



SISTEMATIZACIÓN

Puesta en marcha del servicio de saneamiento
en el municipio de Tolata



Contenido

GLOSARIO DE TERMINOS

Presentación

Introducción	4
El enfoque de las políticas del sector de agua y saneamiento y su orientación hacia metas nacionales y el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.....	4
Características Generales del Municipio de Tolata	5
Diagnóstico de la situación del municipio de Tolata con respecto al tratamiento de aguas residuales.....	7
Características de la planta de tratamiento de aguas residuales de Tolata.....	9
Participación de los actores en el proceso de construcción y gestión de agua y saneamiento del Municipio de Tolata	11
Proceso de construcción del modelo de gestión del servicio de tratamiento de aguas residuales	12
Definición del modelo de gestión del tratamiento de aguas residuales: modelo propuesto.....	16
Determinación de los costos de capital y costos de operación	17
Determinación y propuesta tarifaria	19
Análisis y reflexión	20
Lecciones aprendidas.....	20
Conclusiones.....	22
Bibliografía	23

Créditos

Título: Sistematización “Puesta en marcha del servicio de saneamiento en el municipio de Tolata”

Autor: Programa, Modelos descentralizados de saneamiento en Bolivia

Elaboración: Lilliana Gonzales

Colaboración: Antonio Becerra

**Revisión: Antonio Becerra, Coordinador Gestión Sostenible
Lourdes Valenzuela, Miembro del Directorio Aguatuya**

Contacto:
c/Nicolás Ortiz N° 33
entre Antonio Salinas y av. Calampampa
Casilla Postal 6264
Tel: (591) 4 4242164
Fax: (591) 4 4242273
Cochabamba – Bolivia

info@aguatuya.org
facebook.com/aguatuya
www.aguatuya.org

Primera edición

Está permitida la reproducción del presente documento, siempre que se cite la fuente.

Cochabamba – Bolivia, Noviembre 2018

Glosario de términos

CAPEX	Capital expenditure (Costos de Capital)
EPSA	Empresas Prestadoras de Servicios de Agua Potable y Saneamiento
GAM	Gobierno Autónomo Municipal
MMaYA	Ministerio de Medio Ambiente y Agua
O&M	Operación y Mantenimiento
OPEX	Operating expense – (Costos de Operación y Mantenimiento)
OTB	Organizaciones Territoriales de Base
PSDI	Plan Sectorial de Desarrollo Integral
TAR	Tratamiento de Aguas Residuales
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Presentación

En las ciudades se concentra el 55% de la población mundial, generando el 70% de los residuos sólidos, el 70% de los gases efecto invernadero y el 90% de las aguas residuales¹, y esta tendencia hacia un mundo cada vez más urbanizado continuara en el futuro. Dentro las recomendaciones de la tercera conferencia de Habitat III, llevada a cabo en Octubre del 2017, para disminuir la presión de las grandes metrópolis y evitar el nacimiento de nuevas se plantea las siguientes acciones²:

Debemos utilizar un enfoque sistémico que tome en cuenta todos los flujos y enlaces urbano-rural (ej. tradiciones culturales, mercancía, información) a tiempo de planificar el crecimiento de las ciudades

Planificar el desarrollo territorial yendo más allá de la división arbitraria urbano-rural y reconociendo que se trata de un continuum en el que todos deben tener acceso a servicios básicos sostenibles.

Descentralizar (léase desconcentrar) el tratamiento de aguas residuales y lodos fecales para facilitar el aprovechamiento de estos recursos para su re-uso y por tanto contribuir a una economía circular.

Fortalecer las ciudades intermedias (hasta 60 mil habitantes). De esta manera beneficiar con servicios y generación de oportunidades a las poblaciones también rurales, acciones que evitan la creación de mega ciudades.

El crecimiento de nuestras ciudades en los próximos años generará grandes desafíos, pero también grandes oportunidades de mejora y de cambio hacia modelos de desarrollo más sostenibles. Si adoptamos las políticas y prácticas adecuadas, el desarrollo urbano de los próximos 20-30 años contribuirá positivamente a mejorar los niveles de desarrollo humano, así como también oportunidades de crecimiento para el sector privado que apueste por productos y servicios necesarios para un nuevo hábitat más verde y sustentable².

1. <http://habitat3.org/the-new-urban-agenda>

2. Heredia, G. (2017). ¿Que es hábitat 2 y por que puede ser importante para nuestro futuro?, Libre Empresa.

Dentro esta línea la propuesta de Aguatuya es la de contribuir a una gestión sostenible del ciclo urbano del agua, mejorando los servicios ambientales en las ciudades intermedias y fortaleciendo sus capacidades para que los municipios y empresas puedan ofrecer servicios eficientes, generando oportunidades en la población beneficiaria.

Estas acciones no serian posibles sin el aporte de socios como la Emabajada de Suecia y los municipios, que para el caso particular, es el municipio de Tolata; gracias a estos actores contamos con modelos de servicio de tratamiento de aguas residuales con un enfoque de re uso y recuperación de nutrientes que pueden ser replicado a nivel local y nacional.

Aguatuya agradece el esfuerzo y la colaboración de todos los actores que con la motivación, el interés y el trabajo en equipo nos brinda la posibilidad de generar ejemplos sostenibles en el país.

Renato Montoya P.
Presidente Ejecutivo
Fundación Aguatuya

1. Introducción

1.1. El enfoque de las políticas del sector de agua y saneamiento y su orientación hacia metas nacionales y el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio

La política nacional de agua y saneamiento responde a los lineamientos establecidos en la Agenda Patriótica 2025 y el Plan de Desarrollo Económico y Social 2016 - 2020, orientados a lograr la meta de cobertura total de los servicios básicos para la población boliviana, y de esta manera alcanzar el efectivo cumplimiento del derecho humano al agua y al saneamiento, con la mirada puesta en la superación de la pobreza y el "Vivir Bien".

El Plan Sectorial de Desarrollo Integral 2016 - 2020 del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), establece los lineamientos y políticas estratégicas del sector de agua y saneamiento y se constituye en un documento orientador del accionar del Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico del MMAyA, respondiendo a la nueva política ambiental con enfoque de gestión de los sistemas de vida de la Madre Tierra.

En este marco de políticas y disposiciones legales, se identifica a la Ley 2066 de "Prestación y utilización de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario", que regula los servicios de agua y saneamiento, así como, la Ley N° 031 Marco de Autonomías y Descentralización "Andrés Balseiro," del régimen de autonomías y bases de la organización territorial del Estado boliviano a nivel municipal, que otorga al municipio la competencia exclusiva del servicio de agua potable y saneamiento, y la Ley No. 1333 de Medio Ambiente, como las de mayor relevancia en el sector.

Todos estos instrumentos de gestión, orientan la política sectorial de agua y saneamiento en articulación con la planificación nacional, multisectorial, territorial y comunitaria y la

planificación institucional, fortaleciendo las capacidades de gestión de las instituciones, el desempeño del servidor público, la capacidad de respuesta frente a los desafíos y problemas que enfrenta la gestión ambiental y el establecimiento de lineamientos para el mediano y largo plazo, en su relación con los Planes Operativos Anuales, en el nivel municipal.

Por su parte, en el contexto mundial de políticas de agua y saneamiento, están los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) al 2030, Objetivo del grupo 6; Agua limpia y saneamiento, desarrollados en el escenario de diálogo de las Naciones Unidas, que sitúan el acceso al agua potable y al saneamiento como un derecho humano, alentando a los gobiernos en general a realizar esfuerzos y acciones que garanticen la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para sus poblaciones.

Política mundial y nacional que al promover acceso universal al agua y saneamiento estimulan la igualdad y equidad de todas las personas, haciendo frente a dificultades tecnológicas, económicas y financieras, e invitan a buscar soluciones innovadoras y alternativas para lograr la satisfacción de las necesidades básicas del total de la población.

Derechos humanos que al relacionarse con la dignidad humana y con el conjunto de normas e instituciones que regulan la conducta humana en sociedad, se convierten en un código ético universal, en un conjunto de valores, principios y normas de conducta, basados en el respeto de la dignidad humana. Tolata, es un municipio con una población

1.2. Características Generales del Municipio de Tolata

pequeña, estimada en 2.705 habitantes³, ubicada en la Provincia Germán Jordán del Departamento de Cochabamba, con un gran potencial turístico importante basado en su paisaje y la presencia de embalses naturales como la laguna de La Angostura. Es un municipio muy cercano a la ciudad de Cochabamba situado a 30km; con una estructura poblacional representada por una población joven, en ambos sexos, de los cuales el 49% son mujeres y el 51% son hombres.

La situación socioeconómica de las familias de Tolata dependen más de algún miembro que trabaja, fuera de la sección municipal, en otros casos, también están las familias que reciben transferencias de ingresos de algún familiar que vive en el exterior. El 68% de las familias que viven en Tolata se encuentran empleados como productores y trabajadores en la agricultura, pecuaria, agropecuaria y pesca, contando con un ingreso de Bs. 1.500 por mes en promedio. El restante 32% de las familias quienes se dedican a la industria extractiva, construcción, industria manufacturera y transporte público a nivel local, perciben un ingreso que fluctúa entre Bs. 2.500 a 4.000 por mes.

La población de Tolata ha desarrollado una estrategia complementaria de ingresos económicos a través de la prestación de servicios, artesanales, comercio, oficios y profesiones mediante la dinámica de jornales en la ciudad de Cochabamba, trasladándose a sus centros de trabajo diariamente, pero retornando en horas de la tarde al municipio.

Algunas familias, a través de los años, han adquirido inmuebles en la ciudad y lo usan alternadamente, de acuerdo a las necesidades de sus actividades que realiza

en la ciudad y en la sección municipal de Tolata. Las familias tolatañas, que habitualmente residen en la ciudad, se trasladan a Tolata los fines de semana haciendo uso de sus residencias y manteniendo el vínculo con este municipio. Tolata es el primer municipio en erradicar el analfabetismo en Bolivia, la educación formal consta de un núcleo educativo con siete unidades fiscales y una particular. Todas ellas organizadas bajo la administración del Servicio Distrital de Educación de la Sección. Su población es de origen quechua y mestiza, siendo su principal expresión étnica la lengua quechua, que en porcentaje, es el idioma más hablado por la población mayor de 6 años⁴.

La provisión de agua potable por cañería en el municipio alcanza al 53 % de la población seccional. Existen seis comunidades que tienen sistemas de agua potable construidos, pero actualmente solo los sistemas de la población de Tolata y San Antonio son los que cuentan con servicios continuos relativamente eficiente durante 24 horas del día. El déficit de abastecimiento de agua por red, obliga a la población a consumir agua de pozo en los distintos distritos, donde en ningún caso existe exámenes de laboratorio para verificar la calidad de agua, siendo éste aspecto un pendiente a resolver.

El sistema de alcantarillado de Tolata cubría el 77% del sector urbano y el restante 33% realizaba sus descargas mediante la utilización de pozos sépticos o pozos ciegos⁵. Con respecto al tratamiento de aguas residuales y la disposición de excretas, hasta el año 2016, el centro urbano de Tolata

3. La tasa anual de crecimiento intercensal entre los años 2001 al 2012 es de 1.71%. El índice de crecimiento poblacional se define como el promedio anual de crecimiento de la población, en un tiempo determinado. El aumento o la disminución de la población dependen del crecimiento vegetativo y de la migración neta; se expresa por cada 100 personas. 1.71%, es el dato que se tomó en cuenta para la proyección de la población objetivo del proyecto para un periodo de 10 años. Población estimada según el INE 2012.

4. Este porcentaje diferenciado según sexo indica que un 83,6 % de los varones hablan aparte de su lengua nativa el castellano, pero que sólo el 68,4 % de las mujeres se expresan también en castellano.
5. Es hasta el año 2016, que el centro urbano y la zona este de Tolata eran las únicas poblaciones del municipio que contaban con servicio de alcantarillado. El sistema del Centro Urbano, que incluye una planta de tratamiento de aguas negras tanque Imhoff, fue construido mediante convenio de la Alcaldía con el Fondo de Inversión Social el año 1998. La Zona Este dispone de una cámara séptica para el tratamiento de sus aguas residuales. El sistema de alcantarillado del Centro Urbano cubre el 78% de la población, y la Zona Este cubre el 90%.

contaba con una planta de tratamiento de aguas negras mediante la instalación de un tanque Imhoff, con dificultades en su funcionamiento por falta de operación y mantenimiento.

Esta infraestructura fue reemplazada por una nueva planta de tratamiento de aguas residuales descentralizada, utilizando tecnología innovadora y más apropiada al contexto socioeconómico de la población de Tolata centro urbano. Esta planta se encuentra en funcionamiento pleno a partir del mes de febrero 2018.

El municipio de Tolata se encuentra a una altitud entre los 2.700 msnm y los 3.730 msnm, siendo su altitud máxima ubicada en el Cerro Warmi Wañusqa con 3.730 msnm., y la mínima en inmediaciones de la urbanización "Complejo Carcaje" con altitud de 2.690 msnm. El relieve topográfico del área presenta una pendiente descendente desde el norte hacia el sud, lo cual favoreció al emplazamiento de la nueva planta de tratamiento de aguas residuales utilizando su pendiente más baja.



Fotografía: Plaza principal del Municipio de Tolata

2. Diagnóstico de la situación Municipio de Tolata con respecto al tratamiento de aguas residuales

Un factor importante en el mejoramiento de la calidad de vida de la población es la dotación de servicios básicos, siendo el alcantarillado sanitario uno de los principales sistemas de uso diario, que permite transportar las aguas residuales de tipo doméstico provenientes de los artefactos sanitarios como inodoros, urinarios, instalaciones de aseo personal y de preparación de alimentos, hacia una planta de tratamiento de aguas residuales. La carencia de este sistema o la inadecuada disposición de excretas ocasionan la contaminación de suelo, agua y aire que da lugar a la proliferación de enfermedades gastrointestinales, afectando en especial a la población infantil.

Es decir, la disposición final de las aguas residuales no tratadas o incorrectamente tratadas, en el suelo de forma superficial o mediante el uso de pozos, es susceptible de generar niveles significativos de contaminación de acuíferos y fuentes de agua, así como una evidente contaminación en las vías públicas, dando lugar a una constante presencia de enfermedades gastrointestinales, particularmente en poblaciones más jóvenes.

Hasta el año 2016, el Centro Urbano de Tolata contaba únicamente con un sistema de alcantarillado interconectado a un Tanque Imhoff, el cual había perdido su capacidad de funcionamiento y tratamiento de aguas residuales debido, principalmente, a que este sistema no contaba con el debido mantenimiento requerido, representando un foco de contaminación del suelo y de las capas freáticas del sub suelo, presionando ambientalmente los acuíferos de la zona.

En vista de ésta situación, es que en el Gobierno Autónomo Municipal de Tolata vio la urgente necesidad de construir un

nuevo sistema para el tratamiento de aguas residuales, con la finalidad de evitar la proliferación de enfermedades y la contaminación del medio ambiente.

El tipo de planta de tratamiento implementado, es para el tratamiento de aguas residuales domésticas, por lo que es importante resaltar que se debe prevenir a futuro que las industrias existentes en la zona realicen el tratamiento de sus aguas residuales in situ, en caso de generar aguas con contaminantes químicos o agresivos.



Fotografía: Planta de tratamiento de aguas residuales antigua

“Por el tipo de proceso de tratamiento de aguas residuales de la planta, el ingreso de aguas residuales con contenido químico y agresivo anularía el funcionamiento de la PTAR al destruir a los microorganismos que se desarrollan como parte del proceso de tratamiento”.

En este contexto, la nueva planta de tratamiento de aguas residuales de Tolata ha sido construida entre los años 2016 y 2017 de manera modular y puesta en marcha durante el primer semestre de la gestión 2018, proyectando su atención según el crecimiento poblacional para los próximos 10 años. Esta PTAR recibe las aguas residuales recolectadas por el sistema de alcantarillado existente del centro urbano de Tolata.

3. Características de la planta de tratamiento de aguas residuales de Tolata

El Gobierno Autónomo Municipal de Tolata es el propietario de la infraestructura de la nueva planta de tratamiento de aguas residuales y también es propietario de su gestión administrativa, de su operación y mantenimiento. Esta nueva planta se encuentra ubicada al Sudoeste del municipio, en terreno municipal, prácticamente donde anteriormente se encontraba emplazada la antigua planta de tratamiento de aguas residuales.

Los terrenos para el emplazamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales se encuentran en la parte más baja de la comunidad, favoreciendo el flujo de aguas del sistema de alcantarillado por gravedad, lo que repercute en costos menores de operación y mantenimiento del mismo.

En cuanto a la calidad de las aguas tratadas, el nivel de tratamiento de ésta planta que provee servicios al Centro Urbano de Tolata, permite el desfogue de las aguas tratadas dentro los parámetros permisibles para riego de áreas agrícolas (plantaciones de tallo alto), áreas verdes y campos deportivos del municipio. Existen áreas agrícolas colindantes a la planta de tratamiento las cuales aprovecharan las aguas tratadas. En casos de emergencia y cuando sea necesario, el sistema cuenta con un bypass⁶ que está conectado al río Sulty.

6. El Bypass de la planta es un anglicismo muy utilizado que significa conjunto de tubos, conductos, compuertas y válvulas alrededor de una estructura hidráulica o proceso de tratamiento por donde se puede hacer pasar un caudal; desviación controlada. Es decir, es un conjunto de elementos utilizados para desviar el agua residual de un proceso o planta de tratamiento en condiciones de emergencia, de mantenimiento o de operación.



Fotografía: contaminación de aguas en el municipio antes de la construcción de la nueva planta de tratamiento de aguas residuales



Fotografía: Nueva planta de tratamiento de aguas residuales de Tolata

Los bioreactores anaeróbicos, componente principal de la planta de tratamiento de aguas residuales, son elementos prefabricados de fibra de vidrio, los cuales no son susceptibles a fisuras o descomposición como los productos de cemento, por lo que no existen riesgos de contaminación de las aguas subterráneas con infiltración de aguas no tratadas⁷.

Con el nuevo servicio de tratamiento de aguas residuales implementado en el municipio de Tolata, se están tratando actualmente un caudal diario de 351 m³/día, de aproximadamente de 550 viviendas asentadas en el centro urbano, es decir casi el 100 % .

7. De acuerdo a la información analizada de estudios realizados por Ex - CORDECO, se encuentran suelos que no tienen horizontes bien desarrollados e indican una evolución corta. Según la clasificación Americana (7th. Approximation, USDA Handbook436), se trata sobre todo de suelo de las órdenes Entisol, Aridisol e Inceptisol donde sus contenidos de materia orgánica y la fertilidad natural generalmente son bajos. Según el mencionado estudio elaborado a nivel de perfil para la utilización de riego, se ha determinado una escala de 1 a 6 (bien apta a inapta para riego). Se tiene que la sección municipal no tiene tierras con clase 1 y 2.

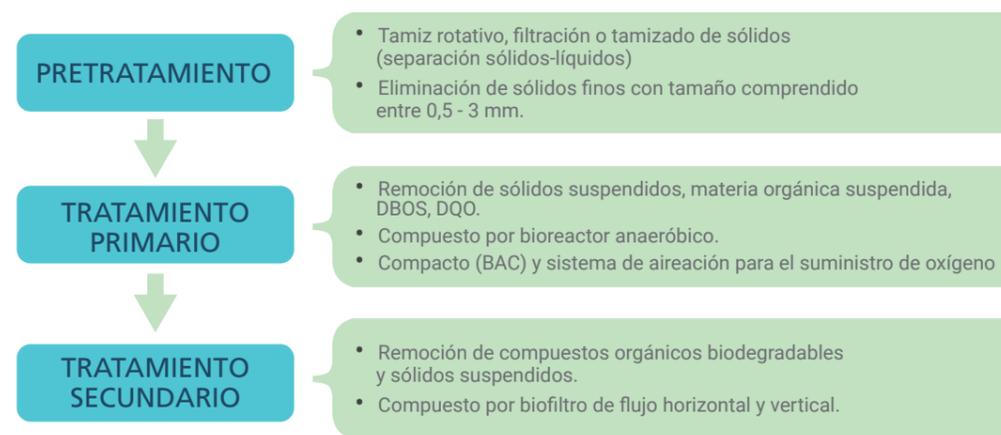


Figura No. 1: Proceso de tratamiento de aguas residuales de la planta



Figura No. 2: Plano de la planta de tratamiento de aguas residuales de Tolata

4. Participación de los actores en el proceso de construcción de la gestión de agua y saneamiento del Municipio de Tolata

A partir del año 2014, la Fundación AGUATUYA mediante convenio con el Gobierno Autónomo Municipal de Tolata inicia actividades de apoyo al municipio, primeramente para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de Tolata y posteriormente para la implementación de la misma con el propósito de tratar las descargas de agua de una población estimada en 2.250 habitantes del centro urbano del municipio. Adicionalmente al servicio de tratamiento de aguas residuales, esta planta fue construida con la finalidad de lograr el reúso de las aguas tratadas en riego de cultivos de tallo alto por agricultores asentados en predios vecinos.

La implementación de la planta de tratamiento de aguas residuales de Tolata se realiza en el marco del proyecto Nodo de Saneamiento Sostenible Descentralizado como Plataforma de Conocimiento y Generación de Impacto en Soluciones Sostenible, financiado con fondos de la Embajada de Suecia en Bolivia. El financiamiento de la planta contó también con la contribución de aporte local del 30%, por parte del Gobierno Autónomo Municipal de Tolata.

Posteriormente al periodo de construcción, en el año 2018, fue cuando la planta de tratamiento de aguas residuales de Tolata dio inicio a su funcionamiento en un periodo de "puesta en marcha", que duró aproximadamente 6 meses y en el cual se realizaron las pruebas y los ajustes técnicos del sistema de tratamiento.

Este periodo sirvió también, iniciar el proceso de ordeamiento y mejora del sistema de gestión y administración de la planta mediante la realización de estudios que

permitieron identificar y cuantificar los costos de capital, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, con el propósito de determinar una tarifa sostenible para el tratamiento de aguas residuales. Proceso asistido con el apoyo de la Fundación AGUATUYA.

Otros actores sociales relevantes de los servicios básicos en el municipio de Tolata están vinculados con la provisión del servicio de agua potable, los cuales son gestionados por el municipio, aglutinando a cuatro sectores de la población del centro urbano de manera separada entre las más relevantes: Tolata Centro, Zona Este, Zona Norte y Villa Lourdes, las cuales se ocupan de la provisión de agua por cañería para la población del centro urbano del municipio, asegurando la continuidad de la prestación del servicio de agua.



Fotografía: Reunión con el equipo técnico del Gobierno Autónomo Municipal de Tolata

5. Proceso de construcción modelo de gestión del servicio de tratamiento de aguas residuales

Actualmente, el Gobierno Autónomo Municipal de Tolata es la institución responsable de la prestación de los servicios básicos, tanto de la provisión de agua potable y alcantarillado, haciéndose cargo de la captación, distribución, operación, mantenimiento y cobro del servicio. Así como, de la recolección, tratamiento, operación y mantenimiento del servicio de aguas residuales, pero en este caso, sin cobrar una tarifa mensual ni anual a los usuarios.

Ante esta situación, se plantea la necesidad de abordar un proceso participativo de construcción de un modelo de gestión del servicio de tratamiento de aguas residuales con el propósito de mejorar la capacidad de la gestión administrativa del municipio y garantizar de esta manera entrega de un servicio eficiente a la población usuaria de este servicio, lo que conlleva necesariamente la inclusión de un proceso de definición tarifaria. El modelo de gestión, es planteado acorde con la capacidad institucional local

y las condiciones técnicas del sistema de tratamiento de aguas residuales, con el propósito de contribuir a la sostenibilidad del servicio de tratamiento de aguas residuales en el tiempo.

Plantear una propuesta para resolver esta situación ha requerido de la participación de los actores locales involucrados con la gestión de agua y saneamiento, realizándose este proceso en cuatro pasos:

Primer paso: Realizar un *diagnóstico rápido* de capacidades institucionales locales, conocer con mayor profundidad la EPSA municipal, sus características, es decir, si esta es de carácter comunitario o mixto, etc. En base al análisis identificar y determinar quien será el actor responsable del servicio prestado, analizando también las capacidades desarrolladas para las tareas de supervisión, operación y mantenimiento (O&M), y monitoreo.

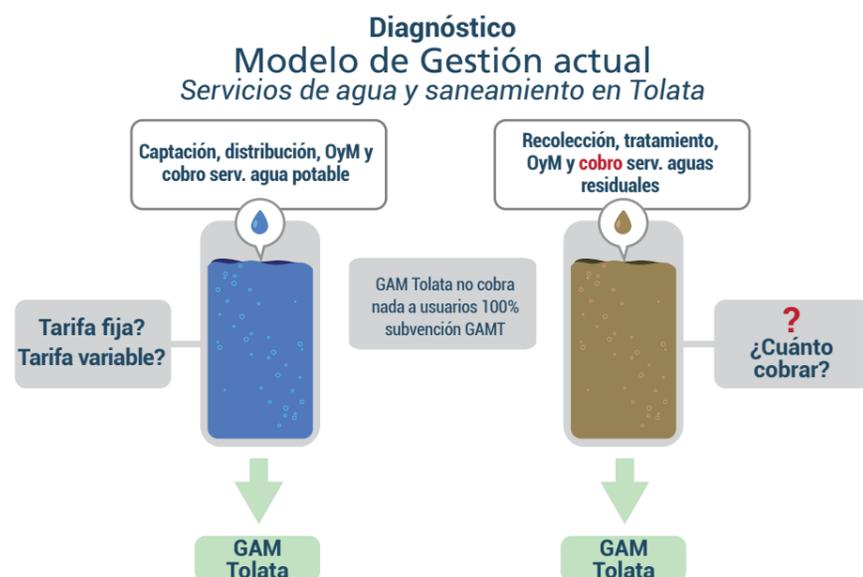


Figura No. 3: Diagnóstico del modelo de gestión del tratamiento de aguas residuales en base al servicio de la planta de Tolata

Segundo paso: Definición del modelo de gestión del Tratamiento de Aguas Residuales (TAR) en Tolata, que se realizó en base a la definición de principales funciones para la gestión de la planta, identificadas en: a) la responsabilidad de la prestación del servicio de la planta de tratamiento, b) la responsabilidad y capacidad de la operación y mantenimiento, c) la definición de responsabilidad del monitoreo de la planta de tratamiento.

Función	Responsabilidades-tareas
Propiedad	<ul style="list-style-type: none"> Asegurar la sostenibilidad del servicio Reinversión Ampliaciones Contratación de terceros
Operación y O&M	<ul style="list-style-type: none"> Trabajo diario/rutinario de operación Actividades de mantenimiento preventivo y correctivo Mejoras
Monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> Determinar indicadores Hacer seguimiento a la eficiencia de cada proceso de PTAR Detectar problemas Retroalimentar al operador Reportar al propietario sobre el funcionamiento de la PTAR

Cuadro No. 1: Principales funciones para la gestión de la planta de tratamiento de aguas residuales de Tolata

En este proceso, se identificaron y presentaron 4 modelos de gestión basados en la participación de los actores locales para la gestión del servicio y la tarifa, como opciones de concertación y búsqueda de la mejor opción que se adapte a las condiciones y expectativas de los actores locales:

Se plantearon los siguientes modelos:

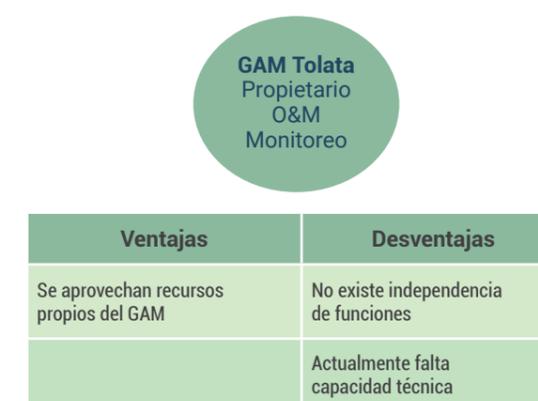


Figura No. 4: Modelo 1 de gestión propuesto para la PTAR Tolata

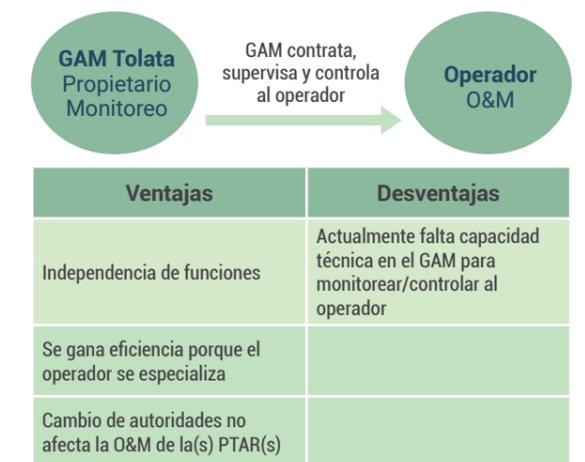


Figura No. 5: Modelo 2 de gestión propuesto para la PTAR Tolata



Figura No. 6: Modelo 3 de gestión propuesto para la PTAR Tolata

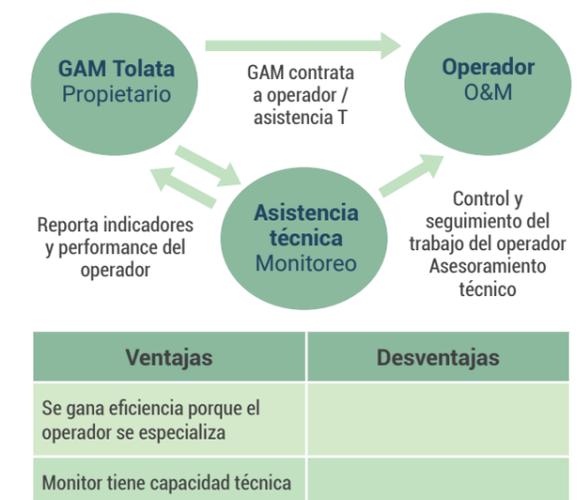


Figura No. 7: Modelo 4 de gestión propuesto para la PTAR Tolata

Tercer paso: la socialización de la tarifa de tratamiento de aguas residuales (TAR) en Tolata, se realizará en el marco de un proceso social ampliamente participativo con los principales actores locales vinculados al sector de agua y saneamiento, es decir, con los responsables del Gobierno Autónomo Municipal de Tolata, así como con los dirigentes y usuarios del servicio, utilizándose para esto diferentes reuniones y talleres informativos y de concertación.

Esta etapa implicará la ejecución del plan de corresponsabilidad ciudadana en la tarifa, con el fin de generar el buen uso del alcantarillado y el tratamiento de aguas residuales, trabajándose con diferentes actores locales públicos y sociales con una visión estratégica. Se describen los siguientes:

Autoridades: Se realizaron reuniones de trabajo con las autoridades locales, es decir, con el Alcalde Municipal, el Secretario General y el Director de Planificación Municipal, en las que se consolidará el modelo de gestión propuesto para el saneamiento de Tolata, visualizándose principalmente las responsabilidades del municipio y las obligaciones de los usuarios

Funcionarios municipales: Se capacitará a los funcionarios municipales sobre el modelo de gestión propuesto y también sobre la identificación de los costos del servicio de tratamiento de aguas residuales, tanto de operación, como de inversión, así como el cálculo de tarifas, determinando una propuesta a ser presentada y concensuada con los usuarios del servicio mediante los dirigentes de las OTB.

Dirigentes de OTB: Con apoyo de los funcionarios municipales, capacitados y comprometidos, se coordinará una reunión con los dirigentes de OTB en la que se presentará una propuesta de tarifa por el servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, la dotación de la nueva infraestructura de tratamiento de aguas residuales, las inversiones del municipio en el servicio, y finalmente los costos que representa para el municipio enfrentar la operación y mantenimiento para asegurar un tratamiento efectivo de las aguas residuales, proteger los cuerpos de agua y la salud de sus pobladores.

Familias: La sensibilización a la población se realizará mediante las reuniones mensuales de cada OTB, donde se explicará los beneficios

de la mejora del servicio y los costos que se cubren con la tarifa. También, se produjeron y transmitieron spots televisivos y mensajes radiales, con el propósito de sensibilizar y educar a la población en el buen cuidado del alcantarillado, con el slogan: "A buen cuidado, buen servicio"

Cuarto paso: *Sustento administrativo y legal* para la aplicación del cobro de la tarifa por el servicio del tratamiento de aguas residuales en Tolata, es necesario la elaboración y promulgación de una ley municipal que ampare al Gobierno Autónomo Municipal de Tolata para la aplicación y gestión de cobro de una tarifa sostenible, la cual será determinada de manera conjunta entre representantes municipales y Aguatuya, para ser posteriormente socializada y aprobada por la población en su conjunto.

La situación actual es que los cuatro sistemas de agua con los que cuenta el municipio para la prestación del servicio de abastecimiento de agua a la población del centro urbano de Tolata, están en proceso de independización administrativa y técnica, es decir, estos sistemas ya no serán gestionados por el GAM de Tolata, conformándose

EPSAS independientes organizadas por los mismos usuarios de cada sistema. Viendo esta situación será necesario prestar asistencia técnica a estas nuevas EPSAS para que cuenten con una reglamentación de sus operaciones que respalde sus acciones; cuente con equipamiento básico de funcionamiento y personal capacitado en el manejo de un software administrativo que permita realizar la cobranza de la tarifa establecida a los usuarios por la prestación de los servicios de agua y alcantarillado.



Foto: Socialización de la tarifa de tratamiento de aguas residuales Tolata



Foto: Operación y mantenimiento de la PTAR Tolata

6. Definición del modelo de gestión del tratamiento de aguas residuales: modelo propuesto

El Gobierno Autónomo Municipal de Tolata en el marco de sus competencias exclusivas es responsable de la provisión de servicios básicos, las cuales realiza a través de su Unidad de Servicios Básicos. Actualmente, el municipio no cuenta con una empresa municipal asignada a este cometido, por lo que cumple la prestación de servicios, operación y mantenimiento de manera directa.

El modelo de gestión propone mejorar la entrega del servicio definiendo la instancia responsable de realizar la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado y de la PTAR. Para efectos de la cobranza por el servicio se propone negociar con cada una de las nuevas EPSAs para realizar el cobro de la tarifa mensual a los usuarios del sistema.

El sistema de agua potable del centro urbano de Tolata es gestionado por el municipio y está dividido en cuatro zonas o sistemas: Tolata Centro, Zona Este, Zona Norte y Villa Lourdes. Se pretende que a futuro cada una

de estas instancias gestione de manera autónoma sus servicios. Actualmente el GAM de Tolata no cobra ninguna tarifa a los usuarios por el sistema de recolección ni tratamiento de aguas residuales a los usuarios del sistema. El total de los gastos incurridos por este servicio es subsidiado con fondos públicos municipales.

El modelo de gestión propuesto, por definir y aplicar en el municipio de Tolata se basa en el siguiente esquema:

Modelo en el cual la responsabilidad de la gestión del tratamiento de aguas residuales reside en el propietario de la planta de tratamiento, en este caso, el Gobierno Autónomo Municipal de Tolata, quien mediante un contrato de servicios, contrata la figura de una empresa operadora externa, especializada en la operación y monitoreo de la planta, quien reporta de manera directa al GAM Tolata, sobre el funcionamiento del tratamiento de aguas residuales.



Figura No. 8: Modelo de gestión de la planta de tratamiento de aguas residuales de Tolata

7. Determinación de los costos de capital y costos de operación

Los costos operativos, así como los costos de inversión y reposición son los principales elementos tomados en cuenta para la definición de la tarifa del tratamiento de aguas residuales. Información que contará con un proceso de socialización para que los usuarios cuenten con información suficiente sobre los costos que cubre la tarifa.

Para la determinación de los costos del servicio se desarrolló y utilizó una herramienta, donde se visualizan por separado los costos de operación y mantenimiento (OPEX: Operating expense) y los costos de inversión y reposición de equipos e infraestructura (CAPEX: Capital expenditure).

La herramienta visualiza principalmente los costos asociados durante toda la cadena del servicio que van desde la recolección, tratamiento y disposición final del efluente tratado. Los costos operativos (OPEX), son los costos diarios referidos a salarios del personal operativo, gasolina, mantenimiento de vehículos y equipos, pago de servicios básicos para el funcionamiento de oficinas, prendas de vestir, alquiler de equipos, etc.

Los costos de inversión (CAPEX), son los referidos a los costos de infraestructura de la red de alcantarillado sanitario y de la planta de tratamiento de aguas residuales, es decir, equipamiento de la PTAR, edificio de oficinas, equipamiento de oficinas de funcionarios dedicados a la prestación de este servicio, específicamente.

Tomando en cuenta todos estos componentes y según la información recolectada, se presenta la siguiente estructura de costos: Como se puede apreciar en la tabla, se determinó un costo de operación y mantenimiento (OPEX) de USD 17.493,00 por año y un costo de capital (CAPEX) de USD 34.047,00 por año. Con este análisis concluimos que el costo total anualizado de

la PTAR (costo total de propiedad), tomando en cuenta tanto el CAPEX como el OPEX es de USD 51.540,00 Por año.

Considerando que la capacidad de tratamiento de la planta de tratamiento del municipio de Tolata es de 128.261 m³/año, el estudio determina un costo total para el tratamiento de las aguas residuales de USD 0,40 por m³. (CAPEX: USD 0,27 por m³ + OPEX: USD 0,13 por m³)



Fotografía: Operación y mantenimiento de la PTAR Tolata

Cuadro No. 2: Detalle de costos de capital de inversión y operación y mantenimiento

Detalle del CAPEX

Item	Descripción	Total costo (USD)	Vida útil (Años)	Costo (USD/año)
1	Trabajos Preliminares/Terraplenado	4.439	20	356
2	Caramo de bombeo Obra civil	24.601	20	1.974
3	Equipo de pretratamiento mecanizado	14.368	20	1.153
4	Desgrazadora	2.859	20	229
5	Tratamiento primario (biorreactor PRFV)	77.299	20	6.203
6	Tratamiento secundario con biofiltros H y V (revestimiento HDPE)	62.193	5	14.365
7	Área de secado de lodos (revestimiento con HDPE)	4.196	30	273
8	Instalaciones hidráulicas	7.309	10	947
9	Desinfección (Cloración/Reso)	10.740	5	2.481
10	Sistema de bombeo y sistema de aireación	7.399	3	2.717
11	Cerco perimetral (malla)	12.471	20	1.001
12	Áreas de circulación	4.631	20	372
13	Señalética (metálico)	877	5	203
14	Caudalímetro digital	7.615	10	986
15	Edificio administrativo	9.217	40	537
16	Parque vehículos	4.310	40	251
Total		254.526		34.047

Fuente: AGUATUYA, sept. 2018.

Detalle del OPEX

Item	Descripción	Total costo (USD)	Vida útil (Años)	Costo (USD/año)
1	Personal especialista (Supervisión)	206.00	12	2.471,98
2	Chofer y recaudadora	172.45	12	2.069,40
3	Operador técnico	479.07	12	5.748,85
4	Mantenimiento de equipos eléctricos	350.00	2	700.00
5	Limpieza de lodos	89.82	4	359.29
6	Gastos telefonía e internet para oficinas	31.67	12	380.03
7	Mantenimiento de vehículos	86.21	4	344.83
8	Insumos de limpieza	14.37	12	172.41
9	Gasolina	28.74	12	344.83
10	Consumo de agua PTAR	7.18	12	86.21
11	Consumo de energía de PTAR	249.32	12	2.991,81
12	Monitoreo	355.60	2	711.
13	Pastillas de cloro	51.72	12	620.69
14	Prendas de vestis	491.38	1	491.38
Total				17.493

8. Determinación y propuesta tarifaria

Considerando que la capacidad de tratamiento de la PTAR Tolata es de aproximadamente 3.200 habitantes (640 viviendas), se determina un costo total de propiedad de USD 16,10 per cápita-año. Lo que equivale a decir que el costo de propiedad promedio mensual de una vivienda es de USD 6,70 por mes (Bs. 46,70 por mes), por 16 m³ por vivienda por mes.

Si tomamos en cuenta que el ingreso familiar promedio mensual de la gran mayoría de la población de Tolata es de Bs. 1.500,00⁸ y según la normativa vigente del SENASBA, para la determinación de la tarifa por concepto de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, no debe superar el 2% del ingreso promedio familiar, la tarifa máxima a ser pagada por los usuarios, por este concepto, no debiera superar los Bs. 30 al mes.

En este caso, lo que se propone es que las familias puedan cubrir mínimamente los costos de operación (OPEX): USD 1.457,00 por mes (Bs. 10.140,00 por mes), es decir que la tarifa por el servicio de tratamiento de aguas residuales debería ser Bs. 18 por vivienda por mes, tomando en cuenta una población actual de 550 viviendas que reciben el servicio de alcantarillado en el Centro Urbano de Tolata.

Los costos CAPEX: USD 34.047,00 por año Bs. 236.697,00 año) deberían ser subvencionados por el GAM Tolata, con recursos propios u otras fuentes.

8. Fuente: Diagnostico AMDECO 2010.



Fotografía: Reunion de socializacion PTAR Tolata

9. Análisis y reflexión

9.1 Lecciones aprendidas

La provisión de asistencia técnica al municipio de Tolata desde el año 2014 nos permite compartir lecciones aprendidas de un proceso de mejora del saneamiento municipal utilizando tecnologías y modelos de gestión para el tratamiento de aguas residuales descentralizado.

En base al conocimiento gestionado, por la introducción de innovaciones tecnológicas y el fortalecimiento institucional orientadas a lograr modelos de gestión del saneamiento local se presenta principales lecciones aprendidas según los siguientes tópicos:

- a) La tecnología innovadora del saneamiento descentralizado.
- b) La participación de los actores locales.
- c) El modelo de gestión de una planta de tratamiento de aguas residuales.
- d) El desarrollo de la capacitación, la sensibilización y difusión.

a) La tecnología innovadora del saneamiento descentralizado, en el proceso de desarrollo y mejora del saneamiento en Tolata constituyó un mecanismo apropiado para mejorar las condiciones de saneamiento en el municipio y superar los problemas de la no aceptación de la población de sistemas convencionales de tratamiento de aguas residuales cercana a sus viviendas. La experiencia de la construcción y operación de la planta de tratamiento de aguas residuales en el municipio utilizando tecnología basada en procesos naturales (tratamiento anaerobio combinada con humedales), al tener un proceso continuo y de calidad del tratamiento de aguas residuales y no generar malos olores, ha contribuido a cambiar la percepción del tratamiento de aguas residuales por parte de la población de Tolata.

Es una oportunidad económica para las familias del entorno, contar con aguas

residuales tratadas que pueden ser reutilizadas en actividades agrícolas y esto ha valorizado aun más este tipo de sistemas, dando paso a una demanda creciente de sistemas de tratamiento bajo similares características en otras zonas del municipio.

b) La participación de los actores locales, en el proceso de introducción de nuevas tecnologías de saneamiento al municipio fue un factor clave. Al inicio del proyecto constructivo se realizaron una serie de talleres y consultas con las comunidades para contar con el respectivo consentimiento de la construcción del proyecto en la zona de Villa Lourdes. La suscripción de convenios interinstitucionales y de asistencia técnica, entre el Gobierno Autónomo Municipal de Tolata Cliza y la Fundación AGUATUYA, establecieron las reglas de juego y facilitaron el cumplimiento de compromisos institucionales. El financiamiento de recursos de cooperación internacional mediante la Embajada de Suecia, representó un factor fundamental para el proceso de desarrollo de los servicios básicos en este municipio.

Mantener diversas estrategias para involucrar a los actores relevantes en la toma de decisiones y con el propósito conjunto de la construcción de una planta de tratamiento generaron confianza. Mantener un canal de información y comunicación con los usuarios en el proceso de consultas y definición de tasas y tarifas permitirán su aceptación y brindarán sostenibilidad al servicio.

c) El modelo de gestión de la planta de tratamiento de aguas residuales, en el municipio de Tolata es un proceso en construcción. El logro de resultados visibles sobre las aguas residuales tratadas es un factor importante que aportó al fortalecimiento en la vinculación de actores locales públicos y sociales. El liderazgo en

el proceso de gestión del tratamiento de aguas residuales del Gobierno Autónomo Municipal de Tolata y la gestión del sistema de operación y mantenimiento garantizan un proceso de calidad y continuidad de las aguas tratadas. La contratación de servicios externos y especializados para la asistencia técnica y monitoreo de la planta de tratamiento de aguas residuales, es importante para brindar la prestación de servicios con calidad y continuidad.

d) El desarrollo de la capacitación, la sensibilización y difusión, realizado durante los últimos años en Tolata, desde la concepción del diseño de la planta, hasta la construcción y el proceso de tratamiento de aguas residuales, constituyen un conjunto de actividades que acompañaron la instalación de la infraestructura y fortalecieron la capacidad local de los servicios básicos, introduciendo valores del buen uso del alcantarillado, beneficios del saneamiento y aspectos de la sostenibilidad del sistema de tratamiento de aguas residuales.

La participación y el compromiso de los actores locales en las distintas reuniones y actividades de socialización sobre la implementación de la planta, para la presentación de la propuesta tarifaria, fueron un factor clave del proceso de mejora del tratamiento de aguas en Tolata, así como el contar con un equipo de trabajo motivado y convergente con el enfoque y el propósito del proyecto de emplazamiento de sistemas de saneamiento descentralizado, al interior de la Fundación AGUATUYA.

Como en todo proceso de desarrollo local donde se manejan elementos y criterios innovadores externos los tiempos distendidos en la gestión de contrapartes locales para la parte constructiva, ha sido en un principio un obstáculo y una dificultad, pero que sin embargo se han logrado superar acorde a las condiciones de planificación y recursos municipales existentes.



Fotografía: riego con aguas tratadas Tolata

10. Conclusiones

Los esfuerzos institucionales de los actores públicos municipales, sociales de asistencia técnica y de cooperación al desarrollo han logrado de manera conjunta mejorar las condiciones de saneamiento del municipio de Tolata, a través de la implementación de la planta de tratamiento de aguas residuales y su modelo de gestión, alcanzando una buena solución para las descargas de aguas residuales del centro urbano de Tolata.

El municipio de Tolata cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales innovador que garantiza un eficiente tratamiento de las aguas servidas del centro urbano de su población. La calidad del efluente tratado permite que las aguas tratadas puedan ser reutilizadas para riego de la producción de diferentes cultivos de tallo alto. Aspecto que ha despertado y motivado el interés local de municipios aledaños y municipios provenientes del interior del país.

El modelo de gestión propuesto, asegurará la calidad y continuidad del servicio de tratamiento de aguas residuales y su disposición final de manera segura. La definición de tasas y tarifas para el pago del servicio permitirá la sostenibilidad del sistema de tratamiento de aguas residuales permitiendo a su vez que este modelo de servicio sea replicado en otros municipios que atraviesan por la misma problemática.

Se espera que, al compartir la información generada en este proceso de manera ordenada se esté contribuyendo a inspirar nuevos procesos que repliquen esta experiencia en otros contextos municipales, donde se identifique una necesidad de mejora del tratamiento de aguas residuales y la provisión de servicios básicos.

11. Bibliografía

AGUATUYA, 2018 Evaluación de costos del servicio de recolección y tratamiento de aguas residuales.

AGUATUYA, 2018 Fichas Técnicas

AGUATUYA, 2018, Planta de tratamiento para aguas residuales Villa Lourdes - Municipio de Tolata – Modelo de Gestión y Determinación de Tarifa. PPT.



Fotografía: Planta de tratamiento de aguas residuales de Tolata



c/Nicolas Ortiz Pacheco N° 33
entre Antonio Salinas y av.
Calampampa
Tel: (591) 4 4242164
Casilla Postal 6264
Cochabamba – Bolivia



info@aguatuya.org
[Facebook.com/aguatuya](https://www.facebook.com/aguatuya)
www.aguatuya.org