criterio 24 para evaluar las acciones de ELAPAS para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales cuyas aguas no llegan a la PTAR del Campanario y se encuentran dentro su área de concesión. Con este nuevo criterio también fue necesario complementar los indicadores de los criterios 21 y 22 del MMAyA y la AAPS respectivamente.

N°	Criterios	Indicadores	Métodos
	de tratamiento de aguas residuales administrada por ELAPAS <sup>10</sup> .	evaluación <sup>11</sup> . 2. Acciones resultantes de las inspecciones que mejoraron la calidad de los efluentes de la PTAR del Campanario, para el cumplimiento de los límites permisibles establecidos en el RMCH.	como la evidencia de las acciones realizadas luego de las inspecciones. Se realizaron consultas y entrevistas para obtener información complementaria.
<b>Objetivo específico 3: Evaluar la efectividad de las acciones vinculadas a la mitigación de los impactos ambientales negativos a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, ocasionados por la actividad industrial.</b>			
27	El Gobierno Autónomo Municipal de Potosí realizó efectivas acciones de control a las actividades industriales de la ciudad de Potosí, a fin de mitigar los impactos ambientales ocasionados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta <sup>12</sup> .	<p><i>Para las actividades industriales con Licencia Ambiental en el municipio de Potosí</i></p> <p>1. # de inspecciones realizadas a cada actividad industrial con licencia ambiental para la verificación de lo estipulado en el PMA y el Informe Ambiental Anual/# mínimo de inspecciones que debían realizar, dentro el periodo de evaluación.</p> <p><i>Para las actividades industriales categoría 4</i></p> <p>2. # de actividades industriales categoría 4 que generan efluentes líquidos con automonitoreo de sus efluentes/# de actividades industriales categoría 4 en el municipio de Potosí que generan efluentes líquidos.</p> <p>3. Acciones realizadas por la IAGM de Potosí para que las actividades industriales con categoría 4 que generar descargas líquidas cumplan con los automonitoreos de sus efluentes, en el marco de los IRAG<sup>13</sup>.</p> <p><i>Para las actividades industriales sin Licencia Ambiental</i></p> <p>4. Acciones realizadas por la IAGM de Potosí para que las actividades industriales cuenten con Licencia Ambiental.</p>	<p>Se solicitó a las Instancias Ambientales de los Gobiernos Municipales (IAGM) de Potosí y Sucre la base de datos del Registro Ambiental Industrial (RAI) de las actividades industriales existentes en sus respectivos municipios. De esta base de datos se seleccionaron las actividades industriales que generan efluentes líquidos dentro sus procesos productivos.</p> <p>Se solicitaron los IRAPs e inspecciones realizadas a las actividades industriales con categoría 1, 2 y 3 que generen efluentes líquidos.</p> <p>Se solicitó el RAI de las actividades industriales con categoría 4. Se requerirá también información sobre las acciones realizadas por las IAGMs para que las actividades industriales que generan</p>

<sup>10</sup> El criterio diseñado en el MPA señalaba lo siguiente: « El Gobierno Autónomo Departamental de Chuquisaca realizó acciones de control efectivas para el cumplimiento del Programa de Prevención y Mitigación y Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental de la planta de tratamiento de aguas residuales administrada por ELAPAS», sin embargo, la evaluación de la evidencia obtenida para la aplicación de los indicadores, obligó a modificar el criterio debido a que el Plan de Adecuación Ambiental del Manifiesto Ambiental, no incluía deficiencias ni acciones o medidas de mitigación relacionadas con la mejora de la calidad de los efluentes de la PTAR y hacía al criterio inaplicable.

<sup>11</sup> En concordancia con el criterio el indicador también fue modificado para evaluar la calidad de los efluentes y no el cumplimiento del PASA.

<sup>12</sup> El criterio diseñado en el MPA señalaba lo siguiente: «El Gobierno Autónomo Municipal de Potosí realizó efectivas acciones de control a las actividades industriales de la ciudad de Potosí para verificar lo estipulado en su Plan de Manejo Ambiental, a fin de mitigar los impactos ambientales ocasionados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta», sin embargo, los indicadores también fueron diseñados para evaluar las acciones de control a las actividades industriales que no cuentan con licencia ambiental, por lo que se modificó el criterio para una mejor aplicación del mismo. Esta modificación también se desarrolló para el criterio diseñado para la municipalidad de Sucre.

<sup>13</sup> Instrumentos de Regulación de Alcance General.

N°	Criterios	Indicadores	Métodos
28	El Gobierno Autónomo Municipal de Sucre realizó efectivas acciones de control a las actividades industriales de la ciudad de Sucre, a fin de mitigar los impactos ambientales ocasionados a los cuerpos de agua de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta.	<p><i>Para las actividades industriales con Licencia Ambiental en el municipio de Sucre</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. # de inspecciones realizadas a cada actividad industrial con licencia ambiental para la verificación de lo estipulado en el PMA y el Informe Ambiental Anual/# mínimo de inspecciones que debían realizar, dentro del periodo de evaluación.</li> </ol> <p><i>Para las actividades industriales categoría 4</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. # de actividades industriales categoría 4 que generan efluentes líquidos con automonitoreo de sus efluentes/# de actividades industriales categoría 4 en el municipio de Potosí que generan efluentes líquidos.</li> <li>3. Acciones realizadas por la IAGM de Sucre para que las actividades industriales con categoría 4 que generar descargas líquidas cumplan con los automonitoreos de sus efluentes, en el marco de los IRAG.</li> </ol> <p><i>Para las actividades industriales sin Licencia Ambiental</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Acciones realizadas por la IAGM de Sucre para que las actividades industriales cuenten con Licencia Ambiental.</li> </ol>	<p>efluentes líquidos y son categoría 4 cumplan con la prevención y control de sus descargas.</p> <p>A partir de la base de datos del RAI se contó con el listado de actividades industriales que no cuentan con Licencia Ambiental. De dicho listado se solicitó información a las IAGM respecto de las acciones que realizaron para que las mismas obtengan su respectiva Licencia Ambiental.</p>
29	Las acciones de la Administración Autónoma para Obras Sanitarias – AAPOS fueron efectivas en lo que respecta al cumplimiento de lo estipulado en los convenios suscritos con las actividades industriales para la descarga de sus efluentes líquidos al sistema de alcantarillado sanitario.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. # de convenios firmados por AAPOS con las actividades industriales que generan descargas líquidas/# de industrias que descargan sus efluentes al sistema de alcantarillado dentro el área de concesión de AAPOS.</li> <li>2. # monitoreos realizados por AAPOS a las descargas líquidas de cada una de las actividades industriales con las que tiene convenio/# monitoreos que debía haber realizado según convenio.</li> </ol>	Se solicitó a AAPOS y yELAPAS los convenios firmados con las actividades industriales que descargan sus efluentes líquidos a su sistema de alcantarillado. Se verificó el cumplimiento de estos convenios por parte de las actividades industriales, en lo que respecta a la calidad de las descargas.
30	Las acciones de la Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre – ELAPAS fueron efectivas en lo que respecta al cumplimiento de lo estipulado en los convenios suscritos con las actividades industriales para la descarga de sus efluentes líquidos al sistema de alcantarillado sanitario.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. # de convenios firmados por ELAPAS con las actividades industriales que generan descargas líquidas/# de industrias que descargan sus efluentes al sistema de alcantarillado dentro el área de concesión de ELAPAS.</li> <li>2. # monitoreos realizados por ELAPAS a las descargas líquidas de cada una de las actividades industriales con las que tiene convenio/# monitoreos que debía haber realizado según convenio.</li> </ol>	Además se solicitaron los monitoreos realizados por AAPOS y ELAPAS a las descargas líquidas de las actividades industriales con las que tiene convenio. Los monitoreos a revisar serán aquellos que se realizaron dentro del periodo de evaluación.

**ANEXO 2**  
**Mapas del informe de auditoría ambiental**  
**K2/AP03/G18-E1**

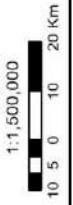
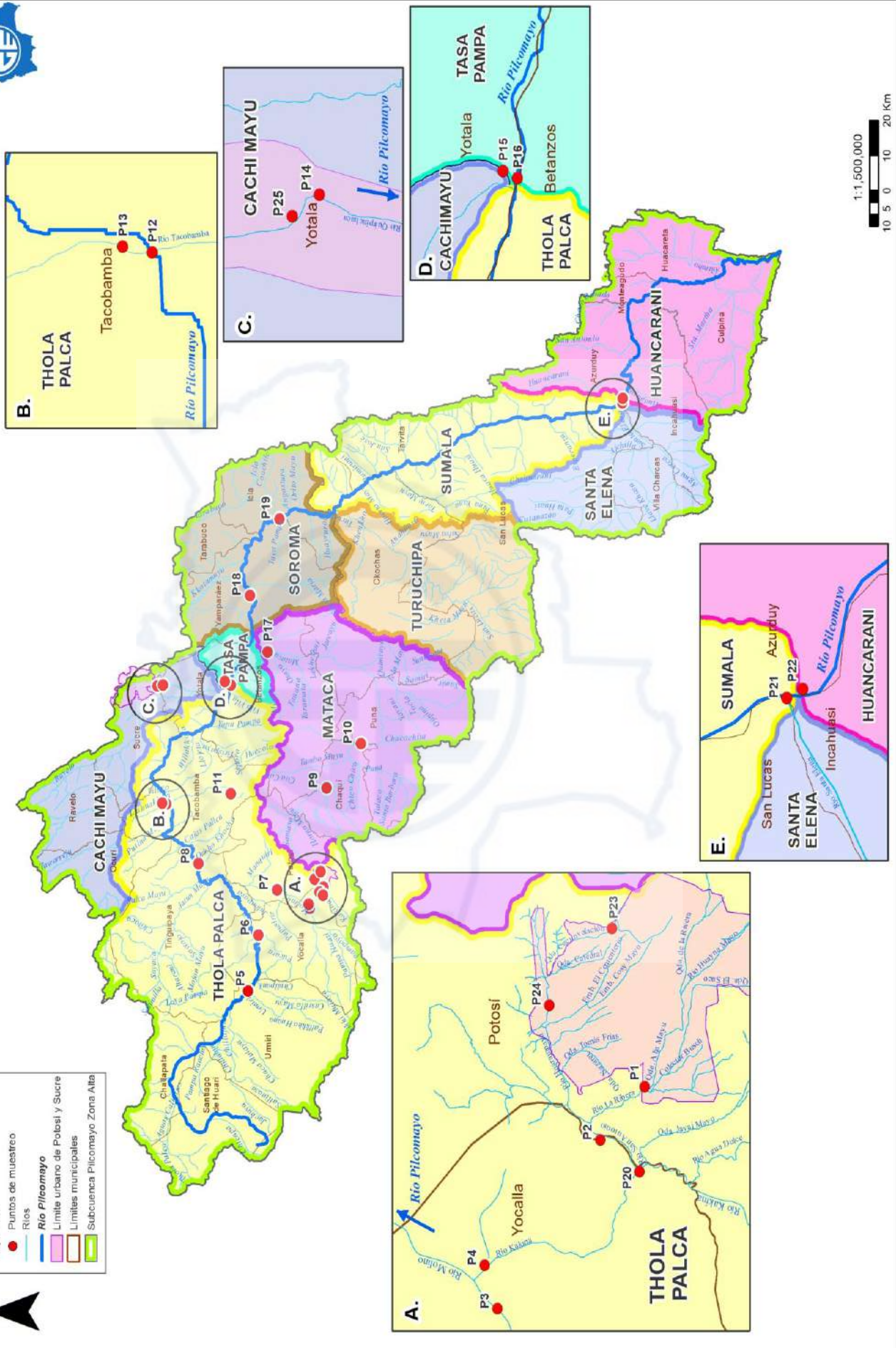




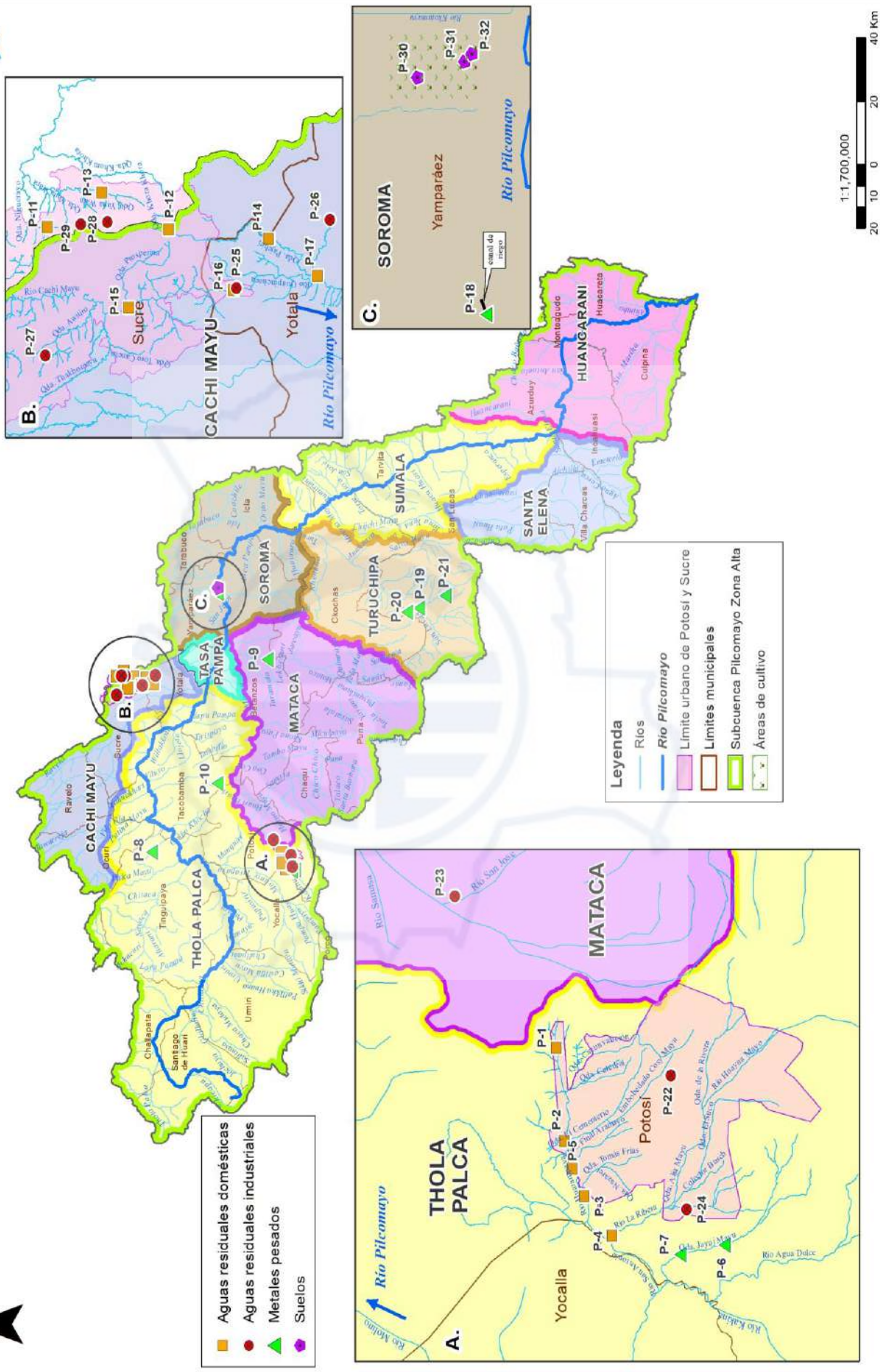
**MAPA 1. PRIMERA CAMPAÑA DE MUESTREO - 2018**

**Leyenda**

- Puntos de muestreo
- Ríos
- Río Pilcomayo
- Límite urbano de Potosí y Sucre
- Límites municipales
- Subcuenca Pilcomayo Zona Alta



# MAPA 2. SEGUNDA CAMPAÑA DE MUESTREO - 2019





### ANEXO 3

#### Actividades mineras con licencia ambiental en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta

N°	Municipio	Actividad minera	Observaciones	Código de Licencia Ambiental
1	Potosí	DIQUES DE COLAS LAGUNAS PAMPA I Y II DE LA ASOCIACIÓN DE INGENIOS POTOSÍ	Almacenamiento de los residuos mineros del proceso metalúrgico. Inicio de operaciones el año 2002, para la disposición final de colas de los ingenios de la Asociación de Ingenios Potosí. Solución temporal hasta la construcción del dique de colas de San Antonio. Plan de cierre, gestión 2013.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA). Licencia ambiental actualizada N° 050101-02-DAA-799/13
2	Potosí	CONCENTRACIÓN DE MINERALES COMPLEJOS, "INGENIO DANIELA" DE LA COMPAÑÍA METALÚRGICA VERA CRUZ LTDA.	Concentración de minerales. Estuvo paralizada por 3 años, hasta la gestión 2012, posteriormente inició el cierre de actividades.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-537(e)/08
3	Potosí	CONCENTRACIÓN DE MINERALES COMPLEJOS, "INGENIO JORGE" DE LA EMPRESA EMSL S.R.L.	Concentración de minerales. El año 2008 obtuvo la licencia ambiental a favor de la Compañía Metalúrgica Vera Cruz Ltda. El año 2017 se realizó transferencia a favor de la Empresa EMSL S.R.L.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-536/17
4	Potosí	PLANTA METALÚRGICA CABEZAS DE LA COMPAÑÍA MINERA CABEZAS S.R.L.	Concentración de minerales.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-2431/14
5	Potosí	OPERACIÓN INGENIO DE LA EMPRESA MINERA PATIÑO S.R.L.	Concentración de minerales. El año 2006 obtuvo licencia ambiental como Compañía Minera del Zinc. El año 2008 actualizó su licencia como Operación Ingenio de la Compañía Minera del Zinc S.R.L. (fuente: SNIA). El año 2010 se realizó la transferencia a favor de la empresa Minera Patiño S.R.L. (fuente: SNIA). El año 2012 solicitaron la transferencia a favor de la empresa "Empresa Minera Industrial La Chaca S.R.L.", (en el SNIA no hay reporte de la mencionada transferencia y de acuerdo al Informe Técnico –	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-633/10

N°	Municipio	Actividad minera	Observaciones	Código de Licencia Ambiental
			Legal MMAyA-VMA-DGMACC N° 830/012, recomendaron no dar curso a la transferencia por falta de la Declaración Jurada).	
6	Potosí	COOPERATIVA MINERA "10 DE NOVIEMBRE" LTDA.	Extracción de minerales complejos.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-1492/10
7	Potosí	COOPERATIVA MINERA 1RO DE ABRIL LTDA.	Actividades de explotación de Zn-Ag, la cooperativa tiene Contrato de Arrendamiento con la Cooperación Minera de Bolivia COMIBOL.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-N° 1629/15
8	Potosí	COOPERATIVA MINERA 27 DE MARZO LTDA.	Extracción del mineral.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) 050101/02/DAA/1645/10
9	Potosí	COOPERATIVA MINERA "7 DE SEPTIEMBRE" LTDA.	Explotación y concentración de mineral.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-1501/10
10	Potosí	COOPERATIVA MINERA CENTRAL MIXTA DE MINAS LIBRES LTDA.	Explotación de minerales. Cooperativa arrendataria de COMIBOL.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-1581/10 <sup>1</sup>
11	Potosí	COOPERATIVA MINERA "CKACHAS LIBRES Y PALLIRIS" LTDA.	Extracción de minerales.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-1502/10
12	Potosí	COOPERATIVA MINERA KUNTI LTDA.	Actividades de explotación, la cooperativa tiene Contrato de Arrendamiento con la Cooperación Minera de Bolivia COMIBOL.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-828/07
13	Potosí	COOPERATIVA MINERA "POTOSI KORY MAYU" LTDA.	Explotación de mineral.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-1563/10
14	Potosí	COOPERATIVA MINERA "VENEROS VILLA IMPERIAL" LTDA.	Extracción de minerales y concentración artesanal de estaño.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-1499/10
15	Potosí	EMPRESA MINERA BOLIVAR LTDA.	Concentración de minerales complejos.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-635/06
16	Potosí	EMPRESA MINERA	Explotación de complejos Zn-	Declaratoria de

<sup>1</sup>La licencia ambiental no está en la página del SNIA, el documento se obtuvo del MMM.

N°	Municipio	Actividad minera	Observaciones	Código de Licencia Ambiental
		BOLIVIANA ANDINA, PROYECTO: "INGENIO PETRA MINERALES"	Ag.	Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-643/06
17	Potosí	INGENIO SAN JUAN DE LA EMPRESA MINERO METALURGICO Y DE SERVICIOS TORO NEGRO S.R.L.	Concentración de minerales. El año 2006 obtuvo licencia ambiental a nombre de la Empresa minera, CANALMIN EXPORT S.R.L. (fuente: SNIA). El año 2008 actualizó su licencia ambiental a nombre del Ingenio San Juan de la Empresa Minera CANALMIN EXPORT S.R.L. (fuente: SNIA). El año 2016 se realizó transferencia a favor de la Empresa Minero Metalúrgico y de Servicios Toro Negro S.R.L.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) (Actualización) 050101-02-DAA-N° 646/16
18	Potosí	EMPRESA UNIPERSONAL "MILTON ADEMAR CAREAGA ALURRALDE"	Concentración de minerales. El año 2006, obtuvo licencia ambiental a nombre de Empresa Minera "Cerro de Plata la Aliada Potosí SRL". (fuente: SNIA) El año 2015, cambio de razón social a Empresa Unipersonal "Milton Ademar Careaga Alurralde". (fuente: SNIA)	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-628/06
19	Potosí	INGENIO SAN JOSE DE BERKE DE LA EMPRESA MINERA LA ESCONDIDA S.R.L.	Concentración de minerales. El año 2006, obtuvo licencia ambiental a nombre de Empresa Minera "Consagrada SRL – Ingenio San José de Berke", (fuente: SNIA). El año 2014 se realizó la transferencia a favor de la Empresa Minera La Escondida S.R.L., (fuente: SNIA).	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-644/14
20	Potosí	EMPRESA MINERA CORTES TORRICO	Concentración de minerales.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-649/06
21	Potosí	MINERA EMLEC LTDA., PROYECTO: "INGENIO ÑAÑAY"	Concentración de minerales.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) No 050101-02-DAA-N° 645-06
22	Potosí	OPERACIÓN MINERA SAN BARTOLOMÉ DE LA EMPRESA MINERA MANQUIRI S.A.	Explotación y concentración de minerales. El año 2004 obtuvo la licencia ambiental a nombre del Proyecto San Bartolomé de	Licencia Ambiental Actualizada N° 050101-02-DIA-1675/11

N°	Municipio	Actividad minera	Observaciones	Código de Licencia Ambiental
			la Empresa Minera Manquiri S.A. El año 2011 actualizó su PPM-PASA. (fuente: SNIA) Subsidiaria de la empresa Coeur d'Alene, licencia ambiental obtenida el año 2004, se proponen nuevas medidas para el Programa de Prevención y Mitigación (PPM) – Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA) y actualización del Plan de Cierre.	
23	Potosí	INGENIO METALÚRGICO PARA CONCENTRACIÓN DE MINERALES Y PRESA DE COLAS MINDES DE LA EMPRESA MINERALES DEL SUR MINDES S.R.L.	Concentración de minerales. La actividad también cuenta con una presa de colas, que provienen de las actividades de MINDES e Ingenio Cabezas.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-2430/14
24	Potosí	EMPRESA MINERA SAN SILVESTRE	Concentración de minerales.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) No 050101-02-DAA-648/06
25	Potosí	“INGENIO IMBOL” DE LA EMPRESA MINERA IMBOL S.A.	Concentración de Pb-Ag y Zn-Ag. El año 2006 obtuvo la licencia ambiental a nombre de la Empresa Minera Santa Lucía, Proyecto: “Ingenio IMSUR”, (fuente: SNIA). El año 2011 se realizó la transferencia en favor de la Empresa Minera IMBOL S.A., con el nombre de Ingenio IMBOL.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) 050101-02 - DAA N° 636/11
26	Potosí	EMPRESA MINERA Y COMERCIALIZADORA SAN PEDRO POTOSÍ DEL SUR	Concentración de minerales.	Declaratoria de Adecuación Ambiental(DAA) N° 050101-02-DAA-637/06
27	Potosí	PLANTA DE CONCENTRACIÓN YOLITA Y DE RESPONSABILIDAD COMPARTIDA CON LA PLANTA DE CONCENTRACIÓN ESTRELLA, LA PRESA DE COLAS MOJÓN PAMPA DE LA EMPRESA MINERA YOLITA S.R.L.	Concentración de minerales y presa de colas.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) 050101-02-DAA-2199/13
28	Potosí	GRUPO MINERO SAN JOSÉ OBRERO	Concentración de minerales.	Declaratoria de Adecuación Ambiental

N°	Municipio	Actividad minera	Observaciones	Código de Licencia Ambiental
		PROYECTO: "INGENIO COPACABANA"		(DAA) No 050101-02-DAA-N° 651/06
29	Potosí	INGENIO MINERO CASA BLANCA S.R.L.	Concentración de minerales. El ingenio cuenta con un dique de colas.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101/02/DAA/1825/11
30	Potosí	INGENIO MINERO SAN SEBASTIÁN DE LA EMPRESA MINERA SANTA ROSA LTDA.	Concentración de minerales. El año 2007, obtuvo licencia ambiental a nombre de Ingenio Minero San Sebastián. El año 2010 se realizó una transferencia a favor de la Empresa Minera Santa Rosa Ltda., (fuente: SNIA).	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-967/10
31	Potosí	PLANTA DE LIXIVIACIÓN DE MINERALES COMCO DE LA EMPRESA SINCHI WAYRA S.A.	Preparación, lixiviación y recuperación de metales. El año 1997, obtuvo su licencia ambiental. El año 2001, se realizó la emisión en primera instancia de la licencia ambiental, (fuente: SNIA). El año 2003 paralizaron la mayor parte de procesos. El año 2006 se actualizó la licencia ambiental a nombre de Planta de Lixiviación de Minerales COMCO de la Empresa Sinchi Wayra S.A., (fuente: SNIA). El año 2008 se realizó la paralización definitiva de la planta. El año 2009, se otorgó la autorización del plan de cierre, (fuente: SNIA). Plan de cierre y rehabilitación de la Planta de Lixiviación COMCO, inicio de cronograma de cierre 2009 y conclusión 2010, post cierre 2013.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) (Actualización) N° 050101-02-DAA-006/09
32	Potosí	PLANTA DE CONCENTRACION DE MINERALES SOMINKOR S.R.L. DE LA SOCIEDAD MINERO METALURGICA KORINCHO S.R.L. (SOMINKOR)	Procesamiento (concentración) de minerales.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) 050101/02/DAA/N° 2537/15
33	Potosí	PLANTA METALURGICA	Concentración de minerales.	Declaratoria de Adecuación Ambiental

N°	Municipio	Actividad minera	Observaciones	Código de Licencia Ambiental
		SOMEKK DE LA SOCIEDAD METALURGICA KARI KARI LTDA.		(DAA) 050101-02-DAA-N° 2840/15
34	Potosí	INGENIO METALÚRGICO ASUNCIÓN – EMPRESA MINERA CHOQUE INCLAN & HNOS.	Concentración de minerales.	Declaratoria de Adecuación Ambiental N°050101-02-DAA-1016/08
35	Potosí	EMPRESA MINERA ROLANDO S.R.L MINA SAN LUIS DE VILACOLLO	Concentración de minerales.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) No 050103-02-DAA-N° 611-05
36	Potosí	EMPRESA MINERA “CAREAGA ALURRALDE LTDA”	Tratamiento metalúrgico de minerales complejos.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-677/06
37	Potosí	EMPRESA CRISTO REDENTOR	Tratamiento de minerales.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-632/06
38	Potosí	CONCENTRACIÓN DE MINERALES DE LA EMPRESA MINERA ROLANDO S.R.L.	Extracción y explotación de Estaño. El 30 de junio de 2011 la AACN suspendió las actividades por falta implementación de medidas. El 15 de febrero de 2012, la AACN revocó parcialmente la resolución de paralización temporal <sup>2</sup> .	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-1066/09
39	Potosí	COOPERATIVA MINERA 23 DE MARZO LTDA	Explotación de minería subterránea.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) 050101/02/DAA/1630/10
40	Potosí	EMPRESA MINERA “ROYAL MINES IMPEX S.R.L.”	Concentración de minerales complejos.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N°050101-02-DAA-638/06
41	Potosí	COOPERATIVA MINERA “9 DE ABRIL” LTDA.	Explotación y extracción de minerales.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-1491/10
42	Potosí	Proyecto de Construcción del Dique de Colas San Antonio	Disposición final de residuos semisólidos productos de los ingenios que son parte de la Asociación de Ingenios Mineros de Potosí.	Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA) (Licencia Ambiental Actualizada) N°071102-02-DIA-2016/07

<sup>2</sup>Mediante Resolución Administrativa VMA N° 001/12, del 15 de febrero de 2012.

N°	Municipio	Actividad minera	Observaciones	Código de Licencia Ambiental
			El año 2004 la AACN otorgó LA con el nombre «Construcción del Dique de Colas San Antonio». (Fuente: SNIA), en el CEDOCA no existe registro de la nota remitida al Representante Legal. El año 2007 se actualizó la licencia ambiental, (Fuente: SNIA).	
43	Potosí	Operación Ingenio San Juanino de la Empresa Minera San Juanino	Concentración de minerales. El año 2008, obtuvo LA. En una inspección realizada en fecha 14/06/2016, personal de la actividad minera informó que desde septiembre de 2015, la AOP fue comprada por el señor Juan Manuel Cormis – Empresa minera Calamarca, actual operador del ingenio.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-1054/08
44	Potosí	Cooperativa minera Encarnación Ltda.	Explotación minera de complejos de zinc y plata.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-1493/10
45	Potosí	Empresa minera 7 Amigos S.R.L. del Ingenio Metalúrgico Bolívar	Concentración de minerales, cuenta con dique de colas.	Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA) 050103/02/DIA/4259/13
46	Potosí	Ingenio Anacleto Alave de la Cooperativa minera Potosí Ltda. “COMPOTOSI”	Concentración de minerales. El año 2006 obtuvo su licencia ambiental a nombre de la Empresa minera “Anacleto Alave S.R.L.”. El año 2014 se realizó transferencia de la actividad minera a la Cooperativa minera Potosí Ltda. “COMPOTOSI”, (fuente SNIA).	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-631/14
47	Potosí	Mínera Santa Catalina Ltda.	Concentración de minerales.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) No 050101-02-DAA-N° 639-06
48	Potosí y Yocalla	Proyecto Planta de Concentración de Minerales Complejos y Presa de Colas de la Empresa minera Corazón de Plata S.R.L.	Concentración de minerales. El año 2007 obtuvo su licencia ambiental a nombre de Proyecto Planta de Concentración de Minerales Complejos y Presa de Colas. El año 2013 actualizó su licencia ambiental, (fuente	Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA) (Licencia Ambiental Actualizada) N° 050103-02-DIA-2606/07

N°	Municipio	Actividad minera	Observaciones	Código de Licencia Ambiental
			SNIA).	
49	Yocalla	PROYECTO MINERO "ROSICLER II" DE LA COOPERATIVA MINERA UNIFICADA DE POTOSÍ LTDA.	Concentración de minerales. El año 2007 obtuvo su licencia ambiental a nombre de Proyecto Minero Rosicler II. El año 2010 se realizó la rectificación de la licencia ambiental del proyecto minero "Rosicler II" de la Empresa Unipersonal Ingenio Minero del Sur "IMSUR". El año 2010 se realizó la transferencia a favor de la Cooperativa Minera Unificada de Potosí Ltda., (Fuente SNIA).	Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA) (Licencia Ambiental) N° 050103-02-DIA-2832/10
50	Yocalla	PLANTA DE CONCENTRACIÓN Y PRESA DE COLAS CHASKA DE LA MINERA INDUSTRIAL CHASKA S.R.L.	Concentración de minerales. Planta de concentración y presa de colas.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) 050103-02-DAA-2133/13
51	Yocalla	BENEFICIO DE MINERALES DE LA MINERA INDUSTRIAL Y COMERCIAL LAMBOL S.A., PROYECTO: "INGENIO LAMBOL S.A. – POTOSÍ	Beneficio de concentrados de estaño. El año 2006 obtuvo licencia ambiental. El 2009 actualizó el Manifiesto Ambiental por incremento del proceso de concentración de Estaño. (fuente: SNIA)	Declaratoria de Adecuación Ambiental DAA N° 050103-02-DAA-630/09
52	Yocalla	Presa de colas KZMB	Almacenamiento de colas.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050103-02-DAA-2346/14
53	Yocalla	Planta de Concentración y Presa de Colas Jungie-Agua Dulce de la Empresa minera Jungie Mining Industry S.R.L.	Concentración de minerales, cuenta con dique de colas.	Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA) 050103/02/DIA/5900/14
54	Yocalla	Empresa Minera Santa Lucía Ltda.	Concentración de minerales, cuenta con dique de colas. El año 2006 obtuvo licencia ambiental a nombre de Proyecto: "Ingenio Santa Lucia" de la Empresa minera Santa Lucía. El año 2008 actualizó su licencia ambiental. El año 2012 actualizó su licencia ambiental de la Empresa minera Santa Lucía Ltda., (fuente: SNIA).	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) (Licencia Ambiental Actualizada) N° 050103-02-DAA-625/12
55	Tacobamba	COOPERATIVA MINERA	Explotación y extracción de	Declaratoria de



N°	Municipio	Actividad minera	Observaciones	Código de Licencia Ambiental
		“RESTAURADORA” LTDA.	minerales.	Adecuación Ambiental (DAA) N° 050101-02-DAA-1580/10
56	Tacobamba	COOPERATIVA MINERA “SAN FELIPE DE COLAVI” LTDA.	Explotación y extracción de minerales.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) N° 050303-02-DAA-1495/10
57	Tacobamba	EXPLORACIÓN CANUTILLOS DE JUNGIE MINING INDUSTRY S.R.L.	Explotación de material con contenido de Estaño.	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) 050303-02-DAA-2244/13
58	Tacobamba	“PLANTA DE LIXIVIACIÓN SAN ROQUE” DE LA EMPRESA MINERA TI-REX LTDA.	Concentración de plata.	Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA) N°050303-02-DIA3847/10
59	Chaquí	Planta Don Diego de la Compañía Minera Sinchi Wayra S.A.	Concentración de minerales, cuenta con dique de colas. El año 1997, obtuvo licencia ambiental a nombre de Planta Don Diego de la empresa Sinchi Wayra S.A. El año 2001 obtuvo la actualización de la licencia ambiental, (fuente: SNIA). El año 2004 obtuvo la licencia ambiental del PROYECTO: “PRESA DE COLAS CHILLIMOCO” DE LA COMPAÑÍA MINERA DEL SUR S.A. El año 2006 actualizó su licencia ambiental como Planta Don Diego y de la Presa de Colas Chillimoco. El año 2011 se realizó la integración de las licencias ambientales «Planta Don Diego» con licencia de fecha 15 de febrero de 2011 y «Presa de Colas Chillimoco» con licencia de fecha 19 de enero de 2006,(fuente SNIA).	Licencia Ambiental Integrada 050302-02-DAA-003/11
60	Ckochas	OPERACIÓN MINERA MELENA ALTA DE LA EMPRESA MINERA SANTA LUCÍA LTDA	Explotación de Minerales metálicos. (fuente: SNIA)	Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) 051103/02/DAA/1791/11

Fuente: evidencia recabada.

## ANEXO 4

### Actividades mineras sin licencia ambiental dentro la subcuenca Pilcomayo Zona Alta

N°	Municipio	Tipo de activad	Actor productivo minero
1	Chaquí	Mina (comunidad Pampa Grande )	comunidad Pampa Grande
2	Chaquí	Mina (comunidad Kehuaylluni)	comunidad Kehuaylluni
3	Chaquí	Mina (comunidad Chuquicayara)	comunidad Chuquicayara
4	Betanzos	Área minera Don Pablo	COMIBOL
5	Betanzos	Área minera María Teresa	Simón Estrada Borja
6	Betanzos	Área minera Regeneradora	Julia Estrada Borja
7	Betanzos	Área minera Virgen de Guadalupe II	Carlos Velarde Tapia
8	Betanzos	Área minera Virgen de Guadalupe III	Carlos Velarde Tapia
9	Betanzos	Área minera San Silvestre	Carlos Velarde Tapia
10	Betanzos	Área minera Santa Rogelia	José Antonio Velarde Tapia, Jhon Velarde Molina
11	Betanzos	Área minera Guadalupe	Ana Rubín de Celis
12	Betanzos	Área minera Señor de Maica	Doroteo Albino Mamani
13	Betanzos	Área minera San Juan	David Caballero Flores
14	Betanzos	Área minera Siporo	Cooperativa Minera Indígena Originaria Campesina SIPORO Ltda.
15	Betanzos	Área minera Juchuy Llagua*	Empresa C y M
16	Betanzos	Área minera Walinfaya*	Empresa Mina Walinfaya
17	Betanzos	Área minera Proyecto HERTRASS I*	Empresa Minera HERTRASS I
18	Betanzos	Operación minera de la comunidad Otuyo	Sin información
19	Potosí	Beneficio de minerales	Proyecto Ingenio Minero - PROMINBOL SRL
20	Potosí	Explotación de minerales	Cooperativa Minera Carmen Ltda.
21	Potosí	Beneficio de minerales	Cooperativa Minera COMPOTOSI Ltda. - Ingenio Metalúrgico COMPOTOSI
22	Potosí	Explotación de minerales	Cooperativa Minera El Progreso Ltda.
23	Potosí	Explotación de minerales	Cooperativa Minera La Salvadora Ltda. - Potosí
24	Potosí	Explotación de minerales	Cooperativa Minera Multiactiva Pailaviri Ltda.
25	Potosí	Explotación de relaves y desmontes	Cooperativa Minera Rosario Ltda.
26	Potosí	Explotación de minerales	Cooperativa Minera San Juan Ltda.
27	Potosí	Explotación de minerales	Cooperativa Minera Unificada Potosí Ltda.
28	Potosí	Beneficio de minerales	Cooperativa Minera Unificada Potosi ltda. - Ingenio Chaupi Planta
29	Potosí	Beneficio de minerales	Empresa Minera Occidental S.R.L.
30	Potosí	Beneficio de minerales	Empresa Minera PRIAME - Export
31	Potosí	Beneficio de minerales	Empresa Minera Zabaleta SRL
32	Potosí	Beneficio de minerales	FAUTAR METALS S.R.L. - Planta de Concentración y Presa de Colas - FAUTAR METALS
33	Potosí	Fundición y refinación	Gobierno Autónomo Departamental de Potosí - Planta de Fundición de Antimonio
34	Potosí	Beneficio de minerales	Ingenio Minero Esperanza
35	Potosí	Beneficio de minerales	INGENIO San Francisco - E.M. Francisco López Cala
36	Potosí	Fundición y refinación	Tecnologías en fundición Careaga Campos S.R.L. - Grupo Empresarial ORSA (TEC FUCCA S.R.L.) - Planta de Fundición
37	Potosí	Beneficio de minerales	Empresa Minera FAMVICAR SRL
38	Potosí	Beneficio de minerales	Procesadora de Minerales MIDELCO S.R.L.
39	Potosí	Beneficio de minerales	Cooperativa Minera 21 de diciembre LTDA
40	Potosí	Beneficio de minerales	Ingenio Minero Metalúrgico ROSA
41	Potosí	Beneficio de minerales	Cooperativa Minera Reserva Fiscal Ltda. (Cerro Rico)

N°	Municipio	Tipo de actividad	Actor productivo minero
42	Potosí	Beneficio de minerales	Cooperativa Minera Grito de Piedra LTDA. (Cerro Rico)
43	Potosí	Beneficio de minerales	Cooperativa Minera Sumac Orcko LTDA. (Cerro Rico)
44	Potosí	Planta de concentración de minerales y presa de colas.	Minera Rofel S.R.L.*.
45	Potosí	Planta de concentración de minerales y presa de colas.	Empresa de Servicios Sumaj Kallpa*
46	Potosí	Planta de concentración de minerales y presa de colas	Ingenio FAMVICAR II*
47	Potosí	Sin información	Ingenio CASIRI
48	Potosí	Sin información	Industrias Metalúrgicas Bolivia S.R.L. IMBOL
49	Potosí	Ingenio <sup>1</sup>	Ingenio Minero del Sur MINASUR S.R.L.
50	Potosí	Ingenio <sup>2</sup>	Ingenio Minero Calamarca
51	Tacobamba	Beneficio de minerales	Compañía Minero Metalúrgica Canutillos S.R.L. – Planta Concentradora de Minerales Complejos Ag y Minerales de Sn Canutillos
52	Tacobamba	Beneficio de minerales	Empresa Minera Illari - Planta de concentración de Minerales San Santiago.
53	Tacobamba	Beneficio de minerales	Empresa Minera Lehan – Ingenio Minero Metalúrgico San Juanino
54	Tacobamba	Beneficio de minerales	PLADELSA S.R.L. – Planta Metalúrgica
55	Tacobamba	Sin información	Ingenio Sacha Ckuchó
56	Tacobamba	Explotación de minerales	Cooperativa Canutillos Altiplano
57	Tacobamba	Sin información	Empresa Multiactiva “Khapaj Orqho S.A. (EMAKOSA)
58	Tacobamba	Sin información	Concesión minera Alcira
59	Tacobamba	Concentración de minerales	Planta de concentración de minerales Santiago Apóstol - Empresa minera SILVER y TIN
60	Tacobamba	Sin información	Cooperativa Minera Marcelo Quiroga Santa Cruz Ltda.
61	Tacobamba	Sin Información	Cooperativa Minera Machacamarca Ltda.
62	Tacobamba	Sin información	Ingenio Colque Llajta
63	Tacobamba	Sin información	Empresa Minera Kamaj S.R.L.
64	Tacobamba	Sin información	Cooperativa Minera 7 de septiembre R.L.
65	Tacobamba	Sin información	Ingenio TOMAKONI
66	Tacobamba	Concentración de mineral	Ingenio San Felipe
67	Tacobamba	Explotación minera	Cooperativa San Andrés de Huayllani
68	Tacobamba	Concentración de mineral	Ingenio Colavi
69	Tinguipaya	Sin información	Proyecto Minero San Nicolás
70	Tinguipaya	Explotación	Mina zona Challamayu
71	Tinguipaya	Explotación	Cooperativa Santa María Ltda.
72	Tinguipaya	Explotación	Cooperativa Nueva Uncía
73	Tinguipaya	Explotación	Mina Targuta
74	Tinguipaya	Explotación	Mina Cuchu Mayu
75	Yocalla	Servicio y procesamiento de minerales	FEDECOMIN Potosí
76	Yocalla	Servicio y procesamiento de minerales	Empresa Minera Unificada
77	Yocalla	Procesamiento y comercialización de minerales	Empresa Minera LAMBOL S.A.

<sup>1</sup> El ingenio Minero San Pedro cambió de Razón Social a Ingenio Minero del Sur. Aspecto observado en una visita a la actividad minera por el GAM de Potosí.

<sup>2</sup> La Operación Ingenio San Juanino cambió de Razón Social a Ingenio Minero Calamarca. Aspecto observado en una visita a la actividad minera por el GAM de Potosí.

<b>N°</b>	<b>Municipio</b>	<b>Tipo de actividad</b>	<b>Actor productivo minero</b>
78	Yocalla	Sin información	Cooperativa Turki
79	Ckochas	Sin información	Cooperativa Minera COMPOTOSI (Comunidad Huara Huara)
80	Ckochas	Sin información	Cooperativa Marcelo Quiroga Santa Cruz (Comunidad Thio Pampa, sector Thunula)
81	Ckochas	Sin información	Cooperativa Unificada (Comunidad Carpa Huata)
82	San Lucas	Explotación de minerales	Área minera Río Abajo
83	San Lucas	Sin información	Área minera San Silvestre
84	San Lucas	Sin información	Área minera Mayca Churqui
85	San Lucas	Explotación de minerales	Concesión minera San Bartolomé
86	San Lucas	Explotación de minerales	Área minera Wiye Puñuna
87	San Lucas	Explotación de minerales	Área minera Inuyuyuq
88	San Lucas	Explotación de minerales	Área minera Pampa
89	San Lucas	Explotación de minerales	Cooperativa Retroceder Nunca Jamás
90	San Lucas	Explotación de minerales	Empresa minera Qayrani
91	San Lucas	Explotación de minerales	Área minera Mujun Pampa
92	San Lucas	Explotación de minerales	Cooperativa minera Escotani Pampa
93	San Lucas	Explotación de minerales	Cooperativa Patiño
94	San Lucas	Explotación de minerales	Mina Cuba
95	San Lucas	Explotación de minerales	Mina Don Pedro, con Anexos Porvenir y San José
96	San Lucas	Explotación de minerales	Concesión minera Santa Lucía
97	San Lucas	Explotación de minerales	Cooperativa minera Allin Causay 2 de Agosto
98	San Lucas	Explotación de minerales	Empresa minera Cayarani
99	San Lucas	Explotación de minerales	Cooperativa Ayllu Palacio Tambo
100	San Lucas	Explotación de minerales	Mina Andina

Fuente: elaboración propia con base en la información proporcionada por los Gobiernos Autónomos Municipales de Chaquí, Betanzos, Potosí, Tacobamba, Tinguipaya, Yocalla, Ckochas y San Lucas.

## ANEXO 5

### Resultados del análisis de laboratorio para metales pesados en muestras de agua y sedimentos en ríos de la subcuenca Pilcomayo zona alta

**Cuadro 1: Descripción de los puntos de muestreo 2018**

N°	Descripción del punto de muestreo
P1	Río La Rivera (Municipio de Potosí)
P2	Río San Antonio (Zona San Antonio) Municipio de Potosí
P3	Río Molino antes de confluir con el Río Kakina
P4	Río Kakina antes de la confluencia con el Río Molino
P5	Río Pilcomayo antes de la confluencia con el río Urmiri
P6	Río Pilcomayo después de la confluencia con el río Viluyo Mayu
P7	Río Tarapaya después del Balneario de Miraflores
P8	Río Pilcomayo después de la confluencia con el río OrkhoKhocha
P9	Río Samasa después de la confluencia con el río KhespiLlajta
P10	Río Miculpaya después de la confluencia con el río Khori Paya
P11	Río Colavi después de la comunidad San Felipe de Colavi
P12	Río Tacobamba antes de la confluencia con el río Pilcomayo
P13	Río Pilcomayo después de la confluencia con el río Tacobamba
P16	Río Pilcomayo después de la confluencia con el río Yotala
P17	Río Mataka antes de la confluencia con el río Pilcomayo
P18	Río Pilcomayo después de la confluencia con el río Cota Mayu
P19	Río Pilcomayo después de la confluencia con el río Icla
P20	Río Agua Dulce antes de la confluencia con el río San Antonio
P21	Río Santa Elena antes de la confluencia con el río Pilcomayo
P22	Río Pilcomayo después de la confluencia con el río Santa Elena

Fuente: elaboración propia

**Cuadro 2: Descripción de los puntos de muestreo en descargas de aguas residuales domésticas**

N°	Descripción del punto de muestreo
P23	Descarga de aguas residuales domésticas - Quebrada Circunvalación, zona noreste
P24	Descarga de aguas residuales domésticas de la ciudad de Potosí, Río Huarampaya, zona norte
P25	Descarga de aguas residuales de ELAPAS

Fuente: elaboración propia

**Cuadro 3: Resultado del análisis de laboratorio para metales pesados en muestras de agua en ríos de la subcuenca Pilcomayo  
Zona Alta  
2018**

Punto de muestreo	As	Cu	Zn	Cd	Ni	Pb	Al	Sb	Sn	Mn	Fe	Ca	Na	Mg	Co
	Límite permisible*	0,05	0,05	0,2	0,005	0,05	0,05	0,50	0,01	2,00	1,0	0,3	300	200	100
P1	0,10300	0,9900	>50	0,28000	0,086	0,024	11,200	0,0037	0,0030	7,02	53,90	68	122,00	14,10	0,0806
P2	0,28000	0,0030	27,300	0,02850	0,046	0,001	0,050	0,0010	0,0020	4,49	27,60	68	1250,0	15,30	0,4420
P3	0,00442	0,0024	0,057	0,00016	0,001	0,002	0,034	0,0012	0,0006	0,004	0,04	69,8	21,80	6,34	0,0001
P4	0,47700	0,0290	>50	0,21900	0,125	0,017	7,130	0,0062	0,0030	9,32	84,60	169	86,20	28,00	0,1210
P5	0,01076	0,0032	0,026	0,00012	--	0,001	0,024	0,0007	0,0008	0,004	--	62	128,00	6,64	0,0001
P6	0,00892	0,0024	0,017	0,00004	--	0,001	0,036	0,0009	0,0012	0,003	--	52	88,00	9,04	0,0001
P7	0,00130	0,1175	>25	0,08100	0,049	0,002	0,405	0,0024	0,0015	5,100	0,05	156	76,00	20,50	0,0530
P8	0,00920	0,0048	0,302	0,00048	0,002	0,0003	0,040	0,0023	0,0008	0,006	--	69,2	105,20	15,44	0,0009
P10	0,00094	0,0004	0,003	--	--	0,0002	0,006	0,0005	0,0002	0,000	--	51	36,00	33,60	0,0001
P11	0,00028	0,0562	0,712	0,01674	0,013	0,005	3,260	0,0000	0,0004	2,840	0,16	17,6	2,80	12,44	0,0162
P12	0,00056	0,0016	0,016	0,00012	--	0,001	0,184	0,0004	0,0008	0,004	--	56	22,60	56,40	0,0001
P13	0,01116	0,0048	0,177	0,00044	0,002	0,001	0,016	0,0030	0,0008	0,003	--	78,8	108,40	18,92	0,0001
P14	0,00420	0,0040	0,033	0,00015	0,003	0,002	0,030	0,0003	0,0010	0,875	0,10	51	92,00	17,10	0,0008
P16	0,00350	0,0030	0,030	--	--	0,003	0,050	0,0006	0,0020	0,004	--	73	243,0	22,30	0,0003
P17	0,00100	0,0030	0,053	0,00800	--	0,003	0,120	0,0005	0,0020	0,009	--	113	48,80	155,00	0,0002
P18	0,01270	0,0060	0,064	0,00040	--	0,003	0,050	0,0015	0,0020	0,004	--	81	178,00	34,80	0,0003
P20	0,00240	2,8500	>50	0,20400	0,099	0,010	8,350	0,0004	0,0030	8,670	1,20	168	59,40	33,10	0,0973
P22	0,00468	0,0020	0,008	0,00004	--	0,001	0,048	0,0006	0,0008	0,0016	--	84	90,40	38,40	0,0001
P23	0,00900	0,0020	0,023	0,00010	0,004	0,001	0,045	0,0008	0,0010	0,381	0,10	42,5	147,00	6,65	0,001910
P24	0,00660	0,0070	0,041	0,00020	0,007	0,003	0,080	0,0023	0,0020	0,541	--	73	165,00	22,00	0,001900
P25	0,00225	0,0050	0,018	0,00010	0,003	0,002	0,035	0,0003	0,0010	0,119	0,10	34,5	96,00	10,95	0,000730

Fuente: elaboración propia con base en resultados de laboratorio SPECTROLAB.

Todas las concentraciones se encuentran en mg/l

\*Clase B, CuadroA-1, RMCH

**Cuadro 4: Resultado del análisis de laboratorio para metales pesados en muestras de sedimentos en ríos de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta 2018**

Punto de muestreo	Zn	Ag	Sn	Cu	Pb	Sb	Fe	Mn	Cd	Hg	As	Al	Cr	Ni	Background	
	7 -38	<0,50	5	10 – 25	4 – 17	0,16	0,99% - 1,8%	400	0,1 – 0,3	4 – 51	1,1	0,26%	7 - 13	9,9	ISQG <sup>C</sup>	CEQG <sup>B</sup>
	Límite permisible*	123	-	-	35,7	35,0	-	-	-	0,596	174	5,9	-	37,3	18,0	
	315	-	-	-	197,0	91,3	-	-	-	3,53	486	17,0	-	90	36	SEL <sup>E</sup>
820	-	-	-	110,0	250,0	-	4%	1100	10,0	2000	33,0	-	110	75		
<b>P1</b>	3.570	49,200	>200	175	1.010	215	14.800	951	11,3	1620	2.800	0,72	5	16,5		
<b>P2</b>	>5.000	27,000	118	183	897	108	8.320	1420	22,3	2670	1.400	1,17	11	15,0		
<b>P3</b>	130,0	0,369	5,73	12,9	28,2	2,32	2.360	499	0,35	<10	28,3	2,25	18	13,1		
<b>P4</b>	2.590	18,700	86,3	158	516	90,9	8.340	461	11,9	1390	916	1,37	15	14,7		
<b>P5</b>	47,2	0,133	2,9	10,0	12,5	0,91	1.740	332	0,14	<10	9,5	2,1	14	9,2		
<b>P6</b>	79,0	0,199	5,83	12,2	18,9	1,82	2.390	418	0,24	<10	20,3	2,17	16	11,0		
<b>P7</b>	1010	5,460	26,9	52,6	189	37,5	3.400	369	4,46	150	251	1,87	14	11,5		
<b>P8</b>	224,0	0,629	4,12	16,1	32,5	5,07	1.650	318	0,7	<10	31,6	1,18	11	7,8		
<b>P9</b>	411,0	0,385	3,14	14,2	34,2	5,72	2.090	344	2,28	<10	15	1,32	11	12,6		
<b>P10</b>	112,0	0,197	1,91	12,2	17,6	2,16	2.290	302	0,41	560	8,6	0,98	9	10,1		
<b>P11</b>	129,0	11,200	6,34	79,0	43,2	23,90	4.750	545	1,37	<10	46,5	0,93	11	9,4		
<b>P12</b>	97,2	0,485	1,76	16,9	18,5	2,43	2.260	471	0,29	<10	12,8	1,00	12	14		
<b>P13</b>	277,0	1,030	5,46	22,3	39,6	6,56	2.320	425	1,04	<10	39,5	1,29	12	12,1		
<b>P16</b>	39,3	0,318	5,43	9,8	13,4	1,72	1.440	310	0,11	<10	10,8	0,64	9	7,9		
<b>P17</b>	83,3	0,104	1,32	21,8	21,1	1,32	3.700	612	0,08	<10	8,6	1,32	15	27,4		
<b>P18</b>	149,0	0,170	2,30	16,8	16,7	1,94	2.310	449	0,39	<10	11,8	1,1	13	14,6		
<b>P19</b>	94,1	0,147	1,86	15,3	17,4	1,40	2.370	442	0,17	<10	11,1	1,22	15	16,4		
<b>P20</b>	998	4,320	30,90	230	116	16,5	3.300	428	3,58	<10	204	2,59	20	11,4		
<b>P22</b>	77,5	0,106	1,59	17,8	17,7	1,10	2.760	525	0,13	<10	9,5	1,65	19	21,8		

Fuente: elaboración propia con base en resultados de laboratorio SPECTROLAB.

Todas las concentraciones se encuentran en mg/l, excepto el Hg cuya concentración se encuentra en ppb.

A: Nivel de fondo (background) Administración Oceanográfica y Atmosférica de los Estados Unidos, NOAA. B: Guías de Calidad Ambiental Canadienses – CEQG

C: Guía Provisional de Calidad del Sedimento – ISQG

D: Nivel de Efecto Probable - PEL

E: Nivel de Efecto Severo – SEL Directrices para la Protección y Gestión de Calidad del sedimento acuático en Ontario Ang. 1993.

Tabla de referencia rápida de detección de compuestos inorgánicos en sedimentos de agua dulce (Screening Quick Reference Table for Inorganics in Fresh water sediment) emitida por la Administración Oceanográfica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA)

**Cuadro 5: Descripción de los puntos de muestreo 2019**

N°	Descripción del punto de muestreo
P-6	Quebrada Jayaj Mayu, antes del dique San Antonio (municipio de Potosí)
P-7	Quebrada Jayaj Mayu, después del dique San Antonio (municipio de Potosí)
P-8	Quebrada Huaylulu (municipio de Tinguipaya)
P-9	Río Mataka antes de confluir con el río Tanana (municipio de Betanzos)
P-10	Río Canutillos antes de la comunidad (municipio de Tacobamba)
P-18	Canal de desvío del río Pilcomayo a la altura de la planta de abatimiento de metales (municipio de Yamparáez)
P-19	Río Palca después de la quebrada San Lucas (municipio de San Lucas)
P-20	Río K'etamayu, comunidad Sunchupampa (municipio de San Lucas)
P-21	Río Entre Ríos, comunidad Entre Ríos (municipio de San Lucas)

Fuente: elaboración propia

**Cuadro 6: Resultado del análisis de laboratorio para metales pesados en muestras de agua en ríos de la subcuenca Pilcomayo  
Zona Alta  
2019**

Punto de muestreo	As	Cu	Zn	Cd	Pb	Ag	Sb	Sn	Hg	Fe	Na	Cr
	0,05	0,05	0,2	0,005	0,05	0,005	0,01	2,00	0,001	0,3	200	0,05
<b>P-6</b>	0,007	42,900	549,00	1,464	0,10	0,02	<0,002	<0,5	<0,001	307,00	136,00	<0,005
<b>P-7</b>	0,004	28,200	406,00	1,019	0,08	0,02	<0,002	<0,5	<0,001	66,30	129,00	<0,005
<b>P-8</b>	<0,002	<0,023	<0,038	<0,005	<0,01	<0,01	<0,002	<0,5	<0,001	<0,027	4,97	<0,005
<b>P-9</b>	<0,002	<0,023	<0,038	<0,005	0,01	<0,01	<0,002	<0,5	<0,001	<0,027	38,80	<0,005
<b>P-10</b>	<0,002	6,47	74,80	0,053	<0,01	<0,01	<0,002	<0,5	<0,001	99,80	2,41	<0,005
<b>P-18</b>	<0,002	<0,023	<0,038	<0,005	<0,01	<0,01	<0,002	<0,5	<0,001	0,08	177,00	<0,005
<b>P-19</b>	<0,002	<0,023	<0,038	<0,005	<0,01	0,01	<0,002	<0,5	<0,001	<0,027	46,40	<0,005
<b>P-20</b>	<0,002	<0,023	<0,038	<0,005	<0,01	<0,01	<0,002	<0,5	<0,001	<0,027	45,90	<0,005
<b>P-21</b>	<0,002	<0,023	<0,038	<0,005	<0,01	<0,01	<0,002	<0,5	<0,001	<0,027	29,02	<0,005

Fuente: elaboración propia con base en resultados de laboratorio ENVIROLAB.

Todas las concentraciones se encuentran en mg/l

\*Clase B, CuadroA-1,



**Cuadro 7: Resultado del análisis de laboratorio para metales pesados en muestras de sedimentos en ríos de la subcuenca Pilcomayo Zona Alta 2019**

Punto de muestreo	Zn	Ag	Sn	Cu	Pb	Sb	Fe	Cd	Hg	As	Background	
	7-38	<0,50	5	10 – 25	4 – 17	0,16	0,99% - 1,8%	0,1 – 0,3	4 – 51	1,1	ISQG <sup>C</sup>	ISQG <sup>C</sup>
	123	-	-	35,7	35,0	-	-	0,596	174	5,9		
	315	-	-	197,0	91,3	-	-	3,53	486	17,0	SEL <sup>E</sup>	
Límite permisible*	820	-	-	110,0	250,0	-	4%	10,0	2000	33,0		
<b>P-6</b>	147,00	1	<0,10	20,40	6,90	<0,01	1.992	0,4	<0,002	<0,003		
<b>P-7</b>	178,00	1	<0,10	24,70	7,12	<0,01	1.472	0,65	<0,002	<0,003		
<b>P-8</b>	46,70	1	<0,10	2,52	9,50	<0,01	274	0,25	<0,002	<0,003		
<b>P-9</b>	8,89	1	<0,10	5,07	8,50	<0,10	3.884	<0,02	<0,002	<0,003		
<b>P-10</b>	8,65	1,1	<0,10	1,23	8,19	<0,10	472	<0,02	<0,002	<0,003		
<b>P-18</b>	288,00	<0,01	<0,10	0,42	1,50	<0,01	1.915	0,237	<0,002	<0,003		
<b>P-19</b>	6,97	<0,01	<0,10	1,02	0,62	<0,01	157	<0,02	<0,002	<0,003		
<b>P-20</b>	6,29	<0,01	<0,10	1,09	<0,10	<0,01	198	<0,02	<0,002	<0,003		
<b>P-21</b>	5,76	<0,01	<0,10	0,95	<0,01	<0,01	148	<0,02	<0,002	<0,003		

Fuente: elaboración propia con base en resultados de laboratorio ENVIROLAB.

Todas las concentraciones se encuentran en mg/l, excepto el Hg cuya concentración se encuentra en ppb.

A: Nivel de fondo (background) Administración Oceanográfica y Atmosférica de los Estados Unidos, NOAA. B: Guías de Calidad Ambiental Canadienses – CEQG

C: Guía Provisional de Calidad del Sedimento – ISQG

D: Nivel de Efecto Probable - PEL

E: Nivel de Efecto Severo – SEL Directrices para la Protección y Gestión de Calidad del sedimento acuático en Ontario Ang. 1993.

Tabla de referencia rápida de detección de compuestos inorgánicos en sedimentos de agua dulce (Screening Quick Reference Table for Inorganics in Fresh water sediment) emitida por la Administración Oceanográfica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA)

**Cuadro 8: Descripción de los puntos de muestreo en suelos del municipio de Sotomayor 2019**

N°	Descripción del punto de muestreo
P-30	Suelos agrícolas de zanahoria, comunidad Sotomayor (municipio Yamparáez)
P-31	Suelos agrícolas de remolacha, comunidad Sotomayor (municipio de Yamparáez)
P-32	Suelos agrícolas de lechuga, comunidad Sotomayor (municipio Yamparáez)

Fuente: elaboración propia

**Cuadro 9: Resultado del análisis de laboratorio para metales pesados en muestras de suelo en el municipio de Sotomayor 2019**

Punto de muestreo	Zn	Ag	Sn	Cu	Pb	Sb	Fe	Cd	Hg	As	Na
<b>P-30</b>	3,05	<0,01	<0,1	0,87	<0,10	<0,01	179	<0,02	<0,002	<0,003	476
<b>P-31</b>	3,21	<0,01	<0,1	1,22	<0,10	<0,01	266	<0,02	<0,002	<0,003	326
<b>P-32</b>	3,99	<0,01	<0,1	0,81	<0,10	<0,01	194	<0,02	<0,002	<0,003	362

Fuente: elaboración propia con base en resultados de laboratorio ENVIROLAB.

## ANEXO 6

### Resultados del análisis fisicoquímico a muestras de agua

**Cuadro 1 - Descripción de los puntos de muestreo en cuerpos de agua, tomadas el mes de octubre de 2018**

N° de punto de muestreo	Descripción del punto de muestreo
<b>P1</b>	Río La Rivera (Municipio de Potosí)
<b>P2</b>	Río San Antonio (Zona San Antonio) Municipio de Potosí
<b>P3</b>	Río Molino antes de confluir con el Río Kakina
<b>P4</b>	Río Kakina antes de la confluencia con el Río Molino
<b>P5</b>	Río Pilcomayo antes de la confluencia con el río Urmiri
<b>P6</b>	Río Pilcomayo después de la confluencia con el río Viluyo Mayu
<b>P7</b>	Río Tarapaya después del Balneario de Miraflores
<b>P8</b>	Río Pilcomayo después de la confluencia con el río Orkho Khocha
<b>P9</b>	Río Samasa después de la confluencia con el río Khespi Llajta
<b>P10</b>	Río Miculpaya después de la confluencia con el río Khorí Paya
<b>P11</b>	Río Colavi después de la comunidad San Felipe de Colavi
<b>P12</b>	Río Tacobamba antes de la confluencia con el río Pilcomayo
<b>P13</b>	Río Pilcomayo después de la confluencia con el río Tacobamba
<b>P14</b>	Río Quirpinchaca luego de la descarga de ELAPAS
<b>P15</b>	Río Yotala antes de la confluencia con el río Pilcomayo
<b>P16</b>	Río Pilcomayo después de la confluencia con el río Yotala
<b>P17</b>	Río Mataka antes de la confluencia con el río Pilcomayo
<b>P18</b>	Río Pilcomayo después de la confluencia con el río Cota Mayu
<b>P19</b>	Río Pilcomayo después de la confluencia con el río Icla
<b>P20</b>	Río Agua Dulce antes de la confluencia con el río San Antonio
<b>P21</b>	Río Santa Elena antes de la confluencia con el río Pilcomayo
<b>P22</b>	Río Pilcomayo después de la confluencia con el río Santa Elena

**Cuadro 2 - Descripción de los puntos de muestreo en descargas de aguas residuales domésticas, tomadas el mes de octubre de 2018**

N° de puntos de muestreo	Descripción del punto de muestreo
<b>P23</b>	Descarga de aguas residuales domésticas - Quebrada Circunvalación, zona noreste
<b>P24</b>	Descarga de aguas residuales domésticas de la ciudad de Potosí, Río Huarampaya, zona norte
<b>P25</b>	Descarga de aguas residuales de ELAPAS

**Cuadro 3 - Resultado del análisis de laboratorio a las muestras de agua en el río Pilcomayo y sus afluentes, tomadas el mes de octubre de 2018**

Punto de muestreo	pH	T H <sub>2</sub> O	Turb.	OD	SDT	SST	Fosfatos	Nitratos	Sulfatos	Sulfuro	DQO	DBO <sub>5</sub>	Colifecales	A y G	Cond.	Caudal
		°C	NTU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	NMP/100 ml	mg/l	µs/cm	m <sup>3</sup> /s
Unidades																
P1	4,4	14	197	6,4	1580,0	459,0	0,11	3,14	698,5	0,007	174,0	110,0	0	1,1	1737	0,036
P2	6,6	14	851,2	6,2	1032,0	455,0	0,16	1,49	461,4	0,010	165,0	104,0	0	--	1458	0,064
P3	8,1	16,8	283,4	6,2	428,0	275,0	0,36	3,26	173,7	0,009	4,0	<5	8	--	487	0,084
P4	4,5	16,2	669,0	6,0	1946,0	505,0	0,23	0,90	913,6	0,005	92,0	58,0	0	--	1940	0,040
P5	8,2	10,8	3,8	7,4	604,0	3552,0	0,49	1,13	121,0	0,005	7,0	<5	0	--	831	1,092
P6	8,2	14,6	2,2	6,5	474,0	2650,0	0,64	6,81	51,5	0,009	13,0	7,0	0	--	660	0,529
P7	5,4	15,6	723,0	5,5	1110,0	512,0	0,21	1,37	557,9	0,005	14,0	7,0	0	--	1271	0,315
P8	8,1	16,5	236,4	6,5	590,0	269,0	0,17	5,03	144,1	0,004	<2	<5	8	--	937	1,817
P9	8,5	24,5	6,8	6,0	476,0	18,0	0,08	<0,01	167,3	0,003	<2	<5	0	--	638	0,002
P10	8,7	20,3	1,5	8,5	404,0	4,0	0,05	<0,01	103,3	0,002	<2	<5	5	--	574	0,012
P11	4,7	17,6	78,0	6,1	276,0	73,0	0,03	<0,01	108,8	<0,001	<2	<5	0	--	308	0,010
P12	8,5	22,8	125,0	6,0	588,0	190,0	0,03	<0,01	187,1	<0,001	<2	<5	60	--	747	0,055
P13	8,2	15,8	1,7	7,0	702,0	1713,0	0,14	3,02	157,7	<0,001	<2	<5	26	--	980	5,114
P14	8,3	18,8	49,7	6,7	587,0	57,0	19,87	1,37	125,9	0,019	58,0	39,0	540	--	1185	0,013
P15	9,2	19,3	54,7	6,2	980,0	43,0	0,57	1,37	116,9	0,004	<2	<5	6	--	1647	0,307
P16	9,5	19,1	45,7	5,9	962,0	83,0	0,53	<0,01	119,8	0,004	3,0	<5	6	--	1602	0,918
P17	8,5	20,9	1,6	7,1	1324,0	2,0	0,10	<0,01	649,8	0,003	3,0	<5	16	--	1505	0,030
P18	8,4	20,8	118,2	6,8	884,0	187,0	0,37	<0,01	193,4	0,003	<2	<5	10	--	1340	2,712
P19	8,5	17,9	264,6	7,4	872,0	279,0	0,39	4,56	185,7	--	<2	<5	20	--	1324	1,208
P20	6,2	14,5	478	5,7	1334,0	327,0	0,11	2,91	693,0	0,002	28,0	16,0	0	--	1376	0,634
P21	8,4	20,0	16,60	7,7	450,0	42,0	0,06	<0,01	156,6	--	<2	<5	8	--	596	0,715
P22	8,6	19,0	80	8,1	692,0	121,0	0,11	1,01	209,9	--	<2	<5	10	--	1026	2,932

Fuente: elaboración propia con base en resultados de laboratorio SPECTROLAB.

**Cuadro 4 - Resultado del análisis de laboratorio a las muestras de agua en descarga de aguas residuales domésticas en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, tomadas el mes de octubre de 2018**

Punto de muestreo	pH	T° H <sub>2</sub> O	OD	SDT	SST	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	DQO	DBO <sub>5</sub>	A y G	Colifecales	Cond.	Caudal	Referencia.
	Unidades	°C	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	NMP/100 ml	µs/cm	m <sup>3</sup> /s	
<b>P23</b>	8,6	12,8	6,2	860,0	515,0	67,7	619,0	390,0	0,7	81000,0	1090,0	0,003	P-4.1.2-4.1.3/207
<b>P24</b>	8,4	12,0	5,2	922,0	230,0	72,4	377,0	238,0	0,7	81000,0	1464,0	0,004	
<b>P25</b>	7,8	19,2	4,4	540,0	11,0	247,6	100,0	63,0	1,0	172	1190,0	0,011	

Fuente: elaboración propia con base en resultados de laboratorio SPECTROLAB

**Cuadro 5 - Descripción de los puntos de muestras de agua tomadas en ríos receptores de aguas residuales domésticas en las ciudades de Potosí y Sucre, el mes de agosto de 2019**

Punto de muestreo	Descripción del punto de muestreo
<b>P-1</b>	Río Huarampaya antes de la quebrada Circunvalación (municipio de Potosí)
<b>P-2</b>	Río Huarampaya después de la Quebrada Cementerio (municipio de Potosí)
<b>P-3</b>	Río Huarampaya después de la quebrada Tomás Frías (municipio de Potosí)
<b>P-4</b>	Río Alja Mayu, antes del Puente (municipio de Potosí)
<b>P-5</b>	Río Huarampaya, zona Satélite (municipio de Potosí)
<b>P-11</b>	Quebrada Millu Llomo, descargas residuales domésticas del Distrito 2 (municipio de Sucre)
<b>P-12</b>	Quebrada Pajchiri (municipio de Sucre)
<b>P-13</b>	Quebrada Yana Wara, descargas residuales domésticas de los Distritos 2 y 5 (municipio de Sucre)
<b>P-14</b>	Quebrada Pajchiri (Calavera - Cabezas), antes de la represa de agua (municipio de Yotala)
<b>P-15</b>	Río Quirpinchaca Puente El Tejar (municipio de Sucre)
<b>P-16</b>	Río Cachi Mayu (Quirpinchaca), antes de la descarga de la PTAR de ELAPAS (municipio de Yotala)
<b>P-17</b>	Río Yotala, después de las descargas de pollerías (municipio de Yotala)

**Cuadro 6 - Resultados del análisis de laboratorio a las muestras de agua en ríos receptores de aguas residuales domésticas, tomadas el mes de agosto de 2019**

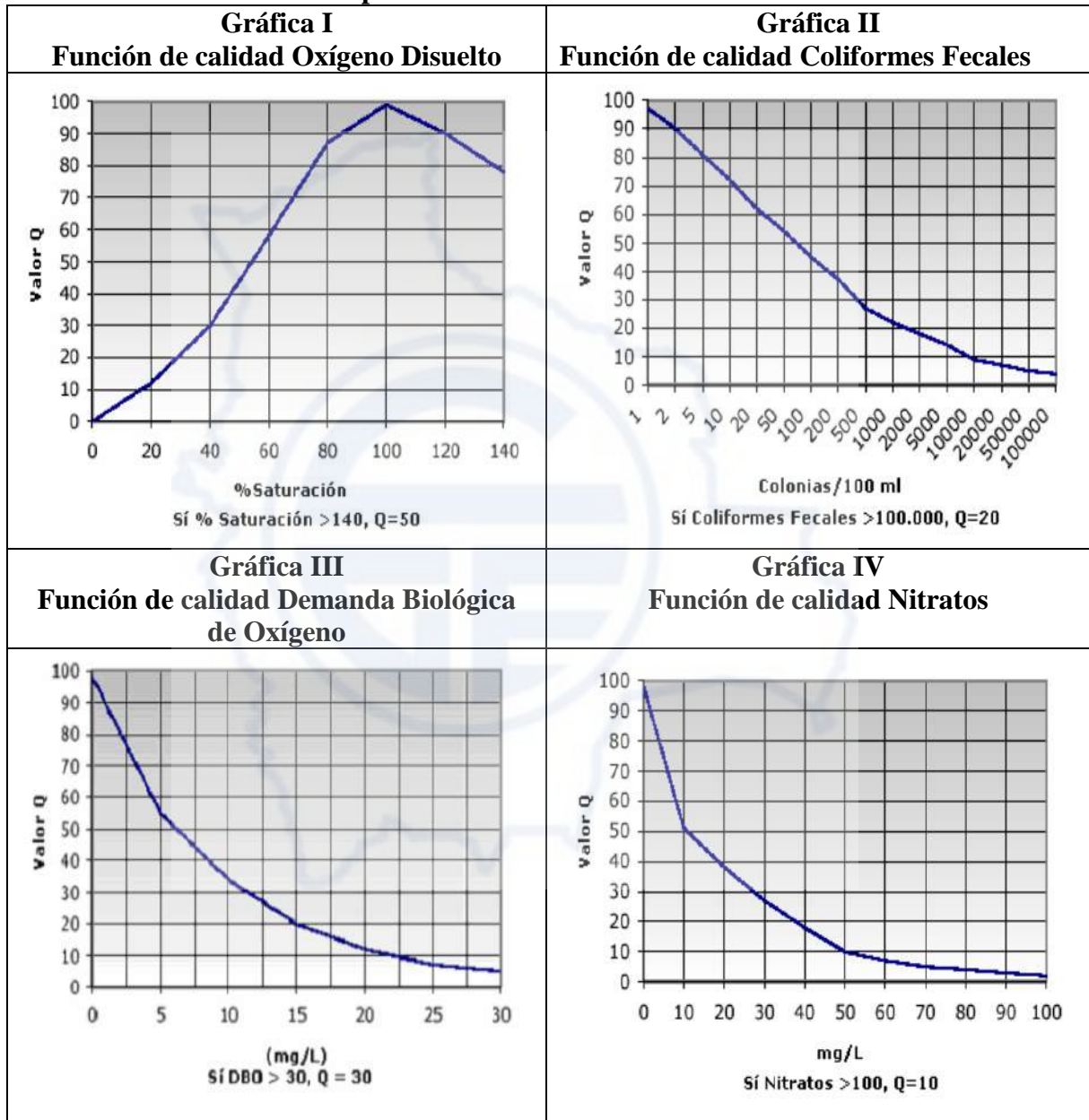
Punto de muestreo	pH	T H <sub>2</sub> O °C	T Amb. mg/l	Turb. NTU	OD mg/l	SDT mg/l	Fosfatos mg/l	Nitratos mg/l	Sulfatos mg/l	Sulfuro mg/l	DBO <sub>5</sub> mg/l	DQO mg/l	Colifecales NMP/100 ml	A y G mg/l	Cond. µs/cm	Caudal m <sup>3</sup> /s
<b>P-1</b>	8,59	5,5	10	322,8	<0,10	8280	57,0	1,7	253,0	-	2691	4680	1100x10 <sup>8</sup>	<0,30	7790	1,6
<b>P-2</b>	9,00	12,7	13	386,4	<0,10	805	40,7	4,3	120,0	-	498	820	930x10 <sup>11</sup>	<0,30	1270	48,71
<b>P-3</b>	6,93	18,2	19	361,0	0,1	801	37,2	3,8	113,0	-	449	1263	240x10 <sup>11</sup>	0,3	1340	20,6
<b>P-4</b>	8,29	17,5	19	92,1	0,1	869	4,0	1,6	163,0	-	195	679	150x10 <sup>10</sup>	0,5	1450	5,79
<b>P-5</b>	8,82	14,6	14	123,9	0,1	764	38,0	4,0	113,0	-	465	860	930x10 <sup>10</sup>	0,4	1220	32,21
<b>P-11</b>	8,82	14,5	21	343,0	<0,10	1252	16,1	5,1	167,0	-	607	1125	1100x10 <sup>14</sup>	1,1	1740	0,28
<b>P-12</b>	8,15	18	26	432,0	<0,10	1157	43,9	5,0	173,0	-	635	1508	240x10 <sup>15</sup>	0,7	1390	1,3
<b>P-13</b>	8,13	12,8	17	193,0	0,4	740	26,0	2,5	100,0	-	200	536	1100x10 <sup>13</sup>	0,6	1240	4,28
<b>P-14</b>	9,17	19,1	27	14,5	4	1094	2,7	1,5	193,0	-	7	41	240x10 <sup>2</sup>	0,7	1320	21,31
<b>P-15</b>	8,18	18,5	27	158,0	<0,1	639	24,0	3,1	90,0	-	214	439	1100x10 <sup>11</sup>	0,8	1060	12,89
<b>P-16</b>	8,35	19	24	27,4	3,9	491	13,6	1,0	83,3	-	47	81	150x10 <sup>10</sup>	0,8	850	17,85
<b>P-17</b>	8,70	16,1	21	5,59	4,1	616	17,2	2,5	90,0	0,018	18	68	1100x10 <sup>3</sup>	0,8	990	24,14

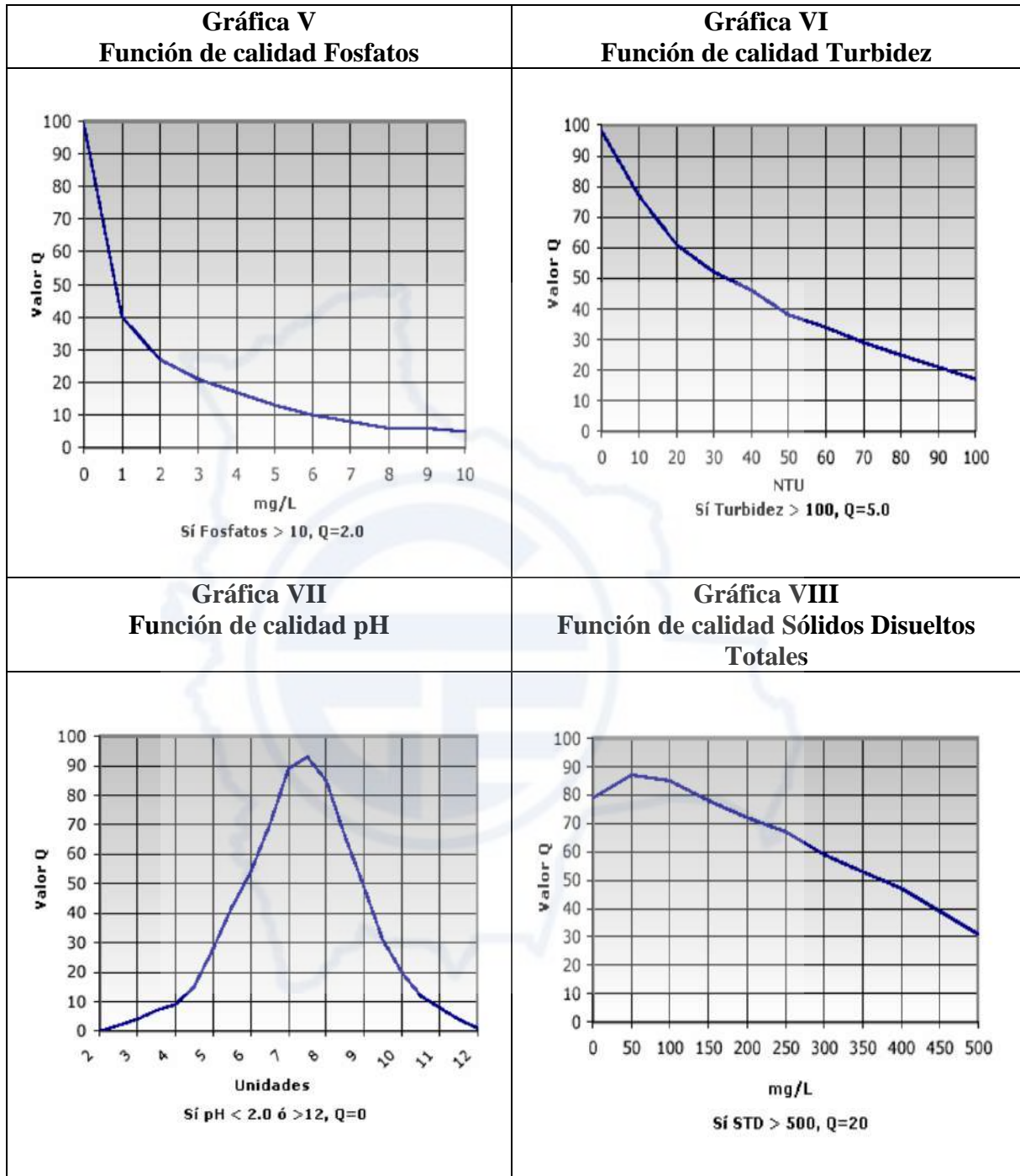
Fuente: elaboración propia en base de los resultados de Envirolab.

## ANEXO 7

### Aplicación del índice de calidad ICA-NSF y del índice de contaminación orgánica ICO

Gráficas empleadas para el cálculo de los niveles de calidad del agua ( $q_i$ ) necesarios para la determinación del ICA





Fuente: extractado del artículo «Índice de Calidad del Agua General ICA», (Servicio Nacional de Estudios Territoriales, El Salvador).



**Aplicación del ICA-NSF en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, en el muestreo realizado el mes de octubre de 2018**

**Microcuenca Thola Palca**

**Tabla 1: ICA-NSF para los puntos P1, P2, P3, P4, P5 y P6**

Parámetro	q <sub>p1</sub>	q <sub>p2</sub>	q <sub>p3</sub>	q <sub>p4</sub>	q <sub>p5</sub>	q <sub>p6</sub>	W <sub>i</sub>	q <sub>p1</sub> *W <sub>i</sub>	q <sub>p2</sub> *W <sub>i</sub>	q <sub>p3</sub> *W <sub>i</sub>	q <sub>p4</sub> *W <sub>i</sub>	q <sub>p5</sub> *W <sub>i</sub>	q <sub>p6</sub> *W <sub>i</sub>
Colifecales	97	97	74	97	97	97	0,1625	15,76	15,76	12,03	15,76	15,76	15,76
DBO <sub>5</sub>	2	2	55	2	55	46	0,1125	0,23	0,23	6,19	0,23	6,19	5,18
Nitratos	77	85	82	91	89	67	0,1125	8,66	9,56	9,23	10,24	10,01	7,54
Fosfatos	88	86	70	85	71	68	0,1125	9,90	9,68	7,88	9,56	7,99	7,65
Turbidez	5	5	5	5	91	95	0,0925	0,46	0,46	0,46	0,46	8,42	8,79
pH	16	73	80	16	78	78	0,1325	2,12	9,67	10,60	2,12	10,34	10,34
SDT	20	20	36	20	20	20	0,0925	1,85	1,85	3,33	1,85	1,85	1,85
OD	30	30	35	31	35	33	0,1825	5,48	5,48	6,39	5,66	6,39	6,02
<b>ICA</b>								<b>44,46</b>	<b>52,69</b>	<b>56,09</b>	<b>45,88</b>	<b>66,94</b>	<b>63,12</b>

**Tabla 2: ICA-NSF para los puntos P7, P8, P11, P12; P13 y P20**

Parámetro	q <sub>p7</sub>	q <sub>p8</sub>	q <sub>p11</sub>	q <sub>p12</sub>	q <sub>p13</sub>	q <sub>p20</sub>	W <sub>i</sub>	q <sub>p7</sub> *W <sub>i</sub>	q <sub>p8</sub> *W <sub>i</sub>	q <sub>p11</sub> *W <sub>i</sub>	q <sub>p12</sub> *W <sub>i</sub>	q <sub>p13</sub> *W <sub>i</sub>	q <sub>p20</sub> *W <sub>i</sub>
Colifecales	97	74	97	52	56	97	0,1625	15,7625	12,025	15,7625	8,45	9,1	15,7625
DBO <sub>5</sub>	47	55	55	55	55	19	0,1125	5,2875	6,1875	6,1875	6,1875	6,1875	2,1375
Nitratos	84	77	97	97	72	71	0,1125	9,45	8,6625	10,9125	10,9125	8,1	7,9875
Fosfatos	85	86	97	97	87	88	0,1125	9,5625	9,675	10,9125	10,9125	9,7875	9,9
Turbidez	5	5	25	5	5	5	0,0925	0,4625	0,4625	2,3125	0,4625	0,4625	0,4625
pH	40	80	19	66	72	63	0,1325	5,3	10,6	2,5175	8,745	9,54	8,3475
SDT	20	20	62	20	20	20	0,0925	1,85	1,85	5,735	1,85	1,85	1,85
OD	29	40	34	45	45	27	0,1825	5,2925	7,3	6,205	8,2125	8,2125	4,9275
<b>ICA</b>								<b>52,97</b>	<b>56,76</b>	<b>60,55</b>	<b>55,73</b>	<b>53,24</b>	<b>51,38</b>

**Microcuenca Mataka**

**Tabla 3: ICA-NSF para los puntos P9, P10 y P17**

Parámetro	q <sub>p9</sub>	q <sub>p10</sub>	q <sub>p17</sub>	W <sub>i</sub>	q <sub>p9</sub> *W <sub>i</sub>	q <sub>p10</sub> *W <sub>i</sub>	q <sub>p17</sub> *W <sub>i</sub>
Colifecales	97	80	65	0,1625	15,7625	13,0000	10,5625
DBO <sub>5</sub>	55	55	55	0,1125	6,1875	6,1875	6,1875
Nitratos	97	97	97	0,1125	10,9125	10,9125	10,9125
Fosfatos	89	95	89	0,1125	10,0125	10,6875	10,0125
Turbidez	81	95	96	0,0925	7,4925	8,7875	8,8800
pH	66	61	66	0,1325	8,7450	8,0825	8,7450

Parámetro	q p9	q p10	q p17	Wi	q p9*Wi	q p10*Wi	q p17*Wi
SDT	34	46	20	0,0925	3,1450	4,2550	1,8500
OD	44	69	60	0,1825	8,0300	12,5925	10,9500
<b>ICA</b>					<b>70,29</b>	<b>74,51</b>	<b>68,10</b>

### Microcuenca Cachi Mayu

**Tabla 4: ICA-NSF para los puntos P14, P15 y P16**

Parámetro	q p14	q p15	q p16	Wi	q p14*Wi	q p15*Wi	q p16*Wi
Colifecales	25	79	79	0,1625	4,0625	12,8375	12,8375
DBO <sub>5</sub>	2	55	55	0,1125	0,2250	6,1875	6,1875
Nitratos	84	84	97	0,1125	9,4500	9,4500	10,9125
Fosfatos	2	73	74	0,1125	0,2250	8,2125	8,3250
Turbidez	39	36	42	0,0925	3,6075	3,3300	3,8850
pH	65	38	31	0,1325	8,6125	5,0350	4,1075
SDT	20	20	20	0,0925	1,8500	1,8500	1,8500
OD	50	45	44	0,1825	9,1250	8,2125	8,0300
<b>ICA</b>					<b>37,16</b>	<b>55,12</b>	<b>56,14</b>

### Microcuenca Soroma

**Tabla 5: ICS-NSF para los puntos P18 y P19**

Parámetro	q p18	q p19	Wi	q p18*Wi	q p19*Wi
Colifecales	71	61	0,1625	11,5375	9,9125
DBO <sub>5</sub>	55	55	0,1125	6,1875	6,1875
Nitratos	97	77	0,1125	10,9125	8,6625
Fosfatos	82	81	0,1125	9,2250	9,1125
Turbidez	5	5	0,0925	0,4625	0,4625
pH	69	66	0,1325	9,1425	8,7450
SDT	20	20	0,0925	1,8500	1,8500
OD	58	60	0,1825	10,5850	10,9500
<b>ICA</b>				<b>59,90</b>	<b>55,88</b>

**Microcuencas Santa Elena - Huancarani**

**Tabla 6: ICA-NSF para los puntos P21 y P22**

Parámetro	q <sub>p21</sub>	q <sub>p22</sub>	W <sub>i</sub>	q <sub>p21</sub> *W <sub>i</sub>	q <sub>p22</sub> *W <sub>i</sub>
Colifecales	74	71	0,1625	12,0250	11,5375
DBO <sub>5</sub>	55	55	0,1125	6,1875	6,1875
Nitratos	97	88	0,1125	10,9125	9,9000
Fosfatos	95	88	0,1125	10,6875	9,9000
Turbidez	79	25	0,0925	7,3075	2,3125
pH	69	64	0,1325	9,1425	8,4800
SDT	39	20	0,0925	3,6075	1,8500
OD	83	85	0,1825	15,1475	15,5125
<b>ICA</b>				<b>75,02</b>	<b>65,68</b>

**Aplicación del ICO en la subcuenca Pilcomayo Zona Alta, en el muestreo realizado el mes de octubre de 2018**

**Microcuenca Thola Palca**

**Tabla 1: ICO para los puntos P1, P2, P3, P4, P5 y P6**

Parámetro	Y <sub>P1</sub>	X <sub>P1</sub>	Y <sub>P2</sub>	X <sub>P2</sub>	Y <sub>P3</sub>	X <sub>P3</sub>	Y <sub>P4</sub>	X <sub>P4</sub>	Y <sub>P5</sub>	X <sub>P5</sub>	Y <sub>P6</sub>	X <sub>P6</sub>
OD (%)	40,00	5,00	40,00	5,00	43,00	4,68	41	4,89	43,0	4,68	42	4,78
DBO (mg/l)	110,00	73,33	104,00	69,33	5,00	3,33	58	38,67	5,0	3,33	7	4,67
DQO (mg/l)	174,00	17,40	165,00	16,50	4,00	0,40	92	9,20	7,0	0,70	13	1,30
Nitratos (mg/l)	3,14	0,86	1,49	0,54	3,26	0,88	0,9	0,39	1,1	0,45	6,81	1,40
<b>Sumatoria</b>		96,60		91,37		9,29		53,15		9,16		12,15
<b>ICO por punto</b>		24,15		22,84		2,32		13,29		2,29		3,04

**Tabla 2: ICO para los puntos P7, P8, P11, P12; P13 y P20**

Parámetro	Y <sub>P7</sub>	X <sub>P7</sub>	Y <sub>P8</sub>	X <sub>P8</sub>	Y <sub>P11</sub>	X <sub>P11</sub>	Y <sub>P12</sub>	X <sub>P12</sub>	Y <sub>P13</sub>	X <sub>P13</sub>	Y <sub>P20</sub>	X <sub>P20</sub>
OD (%)	38,00	5,24	47,00	4,29	42,00	4,78	51,00	3,92	51,00	3,92	37,00	5,36
DBO (mg/l)	7,00	4,67	5,00	3,33	5,00	3,33	5,00	3,33	5,00	3,33	16,00	10,67
DQO (mg/l)	14,00	1,40	2,00	0,20	2,00	0,20	2,00	0,20	2,00	0,20	28,00	2,80
Nitratos (mg/l)	1,37	0,51	5,03	1,16	0,01	0,02	0,01	0,02	3,02	0,84	2,91	0,82
<b>Sumatoria</b>		11,81		8,98		8,34		7,48		8,29		19,65
<b>ICO por punto</b>		2,95		2,24		2,08		1,87		2,07		4,91

## Microcuenca Mataca

**Tabla 3: ICO para los puntos P9, P10 y P17**

Parámetro	Y <sub>9</sub>	X <sub>P9</sub>	Y <sub>P10</sub>	X <sub>P10</sub>	Y <sub>P17</sub>	X <sub>P17</sub>
OD (%)	49,00	4,11	66,00	2,72	61,00	3,12
DBO (mg/l)	5,00	3,33	5,00	3,33	5,00	3,33
DQO (mg/l)	2,00	0,20	2,00	0,20	3,00	0,30
Nitratos (mg/l)	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02
<b>Sumatoria</b>		7,67		6,28		6,78
<b>ICO por punto</b>		1,92		1,57		1,69

## Microcuenca Cachi Mayu

**Tabla 4: ICO para los puntos P14, P15 y P16**

Parámetro	Y <sub>P14</sub>	X <sub>P14</sub>	Y <sub>P15</sub>	X <sub>P15</sub>	Y <sub>P16</sub>	X <sub>P16</sub>
OD (%)	54,00	3,68	51,00	3,92	49,00	4,11
DBO (mg/l)	39,00	26,00	5,00	3,33	5,00	3,33
DQO (mg/l)	58,00	5,80	2,00	0,20	3,00	0,30
Nitratos (mg/l)	1,37	0,51	1,37	0,51	0,01	0,02
<b>Sumatoria</b>		35,99		7,96		7,77
<b>ICO por punto</b>		9,00		1,99		1,94

## Microcuenca Soroma

**Tabla 5: ICO para los puntos P18 y P19**

Parámetro	Y <sub>P18</sub>	X <sub>P18</sub>	Y <sub>P19</sub>	X <sub>P19</sub>
OD (%)	58,00	3,36	62,00	3,04
DBO (mg/l)	5,00	3,33	5,00	3,33
DQO (mg/l)	2,00	0,20	2,00	0,20
Nitratos (mg/l)	0,01	0,02	4,56	1,09
<b>Sumatoria</b>		6,92		7,66
<b>ICO por punto</b>		1,73		1,91

Microcuencas Santa Elena - Huancarani

Tabla 6: ICO para los puntos P21 y P22

Parámetro	Y <sub>P21</sub>	X <sub>P21</sub>	Y <sub>P22</sub>	X <sub>P22</sub>
OD (%)	76,00	3,07	78,00	3,09
DBO (mg/l)	5,00	3,33	5,00	3,33
DQO (mg/l)	2,00	0,20	2,00	0,20
Nitratos (mg/l)	0,01	0,02	1,01	0,42
Sumatoria		6,63		7,04
ICO por punto		1,66		1,76

Aplicación del ICA-NSF en los cuerpos de agua de las ciudades de Potosí y Sucre, durante el muestreo realizado el mes de agosto de 2019

Ciudad de Potosí: ICA-NSF para los puntos P-1, P-2, P-3, P-4 y P-5

Parámetro	q <sub>p-1</sub>	q <sub>p-2</sub>	q <sub>p-3</sub>	q <sub>p-4</sub>	q <sub>p-5</sub>	W <sub>i</sub>	q <sub>p-1</sub> *W <sub>i</sub>	q <sub>p-2</sub> *W <sub>i</sub>	q <sub>p-3</sub> *W <sub>i</sub>	q <sub>p-4</sub> *W <sub>i</sub>	q <sub>p-5</sub> *W <sub>i</sub>
Colifecales	2	2	2	2	2	0,1625	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
DBO <sub>5</sub>	2	2	2	2	2	0,1125	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Nitratos	89	80	81	87	79	0,1125	10,01	9,00	9,11	9,79	8,89
Fosfatos	2	2	2	18	2	0,1125	0,23	0,23	0,23	2,03	0,23
Turbidez	5	5	5	21	5	0,0925	0,46	0,46	0,46	1,94	0,46
pH	65	49	88	72	58	0,1325	8,61	6,49	11,66	9,54	7,69
SDT	20	20	20	20	20	0,0925	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
OD	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1825	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>ICA</b>							<b>21,73</b>	<b>18,60</b>	<b>23,88</b>	<b>25,71</b>	<b>19,68</b>

Ciudad de Sucre: ICA-NSF para los puntos P-11, P-12, P-13 y P-14

Parámetro	q <sub>p-11</sub>	q <sub>p-12</sub>	q <sub>p-13</sub>	q <sub>p-14</sub>	W <sub>i</sub>	q <sub>p-11</sub> *W <sub>i</sub>	q <sub>p-12</sub> *W <sub>i</sub>	q <sub>p-13</sub> *W <sub>i</sub>	q <sub>p-14</sub> *W <sub>i</sub>
Colifecales	2	2	2	8	0,1625	0,325	0,325	0,325	1,300
DBO <sub>5</sub>	2	2	2	46	0,1125	0,225	0,225	0,225	5,175
Nitratos	72	74	85	90	0,1125	8,100	8,325	9,563	10,125
Fosfatos	2	2	2	23	0,1125	0,225	0,225	0,225	2,588
Turbidez	5	5	5	70	0,0925	0,463	0,463	0,463	6,475
pH	60	77	78	41	0,1325	7,950	10,203	10,335	5,433
SDT	20	20	20	20	0,0925	1,850	1,850	1,850	1,850
OD	0,1	0,1	4	23	0,1825	0,01825	0,01825	0,73	4,1975
						<b>19,16</b>	<b>21,63</b>	<b>23,72</b>	<b>37,14</b>

**Ciudad de Sucre: ICA-NSF para los puntos P-15, P-16 y P-17**

Parámetro	q p-15	q p-16	q p-17	Wi	q p15*Wi	q p16*Wi	q p17*Wi
Colifecales	2	2	2	0,1625	0,325	0,325	0,325
DBO <sub>5</sub>	2	2	16	0,1125	0,225	0,225	1,800
Nitratos	82	90	81	0,1125	9,225	10,125	9,113
Fosfatos	2	2	2	0,1125	0,225	0,225	0,225
Turbidez	5	53	88	0,0925	0,463	4,903	8,140
pH	78	74	62	0,1325	10,335	9,805	8,215
SDT	20	32	20	0,0925	1,850	2,960	1,850
OD	0,2	37	36	0,1825	0,0365	6,753	6,57
					<b>22,68</b>	<b>35,32</b>	<b>36,24</b>

**Aplicación del ICO en los cuerpos de agua de las ciudades de Potosí y Sucre, durante el muestreo realizado el mes de agosto de 2019**

**Ciudad de Potosí: ICO para los puntos P-1, P-2, P-3, P-4 y P-5**

Parámetro	Y P-1	XP-1	YP-2	XP-2	YP-3	XP-3	Y P-4	XP-4	YP-5	XP-5
OD	0,10	12,24	0,10	12,24	0,10	12,24	0,1	12,24	0,1	12,24
DBO	2691,00	1794,00	498,00	332,00	449,00	299,33	191	127,33	465,0	310,00
DQO	4680,00	468,00	820,00	82,00	1263,00	126,30	679	67,90	860,0	86,00
Nitratos	1,70	0,58	4,30	1,05	3,80	0,97	1,6	0,56	4,0	1,00
<b>Sumatoria</b>		2274,82		427,28		438,84		208,03		409,24
<b>ICO por punto</b>		<b>568,70</b>		<b>106,82</b>		<b>109,71</b>		<b>52,01</b>		<b>102,31</b>

**Ciudad de Sucre: ICO para los puntos P-11, P-12, P-13 y P-14**

Parámetro	YP-11	XP-11	YP-12	XP-12	YP-13	XP-13	Y P-14	XP-14
OD	0,10	12,24	0,10	12,24	0,80	12,06	33,00	5,36
DBO	607,00	404,67	635,00	423,33	200,00	133,33	7,00	4,67
DQO	1125,00	112,50	1508,00	150,80	536,00	53,60	41,00	4,10
Nitratos	5,10	1,17	5,00	1,15	2,50	0,74	1,50	0,54
<b>Sumatoria</b>		530,57		587,52		199,74		14,66
<b>ICO por punto</b>		<b>132,64</b>		<b>146,88</b>		<b>49,93</b>		<b>3,67</b>

**Ciudad de Sucre: ICO para los puntos P-15, P-16 y P-17**

Parámetro	Y <sub>P-15</sub>	X <sub>P-15</sub>	Y <sub>P-16</sub>	X <sub>P-16</sub>	Y <sub>P-17</sub>	X <sub>P-17</sub>
OD	0,20	7,98	43,00	4,68	42,00	4,78
DBO	214,00	142,67	47,00	31,33	18,00	12,00
DQO	439,00	43,90	81,00	8,10	68,00	6,80
Nitratos	3,10	0,85	1,00	0,42	2,50	0,74
<b>Sumatoria</b>		195,40		44,53		24,33
<b>ICO por punto</b>		<b>48,85</b>		<b>11,13</b>		<b>6,08</b>



## ANEXO 8

### Actividades industriales seleccionadas en la ciudad de Potosí

**Cuadro 1: Actividades industriales seleccionadas en la ciudad de Potosí**

Nº	Razón social	Rubro	Categoría	Año de registro	Fecha de licencia ambiental
1	Cervecería Nacional Potosí Limitada	Elaboración de bebidas malteadas y de malta, elaboración de bebidas gaseosas, elaboración de aguas minerales	3	2004, 2012	06/03/2018 (renovación)
2	TABA LTDA	Elaboración de bebidas malteadas y bebidas no alcohólicas	4	2015	
3	Matadero Frigorífico Potosí – SACAV (Teja Tambo)	Matanza de ganado bovino y procesamiento de su carne	3	2004, 2016	14/01/2017
4	Cooperativa de mercadeo Villa Cantumarca <sup>1</sup>	Matanza de ganado excepto bovino y procesamiento de su carne	3	2005, 2011, 2017	29/01/2018 Renovación
5	ISALP	Actividades de impresión	4	2004	
6	Taller gráfico Panamericana		4	21/09/2004	
7	Imprenta y encuadernación Imperial		4	24/09/2004	
8	Imprenta Bolívar		4	26/09/2004	
9	Laboratorio Potosí		4	2004	
10	Foto Yashica		4	2004	
11	Embotelladora Centenario	Elaboración de bebidas gaseosas	4	2004	
12	Laboratorio Químico Valerio Chanchi Hurtado	Fabricación de sustancias químicas básicas	3	2005	
13	Laboratorio Químico Vera Cruz		3	2005	
14	Laboratorio Puch		3	2005	
15	Laboratorio Químico Gómez		3	2005	
16	Corte de piedra angular	Corte tallado y acabado de piedra	4	27/10/2005	
17	Cerámica roja DIPAFEX	Fabricación de productos de arcilla y cerámica no refractaria para uso estructural	3	06/03/2006	17/08/2018 Renovación
18	Artesanía Arte Nativo	Fabricación de tejidos de fibras textiles incluso sus mezclas	4	2007	

<sup>1</sup> Esta actividad cambió de razón social, de Matadero Modular Ganado Menor Cantumarca a Cooperativa de Mercadeo Cantumarca.



N°	Razón social	Rubro	Categoría	Año de registro	Fecha de licencia ambiental
19	PROVEL	Elaboración de productos alimenticios ncp; elaboración de bebidas gaseosas; elaboración de aguas minerales ; elaboración de hielo y otras bebidas no alcohólicas	4	04/05/2017	
20	Planta procesadora de concreto Potosí CONCRETEC	Fabricación de artículos de hormigón cemento y yeso	3	28/08/2008	01/10/2015
21	Fábrica de tubos de cemento Molina Fatumol		4	10/10/2018	
22	IMPERPLAST	Elaboración de productos en formas básicas y artículos de plástico ncp	3	2011	
23	Cáliz	Elaboración de aguas minerales	4	2011	
24	Industrias Alimenticias Sudamericanas INDAL SUD S.R.L.		4	2012	
25	G.E.X. (Grupo Empresarial X SRL)		4	2018	
26	Promilk Producción Caprina	Elaboración de hielo y otras bebidas no alcohólicas	4	2013	
27	RENI-FER		4	2014	
28	Gobierno Autónomo departamento de Potosí (fábrica de calaminas y clavos)	Forja prensado, estampado y laminado de metales pulvimetalurgia	3	2013	
29	Construcción e implementación de curtiembre en el distrito 16 del municipio de Potosí	Curtido de cueros	3	2014	
30	Fábrica de papel higiénico municipios de Potosí	Fábrica de artículos de papel y cartón ondulado y envases de papel y cartón	3	2016	
31	CIP Hilatura de Potosí	Preparación, cardado y peinado de fibras textiles; fabricación de hilados e hilos para tejido y costura	4	2017	

**Cuadro 2: Actividades industriales seleccionadas en la ciudad de Sucre**

N°	Razón social	Rubro	Categoría	Año de categorización
1	Fábrica de sombreros CHUQUISACA	Acabado de productos textiles	3	2015
2	Sombreros Sucre SERCIS S.R.L.		3	2012
3	Imprenta ARMICO	Actividades de impresión	4	2017
4	Imprenta Mitigraf-Impresión		4	2018
5	ARTIGRAF Imprenta Offset		4	2018
6	Empresa RECIKAT		4	2018
7	Imprenta Charcas		4	2019
8	Planta Chancadora - Inversiones Sucre	Corte tallado y acabado de la piedra	4	2011
9	Industria de Materia Prima I.M.P.		4	2017
10	Mosaicos y marmolera FLORES		4	2016
11	Curtiembre AMERICA	Curtido de cueros	3	2017
12	Licores y cocteles RICO RON	Destilación, rectificación y mezcla de bebidas espirituosas	3	2007
13	Royal Drink		3	2008
14	Toro Viejo		4	2011
15	Viejo Barrero		3	2012
16	Vinos y singanis EL CRIOLLO		3	2012
17	Leche de Tigre CAMPO LARGO		4	2012
18	productos AMBASSADOR		3	2013
19	Destiladora LA ASUNTA		3	2014
20	Destiladora el Majuelo de mi abuelo	3	2013	
21	Imprenta GONZALES	Edición de libros, folletos, partituras y otras publicaciones	4	2003
22	Imprenta BOLIVAR		4	2003
23	Taller Gráfico GAVIOTA DEL SUR		4	2004
24	Imprenta Tupac Katari	Edición de libros, folletos, partituras y otras publicaciones, edición de periódicos, revistas y publicaciones periódicas, actividades de impresión y actividades de servicio relacionados con la impresión	3	Sin registro
25	Fábrica de chicha LAS TUTUMITAS	Elaboración de vinos, bebidas fermentadas pero no destiladas	4	2012
26	Fábrica de chicha DINOSAURIOS		4	2003
27	Fábrica de chicha RAMIREZ		4	2003
28	Fábrica de chicha CASITA DE POBRE		4	2003

N°	Razón social	Rubro	Categoría	Año de categorización
29	Fábrica de chicha COPACABANA		4	2003
30	Fábrica de chicha URKUPIÑA		4	2017
31	Fábrica de chicha OLALITAS		4	2004
32	Fábrica de chicha LAJITAS		4	2004
33	Fábrica de chicha YOTALEÑA		4	2004
34	Fábrica de chicha DINOS		4	2004
35	Fábrica de chicha TUTUMASO		4	2005
36	Fábrica de chicha MANZANITAS		4	2006
37	Elaboración de chicha (ESP)		3	2009
38	chocolates TABOADA		Elaboración de cacao y productos de cacao, elaboración de chocolate y productos de chocolate	4
39	Chocolate SUCRE	4		2011
40	Chocolates MI BOMBOM	4		2013
41	Chocolates PARA TI	4		2017
42	Purificado de agua AQUADINO	Elaboración de aguas minerales	4	2004
43	Embotelladora de agua natural H2O		4	2014
44	Purificadora de Agua Rica		4	2011
45	Empresa Valle del Sur		4	2012
46	Agua mineral ARRH2OYTO		4	2013
47	Embotelladora de agua de mesa CASCADA		4	2013
48	AQUA FITNESS		4	2015
49	Bajo Cero	Elaboración de aguas minerales, hielo y otras bebidas no alcohólicas	4	2015
50	Agua de la roca		4	2010
51	Industrias Seltz		4	2013
52	SALVIETTI DEL SUR Ltda.	Elaboración de bebidas gaseosas, agua mineral y otras bebidas no alcohólicas	3	2014
53	LICO SUR		3	2005
54	La Era de Hielo	Elaboración de hielo y otras bebidas no alcohólicas	4	2012
55	MAFRI	Elaboración de hielo y otras bebidas no alcohólicas, elaboración de jugos naturales y sus concentrados de frutas hortalizas y legumbres	4	2014
56	SOCIEDAD INDUSTRIAL DEL SUR	Elaboración de bebidas malteadas y malta	3	2013
57	Fábrica de cerveza HANDELE		4	2005
58	Cervecería Vicos		4	2011
59	Cerveza Nativa		4	2012
60	Cervecería MIURA		4	2013
61	COBOLDE	Elaboración de fiambres y embutidos	4	2018
62	CONDISAL		4	2014

N°	Razón social	Rubro	Categoría	Año de categorización
63	PROMESUR		4	2019
64	Superchef		4	
65	Embutidos RICOSUR		4	2014
66	La primera MELUJ SRL		4	2018
67	Lácteos CAPITAL		4	2013
68	Productos Lácteos PROBIOLIZ	Elaboración de leches y productos lácteos	4	2014
69	PIL	Elaboración de leche y productos lácteos, helados y quesos	4	2017
70	Lechería OQHARIKUNA	Elaboración de leches y productos lácteos y helados	4	2011
71	Productos lácteos SIEMPRE ACTIVA	Elaboración de leche y productos lácteos y quesos	4	2014
72	Productos Chuquisaca		4	2018
73	Industrias MALU		4	2019
74	FRIT'S		4	2014
75	Productos Luisita	Elaboración de productos alimenticios ncp	4	2014
76	Apitel MI ABEJITA		4	2015
77	Beymar Barrera Amador (fábrica de apis y refrescos)		4	2017
78	El Hornero	Elaboración de subproductos cárnicos ncp	4	2010
79	Embutidos PALADÍN	Elaboración de pulpas, jaleas, dulces y mermeladas obtenidos por cocción	4	2018
80	INTUSUR Industria de Turrónes del Sur	Elaboración de productos de confitería	4	2018
81	Fideos PALOMA	Elaboración de pastas alimenticias secas	4	2018
82	Singani Cinta Roja		4	2010
83	FABOL & BR		4	2011
84	Fábrica de chicha LAS GRADITAS	Elaboración de vinos, bebidas fermentadas pero no destiladas	4	2012
85	Elaboración de chicha (FL)		4	2012
86	Fábrica de chicha EL POLI		4	2012
87	Vinos Parrales del Sur		4	2013
88	Distribuidora EL ESPECIAL		4	2013
89	Fábrica de baterías MARTINEZ	Fábrica de acumuladores y de pilas y baterías primarias	3	2004
90	AGRECOM 1		3	2011
91	AGRECOM 2		3	2011
92	AGRECOM 3		3	2011
93	Planta de productos de concreto y hormigón premezclado Sucre	Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso	3	2014
94	Planta de hormigón LAJASTAMBO		3	2017
95	Fábrica de super viguetas LIDER		3	2017
96	COPROSUR	Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso, fabricación de productos plásticos en formas básicas y artículos de	3	2015

N°	Razón social	Rubro	Categoría	Año de categorización
		plástico ncp		
97	Industrias 7 días	Fabricación de jabones y detergentes, fabricación de cosméticos, perfumes, productos de higiene y tocador	3	2015
98	Fábrica de productos de limpieza ZUMA	Fabricación de jabones y detergentes	3	2017
99	Planta de producción de electrolitos	Fabricación de otros productos químicos ncp	3	2011
100	PROPOVIDA	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos	4	2010
101	Productos Fray Romano	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos	4	2019
102	TABOSAN	Fabricación de productos plásticos en formas básicas artículos de plástico ncp	4	2004
103	PLASTFLO		4	2016
104	Fábrica de plásticos SUCRE		4	2019
105	PLASTIMET		4	2013
106	CINTATEX	Fabricación de tejidos de fibras textiles incluso sus mezclas	3	2018
107	Textiles BURCAL	Preparación, cardado y peinado de fibras textiles	3	2014
108	COPROCACH	Matanza de ganado bovino y procesamiento de carne, producción y procesamiento de carne de aves de corral	1 y 2	2018
109	APROCACH	Matanza de ganado bovino y procesamiento de carne, matanza de ganado excepto bobino y procesamiento de su carne	3	2017
110	Parque Industrial de LAJASTAMBO	Parque industrial	3	Sin registro
111	Base industrial Orgánica Natural	Preparación de conservas, de frutas, hortalizas y legumbres	4	2010
112	Industrias alimenticias INNOVA SRL	Preparación de conservas, de frutas, hortalizas y legumbres, elaboración y preparación de frutas, hortalizas y legumbres deshidratadas o desecadas	4	2019
113	Sociedad Integral Agropecuaria SIAP	Producción y procesamiento de carne de aves de corral	1 y 2	2017
114	APFAS Santiaguito		3	2019
115	Matadero de pollo FRI AVE		3	2019
116	Área de asentamiento industrial Lajastambo	SIN CÓDIGO CAEB	1 y 2	Sin registro

**Cuadro 3: Resultados del análisis de laboratorio de muestras de efluentes líquidos industriales**

Punto de muestreo	DBO <sub>5</sub>	DQO	Coliformes fecales	pH	T <sub>agua</sub>	AyG	SST	Sufuros	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Caudal
	mg/l	mg/l	NMP/100 ml		°C	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	l/s
<b>Límites permisibles<sup>2</sup></b>	<b>80,0</b>	<b>250,0</b>	<b>1000,0</b>	<b>6-9</b>	<b>+/- 5</b>	<b>10,0</b>	<b>60,0</b>	<b>2,0</b>	<b>4,0</b>	
<b>P-22.</b> Cervecería Nacional Potosí Limitada	3640	2751	460x10 <sup>9</sup>	11,76	19,5	1,0	119,0	0,049	2,37	17,00
<b>P-23.</b> Matadero Frigorífico Potosí – SACAV (Teja Tambo)	1855	2445	460x10 <sup>12</sup>	7,91	13,3	1,1	529,0	0,333	97,50	0,40
<b>P-24.</b> Cooperativa de mercadeo Villa Cantumarca	1243	2430	930x10 <sup>12</sup>	7,65	15,1	0,9	214,0	0,320	163,00	0,30
<b>P-27.</b> Sociedad Integral Agropecuaria SIAP	<5,0	20	210X10 <sup>5</sup>	8,43	20,0	0,8	7,0	0,007	0,68	5,0
<b>P-28.</b> Curtiembre AMERICA	931	1225	<3,0	13,99	18,4	0,8	281,0	0,193	13,4	2,7
<b>P-29.</b> COBOLDE	568	825	<3,0	13,02	21,7	1,0	265,0	0,018	2,41	0,36

Fuente: elaboración propia con base en resultados de laboratorio ENVIROLAB

DBO<sub>5</sub>: Demanda Bioquímica de Oxígeno

DQO: Demanda Biológica de Oxígeno

AyG: Aceites y Grasas

SST: Sólidos Suspendidos Totales

NH<sub>4</sub><sup>+</sup>: Amonio como nitrógeno

<sup>2</sup> Según anexo 13-C del RASIM.