

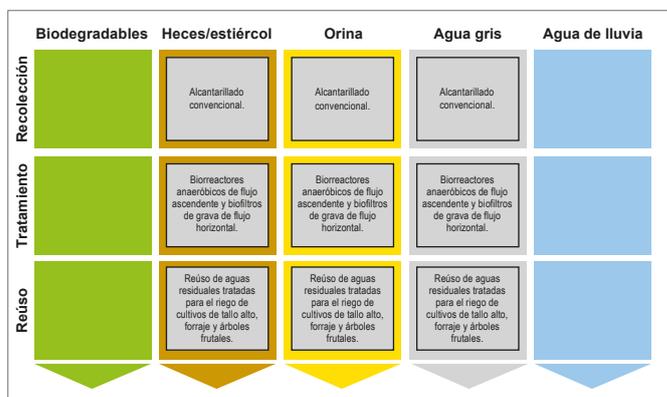


FICHA INFORMATIVA

Planta de tratamiento de aguas residuales Villa el Carmen



Ubicación del proyecto: <https://goo.gl/maps/bFa8acGgpNKXQazC6>



Componentes de saneamiento aplicados en este proyecto.

Datos generales

Nombre del proyecto

Planta de tratamiento de aguas residuales Villa el Carmen Cliza.

Tipo de proyecto

Implementación de plantas municipales de tratamiento de aguas residuales para ciudades intermedias en Bolivia con un enfoque de reutilización.

Ubicación

País: Bolivia.

Departamento: Cochabamba.

Municipio: Cliza.

Provincia: Germán Jordán.

Localidad: Centro Urbano.

Latitud: 17° 35' 59,74" S.

Longitud: 65° 57' 24,09" O.

Altura: 2.718 m.s.n.m.

Lugar implementación del proyecto

Comunidad Villa el Carmen, Municipio de Cliza.

Período del proyecto

17/12/2013 - 17/12/2023.

Escala del proyecto

Población atendida: 10.000 habitantes.

Número de familias: 2.000.

Promedio de habitantes por familia: 5.

Inversión total: 573.101,29 USD.

Promedio de inversión per cápita: 57,31 USD.

Agencia de Cooperación

Agencia Sueca de Desarrollo Internacional (ASDI).

Contraparte del Estado

Contraparte del Gobierno Autónomo Municipal de Cliza:
276.560,00 USD.

Organismo ejecutor

Fundación Aguatuya www.aguatuya.org.

Objetivo y motivación del proyecto

El continuo crecimiento demográfico y la urbanización han dado lugar a un aumento constante de las presiones antropogénicas sobre los recursos hídricos, lo que hace que la disponibilidad de agua sea una preocupación importante a nivel internacional. El objetivo 6 de los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas es garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible de los servicios de agua y saneamiento para todos.

Las ciudades intermedias de Bolivia han tenido un notorio crecimiento demográfico, lo que ha aumentado la demanda de agua y, por consiguiente, ha generado grandes volúmenes de aguas residuales. En este contexto, la Fundación Aguatuya propone mejorar la gestión del agua y promover la recuperación de nutrientes mediante un enfoque de economía circular. Esta estrategia conlleva la puesta en marcha de plantas municipales de tratamiento de aguas residuales, asegurando al mismo tiempo la reutilización del efluente tratado en el riego de cultivos. El agua recuperada puede ofrecer oportunidades para un suministro de agua de riego complementario, sostenible y fiable para la agricultura. El tratamiento de las aguas residuales según normas aceptables de calidad (tratamiento apto para el reúso) y la aplicación del riego a cierto tipo de cultivos aumenta el potencial de reúso del agua tratada y asegura un reúso responsable y seguro, contribuyendo a la economía local, la salud de las personas y el medio ambiente.

El municipio de Cliza tiene como objetivo convertirse en el primer municipio de Bolivia en tratar el 100% de sus aguas residuales que desembocan a un sistema de alcantarillado. Para alcanzar esta meta, se ha implementado la PTAR de Villa el Carmen, sumando así un total de seis plantas construidas y/o readecuadas en Cliza para el tratamiento eficiente de las aguas residuales. Esta PTAR cuenta con tecnología innovadora y amigable con el medio ambiente, lo que garantiza su alta eficiencia y permite el reúso de las aguas residuales en el riego de cultivos. Estas prácticas no solo aseguran un suministro constante de agua para el riego, sino que también mejoran la calidad de los alimentos producidos en la región. Además, al encontrarse cerca del río Sulty, la PTAR contribuye a reducir la contaminación que afecta a la represa de la Angostura, lugar donde desembocan las aguas tratadas por la planta.

Área de intervención

La comunidad de Villa el Carmen forma parte de la sección municipal de Cliza, que se encuentra en la provincia Germán Jordán del departamento de Cochabamba.

Cliza está situada a 37 km al sudeste de la capital del departamento. Geográficamente, se encuentra entre las latitudes sur 17°33' y 17°36' y las longitudes oeste 65°52' y 65°57'. El municipio abarca una superficie total de 48,7 [km²] con un clima templado. Según la clasificación climática de Koppen, tiene un invierno seco y un verano lluvioso y caluroso, con estaciones secas y lluviosas definidas.

El río Sulty es el río más importante del municipio y forma parte del sistema de cuencas del Río Caine - Grande. La región de Villa el Carmen se encuentra en la cuenca "Cliza Sulty", que tiene un área de drenaje de 1.966 [km²]. La altitud varía desde los 2.679 m.s.n.m hasta los 4.300 m.s.n.m, con un promedio de 2.760 m.s.n.m.

Aproximadamente el 60% de la superficie total del municipio de Cliza se destina a actividades agrícolas y pecuarias, mientras que el 30% se utiliza para viviendas familiares. El 10% restante corresponde a espacios no utilizables. Según los datos del Censo Nacional de Población y Vivienda, Cliza tiene una población de 21.889 habitantes, con 51% viviendo en comunidades rurales y el 49% restante en áreas urbanas.

La actividad económica del municipio se centra en la agricultura, con una superficie total de 3.360 hectáreas destinadas a diversos cultivos. El maíz ocupa el 70% de la superficie cultivada, seguido de la papa con el 15% y la alfalfa con el 12%. Sin embargo, el municipio de Cliza, al igual que muchas regiones del Valle Alto, enfrenta desafíos que limitan la producción agrícola, principalmente por la escasez de agua.

Para el riego, el municipio cuenta con 24 pozos de agua administrados por la Asociación de Regantes. Dado el gran requerimiento de agua para el riego, las aguas residuales se consideran un recurso de gran valor. En el marco del programa "Modelos Descentralizados de Tratamiento en Bolivia", financiado por la Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo (ASDI), se ha implementado y puesto en marcha la PTAR de Villa el Carmen. Esta planta de tratamiento se encuentra ubicada en las coordenadas 17°35' 59,74"S y 65°57'24,09"O.

Características del municipio

Características	Municipio de intervención
Población [habitantes]	22.402 (INE 2020).
Clima	Semiárido, mesotérmico (semifrío). La temporada de lluvias comienza en noviembre y termina en abril, lo que caracteriza a la región como un clima subtropical con lluvias en verano.
Elevación sobre el nivel del mar [m]	2.718 m.s.n.m.
Precipitaciones medias mensuales de la estación seca [mm.]	2 mm. a 20 mm.
Precipitaciones medias mensuales de la temporada de lluvias [mm.]	34 mm. a 130 mm.
Promedio anual de precipitaciones [mm.]	457.
Temperatura media [°C]	17 °C
Tasa de mortalidad infantil [por cada mil nacidos vivos]	22.
Acceso al agua potable distribuida por las líneas de suministro [%]	85.
Aguas residuales sanitarias [%]	66.
Uso de suelo	Residencias periurbanas con viviendas familiares coinciden con la agricultura. El uso de la tierra y las actividades económicas en la región de Cliza coexisten.
Situación socio económica	El PIB per cápita de esta región es de 715,00 USD.
Agricultura y ganadería [%]	26.
Comercio [%]	24.
Fabricación [%]	7.
Construcción [%]	12.



Tecnologías aplicadas

En la región del Valle Alto de Cochabamba se han implementado una serie de sistemas de tratamiento concebidos bajo la priorización de procesos naturales para la depuración de las aguas residuales. Estas tecnologías se centran en el metabolismo de los microorganismos para eliminar los contaminantes presentes en el agua residual. Esta elección tiene ventajas tanto ambientales como económicas, ya que no requiere el uso de insumos químicos costosos para el tratamiento. En comparación con las técnicas convencionales de tratamiento, esta solución es más respetuosa con el medio ambiente. Aguatuya ha priorizado una combinación de tratamientos en diferentes modalidades como parte del proceso de tratamiento de sus plantas de tratamiento, siguiendo estos principios.

La planta de tratamiento de aguas residuales de Villa El Carmen se compone de una secuencia de tecnologías que combinan el uso de reactores anaeróbicos de flujo ascendente (UASB) y biofiltros de flujo horizontal para el tratamiento de aguas residuales domésticas, aprovechando las ventajas de ambas tecnologías en el tratamiento de aguas residuales domésticas.

Los reactores anaeróbicos de flujo ascendente (UASB) son reconocidos por su bajo costo, bajo consumo energético y producción de biogás, realizan la degradación de la materia orgánica mientras que los biofiltros de flujo horizontal complementan el tratamiento encargándose de la remoción de materia orgánica y sólidos en suspensión residuales. Esta combinación ha demostrado altos niveles de tratamiento, con eficiencias de hasta el 90% en la eliminación de materia orgánica, además de reducir los costos energéticos.



Descripción de los procesos

Las aguas residuales domésticas que ingresan a la PTAR atraviesan el siguiente tren de tratamiento.

Criterios para seleccionar las tecnologías

Condiciones locales	Tecnología apropiada
Aguas residuales con concentraciones relativamente altas de materia orgánica (DBO>400 mg/l), flujos variables, climas templados.	Tratamiento anaeróbico basado en reactores anaeróbicos de flujo ascendente (UASB) y biofiltros de grava de flujo horizontal.
Reutilización potencial del agua recuperada para el riego de cultivos.	Tratamiento con eliminación parcial de nutrientes (N y P).
Riego de cultivos	Restricción de los cultivos a regar con agua tratada pero no desinfectada. Riego restringido a plantas de tallo alto, como el maíz, la alfalfa y el forraje (Se prohíbe el riego de hortalizas y legumbres como los tomates o la lechuga).

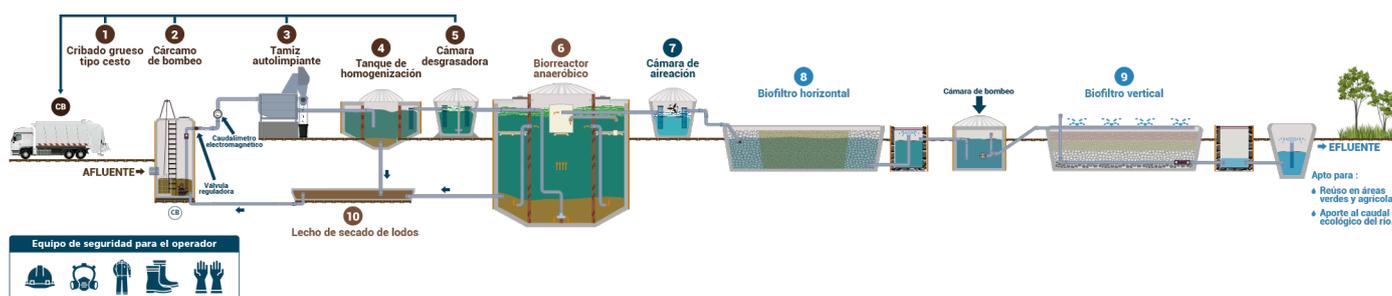
Información de diseño

Dimensionamiento	
Caudal de diseño [m ³ /día]	568
Tiempo de retención total [días]	3
Superficie total de la PTAR [m ²]	8.100

El diseño aplicado a la planta de tratamiento de aguas residuales Villa El Carmen está orientado para tratar las aguas residuales municipales a un nivel secundario. Los procesos de tratamiento son biológicos con el fin de poner el agua tratada a disposición de los agricultores para su reutilización en el riego complementario de cultivos.

Paso	Componente	Cant.	Municipio de intervención
1	Cribado grueso tipo cesto	1	Para la retención de sólidos grandes se utilizará una cámara de rejas, que estará ubicada previo al cárcamo de bombeo. El principal objetivo es el de proteger las bombas y los demás equipos de los sólidos gruesos que puedan contener las aguas residuales.
2	Cárcamo de bombeo	1	Recibe las aportaciones de los colectores para luego elevar las aguas residuales en dirección al tamiz auto-limpiante. Además de cumplir la función de equalizador que mantiene uniforme el caudal a enviar a la planta.
3	Tamiz autolimpiante	1	Equipo mecanizado del tipo autolimpiante de pantalla continua. Filtración o tamizado de sólidos (separación sólidos-líquido). Eliminación de sólidos finos de 3 mm.
4	Tanque de homogenización	1	Tanque de hormigón con derivación a 5 módulos con el fin de absorber los picos de caudal de entrada de la planta de tratamiento, durante las 24 horas de generación de aguas residuales.
5	Cámara desgrasadora	5	Separa material graso en suspensión en la fase acuosa del agua residual por flotación natural. El material graso es removido manualmente de manera periódica.
6	Biorreactor anaeróbico	5	Tipo RAFA (Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente). Descompone la materia orgánica en compuestos más simples en ausencia de oxígeno. El proceso genera deposición de lodos en el fondo y biogás.
7	Cámara de aireación	5	Transferencia del oxígeno del ambiente a la fase líquida. Se inyecta aire mecánicamente el cual es utilizado por las bacterias para la oxidación (estabilización) de la materia orgánica.
8	Biofiltro horizontal	5	Humedales artificiales de tipo subsuperficial de flujo horizontal. Lecho de biomasa fijada absorbe contaminantes del agua que posteriormente son digeridos por los microorganismos, en su mayoría, anaerobios.
9	Biofiltro vertical	5	Humedales artificiales de tipo subsuperficial de flujo vertical. Son lechos de biomasa fijada que absorbe contaminantes del agua que posteriormente son digeridos por los microorganismos aerobios.
10	Lecho de secado de lodos	4	Los lodos que se depositan al fondo de los reactores son removidos por bombeo y depositados en el área de secado de lodos para la reducción de su contenido de humedad. Una vez secados, y con una desinfección parcial por rayos ultravioleta del sol, los lodos pueden ser aprovechados para recuperación de suelos.

Corte transversal de la obra



Tipo y nivel de reúso

Aplicación final

Usos

El efluente tratado contiene nutrientes, por lo que puede ser utilizado para riego de forestación y/o parques urbanos, así como en agricultura para el riego complementario de cultivos de tallo alto, principalmente maíz. El agua, cuando no es utilizada, es conducida por tubería al río Cliza.

La planta municipal de Villa el Carmen se destaca en la implementación de un enfoque de economía circular en el tratamiento de aguas residuales. Mediante la adopción de prácticas innovadoras, el tratamiento logra cerrar los ciclos de agua y nutrientes, generando beneficios ambientales y económicos significativos. Una de las principales estrategias de la planta es la reutilización del agua tratada. Este recurso se utiliza de manera eficiente en el paisajismo local y en el riego suplementario de cultivos, como el maíz y la alfalfa. Esta práctica no solo reduce la necesidad de explotar nuevas fuentes de agua, sino que también optimiza el uso de los recursos disponibles, evitando su desperdicio y promoviendo la conservación.

Las prácticas de cultivo de maíz y alfalfa de la región se basan en las condiciones locales específicas junto con las prácticas ancestrales, pero por otro lado se destaca la adaptabilidad de estos cultivos a condiciones de sequía, lo cual es fundamental en un enfoque de economía circular.

La alfalfa, por ejemplo, posee una tolerancia notable a la falta de agua, pero su crecimiento requiere volúmenes considerables de este recurso debido a su sistema de raíces profundas y su densa vegetación. Sus requerimientos netos son de 1.025,6 [l/m²]. Por su parte, el maíz, tiene un requerimiento neto de 342,6 [l/m²]. Estos cultivos son ideales para la reutilización del agua tratada, ya que aprovechan eficientemente este recurso y contribuyen a cerrar el ciclo de nutrientes en la agricultura.

En la actualidad, la planta de tratamiento de Villa el Carmen procesa y produce un caudal de aproximadamente 567,6 [m³/d] de agua apta para ser reutilizada en actividades agrícolas. Esta cantidad es suficiente para abastecer el riego de alrededor de 20 hectáreas de cultivos de maíz o alfalfa desde la siembra hasta la cosecha, lo cual representa aproximadamente el 28% del área total disponible para la agricultura en las cercanías de la planta de tratamiento.

Además de la reutilización del agua, la planta municipal de Villa El Carmen también se enfoca en la recuperación de nutrientes. Al reemplazar los fertilizantes sólidos con aguas residuales tratadas, se evita la contaminación del suelo y de las aguas subterráneas, así como la emisión de gases dañinos a la atmósfera. En cuanto a la recuperación de nutrientes, se destaca el aprovechamiento del nitrógeno y el fósforo, nutrientes clave en los fertilizantes químicos. El fósforo es

un componente importante de los fertilizantes químicos que, al ritmo actual de extracción, se agotará a finales de este siglo, por lo que la reutilización y el reciclaje de las aguas residuales contribuyen a conservar este valioso nutriente que, de lo contrario, termina siendo depositado en ríos, lagos y océanos.

Fuente: Datos obtenidos de las fichas técnicas de Aguatuya y de los informes de seguimiento de la PTAR de Villa el Carmen.

Indicadores de ahorro de recursos

Indicador	Economía lineal	Economía circular	Incremento/reducción	Reducción de los contaminantes en cuerpos de agua [%]
Carga orgánica [kg DBO/año]	103.244	33.171	-70.073	68
Carga orgánica [kg DQO/año]	200.062	49.549	-150.513	75
Sólidos suspendidos totales [Kg SST/año]	460.868	51.208	-409.660	89
Nitrógeno (N) [kg/año]	13.519	10.208	-3.311	24
Fósforo (P) [kg/año]	5.805	3.317	-2.488	43

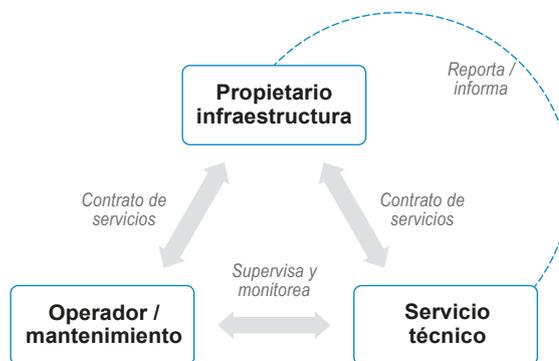
Se observa una reducción en la cantidad de materia orgánica. Estas reducciones representan un importante logro en la prevención de vertidos al medioambiente.

El enfoque de economía circular implementado permite aprovechar de manera efectiva los residuos generados, transformándolos en recursos valiosos para los cultivos. El residual restante, que contiene materia orgánica y nutrientes, se utiliza de manera beneficiosa en el riego de los cultivos, cerrando así el ciclo de nutrientes y evitando la necesidad de utilizar fertilizantes químicos.

Costos y economía

El costo de implementación de la planta de tratamiento de agua residuales domésticas para el Centro Urbano de Ucareña 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.

- El costo total de la inversión de la planta de tratamiento de Villa el Carmen es de 573.101,29 [USD].
- El costo anual equivalente de esta planta tomando una tasa de descuento anual del 5% es de 69.179,00 [USD/año].
- Gastos de amortización de capital (CAPEX) el 64,3% (44.502,00 [USD/año]).
- Gastos operativos (OPEX) el 35,7% (21.572,45 [USD/año]).
- El costo total per cápita es de 9,07 [USD/año].
- El costo total por metro cúbico de agua tratada es de 0,32 [USD/m³].



Fuente: Modelo de gestión Aguatuya.

Detalle del CAPEX de las PTAR

Descripción	Costo Total [USD]	Porcentaje [%]	Costo [USD/año]
Tierra y acondicionamiento	62.239,88	11	4.452,22
Obras hidráulicas civiles	462.666,43	81	34.959,83
Equipo (eléctrico o electromecánico)	40.657,10	7	4.599,57
Oficinas y laboratorios	7.537,88	1	490,39
TOTAL	573.101,29	100%	44.502,01

Se puede apreciar que los costos más significativos del proyecto son los que se refieren a las obras hidráulicas civiles y al terreno y acondicionamiento debido a la complejidad y la cantidad de trabajo en la construcción de las obras.

Detalle del OPEX de las PTAR

Descripción	Costo [USD/año]	Porcentaje [%]
Salarios (Mantenimiento rutinario)	15.474,89	72
Insumos, repuestos, mantenimiento	2.639,89	12
Monitoreo de AR	918,22	4
Servicios básicos	2.539,45	12
TOTAL	21.572,45	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.

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 propietario es responsable de la sostenibilidad del servicio a lo largo del tiempo, asegurándose de que las operaciones diarias se lleven a cabo de forma eficaz. El propietario de la infraestructura 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 las de mantenimiento ordinario.

Servicio técnico

Quién desempeñe esta función necesita amplios conocimientos técnicos, 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

En el cuadro siguiente se resumen las disposiciones institucionales aplicadas para el funcionamiento de los emplazamientos del proyecto.

Nombre PTAR	Propiedad	Operación y mantenimiento	Servicio técnico
PTAR Villa el Carmen	Municipio de Cliza	Fundación Aguatuya	Fundación Aguatuya

Asociaciones, funciones y responsabilidades

La Embajada de Suecia, Aguatuya y el municipio de Cliza firmaron acuerdos de cooperación 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.

El municipio planifica el desarrollo de los servicios de saneamiento a nivel municipal, contribuye a la inversión a través de fondos municipales y facilita el diálogo entre los actores locales.

La Embajada de Suecia financia la ejecución del programa en el marco y el mandato de su actual estrategia de cooperación, teniendo como principales responsabilidades la aprobación de proyectos, los planes operativos y las auditorías financieras y técnicas, así como el seguimiento y la evaluación de las diferentes etapas del programa.

Aguatuya coordina, asiste técnicamente y ejecuta el proyecto. Sus principales responsabilidades son asistir técnicamente a los municipios, junto con el cumplimiento de las condiciones estipuladas 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; o 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		

En cuanto a los aspectos de sustentabilidad evaluados, el proyecto destaca por su adecuada tecnología de tratamiento de aguas residuales combinando reactores anaeróbicos con biofiltros. Esta tecnología permite alcanzar niveles de tratamiento adecuados, generando efluentes que pueden ser

utilizados de forma beneficiosa en el riego de cultivos. Además, este enfoque de tratamiento tiene un impacto positivo en aspectos de salud e higiene pública, medio ambiente y recursos naturales, reduciendo significativamente la eliminación inapropiada de lodos en tierras y cuerpos de agua, disminuyendo así los riesgos de contaminación. Esta iniciativa también representa avances significativos en términos financieros y económicos, al contar con modelos específicos para garantizar la sostenibilidad de los servicios.

En cuanto a los efectos a largo plazo del proyecto, su principal objetivo es 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 pueden ser replicados y ampliados a nivel nacional e internacional en sectores con características socioeconómicas similares. Además, se pretende establecer mecanismos financieros que impulsen el desarrollo efectivo de servicios de saneamiento sostenibles, mediante el fortalecimiento de la capacidad de los proveedores de servicios.

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 descentralizado de aguas residuales región Valle Alto Cochabamba, Bolivia Aguatuya 2024.

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

