



Fig. 1: Localização do projeto

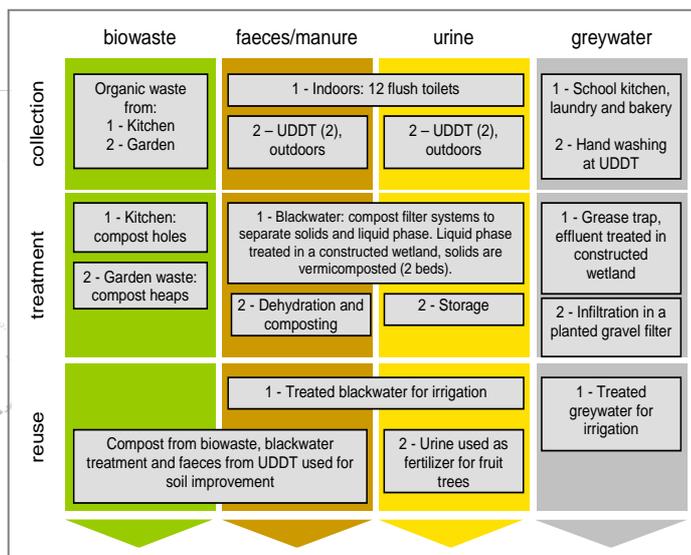


Fig. 2: Componentes de saneamento empregadas no projeto (números 1 e 2 referem-se a correntes de fluxo distintas).

1 General data

Tipo de projeto:

Melhoramento urbano demonstrado em escola

Período do projeto:

Início do planejamento: fevereiro de 2007

Período de construção: julho de 2007 a outubro de 2008

Início da construção:

Tratamento de águas cinzas e negras: julho de 2007

Banheiros para separação de urina e desidratação de fezes (banheiros secos): maio de 2008

Início da operação:

Sistema de tratamento de águas cinzas: setembro de 2007

Sistema de tratamento de águas negras: novembro de 2007

Banheiros secos: maio de 2008

Extensão do tratamento de águas negras (em leito de raízes): outubro de 2008

Escala do projeto:

Equivalente populacional: 53 (35 alunos com necessidades especiais + quadro pessoal)

Custos de capital desconhecidos

Endereço do local do projeto:

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

Instituição responsável pela concepção e planejamento:

Rotaria del Perú, Lima, Perú

Instituição executora:

Centro Educativo Básico Especial
"San Christoferus", Lima, Perú

Agência de apoio:

Doadores privados (mais em financiamento)

Voluntários no trabalho de campo (durante período de construção)

Pro Niño (conselho escolar de San Christoferus)

2 Objective and motivation of the project

Os objetivos do projeto são:

1. Redução do consumo de água (e seus custos).
2. Redução de áreas empoeiradas através da criação de áreas plantadas mais extensas (que necessitam de irrigação e fertilização) para melhoria estética e microclimática.
3. Demonstração de um sistema de ciclo fechado com o reúso de águas residuais tratadas, nutrientes e compostos orgânicos, adaptado às necessidades ambientais de área desértica habitada e às possibilidades técnicas.
4. Divulgação de um sistema de saneamento a seco (banheiros para separação de urina e desidratação de fezes).



Fig. 3: Tubo de drenagem no fundo do "wetland" (várzea artificial cultivada) para tratamento de águas negras, durante sua cobertura com cascalho. Para evitar perfurações pelo cascalho, o revestimento de PVC de 5 mm (preto) precisava de proteção especial, tendo sido um segundo revestimento (azul) então implantado.¹

¹ Todas as fotos tiradas por H. Hoffmann, 2007/2008

3 Location and conditions

Lima, a capital peruana, com 8 milhões de habitantes, está situada em uma das áreas mais secas do mundo (9 mm de pluviosidade ao ano). 15% da área total do Peru é um deserto, e é onde infelizmente 60% da população peruana vive, dos quais 30% só em Lima. Todos são afetados pela escassez de água; especialmente os mais pobres vivem em uma situação extremamente difícil: 1,5 milhões de habitantes usam apenas 20 litros de água per capita ao dia.

Por volta de 80% dos detritos líquidos de Lima (60% dos do Peru inteiro) são coletados em redes de esgotos, mas somente 9% deles recebem tratamento. Isso significa que 91% são despejados no oceano sem tratamento ou usados diretamente para irrigação na agricultura, ao passo que áreas verdes no centro da cidade costumam ser regadas com água potável. As possibilidades para a reutilização segura de águas residuais são geralmente desconhecidas. Não há quaisquer políticas para a economia de água, visto que o preço da água é muito baixo.

O centro educativo San Christoferus está localizado em uma área desértica na zona urbana de Lima. É um equipamento social para 35 crianças portadoras de necessidades especiais, com idades entre os 5 e 18 anos. A área da escola, com 0,6 hectares, inclui um trecho ao ar livre e seis edificações em duas localizações, incluindo padaria, lavanderia e cozinha.

As crianças possuem deficiências mentais e, muitas delas, também físicas, além de vários tipos de defeitos adquiridos no nascimento (há lamentavelmente poucas instituições e oportunidades no Peru para crianças e adultos com necessidades especiais). Seis professores, apoiados por voluntários internacionais, tomam conta deles das 8 da manhã às 2:30 da tarde. O tempo se passa tocando música, fazendo artesanato, cozinhando, assando pratos, e, desde 2007, cultivando o jardim, ou apenas com jogos na área interna ou ao ar livre.

Antes do início do projeto, as águas residuais de 12 banheiros com descarga à base d'água (15 litros por descarga), de chuveiros, 3 cozinhas, 1 lavanderia e 1 padaria eram despejadas diretamente na rede pública de esgotos.

4 Project history

A ideia original era aprimorar a área ao ar livre através da instalação de um sistema de irrigação e da construção de uma nova área de recreação. Começada por pais e empregados do centro educativo, a esquematização do projeto de tratamento de águas residuais com foco especial no reúso iniciou-se em 2006.

A *Rotaria del Perú*, por sua experiência na área, foi a empresa consultora contratada em fevereiro de 2007 para projetar um novo sistema de saneamento, além de supervisionar sua instalação. Na época, a compostagem de jardim orgânico com resíduos de cozinha já era feita. Essa experiência com operação e reúso de matéria orgânica no jardim da escola ajudou os consultores a convencer professores e conselho escolar a dar outro passo à frente na reutilização de resíduos.

Em julho de 2007, a construção da área de recreação e de uma várzea artificial cultivada (um "wetland") foi iniciada com

o apoio de um grupo de trabalhadores voluntários. Instalações mais especializadas foram feitas por outros dois trabalhadores, peruanos. Supervisão e vários esclarecimentos foram necessários, já que a maioria das tecnologias eram desconhecidas no Peru. Encontrar materiais adequados, como a areia ou o revestimento para o *wetland*, sacos-filtro para um filtro orgânico ou os tubos de drenagem corretos foi complicado.

Já as primeiras semanas de operação do sistema de tratamento de águas residuais foram um sucesso. Todos ficaram impressionados pelos excelentes resultados do processo e mais tarde surpresos com o intenso desenvolvimento vegetal no *wetland* (vegetado com papiros).



Fig. 4: Vertedouro do filtro orgânico para o pré-tratamento de águas negras (esquerda), e efluente do *wetland* vegetado com papiros para tratamento final de águas negras (direita).



Fig. 5: *Wetland* de fluxo vertical para tratamento de águas cinzas, durante bombeamento (um dia após o plantio e antes da proteção dos canos distribuidores com uma camada de 10 cm de cascalho), à esquerda, e depois de dois meses, com tanque de armazenagem de águas cinzas para irrigação, à direita.

Interessadas na nova área de recreação, muitas famílias, além de outros grupos escolares, vieram visitar a escola. Acabou se tornando necessário um banheiro adicional para visitantes que fosse próximo à área ao ar livre. Em março de 2008, a *Rotaria del Perú* deu a ideia de um banheiro seco com separador de urina e sistema de desidratação de fezes, e financiou todos os materiais. O objetivo era demonstrar a aplicabilidade desse tipo de banheiro para escolas e divulgar um sistema de saneamento a seco como uma possibilidade de reduzir o consumo e prevenir a poluição de água. Além disso, a construção de um banheiro convencional com descarga à base d'água e suas instalações até o *wetland* teria sido muito mais onerosa.

5 Technologies applied

Com fins de tratamento e irrigação, dois sistemas de tratamento independentes foram construídos:

Wetland para tratamento de águas cinzas:

As águas cinzas (águas residuais sem matéria fecal) da lavanderia, padaria e cozinha são tratadas em *wetland* de

fluxo subsuperficial vertical, também chamado de leito de raízes. As águas cinzas passam primeiro por uma caixa de gordura e são então bombeadas em intervalos regulares para o *wetland*, vegetado com papiros (ver Fig. 5, lado esquerdo).

Filtro orgânico para tratamento de águas negras:

As águas negras dos banheiros com descarga à base d'água misturadas às águas cinzas de duas cozinhas, chuveiros, e lavatórios de todos os banheiros são tratadas separadamente. São conduzidas a uma galeria com filtro bicompartimentada bem ventilada ("Rottebehälter" - ver Fig. 6, na esquerda), cujas duas câmaras têm seu uso intercalado segundo um período de seis meses.

O filtro orgânico atua como um dispositivo de separação sólido-líquido: sólidos ficam retidos em um saco-filtro especial (feito sob encomenda) preenchido com palha. Durante os seis meses em uso e os seis meses seguintes, enquanto a segunda câmara se encontra em uso, é obtida uma compostagem parcial da matéria sólida retida no saco-filtro. Depois de remover da câmara o filtro (Fig. 6), um tratamento secundário para os sólidos nele retidos é realizado em uma vermicomposteira (minhocário) (ver Fig. 7). Nela, minhocas (do sistema de compostagem já existente) rompem a matéria orgânica e melhoram o processo de compostagem. Já a matéria líquida, que atravessa o saco-filtro, deposita-se no fundo da câmara, de onde é bombeada para o *wetland* (ver Fig. 8).

Em outubro de 2008, um segundo *wetland* de fluxo vertical começou a operar, o qual é agora usado em alternância com o primeiro, de forma a ampliar a eficiência do tratamento.

Banheiros com separador de urina e duas câmaras para desidratação de fezes (banheiros secos):

Tais banheiros, construídos na área ao ar livre, perto da área recreacional nova, são dois recintos distintos (masculino/feminino) com latrinas e câmaras ventiladas para desidratação de fezes (ver Fig. 9). Quando uma câmara se enche, o seu conteúdo (então já em desidratação por cerca de um ano) será tratado na vermicomposteira, juntamente com a matéria sólida filtrada das águas negras). Urina e águas cinzas são recolhidas separadamente: as águas cinzas, provenientes dos lavatórios de mãos, são infiltradas diretamente em um leito de cascalho e bambu, locado próximo aos banheiros (ver Fig. 9), enquanto a urina é coletada em dois bujões de 25 litros, dispostos logo atrás da área de entrada (ver Fig. 12).



Fig. 6: Galeria bicompartimentada com filtro ("Rottebehälter") para pré-tratamento de águas negras (esquerda) e remoção de um saco-filtro (direita).



Fig. 8: *Wetland* de fluxo vertical (leito de raízes) para tratamento da fase líquida de águas negras (após 6 meses crescendo).



Fig. 7: Espalhamento dos sólidos retidos pelo saco-filtro, após 6 meses (ver Fig. 6) no leito de vermicompostagem sobre piso cimentado.



Fig. 9: Banheiros para separação de urina e desidratação de fezes, na área externa, com o leito de filtragem por cascalho para águas cinzas (no canto, à direita).

Sistemas compostores:

Além do sistema de filtragem orgânica e da vermicomposteira, dois outros sistemas compostores existiam antes de 2007: covas para resíduos orgânicos de cozinha e jardim, e pilhas de resíduos biológicos da produção agrícola e jardinagem.

6 Design information

O sistema de tratamento de águas cinzas foi concebido segundo um equivalente populacional de 23, carga hidráulica de 2,5m ao dia, e carga orgânica (DBO₅) de 0,58kg ao dia. O sistema de tratamento de águas negras foi desenvolvido para um equivalente populacional de 30, carga hidráulica de 3,3m ao dia, e carga orgânica (DBO₅) de 2,1kg ao dia. Como as águas negras e cinzas não eram separadas antes, não houve medições de fluxo ou análises químicas para verificar tais pressupostos de *design*.

Pré-tratamento de águas cinzas:

- 1 caixa de gordura de 1 m³ para separação de gorduras e óleos das águas residuais da cozinha e padaria. Redução de 10% atingida de DBO.
- 1 tanque com bomba para armazenar efluentes da separação de gorduras e lavanderia.

Primeiro wetland (tratamento de águas cinzas):

- *Wetland* de fluxo subsuperficial vertical, vegetado com papiros.
- Área de superfície: 16 m² (4 m x 4 m) = 7 m² per capita.
- Profundidade total: 1,1 m (do fundo à superfície: 20 cm de cascalho com cano de drenagem (4"), 60 cm de areia, 10 cm de cascalho com 3 canos distribuidores (1") e 20 cm de borda livre).
- Tanque de armazenamento de 3 m³ para as águas cinzas tratadas, com bomba de irrigação.

Sistema de filtragem orgânica para pré-tratamento de águas negras:

- Filtros orgânicos (2 galerias), cada uma com 2 câmaras e um volume ativo de 1,44 m³ (1,2 m x 1,2 m, e 1 m de profundidade).
- Cada câmara tem tampa removível e tubo de ventilação de 3m (3").
- 4 sacos-filtro de 0,7 m³ (1 m x 1 m x 0,7 m) (produto feito sob encomenda, composto por resistente material plástico normalmente usado para resguardar estufas).
- Redução estimada de DBO: 30%.
- Para a coleta dos líquidos, cada unidade possui um tanque mais profundo, com bomba.
- A fase líquida da primeira unidade é bombeada para a segunda, e, daí, para o *wetland*.

Vermicomposteira:

- 2 leitos de 0,3 m³ (0,5 m x 1 m x 0,6 m).
- Os 2 são separados por uma parede de tijolos.
- Piso em cimentado.

Segundo wetland (tratamento de águas negras):

- *Wetland* de fluxo subsuperficial vertical vegetado com papiros.
- Área de superfície: 45 m² (5 m x 9 m).
- Profundidade total: 1,3 m (do fundo à superfície: 20 cm de cascalho com um único tubo drenante (4"), 80 cm de areia, 10 cm de cascalho com 6 canos distribuidores (1,5") e 20 cm de borda livre).
- Tanque de armazenamento de 6 m³ para as águas negras tratadas, com bomba para irrigação.

Banheiros para separação de urina e desidratação de fezes (banheiros secos):

- 2 recintos distintos, para garotas e garotos, cada qual com 1.6 m x 1.5 m (2.3 m²).

- Cada recinto possui lavatório, duas latrinas com dispositivo separador de urina ligadas a uma galeria bicompartimentada e dois canos de ventilação.
- Ambas as latrinas são feitas de ferro-cimento, pois o uso por uma criança com necessidades especiais requer uma solução estável com espaço para uma segunda pessoa, ajudante.
- As latrinas em uso possuem uma peça plástica (de polipropileno) acoplada removível para desviar a urina, enquanto as outras permanecem lacradas (ver Fig. 12, na esquerda e centro).
- O papel higiênico é coletado em um balde de lixo.
- Após defecar, o usuário deve colocar um pouco de serragem dentro da latrina, proveniente da carpintaria da própria escola.
- As galerias para recolhimento das fezes consistem em duas câmaras separadas, cada qual com um volume ativo de 0,21 m³ (0,6 x 0,7 m, e 0,5 m de profundidade). Cada câmara possui uma tampa de metal preta, por trás dos banheiros, exposta ao sol (ver Fig. 11).
- O banheiro masculino tem um clássico urinol adicional, do qual o sifão foi removido, conectando-o diretamente ao cano vertedor de urina. Trata-se, portanto, de um urinol sem água.
- O dispositivo separador de urina das latrinas e o urinol sem água conectam-se diretamente a dois bujões de 25 litros de capacidade (ver Fig. 12, à direita).



Fig. 10: Banheiro seco, dentro de um dos recintos (2 latrinas coloridas, com separador de urina; só uma está em uso, por até cerca de um ano).



Fig. 11: Duas galerias bicompartimentadas para a coleta de fezes, nos fundos dos banheiros (4 câmaras ao todo).



Fig. 12: Latrinas com (à esquerda) e sem (ao centro) a peça plástica acoplada para o desvio de urina. Cano proveniente da peça separadora, desaguando em bujão de 25 litros (à direita).

7 Type and level of reuse

2 m³ de águas cinzas tratadas por dia de escola são reutilizados na regagem do jardim. Entre 4 e 5 m³ de águas negras tratadas por dia de escola são reutilizados para a irrigação de gramados, árvores frutíferas e flores.

Hoje a escola dobrou as áreas verdes irrigadas, mas reduziu pela metade o consumo de água comparado a 2007. Confrontada a área da escola com seus arredores, as vantagens do reúso de águas negras e cinzas se mostra óbvia. (ver Figs. 13 e 14).



Fig. 13: Do outro lado do muro: áreas desérticas habitadas na vizinhança imediata do Centro Educativo San Christoferus.



Fig. 14: Agricultura urbana na escola, irrigada com águas negras tratadas.

A matéria orgânica (vermi)compostada proveniente da cozinha e jardim, assim como sólidos e fezes desidratadas provenientes dos banheiros secos são reutilizados na adubação do solo.

Depois de armazenada por um mês (mais tempo, se em férias escolares), a urina dos banheiros secos é usada na fertilização de árvores frutíferas (seguida diretamente de aguagem para a redução de odores durante a aplicação); se o bujão de urina não for esvaziado, prossegue-se à eliminação do restante de urina em um leito filtrante de cascalho.

8 Further project components

O projeto está ajudando a escola a desenvolver mais atividades ao ar livre para as crianças com necessidades especiais, o que não era possível pelo terreno da escola ter sido anteriormente extremamente seco e empoeirado. A nova área recreacional foi construída em 2007 e hoje, toda o terreno da escola (0,6 ha) é irrigado, tendo se convertido em espaço verde (ver Fig. 15). A presença de árvores, flores e ervas possibilita desenvolver os sentidos das crianças.



Fig. 15: Campo de futebol recentemente plantado, irrigado com águas negras tratadas (anteriormente, uma área empoeirada).

A maior produção de verduras e frutas, postas à venda, auxilia no aumento da renda da escola e na concessão de bolsas de estudo a famílias pobres com crianças portadoras de necessidades especiais.

O projeto foi demonstrado e debatido durante o primeiro curso universitário sobre saneamento ecológico na Universidade Agrária de La Molina, em maio de 2008, em Lima, com patrocínio da GTZ-Peru e do programa de saneamento PROAGUA.

9 Costs and economics

Wetland (para tratamento de águas cinzas):

Os custos materiais para o *wetland*, incluindo caixa de gordura para pré-tratamento e tanque de armazenamento de 3 m³, foram de cerca de PEN 800 (sóis novos peruanos, a moeda local), aproximadamente € 1860.²

Filtro orgânico, vermicomposteira e wetland (para tratamento de águas negras):

Os custos materiais para a composteira (com dois filtros de resíduos, de câmara dupla, para pré-tratamento), a vermicomposteira, o *wetland* e um tanque de armazenamento de 6 m³ foram de aproximadamente € 3250.

Banheiros secos:

Custos materiais para os dois banheiros, com infiltração da água proveniente dos lavatórios, giraram em torno de € 910. O banheiro tinha de ser adaptado às necessidades particulares das crianças deficientes (com espaço adicional para um ajudante). Por exemplo: a disposição de dois assentos sanitários em pedestais separados, ao invés de apenas uma bancada inteira de ferro-cimento com duas aberturas, encareceu os banheiros.

Os custos totais de construção do projeto (incluindo custos trabalhistas) não foram determinados, porque esse foi financiado por diversos doadores e apoiado por voluntários.

10 Operation and maintenance

Os equipamentos são operados pelo zelador (também jardineiro) da escola, que mora com a família no complexo escolar. Ele é reponsável pelo controle das bombas de água. Uma vez na semana, ele tem por obrigação colocar palha no filtro orgânico; após 6 meses, permutar as câmaras filtrantes e remover os sólidos retidos no saco-filtro para prosseguir com o seu tratamento na vermicomposteira (ver Figs. 6 e Fig. 7). Uma vez ao ano, ele deve limpar todos os canos de drenagem dos *wetlands*.

Uma tarefa até mais importante é a administração diária do reúso de águas negras e cinzas (ver Fig. 16), pois infelizmente o sistema de irrigação não funciona automaticamente. No início do projeto, os tanques com efluentes frequentemente transbordavam, e a água no *wetland* represou-se devido a práticas irregulares de irrigação. A operação é organizada pelo zelador, e voluntários alemães que trabalham lá por um ano.



Fig. 16: Regagem diária do jardim (no caso, com águas negras tratadas) no clima seco de Lima.

² Taxa de câmbio em julho de 2007: € 1 ≅ PEN 4,3.

11 Practical experience and lessons learnt

A implementação de componentes do saneamento ecológico sempre precisou de uma equipe de engenheiros qualificada, com suficiente experiência, especialmente em países onde a tecnologia - no caso, *wetlands* - é ainda pouco difundida. O sistema é relativamente complexo, com muitos subcomponentes, ao passo que somente uma população de 53 pessoas é atendida.

É importante considerar os dois pontos a seguir:

- No caso de separação de correntes de fluxo (águas negras/ águas cinzas), a carga pode diferir extremamente de valores de referência. Isso pode levar ao extravasamento e entupimento do *wetland*.
- A escolha de materiais e o processo construtivo devem ser controlados, para prevenir erros irreparáveis, como por exemplo a perfuração do revestimento plástico, causando perda de água, areia muito fina ou grossa (entupimento ou má eficiência), distribuição desigual dos resíduos líquidos, impossibilidade de limpeza do sistema de drenagem e distribuição, vegetais inapropriados etc.

No projeto, o fluxo total de águas residuais foi calculado corretamente, mas o *wetland* para águas cinzas só recebe 1,5 m³ por dia, enquanto o para águas negras, mais de 4 m³, às vezes até 6 m³ ao dia, principalmente pelas válvulas de descarga dos banheiros não se fecharem hermeticamente, ou mesmo não serem usadas corretamente. O alto fluxo de água para o saco-filtro orgânico acaba por dissolver muitos sólidos, que são então transportados para o *wetland*. (ver Fig. 17).



Fig. 17: Aumento do fluxo de águas negras na câmara compostora (saco-filtro) devido a vazamento dos banheiros com descarga à base d'água.

Infelizmente, esse *wetland* possui também areia muito fina. Em Lima, achar areia com a correta granulometria é muito difícil e não havia fundos suficientes para lavá-la.³ A qualidade do efluente é excelente, mas o entupimento só pode ser controlado desconectando alternadamente um terço do *wetland* por uma semana, de modo a recuperar a permeabilidade. Válvulas de regulação do influxo para o *wetland* foram incluídas no *design*, depois de decidir-se pela areia fina, pois o *wetland* tende a entupir-se (ver Fig. 18).

O sistema de filtro orgânico para pré-tratamento de águas negras nunca foi antes usado no Peru. Sua operação mostrou que é um sistema muito bom para climas quentes. O processo de compostagem é rápido. Se usado para pós-

³ Significa seu peneiramento e lavagem, de forma a remover partículas e obter um determinado tamanho de grão.

tratamento, um período de compostagem de três meses sem adição de mais águas negras basta para tratar adequadamente o conteúdo do saco-filtro.



Fig. 18: Sistema de distribuição do segundo *wetland* (para tratamento de águas negras) antes do plantio, mostrando válvulas à esquerda, em vermelho, para evitar entupimento (carga intermitente).

Por causa dos problemas de entupimento com a areia, um segundo *wetland* para o tratamento da fase líquida das águas negras foi construído no fim de 2008. Além de tais medidas, as antigas válvulas de descarga d'água de todos os banheiros foram trocadas por novas, de descarga reduzida, para a economia de água. Isso diminuiu a produção de águas negras em aproximadamente 50%. Hoje apenas 3 m³ de águas negras por dia de escola precisam ser tratados, favorecendo a conexão adicional de uma casa vizinha ao *wetland*.

A coleta do composto não é problema. Não cheira, e o jardineiro gosta de misturá-lo, o úmido e obviamente rico em nutrientes composto, com o sempre seco do jardim. Quatro sacos-filtro em duas galerias bicompartimentadas operando em ciclos de três meses melhorariam o processo.

Uma tarefa de manutenção negligenciada é a colocação de um pouco de palha dentro do filtro orgânico ativo uma vez por semana. Parece que o jardineiro e todos os outros membros da equipe não apreciam ver fezes frescas. Depois de 2 a 3 semanas sem nenhuma palha, a câmara começa a cheirar mal, e mesmo sabendo o porquê disso acontecer, ninguém se sente responsável.

Durante o tempo de construção, o projeto era visto com receio por empregados e professores. Primeiro, mencionaram o perigo de acidentes para as crianças, e, depois, o odor proveniente das águas residuais que supostamente surgiria com o novo sistema - e todos os que deram uma olhada no saco-filtro reclamaram ainda mais. As pessoas se perguntavam o que iria acontecer no verão, pois esse é o período em que as águas residuais costumavam cheirar mal. O primeiro verão chegou e nada de mais aconteceu: as plantas dos *wetlands* estavam crescendo, nenhum resíduo líquido era visível, e o efluente tratado era límpido. Os empregados que não tinham de operar o sistema esqueceram suas reclamações depois de meio ano.

A operação dos banheiros secos começou em maio de 2008, mas a prática já mostrou que pelo menos um ano de explicações, orientações e ajuda frequentes, ou um "faça-você-mesmo" pelo treinador é necessário até que um banheiro como esse seja plenamente aceito.



Fig. 19: *Wetland* para tratamento de águas cinzas, vegetado com duas espécies de papiros, após 1 ano em operação.

12 Sustainability assessment and long-term impacts

Uma avaliação básica (Tabela 1) foi realizada para indicar em quais dos cinco critérios de sustentabilidade em saneamento (segundo o *SuSanA Vision Document 1*) o projeto tem suas forças e quais aspectos não foram enfatizados (fraquezas).

Tabela 1: Indicador qualitativo de sustentabilidade do sistema

Um "X" na coluna respectiva mostra avaliação da sustentabilidade relativa do projeto ("+" significa: ponto forte do projeto; "o": força mediana nesse aspecto; "-": sem ênfase desse aspecto no projeto).

Critérios de sustentabilidade:	coleta e transporte			tratamento			transporte e reúso		
	+	o	-	+	o	-	+	o	-
• saúde e higiene	X			X			X		
• recursos ambientais e naturais	X			X			X		
• tecnologia e operação	X				X		X		
• financeiros e econômicos		X			X			X	
• sócio-culturais e institucionais	X				X			X	

Crtrérios de sustentabilidade em saneamento:

Saúde e higiene incluem o risco de exposição a patógenos e substâncias nocivas, e melhoria alcançada na qualidade de vida pela aplicação de determinado sistema de saneamento.

Recursos ambientais e naturais envolvem os recursos necessários no projeto, assim como o grau de reciclagem e reúso praticado e seus efeitos.

Tecnologia e operação relacionam-se à funcionalidade e facilidade em construir, operar e monitorar o sistema inteiro, como também seu vigor e adaptabilidade a sistemas existentes.

Aspectos financeiros e econômicos incluem a capacidade de famílias e comunidades em cobrir os custos de saneamento e benefícios, como, por exemplo, do fertilizante e impactos externos na economia.

Aspectos sócio-culturais e institucionais referem-se à aceitação sócio-cultural e percepção da adequação do sistema, questões de gênero, e observância de marcos regulatórios e institucionais.

Para mais detalhes acerca desses critérios, veja o documento de visão da SuSanA "*Towards more sustainable solutions*", pelo endereço www.susana.org.

O principal impacto do projeto é a redução do consumo de água potável em 50%, através do reúso completo de águas negras e cinzas, e, conseqüentemente, redução de custos. Uma maior produção de verduras e frutas para revenda ajuda no aumento da renda escolar e na concessão de bolsas de estudo a famílias pobres com crianças deficientes. Além disso, as crianças se beneficiam dos entornos verdes (50% da área da escola) e mais atividades ao ar livre.

É um importante projeto demonstrativo para intuídos de educação ambiental. Escolas, professores, autoridades públicas, arquitetos, engenheiros e particulares são encorajados a ver que economizar água por métodos de saneamento a seco, reúso de águas residuais tratadas, e o uso de resíduos orgânicos compostados podem melhorar a qualidade de vida.

13 Available documents and references

A *Rotaria del Perú* e o Colégio San Christoferus fornecem uma descrição do projeto (em espanhol), publicada na primeira conferência nacional de saneamento PERUSAN, em 2008, Lima, Peru. A *Rotaria del Perú* fez uma pequena descrição (em alemão) da construção para um grupo patrocinador na Suíça. No recém-criado *website* do Colégio San Christoferus, se disponibilizam informações em inglês, alemão e espanhol.

14 Institutions, organisations and contact persons

Rotaria del Perú SAC (concepção do sistema):

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

Colégio San Christoferus (proprietário do sistema):

Fernando Zamorra
Avenida de los Faisanes No.143
Chorrillos, Lima, Perú
E: fernando.zamora@gmx.net
I: www.sanchristoferus.com

Prestação de voluntários internacionais (somente para ensinar):

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

Ideias para o design de uma área recreacional alternativa:

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

Estudo de caso dos projetos da SuSanA
Sistemas de reúso de águas negras e cinzas.
SuSanA 2010

Autores: Heike Hoffmann (Rotaria del Perú), Sören Rüd, e Annika Schöpe (Programa Ecosan GTZ)

Edição e revisão: Carola Israel, Joyce Ekuful e Elisabeth von Münch (Programa Ecosan GTZ, ecosan@gtz.de)

© Sustainable Sanitation Alliance - SuSanA

Aliança para o Saneamento Sustentável

Todos os materiais da SuSanA estão disponíveis sem custos, de acordo com o conceito de fontes abertas para capacitação e uso sem fins lucrativos, desde que seja devidamente mencionada a fonte consultada. Usuários devem sempre apresentar os créditos, citando o detentor dos direitos de reprodução e cópia, fonte e autor originais.