



Fig. 1: Localización del proyecto

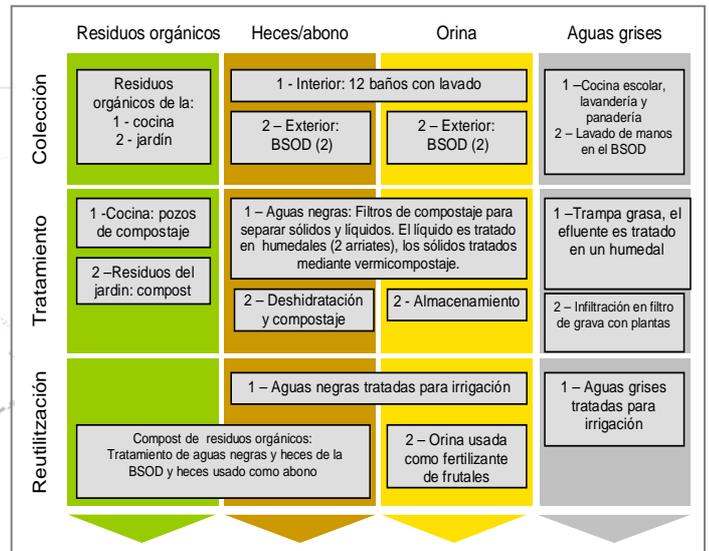


Fig. 2: Componentes de saneamiento aplicado en este proyecto, (número 1 y 2 refieren a diferentes flujos)

1 Datos generales

Tipo de proyecto:

Mejoramiento urbano, protección al medio ambiente y educación ambiental– proyecto piloto escolar

Período de proyecto:

Comienzo de la planificación: febrero 2007

Período de construcción: julio 2007 – octubre 2008

Tratamiento de aguas grises/negras: julio 2007
Sanitarios de separación de orina y de deshidratación (SSOD) o baños ecológicos: Mayo 2008

Comienzo del funcionamiento:

Sistema de tratamiento de aguas grises: septiembre 2007

Sistema de tratamiento de negras: noviembre 2007

SSOD: mayo 2008

Extensión para el tratamiento de aguas grises (humedal): octubre 2008

Escala de proyecto:

Población equivalente a 53 (35 alumnos minusválidos más personal)

Costos de capital desconocidos

Dirección del proyecto:

Avenida de los Faisanes No. 950,
La Campiña, Chorrillos,
Lima, Perú

Institución de planificación:

Rotaría del Perú, Lima, Perú

Institución ejecutivo:

Centro Educativo Básico Especial (Centro de educación) “San Christoferus”, Lima, Perú

Agencia de apoyo:

Donantes privados (principalmente para financiar)
Voluntarios (durante el período de construcción)
Pro Niño (consejo de escuela de San Christoferus)

2 Objetivo del proyecto

Los objetivos del proyecto son:

1. Reducción del uso de agua potable (y sus costos)
2. Aumento a las áreas verdes para mejorar la estética y el micro-clima)
3. Demostración de un sistema que cierra el ciclo entre la agricultura y el saneamiento, reutilizando el 100% del agua y los nutrientes. Este sistema será adaptado a las condiciones específicas de Lima
4. Exhibición de un SSOD



Fig. 3: Tubo de drenaje en la base del humedal para el tratamiento de aguas negras, cubierto con grava. Para impedir perforación por medio de la grava, el revestimiento de PVC de 0.5 mm (en negro) necesita protección, la cual es un segundo revestimiento (en azul) por dentro.

3 Localización y condiciones generales

Lima, la capital de Perú (8 millones habitantes), se sitúa en un área muy seca (solo 9 mm precipitación por año). 15% del país son zonas desérticas, y desafortunadamente 60% de la población de Perú vive en estas zonas, y 30% en Lima. Todos están afectados por la escasez de agua. Especialmente la gente pobre vive en una situación de escasez de agua extrema: 1.5 millones de habitantes están forzados a utilizar menos de 20 litros de agua al día. 80% de las aguas residuales en Lima (60% en total de Perú) son colectadas en el alcantarillado. Por otro lado sólo el 9%

de las aguas servidas reciben tratamiento. Eso implica, que 91% de las aguas residuales son descargadas en el mar sin tratamiento o utilizadas directamente para irrigación agrícola, mientras que en los parques, en el centro de ciudad, se irrigan con agua potable. Las posibilidades de reutilización de las aguas tratadas no son muy conocidas. No existe una política de protección de agua y el precio del agua es muy bajo.

El Colegio "San Christoferus" se sitúa en un área árida de Lima. Es un centro educativo que se dedica a la enseñanza de niños con habilidades especiales en la edad de 5 -8 años. El centro cuenta con un área de 0.6 hectáreas, incluido un campo de juegos, seis edificios separados en dos sitios, además de una panadería, una lavandería y una cocina central.

Los niños están mentalmente incapacitados y muchos tienen además discapacidades físicas y defectos de nacimiento (lamentablemente, en Perú hay sólo pocas instituciones y posibilidades para jóvenes y adultos incapacitados). Seis profesores y voluntarios internacionales se encargan de ellos entre 8.00-14.30. Durante estas horas, tocan música, cocinan, hacen trabajos manuales; y desde 2007 cultivan el jardín o solo juegan adentro o afuera en el campo de juegos.

Antes del comienzo del proyecto, las aguas residuales de los 12 baños de descarga hidráulica (15 litros por descarga), de las duchas y cocinas, de la lavandería y panadería fueron desechados en el alcantarillado público.

4 Historia del proyecto

El objetivo del colegio es mostrar cómo proyectos sostenibles y eco-eficientes de saneamiento pueden mejorar la situación ambiental en zonas desérticas, sin costos adicionales de fertilizantes y con un uso reducido de un valiosísimo recurso natural, como es el agua potable.

La idea inicial fue la de mejorar el área alrededor del colegio mediante la instalación de un sistema de irrigación y la construcción de un campo de juegos. Iniciada por los empleados del colegio y los padres de familia, en el 2006 se comenzó el proyecto de tratamiento de aguas residuales con enfoque a la reutilización.

Rotaría del Perú fue contratada en febrero 2007 para la planificación del nuevo sistema de saneamiento ecológico y para la supervisión de la instalación. En ese tiempo, el compostaje de basura orgánica del jardín y cocina ya estaba en práctica. La experiencia con el funcionamiento y la reutilización de los materiales orgánicos en el jardín de la escuela fue útil para convencer a los profesores y al consejo escolar de implementar más componentes de reutilización.

En julio 2007 comenzó la construcción del campo de juegos y de los humedales con el apoyo de un grupo de voluntarios. Las instalaciones más especiales fueron construidas por dos trabajadores peruanos.

Muchas explicaciones y supervisiones fueron necesarias porque la mayoría de las tecnologías eran desconocidas en Perú. Fue difícil de encontrar materiales adecuados, como la arena adecuada o el revestimiento de los humedales, filtros o tuberías.

Desde las primeras semanas de operación el sistema de tratamiento fue un éxito. Todos estaban impresionados con

los excelentes resultados del tratamiento y más tarde impresionados con el desarrollo intensivo de las plantas (papiro) en los humedales.

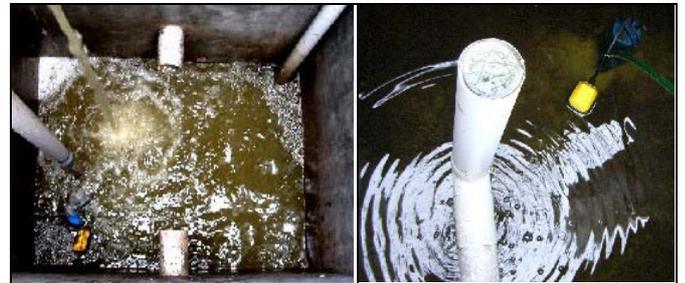


Fig. 4: Salida del abono orgánico del filtro de compostaje de aguas negras (pre-tratamiento) (izquierda) y efluente del humedal construido (cañal de papiro) para el tratamiento de aguas negras (derecho).



Fig. 5: Humedal de flujo vertical para el tratamiento de aguas grises durante el bombeo (un día después de la plantación y antes de la protección de las tuberías de distribución con 10 cm de grava, izquierda) y después dos meses, con un tanque de almacenamiento para la irrigación con aguas grises tratadas.

Interesados en ver el nuevo campo de juegos, muchas familias y clases escolares visitaron la escuela. Incluso fue necesario tener un sanitario adicional cerca del campo de juegos para los visitantes. En marzo del 2008, Rotaría del Perú proveyó la idea de tener un BSOD, para el cual financió todos los materiales. El objetivo era demostrar la aplicabilidad de estos baños en escuelas, exhibir un sistema de saneamiento seco como posibilidad de ahorro de agua e impedir la contaminación del agua. Además, la construcción de un baño con descarga hidráulica y las tuberías de conexión a los humedales habría sido mucho más cara.

5 Tecnologías aplicadas

Con el propósito de tratamiento e irrigación se construyeron dos sistemas de tratamiento independientes:

Humedales para el tratamiento de aguas grises:

Aguas grises (aguas residuales sin bacterias fecales) vienen de la panadería, lavandería y de la cocina y son tratadas en un humedal artificial (de flujo bajo la superficie), también llamado cañal. El agua gris pasa una trampa de grasa y es bombeada en intervalos (regulados por tiempo) al cañal de papiro (ver Fig. 6, izquierda).

Filtro de compostaje para el tratamiento de aguas negras:

Las aguas negras de los sanitarios de descarga, mezclada con las aguas grises de dos cocinas privadas, duchas y lavabos de todos los baños son tratadas por separado. Estas aguas están conectadas a un filtro de compostaje de dos compartimentos (Rottebehälter – ver Fig. 6, izquierda). Los dos compartimentos son utilizados alternadamente cada 6 meses.

El filtro de compostaje separa los sólidos de los líquidos: los sólidos son retenidos en un filtro fabricado a la medida, el cual está relleno de paja. Por 6 meses el filtro está en uso y los siguientes 6 meses son para dar lugar al proceso de compostaje, tiempo en el que el segundo compartimento está en uso. Después de la remoción del filtro (Fig.6), los sólidos pasan a un tratamiento secundario en una unidad de vermicompostaje por separado.

Aquí lombrices (tomadas del sistema de compostaje que ya estaba instalado) descomponen la materia orgánica y mejoran el proceso de compostaje. El líquido se cuela al fondo del compartimento y es bombeado al humedal artificial (ver Fig. 8).

En octubre 2008, un segundo humedal de flujo vertical entró en operación, el cual es usado alternadamente con el humedal existente para mejorar la eficiencia del tratamiento.



Fig. 8: Humedales con flujo vertical para el tratamiento de la fase líquida de las aguas negras (después 6 meses de crecimiento)



Fig. 6: Filtro de compostaje de doble compartimento para el pre-tratamiento de aguas negras (izquierda). Remoción del filtro (derecha)



Fig. 7: Esparciendo los sólidos retenidos en el filtro después de 6 meses (ver Fig. 6) en la losa de vermicompostaje.

Sanitarios de separación de orina y de deshidratación (SSOD)

Los sanitarios de separación de orina y de deshidratación cerca del campo de juegos cuentan con dos cubículos (varones y mujeres) y tienen dos compartimentos ventilados para la deshidratación de las heces fecales (ver Fig. 9). Cuando un compartimento se llena, el contenido (que ha sido deshidratado por aprox. 1 año) será procesado en la losa de vermicompostaje (junto con el material colectado en los filtros de aguas negras). La orina y las aguas grises (agua de lavado de manos) se colectan por separado. Las aguas grises de los lavabos se infiltra directamente en un filtro de grava con plantas de bambú junto al edificio (ver Fig. 9). La orina es colectada en dos bidones de 25 litros situados a la entrada del área (ver Fig. 12).

Sistemas de compostaje:

Además del filtro de compostaje y el vermicompostaje, dos sistemas de compostaje ya estaban en operación desde 2007: dos pozos de compostaje para basura orgánica de la cocina y jardín y dos montones de compostaje para bio-residuos de la producción agrícola y jardinería.



Fig. 9: SSOD, separación y recolección de orina, deshidratación de heces y tratamiento de aguas grises (a la derecha).

6 Información de diseño

El sistema de tratamiento de aguas grises se diseñó para 23 equivalentes de población, una carga hidráulica de 2.5 m³ por día y una carga orgánica de 2.1 Kg. de DBO₅ por día. Como las aguas negras y grises no estaban separadas anteriormente, no hay mediciones de flujo o análisis químicos para verificar estas suposiciones.

Pre-tratamiento de aguas grises:

- 1 trampa de grasa por 1 m³ de separación de grasa y aceite de aguas residuales de la cocina y la panadería. Reducción del DBO₅: 10%.
- 1 tanque con una bomba para el almacenamiento del efluente de la trampa de grasa y lavandería.

Humedales artificiales para el tratamiento de aguas grises:

- Sub-superficial, humedal con flujo vertical con plantas de papiro
- Dimensiones de los humedales: 16 m² (4 m x 4 m) = 0.7 m² per cápita
- Profundidad total: 1.1 m (de abajo hasta arriba: 20 cm grava con tuba de drenaje (4"), 60 cm de arena, 10 cm grava con 3 tuberías de distribución (1") and 20 cm francobordo).
- 3 m³ tanque de almacenamiento por los aguas grises tratado con una bomba para irrigación

Filtro de compostaje de pre-tratamiento de aguas negras:

- 2 filtros de compostaje, cada uno con dos compartimentos de ladrillos con un volumen activo de 1.44 m³ (1.2 m x 1.2 m, 1 m de profundidad).
- Cada compartimento está cerrado con tapas removibles y con tubos de ventilación de 3 m (3").
- 4 filtros de compostaje de 0.7 m³ (1 m x 1 m x 0.7 m) (hechos a la medida con plástico resistente normalmente utilizado para sombrear invernaderos)
- Reducción del DBO₅: 30%.
- Para la colección del líquido, cada unidad tiene un tanque profundo con una bomba.
- El líquido de la primera unidad se bombea hasta la segunda unidad y después al humedal artificial.

Compostaje con lombrices (vermicompostaje)

Dos losas de compostaje de 0.3 m³ (0.5 m x 1 m x 0.6 m).

- Las dos losas están separadas con una pared de ladrillos
- El fondo está hecho de cemento

Segundo humedal artificial (Tratamiento de aguas negras):

- Sub-superficial, humedales de flujo vertical con plantas de papiro.
- Área de la superficie: 45 m² (5 m x 9 m).
- Profundidad: 1.3 m (de abajo a arriba: 20 cm grava con una tuba de drenaje (4"), 80 cm de arena, 10 cm grava con 6 tuberías (1.5") y 20 cm de francobordo).
- 6 m³ tanque de almacenamiento para las aguas negras tratadas con una bomba de irrigación

Sanitarios de separación de orina y de deshidratación (SSOD)

- Dos cubículos separados para mujeres y varones, cada uno de 1.6 m x 1.5 m (2.3 m²)
- Cada cubículo está equipado con un lavabo, un SSOD dos compartimentos separados y dos tubos de ventilación

- Los dos sanitarios tienen pedestales de hierro y cemento porque para su uso, los niños minusválidos necesitan un sanitario estable con espacio extra para un asistente.
- El pedestal del sanitario en uso tiene un asiento removible (polipropileno) con un aditamento para la separación de orina, mientras el otro permanece cerrado (ver Fig. 12 izquierda y en medio).
- Papel higiénico se colecta en un bote de basura
- Después la defecación, el usuario tiene que poner algo de serrín en la letrina. El serrín viene de la carpintería de la escuela.
- Los dos contenedores con las heces fecales están separados en dos compartimentos que tienen un volumen activo de 0.21 m³ cada uno (0.6 x 0.7 m, 0.5 m profundidad), ahí las heces se acumulan. Los compartimentos se cierran con compuertas de metal negras (ver Fig. 11).
- El baño de varones tiene además un urinario, donde el sifón fue removido para colectar la orina directamente con la tubería instalada para este fin, así el urinario se usa sin necesidad de agua.
- Los SSOD y el urinario seco están conectados directamente con dos bidones de almacenamiento de 25 L (ver Fig. 12, derecha).



Fig. 10: El interior del baño (dos tazas de inodoros coloridos, solo una está en uso durante un año)



Fig. 11: Dos contenedores para la colección de heces (dos contenedores con dos compartimentos cada uno).



Fig. 12: Tazas de inodoros sin (izquierda) y con aditamento de plástico para la separación de orina (en medio). Tubería de la letrina hasta el bidón de 25 L (derecha)

7 Tipo y nivel de reutilización

La escuela hoy en día consume la mitad del agua que utilizaba anteriormente al mismo tiempo que cuenta con el doble de áreas verdes, porque reutiliza 2 m³ de aguas grises y 4-5 m³ de aguas negras tratadas por día para el riego de las áreas verdes, frutales y flores. Al comparar las áreas verdes de la escuela con sus alrededores, la diferencia es obvia (Fig. 13 y 14).

Todo el material orgánico de la cocina, del jardín y de los filtros de compostaje es reutilizado como compost para mejorar la calidad del suelo. También la orina, que es separada en las 2 unidades de los SSDO es almacenada (más o menos por un mes) y después es utilizada para la fertilización de las plantas, flores y árboles (con adición de agua de irrigación para minimizar olores). Si la orina no es utilizada entonces se pone en un filtro de grava disponible.



Fig. 13: Detrás la cerca: Áreas residenciales desiertas en el vecindario cercano del centro de educación San Christoferus



Fig. 14: Agricultura urbana en la escuela, irrigada con aguas negras tratadas

8 Otros componentes del proyecto

El proyecto ayuda a la escuela en el desarrollo de más actividades en el exterior para los niños minusválidos. En los años pasados el área era demasiado seca y polvorienta. El nuevo campo de juegos fue construido en 2007 y actualmente toda el área escolar es regada (0.6 ha) y se ha convertido en una área verde (ver Fig. 15). La presencia de árboles, flores y hierbas posibilitan el desarrollo de los sentidos de los niños.



Fig. 15: Campo de fútbol, recientemente planteado, irrigado con aguas negras tratadas (antes una área polvorienta)

La producción de vegetales y frutas para vender ayuda aumentar los ingresos de la escuela y dar becas a familias pobres con niños minusválidos.

Este proyecto fue mostrado y discutido durante el primer curso universitario sobre saneamiento ecológico en la Universidad Agraria de La Molina UNALM en mayo 2008 en Lima, fundado con el apoyo del programa de de agua Potable y Alcantarillado de la GTZ Perú (PROAGUA).

9 Costos

Sistema de tratamiento de las aguas grises

Los gastos de material del humedal, incluyendo la trampa de grasa para el tratamiento previo, el tanque de riego y el pozo de bombeo fueron aproximadamente 8,000 Nuevos Soles.¹

Sistema de tratamiento de aguas negras

Los gastos de material de los dos filtros de compostaje, el humedal y el tanque de riego dieron una suma alrededor de 14.000 Nuevos Soles

Los sanitarios de separación de orina y de deshidratación (SSOD)

Los gastos de material de los dos baños secos con la infiltración de aguas grises y colección de orina fueron alrededor de 4000 Nuevos soles.

Los baños fueron adaptados para las necesidades de los niños minusválidos (con espacio adicional para un asistente), lo que produjo mayores gastos.

Por ejemplo, dos pedestales separados fueron construidos en vez de un banco de cemento y hierro con dos agujeros.

Los costos totales de la construcción de este proyecto (incluyendo mano de obra) no fueron determinados, ya que diferentes partes del proyecto fueron financiadas por diversas donaciones y la mano de obra de los voluntarios del proyecto.

10 Operación y mantenimiento

La operación de los sistemas la realiza el jardinero (conserje) que vive con su familia dentro del área del Colegio. El debe organizar el control de todas las bombas. Una vez por semana, debe poner paja en el filtro de compostaje, después de 6 meses tiene que cambiar de un compartimento al otro y retirar los sólidos del filtro lleno y ponerlos en la segunda unidad de compostaje con lombrices (ver fig. 6 y fig. 7). Una vez al año, tiene que limpiar todas las tuberías de drenaje de los humedales.

Una tarea más importante es la organización de la reutilización diaria de las aguas grises y negras tratadas (ver Fig. 16). Ya que desafortunadamente, el sistema de irrigación no es automático. Al principio del proyecto los tanques de efluente frecuentemente derramaban el agua y el agua se acumulaba en los humedales a causa de la mala planeación de la irrigación. La operación es realizada por el jardinero y los voluntarios alemanes, que trabajan ahí por un año.



Fig. 16: Riego diario (en este caso con aguas negras tratadas) en el árido clima de Perú

¹ Tipo de cambio en julio 2007: EUR 1 ≅ PEN 4.3.

11 Experiencia práctica y lecciones aprendi

La implementación de componentes de ecosan siempre necesita personal capacitado con experiencia suficiente, especialmente en países donde la tecnología como humedales artificiales es desconocida. El sistema es complejo y con muchos sub-componentes para servir a sólo una población de 53 personas.

Dos importantes puntos a considerar son:

En el caso de la separación de aguas (aguas grises/aguas negras), la carga orgánica puede ser muy distinta del valor de referencia. Esto puede conducir a la sobrecarga y atascos de los humedales.

- La selección de materiales y el proceso de la construcción tiene que ser controlado para impedir errores irreparables, por ejemplo la perforación del bolso plástico (pérdida de agua), arena muy gruesa o fina (mala eficiencia), distribución desigual de los aguas residuales, imposibilidad de limpiar la sistema de distribución y drenaje y plantas equivocadas.

En el proyecto, el consumo del agua total fue calculado correctamente, pero sólo se producían 1.5 m³/día de aguas grises y por otro lado 4,5m³/día de aguas negras. La sobre producción de aguas negras fue causada por sifones y grifos en los baños, que no estaban cerrados correctamente. Además el flujo elevado de aguas negras disolvió muchos sólidos en el filtro de compostaje que terminaron en el humedal, causando así también una carga orgánica elevada.



Fig. 17: Flujo de aguas negras creciente en la caja de compostaje (bolsa de filtro) debido a la fuga de agua en los baños de descarga hidráulico

Desafortunadamente, los humedales se construyeron con arena muy fina. En Lima, la búsqueda de arena adecuada (con el tamaño adecuado) fue muy difícil y no había suficiente dinero disponible para su limpieza.² La calidad efluente es excelente, pero el atasco del sistema sólo se puede controlar por medio de la desconexión alternada de un tercio del agua residual por espacio de una semana para así recuperar la permeabilidad. Las válvulas para regular el influjo al humedal fueron incluidas en el diseño después de tomar la decisión de utilizar arena fina en su construcción, sabiendo que los humedales tienden a atascarse (ver Fig. 18).

El pre-tratamiento de las aguas negras con filtros de compostaje nunca había sido utilizado en Perú. El

² „Limpieza” significa tamizar o lavar el arena o remover polvo y obtener un tamaño de partícula correcto.

funcionamiento muestra que el sistema es muy recomendable para los climas cálidos. El proceso de compostaje es rápido. Si se utiliza como post-tratamiento, 3 meses (sin añadir aguas negras adicionales) son suficientes para lograr un nivel de tratamiento adecuado del contenido del filtro.



Fig. 18: La sistema de distribución en el humedal de tratamiento de aguas negras, válvulas para controlar la colmatación

Debido a los problemas de atasco por el arena en los humedales, se construyó un segundo humedal para el tratamiento de la fase líquida de las aguas negras en el 2008. Además, las válvulas viejas de todos los sanitarios fueron cambiadas por nuevas, así las válvulas cierran bien y además tienen una función economizadora de agua en cada descarga. Esta medida redujo la producción de aguas negras en un 50%. Ahora solamente se tienen que tratar 3 m³ de aguas negras al día en la escuela, esto permitió la conexión de una casa del vecindario al humedal.

La "cosecha" del compost no es un problema. No huele mal y al jardinero le gusta mezclar el compost húmedo y rico en nutrientes con el seco compost del jardín. El proceso sería mejor si se tuvieran 2 filtros de doble compartimento (4 filtros en total) operados en ciclos de 3 meses.

La actividad de mantenimiento más olvidada es la de poner paja en el filtro de compostaje activo una vez por semana. Al parecer al jardinero y los demás miembros del equipo no les gusta ver las heces fecales frescas. Después de 2-3 semanas sin agregar paja el filtro empieza a oler mal. Y aun cuando saben la razón del mal olor, nadie se siente responsable.

Durante la construcción, el proyecto fue recibido con mucha desconfianza de parte de los maestros y empleados. Primero, mencionaron el riesgo de accidentes para los niños, luego el olor que emanaría de las aguas residuales. Las quejas aumentaron cuando vieron dentro del filtro de compostaje de aguas negras.

La gente empezó a imaginar que iba a pasar en el verano, porque ya tenían la experiencia de malos olores a causa del agua residual durante el verano. El primer verano llegó y nada pasó: las plantas en los humedales crecían, no hubo aguas residuales a la vista y el efluente estaba transparente. Los empleados quienes no estaban a cargo de la operación de la planta de tratamiento olvidaron sus quejas después de 6 meses.

El funcionamiento de los SSOD comenzó en mayo 2008, pero la experiencia ha demostrado que se necesita más de un año de explicaciones, ayuda y orientación para lograr la aceptación de este tipo de letrina.



Fig. 19: Humedal para el tratamiento de aguas negras plantado con dos especies de papiro, después un año de funcionamiento.

12 Valoración de sostenibilidad e impacto a largo-plazo

Una evaluación básica (Tabla 1) ha sido realizada para indicar en cuál de los cinco criterios de sostenibilidad (según el documento 1 de visión de SuSanA) este proyecto tiene sus fuerzas y cual aspectos reciben suficiente énfasis (debilidades).

Tabla 1: Indicaciones cualitativas de un sistema sostenible

Una cruz en la columna respectiva muestra la evaluación de la sustentabilidad relativa del proyecto (+ significa: aspecto fuerte en este proyecto; o significa: fuerza promedio en este aspecto y - significa: sin énfasis en este aspecto).

Criterio de sostenibilidad	Colección y transporte			Tratamiento			Transporte y reutilización		
	+	o	-	+	o	-	+	o	-
• Salud e higiene	X			X			X		
• Medio ambiente y recursos naturales	X			X			X		
• Tecnología y mantenimiento	X				X		X		
• Financiamiento y economía		X			X			X	
• Socio-cultural e institucional	X				X			X	

Criterios de sostenibilidad del saneamiento:

Salud e higiene incluye el riesgo de exposición a patógenos y sustancias peligrosas, y la mejora al bienestar lograda por la aplicación de cierto sistema de saneamiento.

Medio ambiente y recursos naturales implica los recursos necesarios en el proyecto y también el grado de reciclaje y reutilización practicado y sus efectos

Tecnología y mantenimiento se relacionan a la funcionalidad y facilidad de la construcción, operación y supervisión del sistema y también la robustez y la adaptabilidad de los sistemas existentes

Financiamiento y economía incluye la capacidad de los hogares y comunidades de cubrir los costos de saneamiento y también el beneficio, e.g. de fertilizantes y el impacto externo en la economía.

Aspectos socio-culturales y institucionales se refieren a la aceptación socio-cultural y a que tan apropiado es el sistema, percepciones, aspectos de género y conformidad con los marcos legales e institucionales.

Para más detalles ver el documento de la visión de SuSanA: "Towards more sustainable solutions" (www.susana.org).

El mayor impacto del proyecto ha sido la reducción de 50% del consumo de agua potable, a través del reuso total de aguas grises y negras y así el logro de reducción de costos. La producción más alta de vegetales y fruta para la venta aumenta el ingreso de la escuela y permite dar becas a familias necesitadas con niños con necesidades especiales. Además, los niños se benefician de los espacios verdes (50% del área de la escuela) y del aumento de actividades en el exterior.

Es un proyecto de demostración importante con fines educativos en materia ambiental. Escuelas, maestros, estudiantes, autoridades, arquitectos, ingenieros y personas privadas están cordialmente invitadas a ver que ahorrar agua mediante métodos de saneamiento seco, reutilización de agua tratada y el uso de basura orgánica en forma de composta pueden mejorar la calidad de vida.

13 Documentos disponibles y referencias

Rotaría del Perú y el Colegio San Christoferus proveen una descripción del proyecto en español, publicada en la primera conferencia nacional sobre saneamiento PERUSAN 2008 en Lima, Perú. Rotaría del Perú ha hecho una descripción en alemán sobre la construcción para un grupo de patrocinadores en Suiza. En la nueva página web del Colegio San Christoferus hay más información disponible en inglés, alemán y español.

14 Instituciones, organizaciones y personas de contacto

Rotaría del Perú SAC (diseño del sistema):

Dr. Heike Hoffmann
Jr. Navarra No. 143
Surco, Lima, Perú
E: heike@rotaria.net
I: www.rotaria.net

Colegio San Christoferus (Propietario del sistema):

Fernando Zamorra
Avenida de los Faisanes 143
Chorrillos, Lima, Perú
E: fernando.zamora@gmx.net
I: www.sanchristoferus.com

Provisión de voluntarios internacionales (sólo para la enseñanza):

Freunde der Erziehungskunst Rudolf Steiner e. V.
I: www.freunde-waldorf.de

Idea del diseño del campo de juegos alternativo:

Michaela Kröschel
Chorrillos, Lima, Perú
E: michaela.kroschel@web.de

Caso de estudio de proyectos de SuSanA

Sistema de reutilización de aguas negras y grises.
SuSanA 2010

Autores: Heike Hoffmann (Rotaría del Perú), Sören Rüd y Annika Schöpe (Programa GTZ ecosan)

Edición y revisión: Carola Israel, Joyce Ekuful y Elisabeth v. Münch (Programa GTZ ecosan, ecosan@gtz.de)

© Alianza de saneamiento sostenible

Todo el material de SuSanA es gratuito y disponible como parte de un concepto de código abierto para la capacitación y uso no lucrativo, con la condición de su apropiado reconocimiento a las fuentes. Usuarios de esta información deben dar en todo momento crédito al autor original, fuente o dueño de derechos en sus citas.

Este documento está disponible en:

www.susana.org