



FICHA INFORMATIVA

Planta de tratamiento de Orina El Alto - La Paz



Ubicación del proyecto: <https://maps.app.goo.gl/qC6jS9K9BTi2kqQF9>

Datos generales

Nombre del proyecto

Planta de tratamiento de Orina El Alto - La Paz.

Tipo de proyecto

Modelos descentralizados de saneamiento en Bolivia.

Ubicación

País: Bolivia.

Departamento: La Paz.

Municipio: Laja y Viacha.

Provincia: Los Andes e Ingavi.

Localidad: Puchukollo.

Latitud: 16° 33' 40" S.

Longitud: 68° 15' 36" O.

Altura: 3.920 m.s.n.m.

Lugar implementación del proyecto

Municipio de Viacha.

Período de diseño y construcción del proyecto

17/08/2023 - 17/08/2033.

Escala del proyecto

Población atendida: 875 habitantes.

Número de familias: 175.

Promedio de habitantes por familia: 5.

Inversión total: 82.138,00 USD.

Promedio de inversión per cápita: 93,87 USD.

Agencia de Cooperación

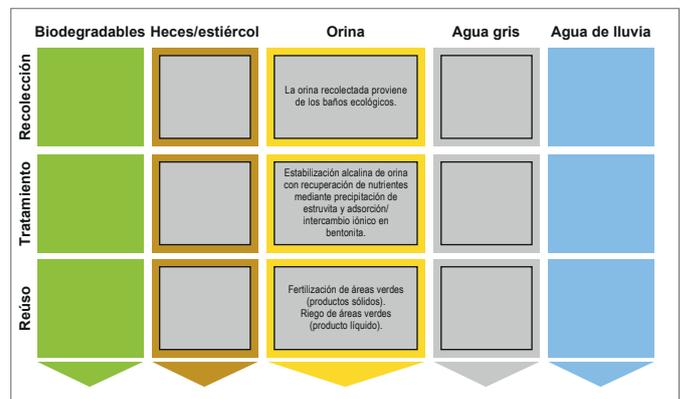
Embajada de Suecia.

Contraparte del Estado

EPSAS, como contraparte, contribuye con la cesión del terreno y el movimiento de tierras con un valor de: 1.392.000 USD.

Organismo ejecutor

Fundación Aguatuya www.aguatuya.org.



Componentes de saneamiento aplicados en este proyecto.

Objetivo y motivación del proyecto

El crecimiento demográfico y la urbanización han incrementado significativamente la necesidad de soluciones de saneamiento innovadoras y sostenibles en zonas periurbanas y rurales de Bolivia. Actualmente, el 30% de la población en estas áreas carece de acceso a alcantarillado, lo que refleja las limitaciones de los sistemas convencionales, especialmente en contextos de baja densidad poblacional o con condiciones geográficas adversas para una gestión segura de las excretas.

En consonancia con el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 6 de las Naciones Unidas que busca garantizar el acceso universal al agua y al saneamiento de forma sostenible se han propuesto diversas soluciones para enfrentar esta necesidad. Entre estas, las tecnologías de saneamiento in situ, como los baños ecológicos secos con separación de orina, se presentan como alternativas clave para gestionar de manera segura las excretas sin depender de infraestructura centralizada. Estas soluciones no solo abordan problemas inmediatos de acceso, sino que también permiten la recuperación de recursos valiosos, como nutrientes aprovechables en la agricultura.

En este contexto, la fundación Aguatuya ha liderado la implementación de una planta piloto de tratamiento de orina que permite gestionar de manera eficiente la orina proveniente de los baños ecológicos secos, en aquellas zonas sin acceso al alcantarillado sanitario. Este sistema facilita la recuperación de nutrientes bajo un enfoque de economía circular, transformando la orina tratada en eco fertilizantes o mejoradores de suelo, cerrando así el ciclo de los nutrientes y reduciendo el impacto ambiental.

La adecuada gestión de la orina presenta una oportunidad para producir fertilizantes ricos en nutrientes, mejorando la productividad agrícola local y reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos sintéticos. Además, este manejo responsable contribuye a mejorar la calidad de los suelos y cultivos, disminuir la contaminación de fuentes de agua y a fomentar una gestión sostenible del agua, beneficiando al medio ambiente y a la economía local.

Área de intervención

Viacha es un municipio de Bolivia, capital de la provincia Ingavi ubicada en el departamento de La Paz. De acuerdo a su crecimiento poblacional y la cercanía a centros urbanos densos es que Viacha se ha consolidado como un centro urbano intermedio y conforma parte de la región metropolitana. El municipio de Viacha está a una altura de 4.435 m.s.n.m,

tiene una extensión aproximada de 5.410 km², su topografía tiene un relieve ondulado, con presencia de serranías. Los principales ríos son el Desaguadero, el Chama, el Jachajahuira y el Pallina. Tiene un clima con temperatura promedio de 8°C y una población de 80.724 habitantes según el Censo del 2012.

Limita al norte con el municipio de Laja y El Alto; al este con los municipios de El Alto, Achocalla, Calamarca, Collana; al oeste con los municipios de Comanche, Santiago de Machaca, Laja; al sur con los municipios de Collana y Comanche.

El municipio de Viacha tiene dos climas principales según la clasificación de Koppen, un clima semiárido de verano e invierno templados y un clima subhúmedo seco de verano e invierno cálido. El municipio abarca una superficie de 84.928 hectáreas que se distribuyen de la siguiente manera: Área agropecuaria 66%, área de explotación minera 18 %, área de cultivos agrícolas para el mercado local 12%, área de pastoreo extensivo 2% y zona urbana 2%.

Viacha presenta una economía diversificada en función de su potencial productivo y características geográficas. Sus sectores económicos más relevantes son:

- **Sector primario:** Agricultura, ganadería, minería (extracción de arcilla, cal, piedra caliza), piscicultura y producción de alimentos como papa, quinua, alfalfa y cebada.
- **Sector secundario:** Industria de cemento, ladrillos, tejas, cerámica, cal, panadería, joyería y otras manufacturas.
- **Sector terciario:** Servicios de transporte (urbano, intermunicipal y pesado).

El municipio de Viacha está situado sobre el acuífero Pura-purani, una importante fuente de agua con origen de hace más de 10.000 años. En total, son 45 pozos los perforados identificados destinados al consumo humano y agrícola. Las comunidades acceden a esta agua a través de sistemas gestionados por entidades como la Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento (EPSAS) y la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Viacha (EMAPAV).

La actividad agrícola también recurre a fuentes de agua superficial para el riego de sus cultivos, aunque muchas de estas fuentes de agua presentan una calidad hídrica deteriorada. Las aguas servidas domésticas e industriales se descargan principalmente en los ríos Pallina, Seco y Seke, lo que genera una grave contaminación de la cuenca del Katari. Esta situación se agrava por los residuos provenientes del municipio de El Alto.



Características del municipio

Características	Municipio de intervención
Población [habitantes]	80.724.
Clima	Semiárido de verano e invierno templados y subhúmedo seco de verano e invierno cálido.
Elevación sobre el nivel del mar [m]	3.900 m.s.n.m.
Precipitaciones medias mensuales de la estación seca [mm]	12,5 mm.
Precipitaciones medias mensuales de la temporada de lluvias [mm]	74,17 mm.
Promedio anual de precipitaciones [mm]	524,60 mm.
Temperatura media [°C]	3,75 °C - 10,31°C.
Tasa de mortalidad infantil [por cada mil nacidos vivos]	32,5.
Tasa de mortalidad de niños [por cada mil nacidos vivos]	40,6.
Acceso al agua potable distribuida por las líneas de suministro [%]	86%.
Aguas residuales sanitarias [%]	4%.
Uso de suelo	Urbano, uso agropecuario intensivo, uso agropecuario extensivo y tierras de uso restringido.
Situación socio económica	El PIB per cápita de esta región es de 415 USD.
Agricultura y ganadería [%]	38%.
Minería [%]	1%.
Industria de alimentos [%]	3%.
Otras industrias [%]	9%.
Construcción [%]	9%.
Comercio y transporte [%]	20%.
Turismo [%]	1%.
Otros servicios [%]	8%.
Administración pública [%]	10%.

Tecnologías aplicadas

Viacha implementó una planta para el tratamiento y disposición final de los residuos provenientes de baños ecológicos secos (BES). Esta planta incorpora una tecnología innovadora cuya configuración permite tratar la orina, garantizando la recuperación efectiva de nutrientes y contribuyendo al cierre del ciclo de nutrientes.

La planta tiene la capacidad de tratar 120.000 litros de orina al año, recolectados en distintos barrios de El Alto (distritos 7 y 14). Una vez tratada, la orina queda libre de contaminantes y se convierte en un producto con alto potencial de reutilización como fertilizante en áreas verdes, gracias a su elevado contenido de nitrógeno, fósforo y potasio.

El tratamiento se lleva a cabo en dos etapas, cada una con un proceso diferente.

- En la primera línea de tratamiento, la orina almacenada pasa por una fase de fermentación natural, durante la cual el pH se incrementa gradualmente debido a la actividad biológica que transforma la urea en amonio, generando un ambiente alcalino. Esta alcalinización facilita condiciones adecuadas para la siguiente etapa, donde se

adiciona óxido de magnesio (MgO) como fuente de magnesio y bentonita, una arcilla de alta capacidad de intercambio catiónico.

- La incorporación de MgO promueve la precipitación controlada de estruvita (fosfato de magnesio y amonio $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$), un fertilizante de liberación lenta rico en nitrógeno y fósforo. Paralelamente, la bentonita actúa como medio adsorbente e intercambiador iónico, fijando nutrientes residuales como amonio, potasio y parte del fósforo, mejorando así la eficiencia global del proceso de recuperación.
- El resultado es un lodo húmedo con alta concentración de nutrientes, que se somete a un proceso de secado para transformarse en un fertilizante sólido reutilizable. La fracción líquida restante, tras haber sido estabilizada y depurada parcialmente, puede ser reutilizada de forma segura en riego agrícola o forestal, cerrando el ciclo de nutrientes y agua.
- En la segunda línea, la totalidad del volumen de orina se somete a un proceso de almacenamiento prolongado que promueve la alcalinización como resultado de la transformación de la urea en amonio.
- Este entorno alcalino crea condiciones desfavorables para la supervivencia de microorganismos patógenos. Como resultado, se logra la inactivación de bacterias, virus y parásitos, sin necesidad de adicionar aditivos químicos. El producto final es una solución líquida estabilizada que puede ser utilizada con seguridad como fertilizante líquido o para riego.

Crterios para seleccionar las tecnologías

Condiciones locales	Tecnología apropiada
Orinas recolectadas en bidones provenientes de baños ecológicos con recolección diferenciada que pueden contener patógenos.	La fermentación inactiva a los microorganismos al elevar el pH y debido a la producción de amoniaco.
Alta concentración de nutrientes: Nitrógeno, fósforo y potasio.	Dosificación de aditivos bentonita y óxido de magnesio para precipitar estruvita y recuperar nitrógeno por adsorción e intercambio iónico.
Reutilización potencial en fertilización y recuperación de áreas verdes. Riego de áreas verdes.	Secado en cámaras solares para la obtención de un fertilizante sólido. Fermentación e higienización. Dilución para su posterior uso en riego.



Descripción de los procesos

Las orinas que ingresan a la planta de tratamiento de orina, se dividen en 2 líneas de tratamiento que se describen a continuación:

Línea 2			
Paso	Componente	Cant.	Proceso
1	Tanques de recepción	2	Recepción de la orina que se bombea del carro recolector. Almacenamiento temporal de la orina, durante 1 semana para su fermentación previa a su procesamiento. Verificación visual del nivel de orina. Limpieza cada 6 meses.
2	Bomba de alimentación	1	Bombeo de orina desde tanques de recepción hacia reactores de mezclado. El operador debe verificar el volumen de orina haciendo uso del nivel instalado en los reactores. Mantenimiento preventivo cada 6 meses.
3	Reactores de mezclado	2	Mezcla de la orina con los aditivos (bentonita y óxido de magnesio), para precipitar estruvita y recuperar nitrógeno por adsorción e intercambio iónico. El tiempo de mezclado es de 30 minutos. Luego del mezclado, la mezcla debe reposar por 2 horas para la separación previa de la fracción sólida y la fracción líquida. La fracción líquida es vertida al canal de desagüe y la fracción sólida es vertida en las bandejas de secado.
4	Carros separadores de fase	4	Separación de la fracción sólida y la fracción líquida remanente. Reposo por 20 horas. La fracción líquida es vertida al canal de desagüe y la fracción sólida es vertida en las bandejas de secado.
5	Cámara de secado solar	1	Secado completo de la fracción sólida para su envasado final y reúso. Disposición de bandejas en cama solar durante 2 semanas.

Línea 2			
Paso	Componente	Cant.	Proceso
1	Tanque de recepción	1	Recepción de la orina que se bombea del carro recolector. Verificación visual del nivel de orina. Limpieza cada 6 meses.
2	Bomba de alimentación	1	Bombeo de orina desde tanques de recepción hacia reactores de mezclado. El operador debe verificar el volumen de orina haciendo uso del nivel instalado en los reactores. Mantenimiento preventivo cada 6 meses.
3	Tanques de recepción	5	Fermentación e higienización de la orina. Almacenamiento durante 3 meses. Limpieza anual.
4	Bomba de alimentación	1	Bombeo de la orina desde tanques de almacenamiento hacia disposición final. Verificación visual del nivel de orina en tanques de almacenamiento. Mantenimiento preventivo cada 6 meses.

Información de diseño

Dimensionamiento	
Capacidad [m³/mes]	10 (5 [m³]L1 y 5 [m³]L2)
Superficie total de la PTAR [m²]	170 [m²]

La planta de tratamiento de orina de El Alto ha sido diseñada para tratar las orinas de los baños ecológicos secos de las zonas periurbanas del municipio y garantizar un residuo estabilizado y desinfectado que pueda ser utilizado para fertilización y recuperación de áreas verdes. De esta manera, se promueve el reúso de orina de forma segura, eficiente y sostenible en beneficio de la comunidad.

La planta de tratamiento de orina de El Alto cuenta con un tren de tratamiento compuesto por dos líneas diferentes.

En la primera línea L1:

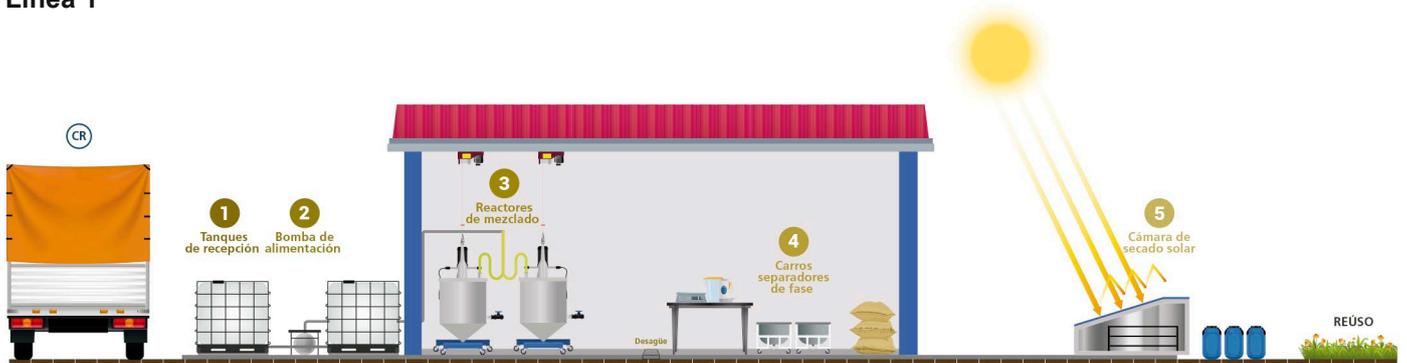
- La orina que se recolecta en bidones de 20 litros se almacena temporalmente en tanques de recepción para su procesamiento. En estos, el operador debe hacer una verificación visual del nivel para no exceder su capacidad de almacenamiento. En estos tanques las orinas permanecen durante 2 semanas para su fermentación previa a su procesamiento.
- Desde estos tanques de recepción, las orinas se bombean hacia reactores de mezclado. En estos reactores, de igual forma, el operador debe hacer una verificación haciendo uso de los niveles instalados en los reactores.
- En los reactores se dosifican los aditivos bentonita y óxido de magnesio, los cuales permiten la precipitación de estruvita, un mineral cuya fórmula química es $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$. La formación de estruvita ocurre cuando el magnesio (Mg^{2+}), un catión divalente, se une electrostáticamente con fosfato (PO_4^{3-}) y amonio (NH_4^+). Por ello, es esencial que el medio de reacción contenga cantidades suficientes de estos tres componentes. El amonio se genera a partir de la descomposición bacteriana de la urea, proceso que además eleva el pH del medio. Este aumento en la alcalinidad cumple una doble función: Por un lado, inactiva posibles patógenos presentes en la orina; por otro, en condiciones alcalinas ($pH > 7,5$), el fosfato (PO_4^{3-}) se encuentra en su forma predominante, lo que facilita su unión con el magnesio (Mg^{2+}) para formar la estruvita. La bentonita cumple un rol de agente coagulante actuando como aglutinante de las partículas, facilitando la aglomeración de los cristales de estruvita. Se requiere un tiempo de mezcla mínimo de 30 minutos para garantizar la reacción.
- Luego del mezclado, es necesario un tiempo de reposo de 2 horas para la separación previa de la fracción sólida y líquida. La fracción líquida es vertida al canal de desagüe y la fracción sólida pasa a los carros separadores de fases.
- La separación efectiva se da a las 20 horas de reposo. Posterior a este tiempo, la fracción líquida es vertida al canal de desagüe y la fracción sólida es vertida en bandejas de secado.
- El secado completo de la fracción sólida para su envasado final se da después de 2 semanas de secado en cama solar.
- El producto final es un fertilizante sólido que puede ser empleado para la fertilización de áreas verdes.

En la segunda línea L2:

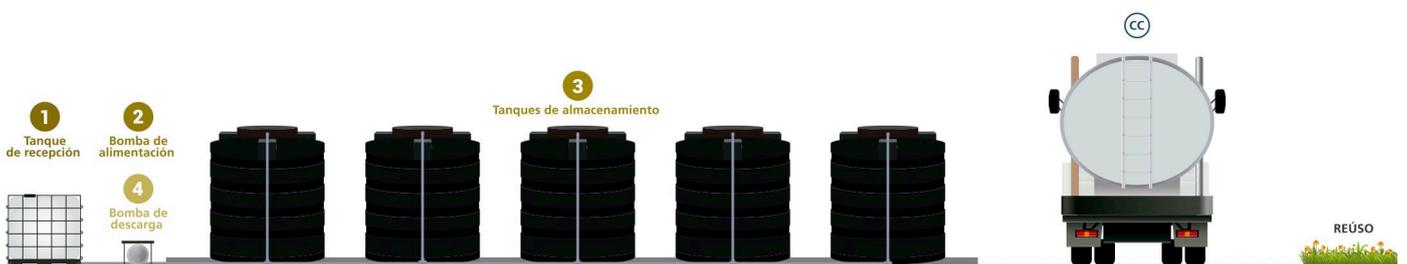
- La orina que se recolecta en bidones de 20 litros y se bombea al tanque de recepción.
- Desde el tanque de recepción, la orina se bombea hacia los tanques de almacenamiento. En estos, el operador monitorea los niveles utilizando los indicadores instalados en los tanques.
- En los tanques de almacenamiento, la orina se mantiene durante 3 meses para completar su fermentación e higienización.
- Una vez tratada, la orina se bombea para su disposición final. Esta puede utilizarse en el riego de áreas verdes, previa dilución adecuada.

Corte transversal de la obra

Línea 1



Línea 2



Tipo y nivel de reúso

Aplicación final

Usos	Descripción
	El sólido obtenido en la Línea 1 es un fertilizante natural con gran contenido de nutrientes, que puede ser utilizado para la recuperación y manejo de áreas verdes de EPSAS. La orina fermentada obtenida en la Línea 2 será diluida con agua para su utilización en el riego de áreas verdes de EPSAS.

La planta de tratamiento de orina de El Alto se distingue por implementar un sistema basado en los principios de economía circular. A través de prácticas innovadoras, este tratamiento de orina logra cerrar el ciclo de los nutrientes, con especial énfasis en el aprovechamiento del nitrógeno, generando así importantes beneficios tanto ambientales como económicos.

Uno de los aspectos más relevantes del sistema es que no requiere un consumo significativo de energía ni de maquinaria compleja para su funcionamiento. Este enfoque no solo permite optimizar el uso de los recursos disponibles, evitando su desperdicio y fomenta la conservación ambiental.

En la actualidad, la planta tiene capacidad para procesar 120 metros cúbicos de orina al año, volumen que una vez tratado se convierte en un fertilizante apto para el mantenimiento de áreas verdes. Esta iniciativa demuestra cómo es posible transformar un residuo en un recurso valioso, combinando sostenibilidad ambiental con viabilidad técnica y económica.

Fuente: Datos obtenidos de las fichas técnicas de Aguatuya, Plan de desarrollo territorial de El Alto, Censos de Población y Vivienda.

Indicadores de ahorro de recursos

Indicador	Economía lineal	Economía circular	Incremento/reducción	Reducción de los contaminantes en cuerpos de agua (%)
Carga fósforo [kg fósforo/año]	36,90	3,00	33,90	92%
Carga nitrógeno [kg nitrógeno/año]	1.774,80	966,80	808,50	46%

El tratamiento de orina reduce eficazmente la cantidad de nutrientes que llegan al medio ambiente, previniendo problemas como la eutrofización. Los nutrientes recuperados se concentran en la fracción sólida, donde pueden aprovecharse como fertilizantes para mejorar áreas verdes. De esta forma, el proceso cierra el ciclo de nutrientes, transformando lo que eran desechos en recursos valiosos.

Costos y economía

El costo de implementación de la planta de tratamiento de orina de El Alto se determinó utilizando la metodología del Costo Anual Equivalente (CAE) que considera no sólo los costos de inversión inicial, sino también todos los costos recurrentes relacionados con la operación y el mantenimiento. Aguatuya adoptó esta metodología para evaluar sus sistemas de tratamiento desde el punto de vista financiero y así poder optimizar los costos a lo largo del tiempo para que los servicios de tratamiento sean más económicos y accesibles para los municipios y los usuarios finales.

Los costos se presentan por separado para ambas líneas de tratamiento.

Línea 1:

- El costo total de la inversión de la Línea 1 de la planta de orina es de 51.399,00 [USD].
- El costo anual equivalente de esta planta tomando una tasa de descuento anual del 5% es de 7.474,00 [USD/año].
- Gastos de amortización de Capital (CAPEX), el 58% 4.354,00 [USD/año].
- Gastos Operativos (OPEX), el 42% 3.120,00 [USD/año].
- El costo total per cápita es de 17,06 [USD/hab-año].
- El costo total por metro cúbico de orina tratada es 124,56 [USD/m³].

Línea 2:

- El costo total de la inversión de la Línea 2 de la planta de orina es de 30.918,00 [USD].
- El costo anual equivalente de esta planta tomando una tasa de descuento anual del 5% es de 4.455,00 [USD/año].
- Gastos de amortización de Capital (CAPEX), el 57% 2.562,00 [USD/año].
- Gastos Operativos (OPEX), el 43% 1.908 [USD/año].
- El costo total per cápita es de 10,17 [USD/hab-año].
- El costo total por metro cúbico de orina tratada es de 74,26 [USD/m³].

En las siguientes tablas se detallan el CAPEX y OPEX de las líneas 1 y 2 de la planta de tratamiento de orina.

Detalle del CAPEX (línea 1) PTO de El Alto

Descripción	Costo total [USD]	Porcentaje [%]	Costo [USD/año]
Obras civiles hidráulicas	38.456,00	75%	2.502,00
Equipamiento (equipos eléctricos o electromecánicos)	12.945,00	25%	1.852,00
TOTAL	51.399,00	100%	43.354,00

Detalle del OPEX (línea 1) PTO de El Alto

Descripción	Costo [USD/año]	Porcentaje [%]
Salarios, sueldos y EPPs	2.546,00	82%
Suministros, repuestos, mantenimiento, vigilancia	459,00	15%
Servicios básicos	115,00	3%
TOTAL	3.120,00	100%

Detalle del CAPEX (línea 2) PTO de El Alto

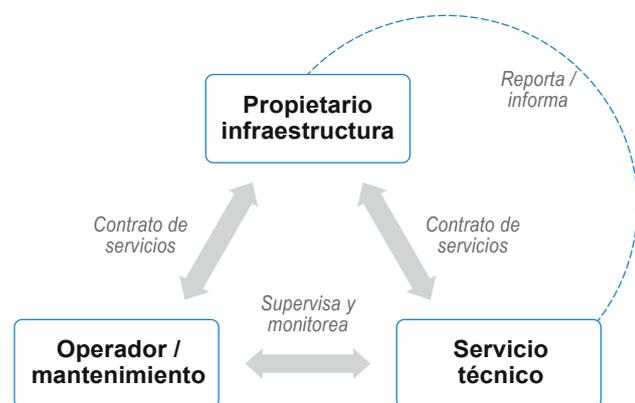
Descripción	Costo total [USD]	Porcentaje [%]	Costo [USD/año]
Obras civiles hidráulicas	25.108,00	81%	1.633,00
Equipamiento (equipos eléctricos o electromecánicos)	5.809,00	19%	927,00
TOTAL	30.918,00	100%	2.562,00

Detalle del OPEX (línea 2) PTO de El Alto

Descripción	Costo [USD/año]	Porcentaje [%]
Salarios, sueldos y EPPs	1.721,00	90%
Suministros, repuestos, mantenimiento, vigilancia	172,00	9%
Servicios básicos	15,00	1%
TOTAL	1.908,00	100%

Modelo de gestión

Se adoptó un modelo de gestión flexible y funcional, con la participación de diferentes organizaciones. El modelo es flexible puesto que estas organizaciones pueden ser públicas, privadas o ambas. El modelo es funcional porque exige el cumplimiento de tres funciones o actores funcionales: Debe existir un "propietario" formal de la infraestructura, un proveedor de "servicios técnicos" y un "operador" para las actividades diarias de O&M. La sostenibilidad a largo plazo del servicio depende de la definición clara y la ejecución eficaz de estas funciones, como se ilustra en la siguiente figura.



Fuente: Modelo de gestión Aguatuya.

Propiedad y administración

Debe ser cumplida por el propietario del servicio / infraestructura. El propietario del servicio puede ser una empresa de servicios públicos, una comunidad o un municipio. El pro-

pietario es responsable de garantizar la sostenibilidad del servicio asegurando la eficacia en las operaciones diarias. El propietario de la infraestructura (EPSAS), debe tener un mandato claro de los usuarios y es responsable de rendir cuentas ante estos.

Operación y mantenimiento

Esta función puede ser desempeñada por el propietario del servicio o ser delegada (mediante un contrato de servicios) a un tercero. Consiste en la realización de las actividades necesarias para el funcionamiento diario del servicio, incluidas el mantenimiento ordinario. En la planta de orina de El Alto, el encargado de la operación y mantenimiento es EPSAS S.A. Al tratarse de un sistema centralizado de residuos que se recogen en viviendas, el proyecto requiere un chofer encargado del ruteo y recojo. En planta, solamente se requiere el trabajo de 1 operador para las actividades diarias.

Servicio técnico

Quien desempeñe esta función debe contar con un sólido conocimiento técnico, experiencia, así como equipos y laboratorios especializados. El monitoreo de la calidad del agua, la solución de problemas técnicos y las propuestas de mejora son algunas de las principales actividades. De manera similar a la de O&M, esta función puede ser realizada por el propietario del servicio si dispone de los recursos y capacidades técnicas necesarias o por un tercero mediante un contrato de servicio. Una entidad técnica (empresa privada, consultor o profesional independiente) puede prestar servicios a más de una planta de tratamiento al mismo tiempo y optimizar de esa manera los costos del servicio. En el caso de las pequeñas plantas de tratamiento (por ejemplo, para poblaciones de menos de 10.000 habitantes), resulta más económico compartir los recursos técnicos en lugar de que cada planta tenga su propio laboratorio, ingeniero, etc.

Arreglos institucionales

El siguiente cuadro presenta un resumen de las disposiciones institucionales implementadas para el funcionamiento de los emplazamientos del proyecto.

Nombre PTO	Propiedad	Operación y mantenimiento	Servicio técnico
Planta de tratamiento de orina	EPSAS S.A.	EPSAS S.A.	Fundación Aguatuya

Asociaciones, funciones y responsabilidades

La Embajada de Suecia, Aguatuya y EPSAS S.A han firmado acuerdos que regulan la interacción de todos los interesados. Cada uno de estos actores desempeña un papel y se le han asignado responsabilidades específicas para cumplir con los objetivos del proyecto.

EPSAS S.A. es el responsable directo de la recolección de la orina en distintos distritos de El Alto. También se encarga del transporte y tratamiento de la orina así como el monitoreo de la planta. Para la recolección cuenta con un camión equipado con contenedores que permiten una recolección diferenciada. El material recogido es trasladado a la planta

de tratamiento de orina en Puchukollo, construida en un terreno de propiedad de EPSAS. Esta entidad es además la propietaria, operadora y encargada del mantenimiento y monitoreo del sistema. Aunque EPSAS lidera el proyecto, ha recibido apoyo técnico y acompañamiento en los monitoreos por parte de Aguatuya.

La Embajada de Suecia supervisa la ejecución del programa en el marco y mandato de su estrategia de cooperación vigente. Sus principales responsabilidades incluyen la aprobación de proyectos, planes operativos, auditorías financieras y técnicas, así como el seguimiento y evaluación de las distintas etapas del programa.

Aguatuya coordina, brinda asistencia técnica y ejecuta el proyecto, siendo responsable de apoyar a los municipios y cumplir con lo establecido en el acuerdo de cooperación, asegurar el uso eficiente y transparente de los recursos, gestionar las contrapartes locales que garanticen la conclusión de los proyectos.

Evaluación de la sostenibilidad e impactos a largo plazo

Se llevó a cabo una evaluación básica para identificar en cuál de los cinco criterios de sostenibilidad de saneamiento este proyecto tiene sus puntos fuertes y qué aspectos no se destacaron (puntos débiles).

Indicación cualitativa de sostenibilidad del sistema

Una cruz en la columna respectiva muestra la evaluación de la sostenibilidad relativa del proyecto (+ significa: punto fuerte del proyecto; 0 significa: fortaleza media para este aspecto y - significa: no se hizo hincapié en este aspecto para este proyecto).

Criterios de sostenibilidad	Recolección y transporte			Tratamiento			Reúso		
	+	0	-	+	0	-	+	0	-
Salud e higiene		X		X			X		
Recursos ambientales y naturales		X		X			X		
Tecnología y operación		X		X			X		
Finanzas y economía		X			X			X	
Socio - cultural e institucional		X		X			X		

Este proyecto sobresale por adoptar tecnologías novedosas en el tratamiento de la orina, lo que garantiza no solo un adecuado nivel de tratamiento, sino también la recuperación de recursos.

En cuanto a los efectos a largo plazo, el proyecto tiene como objetivo principal demostrar la viabilidad de los modelos descentralizados en ciudades intermedias, mediante el cierre del ciclo del agua, la recuperación de nutrientes y la implementación de la economía circular. Estos enfoques sostenibles pueden ser replicados y ampliados a nivel nacional e internacional, especialmente en sectores con características socioeconómicas similares. Además, se

promueve la creación de mecanismos financieros y el fortalecimiento de proveedores para desarrollar servicios de saneamiento sostenibles, en línea con una visión integral y duradera que beneficie tanto a las comunidades como al medio ambiente.

Criterios de sostenibilidad para el saneamiento:

Salud e higiene incluyen el riesgo de exposición a patógenos y sustancias peligrosas y la mejora de las condiciones de vida lograda mediante la aplicación de un determinado sistema de saneamiento.

Recursos ambientales y naturales implican los recursos necesarios en el proyecto, así como el grado de reciclaje y reúso practicado y los efectos de estos.

Tecnología y operación se relacionan con la funcionalidad y facilidad de construcción, operación y monitoreo de todo el sistema, así como su robustez y adaptabilidad a los sistemas existentes.

Finanzas y economía incluyen la capacidad de los hogares y las comunidades para cubrir los costos de saneamiento, así como los beneficios, por ejemplo, de los fertilizantes y el impacto externo en la economía.

Sociocultural e institucional se refiere a la aceptación sociocultural y la idoneidad del sistema, las percepciones, las cuestiones de género y el cumplimiento de los marcos jurídicos e institucionales.

Ficha de proyecto informativa de Aguatuya:

Tratamiento de orina El Alto - La Paz, Aguatuya 2025.

Autor:

Ivette Echeverría

Edición y revisión:

Lourdes Valenzuela

Directora de programas y relaciones institucionales

lvalenzuela@aguatuya.org

Alejandro Levy

Ingeniero de proyectos en gestión pública

alevy@aguatuya.org

Ariel Aldunate

Coordinador en ingeniería de agua y PTAR

aaldunate@aguatuya.org

Todos los materiales de Aguatuya están disponibles gratuitamente siguiendo el concepto de código abierto para el desarrollo de capacidades y el uso sin fines de lucro, siempre y cuando se haga el debido reconocimiento de la fuente cuando se utilice. Los usuarios siempre deben dar crédito en las citas al autor original, la fuente y el titular de los derechos de autor.

Este documento está disponible en:

www.aguatuya.org

Más información:

info@aguatuya.org

© Aguatuya