

Diseño del Sistema de Tratamiento de Aguas

Residuales: Escuela La Base

Santa Cruz, Bolivia

Equipo ISD:

Maureen Habarth

Lauren Hubbel

Matt Van Slembrouck

Traducido Por:

Tom Sanger

Joe Limback

Daena Makela

Michigan Technological University

Houghton, MI

EE.UU

24 de Abril, 2006

Carta de presentación

Estimados ciudadanos de Santa Cruz y clientes de los proyectos de ingeniería civil y ambiental asignados por la Profesora e Ingeniera Linda Phillips (Michigan Technological University) y por las varias instituciones de Santa Cruz (de la Sierra), Bolivia.

Estudiamos español como segunda lengua y este semestre hemos sido estudiantes de la clase de Español para Propósitos Especiales, una clase a nivel intermedio y en la cual repasamos gramática, estudiamos vocabulario para negocios y aprendemos algo de comunicación intercultural. El documento que aquí les ofrecemos fue parte de un proyecto de clase: ocho (8) equipos tradujeron y prepararon ocho diferentes documentos de proyectos basados en los reportes de los equipos ISD (International Senior Design) de las facultades de ingeniería civil y ambiental. Los equipos ISD constan de estudiantes de último año de estudio en nuestra universidad, que fueron a Bolivia para aprender a colaborar en proyectos de ingeniería.

Quisiéramos agradecerlos, primero que todo, por esta oportunidad de sintetizar, resumir, condensar y finalmente de traducir los proyectos al español para ustedes. Ha sido un proyecto “desafiante” para cada uno de nosotros, pero al mismo tiempo de gran aprendizaje no sólo del español técnico, sino también de comunicación y cultura a varios niveles, dentro y fuera de la universidad.

Nuestra meta para la “Empresa de Traducción” no ha sido la de hacer una traducción literal, sino de trasladar al papel una síntesis del proyecto ISD para que fuera más fácil de “traducir” a su contexto lingüístico y cultural. A pesar de todo empeño, esfuerzo y motivación durante estas últimas 14 semanas, es muy posible que la traducción esté aún en su fase preliminar. Por eso, queremos disculparnos de antemano. Lo que sí esperamos que se evidencie en la traducción es el concepto importante de la sustentabilidad ambiental de este proyecto.

Nuestro deseo ha sido también el de fomentar más diálogo y enlaces interculturales como también la reciprocidad entre nuestras culturas.

Cordialmente

Tom Sanger

Joe Limback

Daena Makela

Vea el glosario al final de este documento para mayor clarificación

Índice

1.0.....	Presentación del Proyecto
2.0.....	Datos, Pruebas, y Muestras
3.0.....	Alternativas Posibles Para Resolver el Problema
3.1.....	Alternativa 1
3.2.....	Alternativa 2
3.3.....	Alternativa 3
4.0.....	La Mejor Alternativa
5.0.....	Conclusión
6.0.....	Recomendaciones Adicionales

1.0:

A la clase de *ISD* de Michigan Technological University se le asignaron varios proyectos en la ciudad de Santa Cruz, Bolivia. Veintitrés estudiantes, divididos en ocho equipos, pasaron dos semanas en la ciudad recogiendo información para estos proyectos particulares. Los proyectos se localizaron en el distrito diez, ubicado en la zona sudoeste de la ciudad. Los oficiales de Santa Cruz recomendaron una lista de proyectos posibles basándose en tres áreas estratégicas. Las áreas son; la salud de los niños, *desagüe pluvial*, y estudio análisis. La mayoría de los equipos fue asignada a las escuelas públicas y proyectos relacionados con sistemas de tratamiento de aguas negras. En segundo lugar, el sistema fue instalado sin previamente recurrir al análisis cuidadoso del tipo de suelo en el cual se instalaba.

Al equipo ISD se le pidió que diseñara un sistema nuevo para La Base, una escuela pública de la ciudad localizada en el sexto anillo. No hay planes originales del sistema existente. Según los oficiales de la escuela, el sistema se construyó para servir una población de cien estudiantes. Ahora, la escuela sirve una población de más de mil doscientos. El área cerca de la escuela no es suficientemente grande para soportar el sistema necesario. Espacios estrechos prohíben la construcción de un sistema muy grande. El sistema en uso es sobrecargado y por eso deja salir *efluente* a la superficie alrededor. Perforaciones del suelo verifican que hay

bacteria en el efluente, lo que significa contaminación de aguas residuales en el suelo. Este tipo de contaminación se considera un riesgo a la salud de los estudiantes que asisten a la escuela cada día. Si no se repara este sistema, es muy posible que haya una falla total en el futuro. Es obvio que para resolver estos problemas, el equipo tuvo que aprender bastante.

2.0:

Es muy importante medir el *nivel freático* al diseñar un sistema para tratamiento de aguas residuales y diseñar el sistema apropiado. También datos sobre el tipo de suelo se utilizan para clasificarlo. Se tomaron Las muestras del suelo en distintos lugares: cerca del sistema actual, y alrededor de la calle. El nivel freático en el sitio de la escuela fue medida a una profundidad de 4,3 metros. El suelo se ha clasificado arena *limosa*. El suelo arenoso es ideal para el tratamiento de las aguas residuales del sitio porque la arena actúa como filtro, así que es fácil quitar los componentes dañinos de las aguas residuales. La profundidad de 4,3 metros es para que los contaminantes no alcancen el *agua subterránea*. Si el nuevo sistema se instalara según la especificación, no habría riesgo de contaminación del agua subterránea.

Para estimar cuanta agua residual fluye en el sistema séptico, se calculó el volumen de agua usada y se preparó una encuesta para los estudiantes en la cual se les preguntaba cuantas veces usaban el retrete durante el día. Después de recolectar

estos datos, el flujo diario total se calculó para 1.240 estudiantes ser aproximadamente de 34.000 litros.

Sondeo del Baño

Tomado el Martes, 16 de Agosto,
2005

Usos Por Día	Estudiantes	% Estudiantes
0	15	12.50%
1	45	37.50%
2	33	27.50%
3	14	11.70%
4	8	6.70%
5	4	3.30%
6	1	0.80%

Usos Por Día	1.758
Más Usos Por Día	1

(Del apéndice B del proyecto de *Diseño del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales*, Maureen Habarth, Lauren Hubbel, Matt Van Slembrouck)

El análisis del agua potable puede verificar si hay niveles dañinos de contaminantes comunes como *E. coli*. El agua fue recogida del grifo del agua potable y una muestra fue recogida del agua que se derramaba afuera de un tubo en la acera cerca de la puerta de entrada de la escuela.

El agua potable que se analizó resultó ser negativo en cuanto a la mayoría de los contaminantes, pero la dureza y la escala de acidez del agua eran altas en

Vea el glosario al final de este documento para mayor clarificación

comparación a los estándares de los EEUU. La prueba verificó que no había *E. coli* en el agua potable, pero sí estaba presente y numerosa en el agua del tubo. Esta es una gran preocupación porque los estudiantes están en contacto con esta agua diariamente.

3.0:

3.1:

Alternativa 1 es un tanque séptico con pozos de absorción (sistema boliviano tradicional). El sistema boliviano tradicional consiste de un tanque de inspección, el tanque séptico, y el tanque de absorción (*pozo ciego*). Las aguas residuales fluyen primero al tanque de inspección, que debe diseñarse con propósitos de mantenimiento, así que las aguas residuales puedan examinarse visualmente. El desecho entonces se dirige a un tanque séptico de dos cámaras. La primera es un compartimiento más grande para la sedimentación donde se depositan los sólidos. La segunda cámara se utiliza para almacenar el efluente antes de dosificarse en los pozos de absorción. En los pozos de absorción, se filtra el efluente y es tratado antes de drenarse en el suelo.

Las ventajas de Alternativa 1 son que los bolivianos conocen el sistema, incluyendo mantenimiento y construcción, y el sistema se puede cubrir con concreto para crear un patio de recreación, para que fuera visualmente más estético.

Las desventajas de Alternativa 1 son que la bomba es más costosa para construir y mantener; hay riesgo de mayor contaminación del agua subterránea debido al mayor uso de efluente en el suelo, mayor costo, más complejidad del sistema, y mayor área necesaria para construir. La Base tiene suficiente espacio y suelo para este sistema pero el número de pozos de absorción y la bomba especializada aumentan el costo y el mantenimiento.

3.2:

Alternativa 2 es un sistema de los EEUU con un tanque séptico y un *campo de drenaje*. El sistema del campo de drenaje de los EEUU consiste de un sistema que incorpora tanques sépticos de drenaje del foso. Sin embargo no hay bastante espacio en La Base para considerar esta alternativa.

3.3:

Alternativa 3 es un tanque séptico con los pozos de absorción (sistema boliviano modificado). Este sistema es esencialmente el mismo que el de Alternativa 1, pero en vez de los seis pozos de absorción, hay dos con un sistema agregado del foso (galería de filtración) para mayor tratamiento.

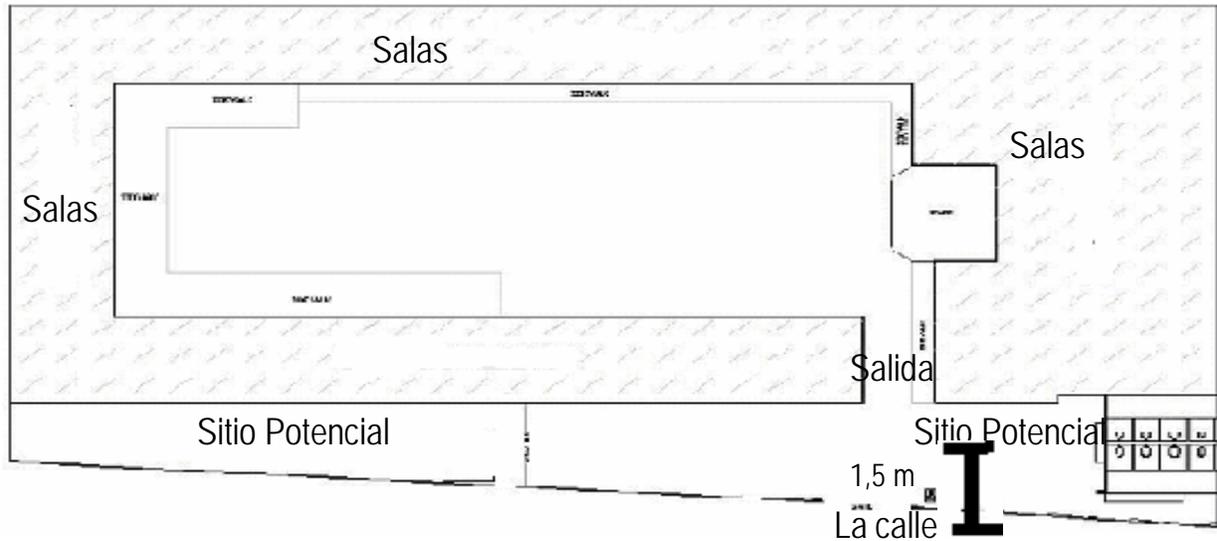
Las ventajas son que los bolivianos conocen la construcción y el mantenimiento básicos del sistema. El sistema se puede cubrir con concreto para crear un patio, y los costos de la construcción y mantenimiento son mínimos. El sistema usa espacio mínimo, y no se requiere mucha excavación debido al mínimo

número de pozos.

Las desventajas son que el uso de una bomba aumenta el costo y el mantenimiento, y el riesgo de la contaminación del agua subterránea es mayor debido a mayor efluente en el suelo.

Este sistema le conviene mejor a La Base porque el sistema es conocido por los bolivianos, y con modificaciones se puede instalar para crear un sistema eficiente que utiliza el terreno disponible. El suelo es adecuado para este sistema también.

Después de la investigación y el análisis de costo, el equipo ISD recomienda la alternativa 3. Sin embargo, hay consideraciones que tomar en cuenta con la alternativa. Lo preocupante para La Base es el asunto de factibilidad de construcción del sistema. Debido al hecho que la escuela se eleva a 1,5 metros sobre la calzada, los camiones y el equipo pesado no serían capaces de utilizarse en la construcción del sitio.



(Esta figura muestra la escuela y la elevación sobre la calle. Del apéndice A del proyecto de *Diseño del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales*, Maureen Habarth, Lauren Hubbel, Matt Van Slembrouck)

4.0:

Debido a esto se calcula que el tiempo total requerido para la construcción es a eso de 54 días. El equipo ISD recomienda también que la construcción ocurra durante el período de vacaciones cuando no estén los estudiantes entre noviembre y febrero. Esto podría asegurar que las rutinas diarias de los estudiantes y de los miembros del profesorado no fueran interrumpidas por la construcción y que hubiera menos riesgo de accidente.

Tomando en cuenta esta limitación se recomienda lo siguiente: sólo construcción manual, excavar a unos 1,52 metros de distancia de la pared existente de la escuela; excavar a unos 2,439 metros de distancia para los pozos ciegos según

los estándares en los EE.UU.

Se realizó un análisis de costo-beneficio y de allí se consideraron varios aspectos importantes, incluyendo: los costos sociales, políticos y económicos del sistema existente y el sistema recomendado. Los factores sociales encarados por el sistema existente son que el sistema actual tiene 15 años. Se construyó calculando unos 100 estudiantes, y ahora hay que bombear cada 4 meses debido a insuficiente capacidad (población de la escuela es mucho más grande). Parece también que esté fallando según los análisis de suelo, los que muestran que hay desagüe de aguas residuales y lodos en el suelo y por eso, hay contaminación del agua subterránea.

Sin embargo, el sistema boliviano modificado sería mejor y también se acomodaría a la población creciente de la escuela por largo tiempo. Algunos factores ambientales del sistema existente son que no concuerdan con las regulaciones ambientales de la ciudad de Santa Cruz dadas las muestras de agua. Tampoco concuerdan con Ley No. 1333 del Medio Ambiente que indica que el suministrador del agua tiene que desechar apropiadamente las aguas residuales.

Los análisis muestran que el sistema existente falla y sale efluente a la superficie. El sistema boliviano modificado sería financiado por el gobierno y concordaría con los estándares de descarga y el diseño de Santa Cruz. Cuando se analizaron los aspectos relacionados con el costo del sistema existente, la edad es un riesgo para fracaso del sistema. Tiene 15 años y necesita ser bombeado cada 4

meses sólo para mantenerse a capacidad mínima; esto le cuesta a La Base 250-300 B's cada vez. Esto no incluye los costos sanitarios, por contaminación del agua subterránea y la consecuente inseguridad en la comunidad de Santa Cruz.

El Sistema Boliviano Modificado costaría unos 55.204 B (\$6,868 EEUU) (incluyendo mano de obra). El equipo ISD recomienda que miembros del vecindario ayuden con la instalación y la construcción del sistema séptico nuevo para tratar de reducir los costos iniciales de la construcción.

5.0:

En conclusión el equipo ISD piensa que las ventajas del sistema boliviano modificado pesan más que sus desventajas y recomienda que sea instalado en La Base. El sistema modificado es la mejor de las opciones en cuanto a costo efectivo y adhiere a los estándares bolivianos para calidad y desecho de las aguas residuales. El diseño es común en Bolivia y usa la tecnología apropiada, por eso, la mano de obra e información adicional serán prontamente disponibles con respecto a la construcción y al mantenimiento del sistema. El equipo ISD cree que aunque el sistema modificado no es una solución permanente (dura 10 años), la sostenibilidad ambiental y las condiciones de salud de los niños en La Base mejorarán.

6.0:

En el futuro el equipo ISD recomienda que La Base

- pida conexión con una planta municipal del tratamiento de las aguas negras.
- Inicie un programa educacional de salud y sostenibilidad.
- Instale más retretes para los estudiantes y profesorado.

La tendencia hacia mayor población en La Base comprueba la necesidad de mayor número de *retretes*. Se recomiendan por lo menos 10 retretes para chicas y 10 para los chicos con agregados urinarios instalados para conformar a los estándares bolivianos.

Glosario

Equipo ISD-	Un equipo de estudiantes de ingeniería de la Universidad tecnológica de Michigan que viajó a Bolivia para aprender a resolver problemas de ingeniería e infraestructura en contacto directo con la gente que vive diariamente en condiciones difíciles.
Pozo ciego-	Una cámara subterránea con piedras o grava que se utiliza para filtrar el agua del drenaje.
Nivel freático -	El nivel subterráneo donde la tierra se satura totalmente con agua.
El efluente -	Un flujo de basura líquida de un sistema séptico o de las aguas residuales.
El agua subterránea -	Fluye debajo de la superficie de la tierra, a menudo entre el suelo y la roca saturados, que provee pozos y fuentes de agua.
Desagüe pluvial -	Flujo de agua excesivo.
Campo de drenaje -	El área del terreno que se usa para drenar efluentes.
Retrete -	El aparato en el baño que sirve para descargar aguas negras.
Limosa -	Arena fina