Saneamiento Ecológico

Lecciones aprendidas en zonas periurbanas de Lima

Saneamiento Ecológico en Lima
ma Saneamiento Ecológico en
Saneamiento Ecológico en Lima
en Lima Saneamiento Ecológico
Saneamiento Ecológico en Lima

CENCA
Instituto de Desarrollo Urbano

wsp
water and sanitation program

PNUD

Lima, octubre de 2006

Misión de WSP
Apoyar a la población más pobre a obtener acceso sostenido a servicios de agua y saneamiento mejorados.

Socios donantes de WSP
Los principales socios donantes del Programa son los gobiernos de Austria, Australia, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Francia, Irlanda, Luxemburgo, los Países Bajos, Noruega, Suecia, Suiza y el Reino Unido; la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, la Fundación Gates, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Banco Mundial.

Reconocimientos
Esta publicación ha sido posible gracias a la contribución de las siguientes personas e instituciones:

Juan Carlos Calizaya (CENCA / AGUAECOSANPERU)
Ron Sawyer, PNUD – Sarar Transformación México
Ricardo Kuang, Consultor
Rocío Valdeavellano (CENCA)
Equipo CESAL - Perú:
Christian Barrantes
Omar Macedo
David Bravo
Población beneficiaria de los proyectos

Preparación del informe:
Juan Carlos Calizaya (CENCA / AGUAECOSANPERU)
Martin Gauss, WSP – LAC

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
Bureau for Development Policy
Energy and Environment Group
304 East 45th Street
New York, NY 10017
www.undp.org/water

Programa de Agua y Saneamiento, América Latina y el Caribe (WSP – LAC)
Francois Brikké, Director Regional
Oscar Castillo, Especialista en Desarrollo Institucional y Comunitario
Martin Gauss, Especialista en Saneamiento
Beatriz Schippner, Especialista Regional en Comunicaciones
Luciana Mendoza, Asistente de Comunicaciones

Diseño y diagramación: Ana María Origone
Impreso en Perú por LEDEL S.A.C.

Los resultados, las interpretaciones y conclusiones expresadas son exclusivamente del autor y no deben ser atribuidas de ninguna manera al Banco Mundial, a sus organizaciones afiliadas, o a miembros de su junta de Directores Ejecutivos de las compañías que ellos representan.

Índice

1. Introducción 5

2. El concepto del saneamiento ecológico 7
   2.1. Principios fundamentales 7
      2.1.1. Ciclos del saneamiento ecológico 7
      2.1.2. Saneamiento adecuado para la protección de la salud 8
      2.1.3. Orina y heces como fuentes de nutrientes reciclables 10
      2.1.4. El recurso agua: conservación y protección del medio ambiente 10
   2.2. La importancia de aspectos culturales y sociales para la sostenibilidad 10
   2.3. Experiencias EcoSan en el mundo 11

3. Experiencias con EcoSan en Lima 13
   3.1. La experiencia de Nievería 13
      3.1.1. Un modelo de gestión innovador 13
      3.1.2. Componentes de la intervención 15
      3.1.3. La implementación del proyecto 16
      3.1.4. El impacto en el medio ambiente 19
      3.1.5. El impacto en la salud 21
   3.2. La experiencia de Huáscar 21
      3.2.1. La implementación del proyecto 21

4. Lecciones aprendidas y retos 25
   4.1. Aspectos técnicos 25
   4.2. Aspectos sociales 26
   4.3. Aspectos económicos 27
   4.4. Aspectos institucionales 27

Referencias 29

1. Introducción

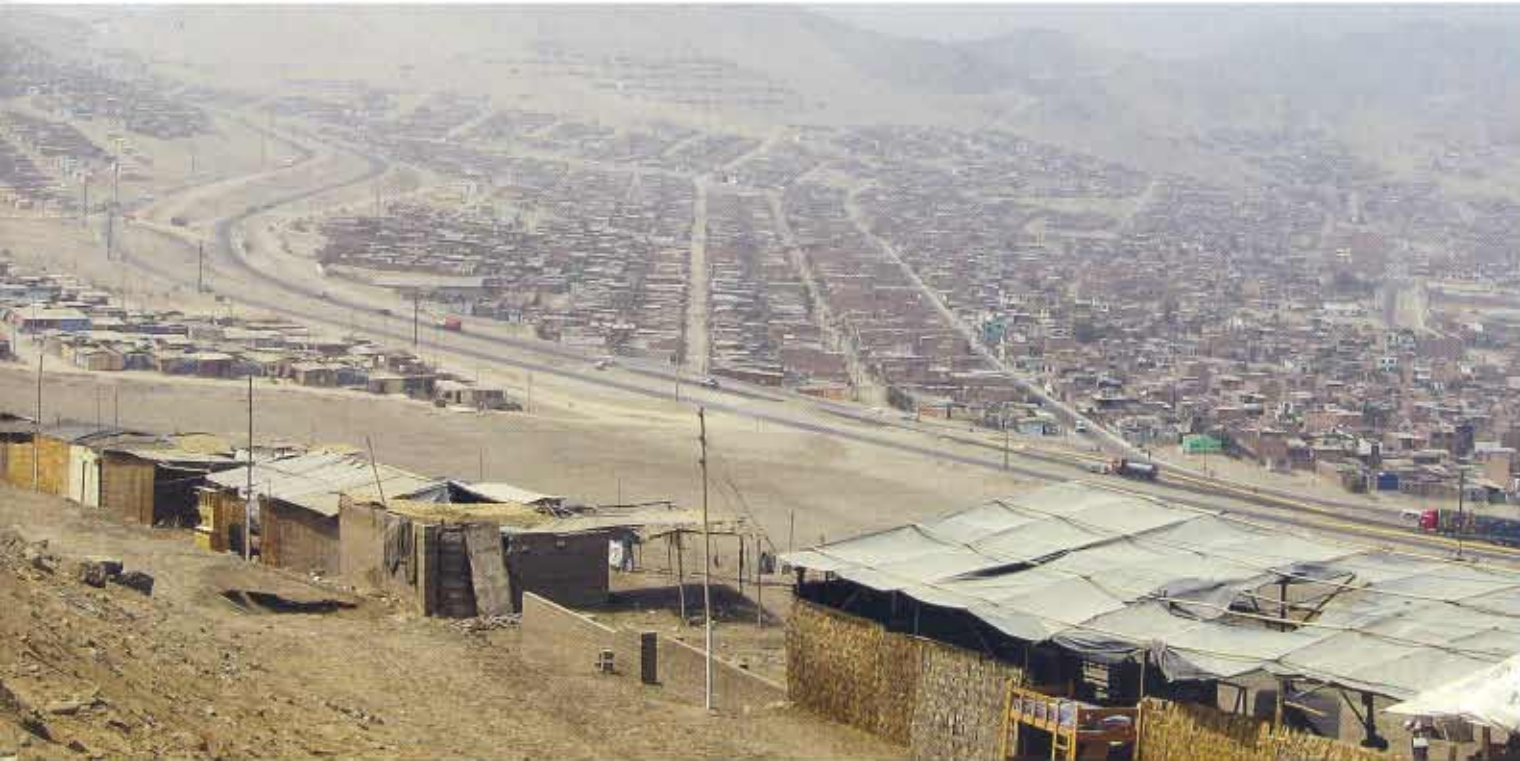
Las zonas rurales y peri-urbanas del Perú carecen en proporciones alarmantes de adecuados servicios públicos de agua potable y saneamiento. En el área rural, el déficit de acceso al agua potable es de 38% y a los servicios de saneamiento de 70%[1]. En las zonas peri-urbanas la población tiene acceso limitado a los servicios de agua potable, saneamiento y recolección de desechos sólidos, lo que genera un impacto grave en la salud y el bienestar de la gente. La necesidad de ampliar el acceso a estas áreas es un gran desafío debido a que las entidades públicas encargadas de la gestión de los servicios no tienen la infraestructura ni los recursos necesarios.

Lima Metropolitana, la capital peruana, tiene un clima árido y su cercanía al océano Pacífico impide extraer grandes cantidades de agua subterránea para su abastecimiento con agua potable.

Los recursos de agua a partir de las aguas superficiales del río Rímac son limitados, puesto que dependen de las precipitaciones anuales en la región andina, generando una permanente escasez de agua para sus habitantes. Dentro de la ciudad, el recurso de agua potable no está repartido de manera justa: la mayoría de habitantes que carece de los servicios sostenibles de agua potable y saneamiento vive en asentamientos humanos de las zonas peri-urbanas[2]. La población de estas zonas vive en pobreza y en extrema pobreza, y sufre los impactos negativos en la salud y en el medio ambiente, causados por las precarias condiciones higiénicas. Sin embargo, los asentamientos humanos en las zonas peri-urbanas siguen creciendo debido a la migración a la ciudad de poblaciones rurales que buscan trabajo y mejores condiciones de vida.

[1] Meeting the Millenium Poverty Reduction Target in America Latina and the Caribbean, UNDP 2002.

[2] El 11% de los aproximadamente ocho millones de habitantes no tiene acceso a servicios de agua potable y el 16% carece de servicios de saneamiento, véase:"Plan Nacional de Saneamiento 2006 – 2015" del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Lima, marzo 2006.



Sedapal, la empresa estatal de servicios de agua potable y alcantarillado de Lima, con el apoyo de la cooperación enfrenta este problema a través de la ampliación de la cobertura de sus servicios con camiones cisternas de agua potable; la instalación de piletas públicas, la utilización de letrinas y la construcción de sistemas condominiales innovadores de agua potable y alcantarillado[3].

Las tecnologías convencionales de saneamiento tienen varios inconvenientes, tales como: a) los sistemas que usan agua para el transporte de las aguas residuales hacia el sitio final de disposición implican un desperdicio considerable del recurso agua, b) producen una mezcla de diversos flujos de materiales, tanto sustancias valiosas (nutrientes) y agua potable como sustancias dañinas para la salud humana, c) solamente un porcentaje mínimo de las aguas residuales generadas de esta manera recibe tratamiento adecuado para evitar los impactos negativos de la salud y del medio ambiente[4].

[3] WSP, 2000.
[4] Se estima que sólo el 20% de las aguas residuales recibe tratamiento a nivel nacional; véase:"Plan Nacional de Saneamiento 2006 – 2015".

Un concepto innovador, que se ha desarrollado en los últimos años a nivel global es el saneamiento ecológico (EcoSan), visto como una alternativa a los sistemas convencionales de saneamiento. EcoSan tiene como principios fundamentales la protección de la salud humana, a través de métodos adecuados de saneamiento y la conservación de recursos naturales por medio del reciclaje de nutrientes y agua a nivel local.

Tradicionalmente, se ha aplicado el concepto EcoSan en zonas rurales donde no existen conexiones domiciliarias de agua potable. Sin embargo, en la ciudad de Lima, que concentra a más de la tercera parte de los residentes en áreas marginales, se han implementado a escala piloto los primeros proyectos enfocados en el saneamiento ecológico en zonas periurbanas junto con la instalación de conexiones domiciliarias de agua potable. Éstos comenzaron en 1999, a partir de las experiencias del Instituto de Desarrollo Urbano (CENCA) en los distritos de San Juan de Lurigancho y Lurigancho – Chosica, en el cono este de la capital.

Esta publicación presenta una breve introducción al concepto del saneamiento ecológico, resume la experiencia de dos proyectos piloto y formula recomendaciones para facilitar la diseminación del EcoSan en el país.

2. El concepto del saneamiento ecológico

El objetivo de este capítulo es familiarizar al lector con los aspectos básicos del saneamiento ecológico.

2.1. Principios fundamentales

El concepto EcoSan se basa en los siguientes principios fundamentales:

- Protección de la salud y prevención de enfermedades.
- Recuperación y reciclaje de nutrientes contenidos en las excretas humanas.
- Conservación de recursos naturales y protección del medio ambiente.

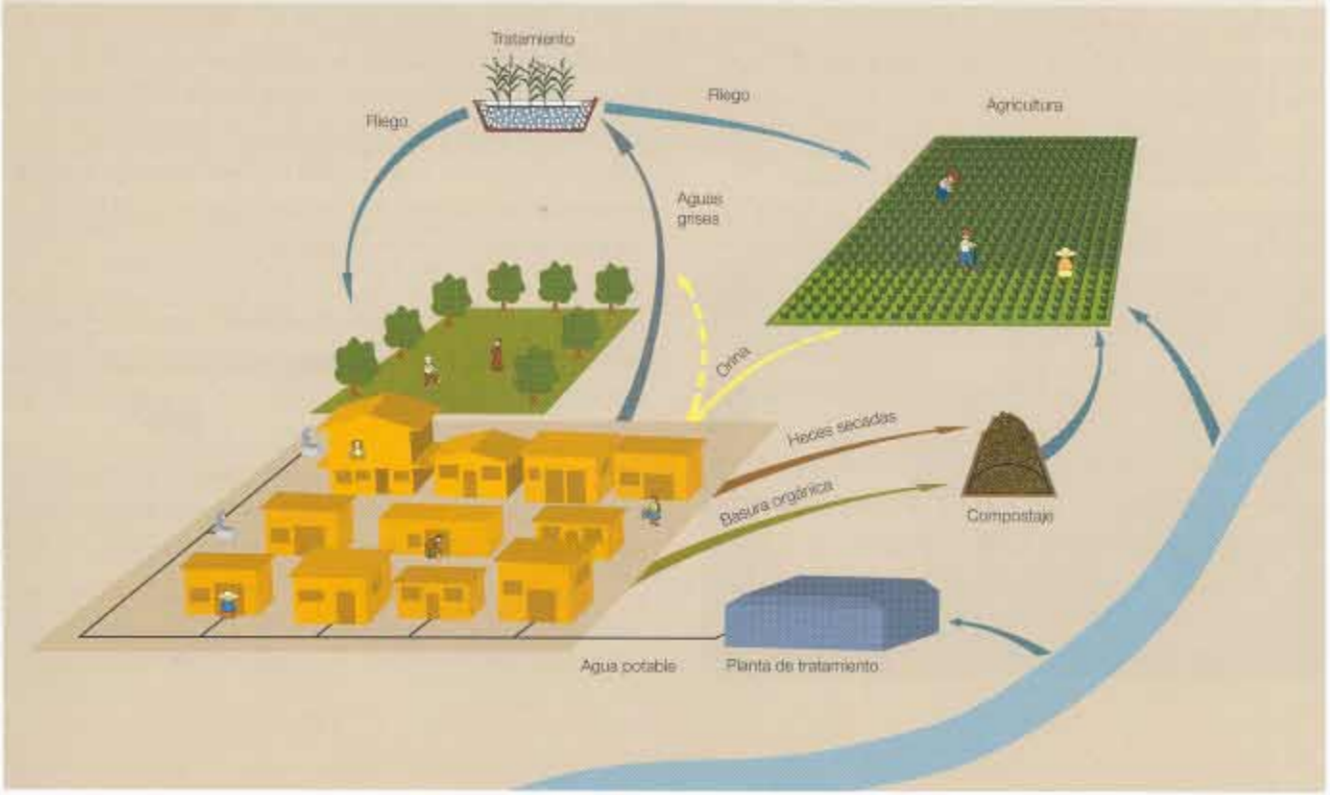
Estos principios se expresan en el cierre de dos ciclos: el ciclo de nutrientes y el ciclo de agua.

2.1.1. Ciclos del saneamiento ecológico

▪ *El ciclo cerrado de nutrientes*

Según el concepto EcoSan, las excretas producidas se almacenan "in situ", es decir, en letrinas o cámaras debajo del inodoro del baño de la vivienda. Allí reciben durante un almacenamiento de seis a doce meses, un primer tratamiento para reducir la presencia de microorganismos patógenos en las heces, responsables de enfermedades diarreicas y parasitarias. Después de un tiempo mínimo de almacenamiento, las excretas son recolectadas y transportadas a un lugar para un tratamiento secundario de eliminación completa de microorganismos patógenos. Esto permite el reuso de las excretas para mejorar los suelos en la agricultura, reciclando los nutrientes contenidos. El enfoque EcoSan considera las excretas humanas como recursos y no como desperdicios, contrario a enfoques convencionales de saneamiento.

Figura 1: El enfoque EcoSan para zonas peri-urbanas



▪ *El ciclo cerrado de agua*

Al mismo tiempo, el concepto EcoSan toma en cuenta el manejo de las aguas servidas generadas por la vivienda. Como las excretas están almacenadas *in situ* no se mezclan con agua, lo que evita la producción de aguas negras. EcoSan contempla la recolección, el tratamiento y el reuso de las llamadas aguas grises provenientes de la cocina, ducha, lavamanos y lavadero de ropa.

La Figura 1 resume gráficamente el enfoque EcoSan, el cual será descrito con más detalle en los próximos párrafos que describen las opciones técnicas aplicadas en los proyectos piloto de las zonas peri-urbanas de Lima.

2.1.2. Saneamiento adecuado para la protección de la salud

La carencia de adecuadas condiciones higiénicas en la disposición de excretas humanas y las malas prácticas de higiene tienen incidencia negativa en la salud, ya que pueden causar una variedad de enfermedades tales como diarrea, tifoidea, cólera, y ascariasis. Estas enfermedades son transmitidas a través de microorganismos patógenos contenidos en las excretas humanas.

En cuanto al saneamiento de excretas, el enfoque EcoSan contempla varias opciones para eliminar los microorganismos patógenos. La siguiente sección presenta uno de los posibles métodos: la deshidratación de las heces humanas recolectadas de manera separada de la orina.

▪ *Eco-inodoro: separación de la orina y deshidratación de heces*

El enfoque EcoSan contempla principalmente la retención y el saneamiento de las excretas *in situ*, es decir, en las viviendas. Las heces que contienen la mayoría de microorganismos patógenos se desvían de la orina a través de un inodoro con separador de orina ("eco-inodoro", ver Figura 2) y la instalación de un urinario. Esta separación facilita la deshidratación (secado) de las heces en las cámaras de almacenamiento ubicadas debajo del eco-inodoro. Adicionalmente se agrega urea, cal viva o ceniza después de cada uso del eco-inodoro, para levantar el pH y secar las heces. Cuando una cámara está llena, se sella y se mueve el eco-inodoro por encima de la otra. En este *primer proceso* de saneamiento se logra una reducción considerable de microorganismos patógenos después de un almacenamiento de seis a doce meses.

Sin embargo, para retornar las heces a los suelos hace falta un *segundo paso de tratamiento* que puede ser efectuado a través de un proceso de compostaje (junto con desechos orgánicos) o agregando aditivos como urea o cal viva, acompañado de un almacenamiento adicional del producto.

En el caso del compostaje, el tiempo de almacenamiento total recomendado depende de la temperatura, variando de año y medio a dos años en áreas donde la temperatura llega hasta 20°C; y un año donde llega hasta 35°C. Durante el proceso de compostaje el material orgánico está descompuesto bajo ciertas condiciones requeridas en cuanto a contenido de oxígeno, humedad y relación de los nutrientes carbón y nitrógeno. El tratamiento con aditivos sube el pH del material secado por encima del grado 9. Este proceso requiere un tiempo total de almacenaje de al menos seis a doce meses para eliminar la mayoría de microorganismos patógenos.[5]

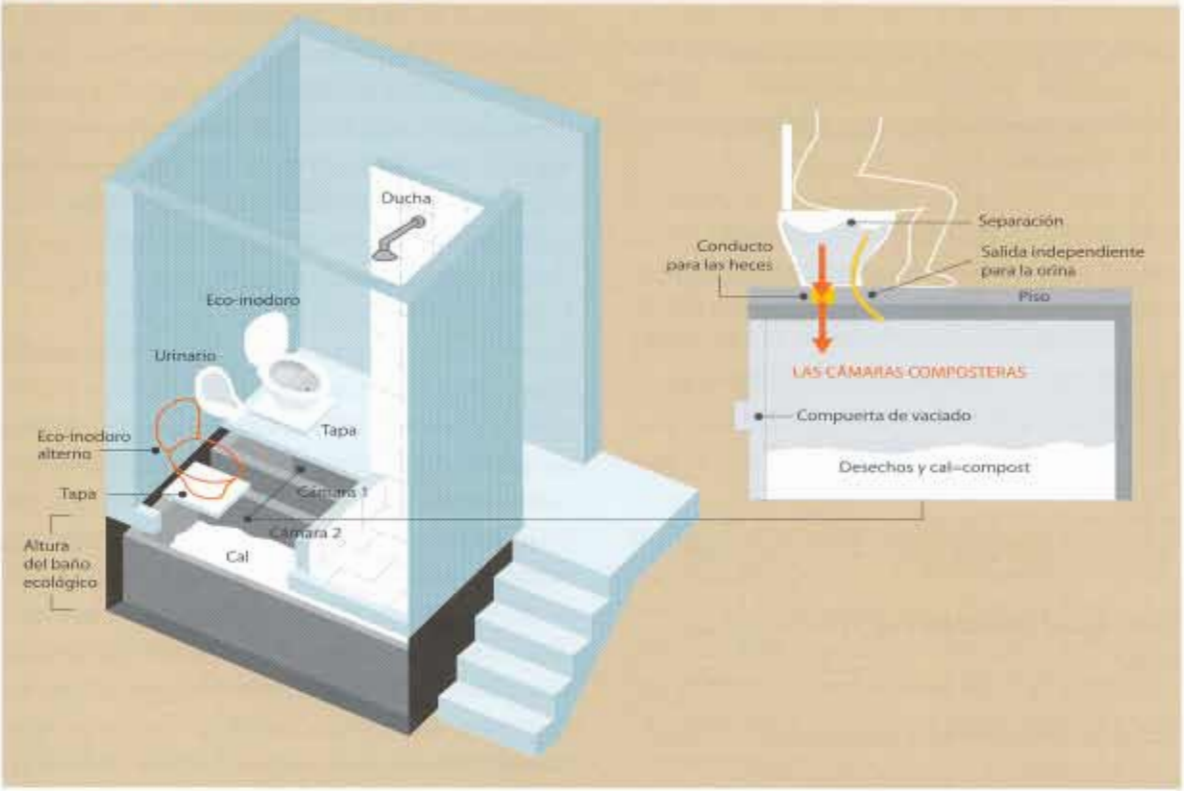
Sin embargo, para conseguir un producto completamente estéril se puede aplicar un proceso secundario como la incineración o carbonización de las heces.

La orina, separada a través del diseño especial del eco-inodoro (ver Foto 2), contiene poca contaminación microbiológica, lo que permite su reutilización directa como fertilizante líquido. Si no se

---

[5] Winblad, U. & Simpson-Hébert, M. (eds). (2004): "Ecological Sanitation".

Figura 2: "Eco-inodoro" de doble cámara para la separación de heces y orina, instalado en los proyectos EcoSan de Lima



piensa en reutilizarla, existe la opción de tratarla junto con las aguas servidas generadas por la vivienda o verterla a lechos de secado sembrados con plantas.

▪ *Prácticas adecuadas de higiene para prevenir enfermedades*

Cada enfoque apropiado de saneamiento (sea EcoSan o convencional) debe tomar en cuenta campañas de educación para el cambio de hábitos y fomento de prácticas adecuadas de higiene.

En cuanto a instalaciones físicas, el sistema EcoSan prevé un lavamanos en el baño para evitar la transmisión de enfermedades por vía oral-fecal.

Foto 2: "Eco-inodoro" instalado en un proyecto piloto de Lima

2.1.3. Orina y heces como fuentes de nutrientes reciclables

La orina tiene un alto contenido en nutrientes, tales como nitrógeno, fósforo y potasio; las heces humanas están constituidas mayormente de material orgánico como fibras de carbón, pero contienen también nutrientes.

Después de la eliminación de microorganismos patógenos, las heces seguras pueden ser incorporadas al suelo para aumentar el porcentaje de nutrientes y mejorar la capacidad de almacenaje de agua. La orina podría ser aplicada como fertilizante líquido, puesto que los nutrientes contenidos son fácilmente disponibles para plantas. Utilizando los nutrientes para mejorar la calidad de los suelos se puede contribuir a ahorrar en fertilizantes artificiales. A su vez, la disposición de los nutrientes en los suelos para el consumo de plantas disminuye la contaminación del agua subterránea, de aguas superficiales o fuentes de agua potable.

2.1.4. El recurso agua: conservación y protección del medio ambiente

El concepto EcoSan considera los flujos de agua como recursos valiosos –no como desperdicios– que hay que conservar y reutilizar de manera tal que no contaminen el medio ambiente y que sus beneficios sean maximizados.

- ***Reducción del consumo de agua potable***

El concepto EcoSan no requiere de agua para el transporte de las excretas humanas desde la vivienda hasta el sitio final de tratamiento o disposición. Esto implica un ahorro considerable de agua potable, jugando de esta manera un rol importante en zonas de escasez del recurso hídrico, pues ayuda a conservarlo.

- ***Aguas grises: menor volumen y menor grado de contaminación***

Como consecuencia de la reducción del consumo de agua potable, se disminuye el volumen de aguas servidas por vivienda. En un sistema EcoSan no se generan aguas negras (aguas servidas mezcladas con excretas) sino solamente aguas grises, que son las aguas servidas provenientes de la cocina, ducha, lavamanos y lavadero de ropa. Las aguas grises muestran menos contaminación que las aguas negras, y por la ausencia de heces deberían estar libres de contaminación fecal. Sin embargo requieren de sistemas de recolección y tratamiento adecuados antes de su vertido al medio ambiente, infiltración al subsuelo o reutilización debido a la contaminación causada por restos de comida, grasa, detergente, etc.

Siguiendo el principio de la prevención de la contaminación, se instalan filtros o trampas dentro del lavatorio de la cocina y ducha para la retención de sólidos. Para áreas concentradas de alta densidad poblacional como en las zonas peri-urbanas de Lima, donde además el consumo de agua potable y la descarga de aguas grises de las viviendas son considerables, existen diferentes métodos de tratamiento. Un tratamiento posible es la instalación de una trampa de grasa a nivel de la vivienda para evitar la obstrucción de las tuberías de recolección, un pre-tratamiento mediante un tanque séptico seguido por un humedal artificial[6]. Tal sistema, bien operado, permite el reuso de las aguas grises tratadas para el riego de jardines, parques y cultivos que no son consumidos crudos. En Lima y toda la costa peruana existe alta demanda de agua para riego debido al clima árido.

2.2. La importancia de aspectos socio-culturales para la sostenibilidad

El hecho de que el concepto EcoSan implique el manejo de las excretas humanas por los usuarios y el reuso de las excretas en la agricultura, no es fácil de aceptar para mucha gente. Además, eco-inodoros y otras tecnologías EcoSan se distinguen de

[6] Un "humedal artificial" o "biofiltro" es un filtro biológico que contiene un lecho de medio filtrante de grava y está sembrado con plantas de pantano. En este documento también se denominan como "canal de fitotratamiento".

inodoros comunes y requieren de una serie de nuevos hábitos de los usuarios. Es por eso que proyectos sostenibles necesitan ser sensibles a la cultura local y deben incluir un fuerte componente de promoción, educación sanitaria y capacitación. Esta campaña debe integrar tanto a los usuarios del sistema (a partir de visitas personalizadas) como a las autoridades locales para lograr un alto grado de aceptación del sistema. Para facilitar el manejo de las excretas a los usuarios, pequeños proveedores privados podrían apoyar en la recolección de las heces secadas y la orina, en el transporte del material al sitio de tratamiento secundario y en el propio tratamiento y mercadeo y venta del producto final como mejorador de suelo.

- ***Participación de usuarios y autoridades***

Durante el diseño y la implementación del proyecto, la población y las autoridades deben participar en la toma de decisiones para asegurar que la población se apropie de las instalaciones. Es necesario tomar en cuenta la opinión y las necesidades particulares de las mujeres, ya que ellas son las responsables de la provisión del agua, la higiene y la preparación de la comida dentro de la familia y, por lo tanto, las que transmiten nuevos hábitos a sus hijos.

Ofrecer varias opciones del eco-inodoro, del módulo sanitario y sus accesorios en términos de materiales, acabado, etc., permite al usuario su propia selección en función de sus capacidades económicas. Los subsidios deberían ser limitados y similares para todos los usuarios, para que de esta forma se evite la preferencia de los usuarios no convencidos de la tecnología e impedir conflictos entre la población.

- ***Seguimiento de proyectos para mejorar la calidad***

Es indispensable un adecuado seguimiento del proyecto después de su implementación para garantizar el uso correcto del eco-inodoro, revisar las actividades de operación y mantenimiento, averiguar el grado de aceptación del sistema y tomar en cuenta recomendaciones de la población y autoridades para su mejoramiento.

Altos grados de sostenibilidad y aceptación del sistema EcoSan se expresarían por la demanda de sus sistemas, la replicación espontánea de la población y la reutilización de las heces secadas en la agricultura.

2.3. Experiencias EcoSan en el mundo[7]

En **Suecia** se usan baños ecológicos en casas de campo desde hace más de 50 años; en **Noruega** se usa un modelo con una cámara cilíndrica rotatoria, instalada en 1973. Desde estos paises europeos la tecnología se difundió a muchas naciones del mundo.

El clásico ejemplo del concepto de saneamiento ecológico es el baño de doble cámara vietnamita. Este baño ha sido usado en el norte de **Vietnam** y difundido ampliamente por más de 25 años en otros paises como China y México. El baño vietnamita consiste en dos cámaras procesadoras de un volumen de 0.3m^3 cada una (80x80x50cm). El baño es construido sobre el nivel del suelo, descansando sobre un piso de concreto, ladrillos o arcilla. Las cámaras están cubiertas con una tapa que contiene dos orificios, descansos para pies y una canaleta para separar la orina. Cada cámara contiene una abertura lateral de 30x30cm para extraer el material deshidratado.

Las personas depositan las excretas en una cámara hasta que ésta se llene. Antes del primer uso se cubre el piso con tierra con el fin de absorber la humedad de las heces y evitar que se adhieran al piso. En cada visita se vierten dos tazas de cenizas sobre las heces para absorber humedad, neutralizar malos olores y alejar a las moscas. Las orinas son recolectadas por un canal y almacenadas en un recipiente. Los papeles higiénicos son arrojados a una caja para luego ser incinerados. La primera cámara puede ser usada entre cuatro a cinco meses para una

[7] Partes de este capítulo fueron extraídas de Winblad & Simpson-Hébert (2004).

familia de cuatro a seis personas. Cuando la cámara está dos tercios llena, el resto es cubierto con tierra seca y sellada; luego la segunda cámara comienza a operar. Cuando ésta se encuentra por llenarse, la primera cámara es vaciada y su contenido usado como fertilizante.

En **Guatemala**, una versión modificada de la vietnamita, la Letrina Abonera Seca Familiar (LASF), fue introducida en 1978. Desde entonces se han instalado los eco-inodoros en otros países de América Central. En **México** este sanitario se llama "Sanitario Ecológico Seco" (SES)[6]. Igual que el baño vietnamita, el SES consiste en dos cámaras construidas sobre el terreno, pero cada una de un volumen de 0.6 m^3. Una familia de cinco a seis personas produce casi 0.5 m^3 de material deshidratado. La experiencia de más de 25 años de uso de dobles cámaras vietnamitas en América Central y México es positiva. Adecuadamente operadas no presentan olores ni moscas en el baño.

En **África** se han instalado diferentes tipos de tecnologías EcoSan, tanto en países como Kenia, Mozambique, Zimbabwe, Uganda como en Tanzania, Etiopía y África del Sur, entre otros. Modelos simples incluyen letrinas ventiladas con caseta movible: las excretas son depositadas en un hoyo de poca profundidad para su compostaje. Se vuelven a usar las excretas compostadas para la agricultura o simplemente se planta un árbol de frutas en el sitio de la letrina. Modelos más sofisticados tienen separador de orina y un contenedor para el depósito de las heces, que periódicamente se llevan a un centro de compostaje.

Las experiencias en los países africanos[7] han demostrado que el uso continuo de estas letrinas muchas veces depende de actitudes culturales de la gente hacia el manejo de las excretas. El reuso de las heces en la agricultura depende también de los hábitos y las condiciones económicas locales. En zonas donde la fertilidad de los suelos es buena, la población difícilmente acepta el nuevo comportamiento; sin embargo, existe experiencia positiva de reuso de excretas, después de haber convencido a la gente de la calidad del producto. Además se ha aprendido que la aplicación de subsidios muy altos aumenta substancialmente el número de instalaciones tipo EcoSan, pero en muchos casos no logra soluciones sostenibles a largo plazo. Asimismo, es importante que los usuarios puedan seleccionar la tecnología según su preferencia personal y sus capacidades económicas.

[6] Experiencias desarrolladas por César Añorve en Cuernavaca y Ron Sawyer en Tepoztlan.

[7] Véase WSP, 2005 "A review of EcoSan experience in Eastern and Southern Africa".

3. Experiencias con EcoSan en Lima

Replicando las ventajas mencionadas, el concepto de EcoSan comienza a difundirse en Lima desde 1999, a través de proyectos piloto llevados a cabo por el Instituto de Desarrollo Urbano, CENCA. Los dos proyectos están ubicados en zonas peri-urbanas del cono este de la capital peruana, en la zona de Nievería, distrito de Lurigancho-Chosica, y en la zona de Huáscar, distrito de San Juan de Lurigancho. Estas iniciativas se realizaron con el objetivo de implementar soluciones alternativas, integrales y sostenibles de saneamiento.

La Figura 3 muestra la ubicación de los proyectos en Lima.

Figura 3: Ubicación de los proyectos piloto de EcoSan en el cono este de Lima

3.1. La experiencia de Nievería

Nievería está situada en el distrito de Lurigancho-Chosica, en un área urbana que se levanta en el cono este de Lima (ver Foto 3). Se trata de una zona extensa, sin una delimitación claramente marcada, en la que confluyen tres municipios. El distrito de Lurigancho cuenta con aproximadamente 118,000 habitantes. Es una de las zonas más pobres de Lima.

Nievería es también una de las pocas zonas cercanas a la capital que sigue teniendo un carácter rural. En sus centros poblados, donde se desarrollaron la intervenciones viven alrededor de 400 familias (cerca de 2,000 habitantes); es una población excluida de los planes de provisión de servicios de agua y saneamiento de Sedapal, empresa pública prestadora de los servicios en Lima, en los próximos diez años.

El proyecto en Nievería comenzó en 2003 con las actividades realizadas en educación y salud por la ONG española CESAL, identificando la necesidad de una solución a los problemas de agua y saneamiento que padecía la población. En búsqueda de soluciones alternativas, CESAL con la ayuda de CENCA plantearon y ejecutaron la instalación de un sistema de abastecimiento de agua potable independiente de la red pública de Sedapal y la implementación de un sistema alternativo de saneamiento de acuerdo a los principios de EcoSan, bajo el modelo de gestión Ecodess (ver Figura 4)[10]. La experiencia en Nievería aporta un modelo de soluciones locales, basado en un enfoque de suministro en base a la demanda y a la gestión integral del servicio a pequeña escala.

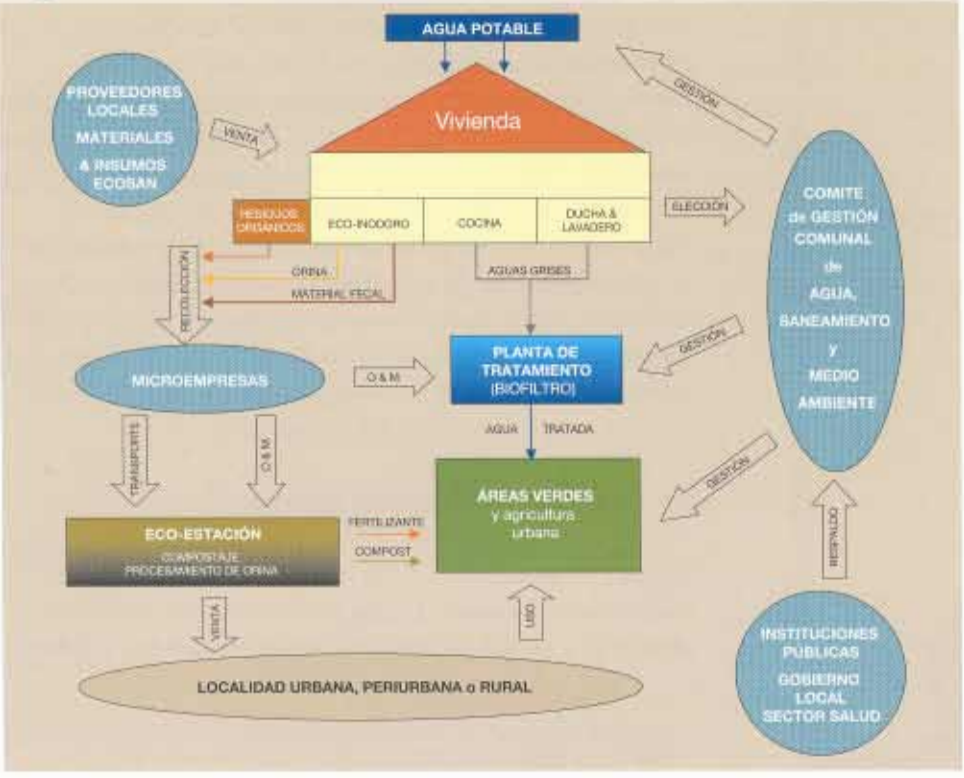
3.1.1. Un modelo de gestión innovador[11]

Ecodess consiste en un sistema de gestión sostenible de agua y saneamiento ecológico. Es una alternativa para la gestión del servicio en la ciudad, en ámbitos urbanos, peri-urbanos y rurales.

[10] Ecología y Desarrollo con Saneamiento Sostenible.
[11] Descripción según el arquitecto Juan Carlos Calizaya de CENCA.

Foto 3: Nievería

Figura 4: El sistema Ecodess



Está diseñado bajo el enfoque EcoSan y promueve la participación de los actores locales en ámbitos descentralizados bajo modalidades empresariales comunitarias, públicas, privadas o mixtas.

Su sostenibilidad está definida en los siguientes aspectos:

▪ *Aspecto institucional*

El aspecto orgánico institucional, por medio de una instancia de gestión representativa de los usuarios constituida en una asociación, es el componente principal de gestión del sistema.
Bajo la forma de una empresa se encarga de la administración del recurso agua, de los insumos y productos del saneamiento ecológico, y del mantenimiento y supervisión del sistema.

El gobierno local se encarga de supervisa la eficiencia técnica y ambiental del sistema, respaldar y apoyar técnica y normativamente la implementación y mantenimiento de las áreas verdes irrigadas por las aguas generadas por el sistema con la ayuda de los comités de parques. Las instituciones del sector salu velan por el impacto en la salubridad de las personas.

▪ *Aspecto social*

El aspecto social tiene que ver con la adopción del sistema por parte de los usuarios. Si bien el sistema busca la

menor participación de ellos en la manipulación de los residuos, se necesita de un buen conocimiento en el funcionamiento del sistema EcoSan. Económicamente, el sistema necesita del respaldo social en el pago de una tarifa apropiada que cubra el servicio de agua potable, distribución de insumos, mantenimiento, recolección y supervisión del sistema de saneamiento ecológico.

La participación de la población es fundamental en la gestión de la empresa, ya que en las asambleas de asociados se toman las decisiones de dirección. La participación social se expresa también en la vigilancia y el cuidado permanentes del buen funcionamiento del sistema.

▪ *Aspecto económico*

El aspecto económico no solamente se expresa en la administración de una tarifa apropiada por el servicio brindado, sino en el concepto de saneamiento como negocio, entendido como la promoción de inversión local en la implementación del sistema, de tal manera que promueva empleo local y actividades económicas a través de microempresas locales, relacionadas con:

- Asistencia técnica en EcoSan.
- Producción de insumos como el material secante, repuestos y accesorios.
- Recolección de composta y orina desde las viviendas o centros de acopio hasta las plantas de almacenamiento y tratamiento.
- Mantenimiento del sistema domiciliario y vecinal de los baños ecológicos y sistemas de tratamiento.
- Comercialización de productos reciclados como abono orgánico y mejorador de suelo agrícola, producto de la orina y agua tratadas para riego.

El proceso de cerrar el ciclo de los nutrientes en la gestión del sistema EcoSan en la ciudad, requiere del sistema de gestión Ecodess, el cual necesita de eslabonamientos económicos de recolección, tratamiento, producción y comercialización para su inserción en el mercado local.

▪ *Aspecto técnico y ambiental*

Tecnológicamente el modelo Ecodess se fundamenta en el enfoque EcoSan de separar, sanear y reciclar para reusar. Para ello las técnicas, la infraestructura y los accesorios son diversos; sin embargo, los elementos básicos del proceso son los baños ecológicos con la taza separadora o eco-inodoro de uso definitivo en el interior de la vivienda; y los biofiltros (o plantas de fito-tratamiento) centralizados y sectorizados de acuerdo a la trama urbana y espacios a irrigar. Por otro lado, se requiere de una infraestructura de acopio de orina, que permita centralizarla para luego transportarla al centro de tratamiento.

Ambientalmente el proceso debe ser limpio y no generar residuos que puedan ser arrojados al exterior del sistema sin tratamiento.

3.1.2. Componentes de la intervención

La intervención integral, según el concepto Ecodess en Nievería, incluye dos componentes: el abastecimiento de agua potable y la implementación de un sistema de saneamiento ecológico.

▪ *Agua potable*

El sistema de abastecimiento de agua potable comprende un reservorio elevado, redes primarias y una pileta para cada diez lotes. La participación de la población desde el inicio de la intervención ha sido importante para el desarrollo de esta propuesta, puesto que inmediatamente después de la construcción del sistema la comunidad tomó la responsabilidad de su operación, mantenimiento y administración (PAS - UE, 2002). Después de la instalación y el uso de pilones públicos para las 160 familias, se hicieron conexiones domiciliarias para dotar a 40 familias pertenecientes a la Asociación de Vivienda Los Topacios, con agua potable de manera permanente, proceso que se enlazaría con el del saneamiento ecológico.

▪ *Saneamiento ecológico*

El segundo componente del proyecto ha sido la implementación del enfoque EcoSan, que permitió realizar a nivel local la recolección, el tratamiento y el reuso de las excretas y los efluentes de 43 casas de la Asociación de Vivienda Los Topacios, reuniendo las siguientes ventajas:

- Cero consumo de agua potable para la evacuación de excretas.
- Posibilidad de reuso de las aguas grises para irrigación.
- Generación de abono para áreas verdes basado en excretas compostadas.

A través de la intervención se solucionó el problema de carencia de agua para 160 familias y de saneamiento para otras 43, en un lugar donde Sedapal tenía limitaciones y no garantizaba la factibilidad de intervención por lo menos en los próximos diez años (CENCA y PAS, 2001).

3.1.3. Implementación del proyecto

▪ *Los sub-sistemas del concepto Ecodess*

En Nievería, el concepto Ecodess incluye dos sub-sistemas técnicos y uno social.

El primer sub-sistema técnico a nivel doméstico (ver Figura 5), ubicado en su integridad dentro de la vivienda, incluye:

- Un cuarto de baño ecológico completo (con eco-inodoro, urinario, lavatorio y ducha).
- Un lavadero de ropa.
- Una red colectora de aguas grises.
- Un sistema de tratamiento de aguas grises y de orina recolectada.

La base del sistema es el eco-inodoro, el cual consiste en una taza separadora de orina y excretas (ver Foto 2). Debajo del eco-inodoro se colocan cámaras o contenedores donde se almacenan las excretas hasta su transformación en compost.

Figura 5: El subsistema técnico a nivel doméstico

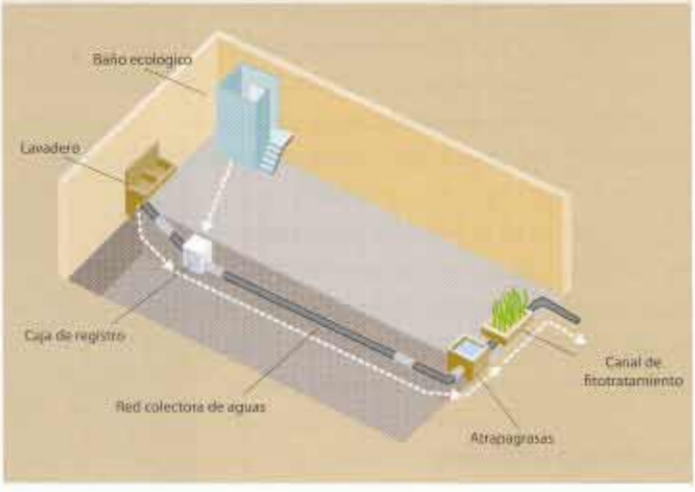
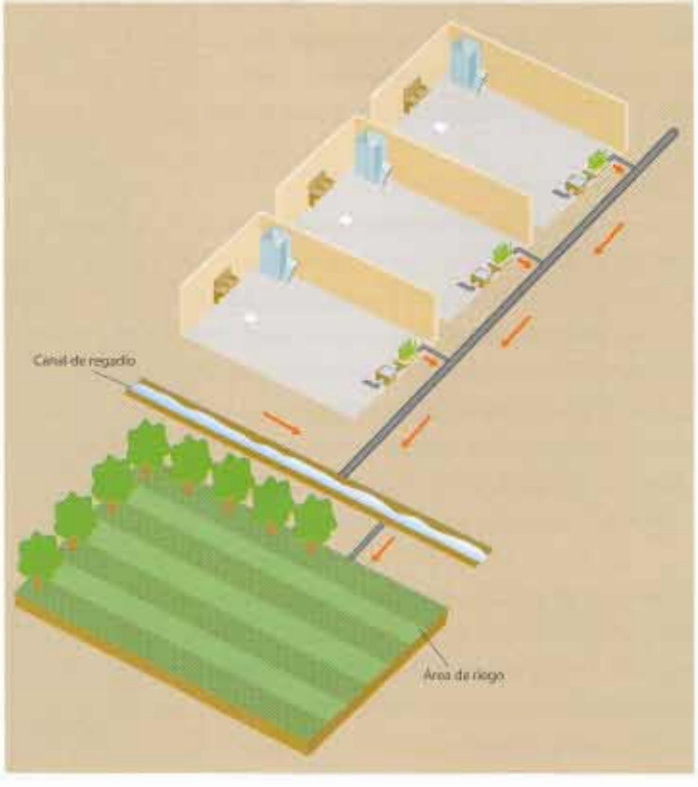


Figura 6: El sub-sistema vecinal de Nievería



El tratamiento del efluente de cada vivienda se realiza a través de una cámara atrapagrasas y un canal de fito-tratamiento (un mini-humedal artificial) sembrado con juncos como se puede apreciar en la Foto 4.

Existe un segundo sub-sistema técnico a nivel vecinal, conformado por una red colectora externa que recoge los efluentes de los 43 lotes conectados para su posterior vertido a un canal de riego. Las viviendas que no están conectadas a la red colectora cuentan con pozos de percolación. La Figura 6 explica el sub-sistema vecinal.

El sistema de organización local respalda la gestión del agua y del saneamiento ecológico. Ésta se sustenta en la participación de los usuarios organizados a través de una asociación de propietarios de agua potable, saneamiento y medio ambiente, quienes luego organizaron una empresa comunitaria para la gestión de los sistemas implementados y otras actividades, denominada Agua Nievería. Esta empresa actualmente se encuentra en proceso de implementación y trabajará en un futuro cercano bajo la estructura descrita en la Figura 7.

La Asamblea General está conformada por la reunión de los socios del sistema de Nievería, y tiene como responsabilidades la toma de decisiones en temas de desarrollo de su localidad y la aprobación o desaprobación de la gestión de la empresa comunal.

La Junta Directiva, conformada por los dirigentes de la asociación de Nievería, plantea propuestas de desarrollo, evalúa y controla la buena marcha de la empresa comunal, gestiona proyectos de desarrollo, presenta informes periódicos a la población sobre la marcha de la empresa comunal y coopera en la gestión institucional de la asociación con la administración de la empresa.

El Consejo Consultivo, en el cual participan asesores técnicos de las ONG y voluntarios, asesora a la Junta Directiva en la gestión de

Foto 4: Sistema de tratamiento

Figura 7: Estructura de la empresa "Agua Nievería"

la empresa comunal y en el desarrollo de nuevos proyectos. La Administración planifica las operaciones de la empresa; gestiona a través de operadores especificados la operación de los sistemas de abastecimiento de agua potable y de EcoSan; presenta información a la Junta Directiva o a la Asamblea General; selecciona, contrata, capacita y controla al personal de la empresa; celebra contratos, convenios, desarrolla alianzas estratégicas, y administra, en coordinación con la Junta Directiva, los fondos de la empresa.

La Gestión ambiental educa, promociona y desarrolla buenas prácticas en Nievería y zonas aledañas para la conservación del medio ambiente; vigila prácticas de las empresas que afecten el medio ambiente de la zona, y educa a la población en el uso de los baños ecológicos y en el procesamiento de los residuos obtenidos.

▪ *Aspectos de operación y mantenimiento del sistema EcoSan*

Los beneficiarios de las viviendas EcoSan recibieron capacitación adecuada para usar los baños correctamente, así como limpiar y mantener el atrapagrasa y el canal de fito-tratamiento. Sin embargo, más adelante la empresa Aguas Nievería se encargará del mantenimiento, limpieza, recolección de las excretas secas y su posterior compostaje de los eco-inodoros a través de microempresas locales.

Actualmente la operación y el mantenimiento de los eco-inodoros y de las cámaras composteras se realizan correctamente en todos los casos. Los costos mensuales para el mantenimiento del eco-inodoro son de US$ 4.5 para la mayoría de las familias. Estos costos pueden reducirse aún más si se usan otros aditivos alternativos.

Respecto a los sistemas domésticos de tratamiento de aguas grises, se ha encontrado que después de dos años de implementados, los propietarios operan y mantienen el sistema adecuadamente. Algunos de ellos fallaron debido a la falta de mantenimiento o al desconocimiento de los usuarios que recientemente han adoptado el sistema por cuenta propia. En algunos casos, los usuarios reemplazaron el material granular compuesto por capas de grava de ½", confitillo y arenas por una sola capa de grava de ¾". Esto conlleva a una reducción de la capacidad del sistema de albergar microorganismos encargados de purificar el agua. Como consecuencia se obtendrá una menor calidad de agua del efluente del sistema. De allí que una adecuada operación del sistema exige que todos los efluentes tengan el mismo tratamiento.

▪ *Costos de los sistemas implementados*

La inversión realizada en las dos etapas del proyecto Nievería ha significado un esfuerzo de las instituciones donantes y de la población beneficiaria. Es importante resaltar la confianza de los pobladores y la apuesta del Ayuntamiento de Madrid a través de la ONG CESAL por apoyar esta innovación tecnológica en el Perú. Así mismo, cabe mencionar la voluntad de los beneficiarios para invertir en una alternativa no convencional definitiva, incluyendo la construcción del módulo completo de higiene. Los costos directos (mano de obra calificada, materiales de construcción y el aporte de la población en la construcción del baño ecológico) de los dos componentes implementados, están resumidos en la Tabla 1.

Los costos directos del sistema de agua potable eran US$ 396 por vivienda, incluyendo la construcción de un pozo, reservorio,

Tabla 1: Costos directos* del proyecto en promedio por vivienda

Costo directo por vivienda (US$)		
Agua Potable	EcoSan	Total
396	603	999

* Costos incluyen mano de obra cualificada y materiales de construcción.
Fuente: CENCA

estación de bombeo, pilones de distribución, redes secundarias e instalaciones internas.

En cuanto al sistema EcoSan los costos directos eran de US$ 603 por vivienda. La construcción de casetas de baños ecológicos (que incluyen ducha y lavadero de manos) dependió del aporte de cada familia. Algunas contribuyeron con materiales, otras cubrían el pago al maestro de obra y otras 20 accedieron a créditos implementados en el proyecto para costear materiales y mano de obra. El monto se brindaba de acuerdo a sus posibilidades, con un criterio de pago en un período máximo de un año y, según ello, se establecía el tipo de acabado de la caseta. Los baños se construyeron con ladrillo y cemento, algunos con acabado de mayólica o de cemento pulido.

Los costos directos del sistema de saneamiento están detallados en la Tabla 2.

Vale mencionar que los costos del sistema de tratamiento de aguas grises podrían reducirse mediante la sustitución de los sistemas domésticos (canal de fito-tratamiento) por la construcción de un solo sistema de humedal artificial centralizado, tratando todos los efluentes recolectados de las viviendas.

3.1.4. El impacto en el medio ambiente

▪ *La calidad del efluente tratado*

Se han tomado muestras puntuales para el análisis microbiológico y físico-químico del efluente tratado de algunas viviendas antes de su vertido al canal de regadío.

En cuanto a la calidad microbiológica, se reportaron diferentes valores que van desde 3 NMP/100ml hasta 460,000 NMP/ 100ml de coliformes fecales. Los altos valores en los baños 2 y 4 que no cumplen con la norma nacional, se explican por prácticas inadecuadas (lavado de pañales) y el mantenimiento insuficiente de los sistemas de tratamiento. El valor del efluente recolectado se encuentra también por encima del límite máximo permisible del 1000 NMP / 100 ml.

Con respecto a los parámetros físico-químicos, como el contenido de nitrógeno, fósforo, materia orgánica y sólidos suspendidos, los valores determinados varían también ampliamente. Esto puede ser debido a las diferentes prácticas de las viviendas que influyen en la composición de aguas grises, como el vertido de detergentes y desechos de la cocina.

En la Tabla 3 se resume los resultados de las muestras tomadas.

Tabla 2: Costos directos en promedio por vivienda del sistema EcoSan (US$)

Costos del sub-sistema doméstico (US$)						Sub-sistema vecinal
Baño ecológico			Lavadero de ropa	Red colectora	Sistema de tratamiento	Red colectora
Eco-inodoro y estructura de fondo	Urinario	Caseta, lavatorio y ducha				
15 + 250	10	165*	10	30	100	23

* Aporte de los propietarios.
Fuente: CENCA

Tabla 3: Calidad de los efluentes tratados

	E.Coli (NMP/100ml)	Ntotal (mg/l)	Ptotal (mg/l)	DBO5 (mg/l)	Sol. susp. (mg/l)
*Baño 1	< 3	—	—	—	—
*Baño 2	460,000	147	0.15	250	70
*Baño 3	430	—	—	—	—
*Baño 4	20,000	30	0.12	60	26
*Baño 5	36	—	—	—	—
*Baño 6	90	11	0.68	40	27
**Efluente recolectado	160,000	—	11.6	79	92
***Norma	1000	—	—	10	—

* López, 2004
** Shapira e Ivarez, 2006
*** Ley General de Aguas, Decreto No. 077-83-SA

Los efluentes tratados por los sistemas a nivel doméstico se recolectan a través del sistema vecinal y se descargan a un canal de regadío, cuyas aguas se captan del río Rímac.
Aunque el efluente recolectado no cumpla con la calidad adecuada para ser usado para el riego agrícola según la Ley peruana, se asume que el canal presenta un grado similar de contaminación fecal, debido a su alta carga de residuos sólidos y otros desechos humanos vertidos al canal por la población aguas arriba (ver Foto 5).

Foto 5: Canal de regadío

▪ *La calidad microbiológica de las heces secadas*

Según los análisis del material de la segunda cámara de un baño ecológico después de año y medio de operación, realizados por la Universidad Nacional Agraria La Molina en el 2004, se registraron valores menores de 3 NMP/100ml de coliformes fecales y ausencia de E. Coli, lo que indica un proceso eficiente de secado. El Instituto de Enfermedades Tropicales de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos detectó en su análisis un valor de 80 NMP/100ml de E.Coli, y huevos de parásitos inactivos. Sin embargo, se requiere de un análisis más profundo para conocer el estado sanitario de las heces secadas.

En la actualidad la población usa parcialmente el compost (ver Foto 6) del eco-inodoro en sus campos, aunque sea de

baja calidad. En el futuro se quiere mejorar el compost a través de su mezcla con desechos orgánicos de la cocina.

3.1.5. El impacto en la salud

Shapira e Ivarez (2006) analizaron el impacto sanitario del sistema EcoSan, comparando los casos de enfermedades diarreicas agudas (EDA) y de parásitos intestinales durante el 2002 y 2005, según datos brindados por el centro de salud de la zona. Se observó un 65% de disminución en el número de pacientes que padecen de EDA y un 22% de reducción de los casos de parasitosis. Estas cifras demuestran un impacto significativo en el mejoramiento del estado de salud de la población, debido posiblemente al sistema implementado.

3.2. La experiencia en Huáscar

El proyecto demostrativo realizado en 1999 se ubicó en las laderas del asentamiento humano Huáscar, área sin servicios de agua y saneamiento, pero cercana a la red colectora de Huáscar.

3.2.1. La implementación del proyecto

El proyecto consistía en proveer de un sistema EcoSan a 38 viviendas divididas en dos partes: un sistema doméstico para la separación de las aguas grises y las excretas; y un segundo sistema centralizado para la recolección, tratamiento e irrigación de un área verde con los efluentes domésticos tratados.

A nivel doméstico, se instalaron eco-inodoros y redes interiores de tuberías para evacuar las aguas residuales generadas, las mismas que están compuestas por orina y aguas grises. Además se construyó un sistema de tratamiento del efluente afuera de todas las casas beneficiadas; tal sistema estaba conformado por un atrapagrasa y seguido de un mini-sistema de humedal artificial.

Foto 6: Heces secas del eco-inodoro

Figura 8: Esquema del sistema del proyecto Huáscar

A nivel centralizado, los efluentes tratados de las viviendas eran canalizados a través de un sistema de redes exteriores y conducidos a una segunda etapa de tratamiento mediante un humedal artificial. Con el fin de irrigar el parque del barrio con el efluente final del sistema de tratamiento, se instaló una cisterna de almacenamiento y un sistema de riego por goteo debajo de la superficie, como se muestra en la Figura 8.

▪ *Tratamiento de las excretas*

El sistema de doble cámara de los eco-inodoros (baños ecológicos secos) para el almacenamiento y secado de las excretas, fue diseñado de concreto armado con un volumen por cámara de 0.3 m^3, lo que implicaba una capacidad de almacenamiento de aproximadamente año y medio considerando una familia de cuatro a cinco personas. Después de cada visita se esparcía una taza de material secante compuesto por una mezcla de cal y tierra en una proporción 1:4, respectivamente. No estaba permitido arrojar dentro de la cámara papel de baño ni desperdicios orgánicos de la cocina. Después de cada siete a diez días el material era esparcido y nivelado manualmente con una vara de madera para proveerlo de oxígeno (Nava, 2002).

Los usuarios se encargaron también del mantenimiento de las cámaras. Los residentes de cada vivienda extrajeron el material secado proveniente de las cámaras de almacenamiento y lo utilizaron como fertilizante para el mejoramiento de sus jardines. Algunas familias volvieron a utilizar las heces secadas como material de secado mezclándolo con cal.

▪ *Manejo de los efluentes*

El mantenimiento de las atrapagrasas y de los humedales artificiales domésticos fue realizado por los propietarios, mientras que en el nivel centralizado local por el comité de gestión, conformado para este fin.

Los humedales artificiales diseñados eran del tipo flujo horizontal y subterráneo. Se hicieron ensayos con diferentes plantas, entre ellas totora y papyro enano, pero las plantas que mejor se adaptaron a las condiciones fueron los juncos.

Se realizaron análisis físico-químicos y bacteriológicos de las aguas en la entrada y salida del humedal artificial doméstico, encontrándose porcentajes de remoción de hasta 59% en sólidos suspendidos, 63% en DBO_5, 50% en nitrógeno, 48% en fósforo y 27% en coliformes fecales (Nava, 2002).

En el Perú, la Ley General de Aguas para la calidad de agua para uso de riego de vegetales de consumo crudo y bebidas de animales (Tipo III), establece límites máximos de 1,000 NMP/100ml para coliformes fecales y de 10mg/l para DBO_5. Sin embargo, se registraron en los efluentes del sistema doméstico valores de 24,000 NMP/100ml para coliformes fecales y 366mg/l para DBO_5 (Nava, 2002); es decir, el efluente tratado no cumplió con el estándar nacional.

A pesar que las aguas grises no deberían presentar coliformes fecales debido al diseño del sistema, la presencia de éstos se debía al lavado de pañales. La remoción de los contaminantes no era efectiva debido a que el área de los humedales artificiales construidos en el proyecto piloto no era suficiente para proporcionar una remoción adecuada de contaminantes. Sin embargo, se volvió a usar el efluente del sistema para la irrigación del parque del barrio, como demuestra la Foto 7.

▪ *Costos de implementación del proyecto*

El costo directo de la instalación de la infraestructura de saneamiento con enfoque EcoSan fue aproximadamente US$ 500 por vivienda (Nava 2002). Esto incluyó el baño ecológico (el inodoro con separadora de orina, la doble cámara compostera, urinario y lavatorio), el sistema de tratamiento doméstico (atrapagrasas y mini-humedal artificial), instalaciones de redes interiores y exteriores, y el sistema de tratamiento central.

Foto 7: Irrigación del parque, proyecto Huáscar

De estos costos cada familia beneficiada asumió el pago de US$ 150 y la construcción de las paredes del cuarto de baño como aporte propio.

- ***Dificultades y desafíos***

  Después de la entrega del proyecto a la población, se generaron algunos problemas principalmente de carácter social. Debido a que el proyecto benefició solamente a un cierto número de familias, los moradores que no contaban con el baño ecológico se hicieron receptores de aguas grises y residuos sólidos, lo que causó problemas técnicos tales como la obstrucción de tuberías y la sobrecarga del sistema central de tratamiento. En consecuencia, se generaron malos olores que provocaron la molestia de los vecinos cercanos al parque.

En conclusión, el sistema de riego y mantenimiento del parque no continuó debido principalmente a conflictos sociales más que a motivos técnicos. El comité del parque nunca tuvo el apoyo del gobierno local para solucionar el conflicto con los vecinos opositores, quienes arrojaban sus aguas servidas al parque, con lo cual se debilitó la organización social local.

El proyecto tuvo un tiempo de vida de cuatro años. Luego el programa estatal Mi Barrio tomó este asentamiento como base piloto para el mejoramiento de las condiciones de vida del barrio incluyendo el aumento de la cobertura de los servicios de agua y saneamiento.

El programa inició los trabajos de instalación de tuberías de agua y desagüe en la zona, desinstalando las redes de tuberías exteriores del sistema de riego. Actualmente el parque existe con el diseño inicial, pero con riego basado en agua potable, lo cual es insostenible y tiene problemas de financiamiento.

Sin embargo, se observó que después de la implementación de los servicios de agua potable y desagüe convencionales, algunos pobladores optaron por seguir manteniendo los baños ecológicos en sus hogares, debido al ahorro en el consumo de agua que éstos les producía.

Por otro lado, de esta primera experiencia se observó también que en determinados sectores de la población existen prejuicios respecto a propuestas no convencionales, manifestando una actitud de resistencia y oposición (CENCA & WSP, 2001). Es por ello que los proyectos de EcoSan deben incorporar un fuerte componente de promoción, sensibilización, educación y capacitación de la población beneficiada para lograr su plena aceptación.

4. Lecciones aprendidas y retos

4.1. Aspectos técnicos

a) Asegurar un estado seco en la cámara de almacenamiento de excretas

A pesar de la capacitación de los usuarios sobre el uso y mantenimiento del eco-inodoro, es posible que accidentalmente se inunde la cámara compostera con líquidos. Para evitar estos incidentes se deberá abrir las compuertas de la cámara para extraer el líquido y material saturado, para luego colocarlos en un contenedor y ventilarlos. En caso de derrames, es necesario agregar tierra con cal en una cantidad tal que permita cubrir adecuadamente la humedad.

b) Instalación de baños ecológicos secos de una sola cámara

En casos en los que el espacio es limitado para instalar un eco-inodoro con doble cámara y si los usuarios están de acuerdo, se puede instalar un baño ecológico seco con una simple cámara móvil. El contenedor de esta cámara deberá ser de un material liviano para su fácil transporte al lugar de compostaje.

c) Uso de aditivos alternativos en la cámara compostera

En estas dos experiencias se usaron cal viva con muy buenos resultados. Los costos aún pueden reducirse si se emplea cal hidratada (hidróxido de calcio), puesto que el costo por kilogramo es cinco veces menor que la cal viva. Más aún, dependiendo de la ubicación de la comunidad, el aserrín en polvo puede ser conseguido de manera fácil y más económica. Para zonas rurales, la ceniza puede ser una alternativa atractiva.

d) Separación de la orina y las aguas grises

La orina separada por el eco-inodoro debería ser aprovechada como fertilizante para las áreas verdes y cultivos agrícolas, en razón de que contiene una cantidad considerable de nitrógeno y fósforo y carece de microorganismos patógenos. Sin embargo, se tiene que comprobar la aceptación social de esta opción por parte de los usuarios.

e) Optimización del mantenimiento y ubicación del atrapagrasas

El mantenimiento de los atrapagrasas deberá realizarse cada semana disponiendo la nata de los sólidos orgánicos removidos dentro de las cámaras composteras. La existencia de un atrapagrasa lo más cerca de la fuente de residuos líquidos de la cocina es lo más recomendable; ello ayudaría a evitar que las tuberías de diámetro reducido en el interior de la vivienda colapsen al adherirse las grasas en su interior.

f) Mejoras en el sistema de tratamiento del efluente

Se recomienda la instalación de un sistema de humedal artificial de manera central, lo que permite el tratamiento de los efluentes de las viviendas en una sola planta de tratamiento. Este sistema debería incluir etapas de pre-tratamiento (rejillas y desarenadores con atrapagrasa), tratamiento primario (tanque de sedimentación) y el humedal artificial, preferiblemente con dos celdas independientes para las actividades de operación y mantenimiento. Las etapas del sistema deberían diseñarse sobre la base de conceptos científicos aprobados y adaptados a las condiciones locales.

La construcción de una sola planta centralizada disminuiría los costos de construcción del sistema de tratamiento y facilitaría las actividades de operación y mantenimiento por parte de un operador especializado de la propia comunidad, conformando empresas mixtas o privadas.

El diseño adecuado del sistema de tratamiento aseguraría una mejor eficiencia en cuanto a la remoción de contaminantes microbiológicos y físico-químicos, lo que haría posible la reutilización de las aguas grises tratadas para la irrigación de áreas verdes y árboles frutales[12].

---

[12] WSP, 2006.

g) EcoSan debe ser instalado antes que el servicio de agua en nuevas viviendas

Es recomendable implementar el saneamiento ecológico en las viviendas antes de realizar la conexión domiciliaria de agua, con el fin de facilitar a los usuarios la adopción del sistema. Generalmente la implementación primero del sistema de agua tiende a postergar la implementación de EcoSan, ya que se cuenta con la comodidad del agua a domicilio y la expectativa de la conexión al alcantarillado. La instalación de la conexión de agua potable después de la instalación del sistema EcoSan actúa como un incentivo. Ambos servicios deberían integrarse como un solo proyecto para garantizar un complemento adecuado.

4.2. Aspectos sociales

a) La aceptación social de los componentes del concepto Ecodess

En los proyectos de Huáscar y Nievería se han observado buena aceptación del sistema de tratamiento de excretas a través de los baños EcoSan. En una encuesta realizada (Shapira y Ivarez, 2006), la mayoría de la gente respondió que sentía confianza, que el sistema era "muy útil" y que el mantenimiento del baño ecológico era "muy fácil".

Este nivel de aceptación se logró por varias razones:

- ***Promoción, sensibilización, educación y capacitación***
  CENCA desarrolló siete módulos de capacitación para informar y educar a la población sobre el medio ambiente en general, el manejo de la basura, el agua segura, el eco-inodoro seco, el mantenimiento, la gestión del servicio de abastecimiento del agua potable y de las conexiones domiciliares, así como el funcionamiento y mantenimiento del sistema de saneamiento ecológico. La asistencia técnica para los usuarios y el comité de gestión por parte del organismo ejecutor, continuaba después de la implementación del sistema.

- ***Los subsidios***
  Los subsidios contribuyeron también a la aceptación del sistema por parte de la población beneficiaria, ya que la mayoría de los costos directos (aproximadamente el 70 % en el caso de Nievería) fue asumida por el donante. Vale mencionar que en el caso de Huáscar, San Juan de Lurigancho, las rivalidades entre la población beneficiaria y no beneficiaria afectaron de manera negativa al proyecto.

- ***Malas condiciones de saneamiento antes de la intervención***
  La mayoría de las personas beneficiarias no contaban con servicio de saneamiento o tenían letrinas en mal estado. Es por ello que el sistema nuevo de EcoSan fue bien recibido, pues en el caso de Nievería, la empresa comunal aseguró el mantenimiento de los baños ecológicos y de la red de recolección de aguas grises.

A pesar de estas condiciones, que benefician la aceptación de un nuevo concepto de saneamiento, persistió la tendencia en varios casos a acceder a un sistema convencial de evacuación de excretas aunque esto signifique esperar mucho tiempo.

Además, el nivel de implementación del sistema Ecodess todavía no permite obtener conclusiones sobre la aceptación cultural del reuso de las heces en la agricultura. CENCA está trabajando actualmente en la implementación de una microempresa comunal para la recolección de las heces y el compostaje con basura orgánica para la reutilización.

b) La educación y capacitación deberán involucrar a todos los agentes

La implementación del EcoSan requiere de la educación y capacitación a varios niveles:

- Las autoridades locales claves deberán ser capacitadas en conocer los principios, las soluciones técnicas, las ventajas y desventajas y las limitaciones del sistema.

- Los constructores deberán entender los principios básicos del sistema EcoSan, además de los detalles específicos de la construcción e instalación.
- El personal responsable de la recolección, el transporte y tratamiento secundario deberá tener un buen entendimiento del saneamiento y su relación con la salud pública; de los principios del EcoSan y los temas prácticos relacionados con la operación y el mantenimiento del sistema.
- Los miembros de las viviendas deberán saber cómo usar, operar y mantener adecuadamente los componentes del sistema en sus hogares.

c) La necesidad de mayores investigaciones

Las experiencias actuales del EcoSan en el Perú están ubicadas en la costa y en las zonas peri-urbanas. Es necesario profundizar las investigaciones sobre las experiencias en zonas peri-urbanas teniendo en cuenta el alcance limitado de los proyectos piloto documentados y analizando la aceptación social del ciclo completo del concepto de EcoSan.

Además se recomienda investigar su aplicabilidad bajo otras condiciones como en las zonas alto andinas y selva peruana –urbanas y rurales–, donde los comportamientos sociales son muy distintos a los experimentados.

4.3. Aspectos económicos

a) Se deben buscar alternativas para reducir los costos

Los costos de implementación del sistema EcoSan son relativamente altos, pero incluyen el módulo sanitario completo y el sistema de recolección y tratamiento de aguas grises. En el caso de las experiencias en Lima los subsidios cubrieron la mayor parte de los costos. Es necesario buscar alternativas para reducir los costos del módulo, sobre todo la estructura de las cámaras de almacenamiento y tratar de incrementar el aporte de las familias a través de una iniciativa de intervención social.

b) Análisis de costo – beneficio

Aún no se han analizado con profundidad los costos de inversión, de operación y mantenimiento, los costos para educación y capacitación del concepto EcoSan y sus beneficios para compararlo con otras tecnologías de saneamiento. Los resultados permitirían sacar conclusiones sobre las consecuencias financieras de la implementación de sistemas EcoSan y de las tecnologías comparadas.

4.4. Aspectos institucionales

a) Respaldo institucional y sistema de monitoreo externo

Desde el punto de vista institucional, se debería hacer el máximo esfuerzo para que los gobiernos locales jueguen un rol vigilante en los sistemas, respalden y fortalezcan la organización social encargada de la operación y mantenimiento de las instalaciones.

Para fines de un mejor monitoreo externo del sistema se pueden utilizar sistemas centralizados de tratamiento, estableciéndose compromisos con las organizaciones, los gobiernos locales y el sector salud, para que puedan cumplir un rol de vigilancia y control ambiental en los sistemas de agua y saneamiento con enfoque EcoSan.

b) Implementación de normas legales para EcoSan

Un reto importante para el éxito de EcoSan a gran escala es que el Estado apruebe una norma donde incluya este sistema como una forma de disposición de excretas; asimismo crear su propio reglamento, tanto administrativo como técnico, donde se designen responsabilidades en la gestión, implementación, operación y mantenimiento del sistema. Es importante recordar que el sistema EcoSan no sólo involucra al sector saneamiento sino también a los sectores salud, agricultura y vivienda, por lo que también deberán hacerse ajustes en los reglamentos de dichos sectores.

Además, es conveniente que las redes colectoras, las cajas de inspección, las tapas y los buzones del sistema sean semejantes en calidad a los fijados en la normatividad vigente, y que se encuentren disponibles en el mercado para así reforzar el carácter definitivo del sistema alternativo y su repetición. Así mismo, es importante la flexibilidad del diseño en el baño ecológico seco (eco-inodoro). Para su repetición se necesita contar con una norma que dé sustento a la implementación progresiva de los proyectos EcoSan. Las experiencias demostrativas realizadas hasta el momento pueden establecer bases para la generación de dichas normas.

c) Implementación a gran escala

Todavía quedan varias inquietudes con respecto a la implementación a gran escala, tales como argumentos socio-culturales relacionados con la reutilización de las excretas y dudas en cuestiones económicas, por lo que hace falta estudios de costo-beneficio y mayores investigaciones antes de sugerir una implementación a mayor escala.

Referencias

CENCA y Programa de Agua y Saneamiento (WSP) – Banco Mundial, (2001): *Experiencias alternativas de saneamiento rural y peri-urbano en Latinoamérica. Aportes para una estrategia en política de saneamiento en el Perú*. Seminario-Taller del 21-22 junio de 2001. Lima: CENCA y WSP. 100 pp.

ECOSANRES, (2005a): *The Main Features of Ecological Sanitation*. EcoSanRes Fact Sheet 2. Stockholm: Stockholm Environmental Institute. 2 pp.

ECOSANRES, (2005b): *Norms and Attitudes Towards EcoSan and Other Sanitation Systems*. EcoSanRes Fact Sheet 9. Stockholm: Stockholm Environmental Institute. 2 pp.

ECOSANRES, (2005c): *The Sanitation Crisis*. EcoSanRes Fact Sheet 1. Stockholm: Stockholm Environmental Institute. 2 pp.

ECOSANRES, (2005d): *Open Planning of Sanitation Systems*". EcoSanRes Fact Sheet 7. Stockholm: Stockholm Environmental Institute. 2 pp.

Esrey, A., Andersson, I., Hillers, A. & Sawyer, R., (2001) *Closing the Loop. Ecological sanitation for food security*. Mexico: UNDP & SIDA. 96 pp.

Gajurel, Z. & Otterpohl, R., (2003): *Investigation of the effectiveness of source control sanitation concepts including pre-treatment with Rottebehaelter*. Water Science and Technology, 48 (1). 111-118 pp.

GTZ Ed. (2004): Proceedings "Second International Symposium on Ecological Sanitation", 7 – 11 April, 2003, Luebeck, Germany.

Jenkins, J., (1999) *The Humanure Handbook. A guide to Composting Human Manure. Second edition*. USA: Jenkins Publishing. 302 pp.

Kuang, R., (2005): *Non Conventional Ways to Evacuate, Treat and Reuse Human Excreta and Domestic Liquids in Poor Areas of Lima-Peru*. Msc. Thesis. Stockholm: KTH. 35 pp.

Lundin, L., Linnér, H., Hultman, B., Eriksson, E., Johansson, S., Rydén, L. (1999): *Sustainable Water Management in the Baltic Sea Basin, 2 Water Use and Management*. Lars-Christer Lundin (Editor), Uppsala: The Baltic University programme. 17-24pp.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006): *Plan Nacional de Saneamiento 2006 – 2015*.

Nava, C., (2002): Evaluación de la Capacidad Depuradora de un Fito-tratamiento de Flujo Horizontal para las Aguas Residuales Domésticas en el AA.HH. Nueva Alianza del Distrito de San Juan de Lurigancho. Tesis para optar el título de Ingeniero. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. 129 pp.

Otterpohl R. (2001): *Design of highly sufficient source control sanitation and practical Experiences*. En: Muellegger y Lechner (2004): "Ecological Sanitation – a sustainable Approach to the Future". Austrian Development Agency.

Programa de Agua y Saneamiento (WSP) y Unión Europea. (2002): *Servicios de Agua en Zonas Peri-urbanas de Lima Metropolitana. La experiencia del Proyecto ALA*. Lima: PAS-UE. 87 pp.

Programa de Agua y Saneamiento (WSP) – Banco Mundial (2006): *"Biofiltro: Una Opción sostenible para el Tratamiento de Aguas residuales en pequeñas Localidades"*.

Ridderstolpe, P., (2004): *Introduction to Greywater Management*. Stockholm: EcoSanRes Programme & SEI. 25 pp.

Shapira, G.-L. y Ivarez, S. (2006): *Evaluación de dos Proyectos implementados en una zona peri-urbana de Lima. El Caso de Nievería, Huachipa*. Versión preliminar, Universidad Politécnica de Zurich.

UNDP, CEPAL & IPEA (2002): "Meeting the Millenium Poverty Reduction Target in Latin America and the Caribbean".

Valdeavellano, R. y Calizaya, J. (eds), (2002): *Proyecto Piloto Demostrativo Ambiental. Propuesta Innovadora y Sostenible de Evacuación, Tratamiento y Reuso de Residuos Sólidos y Líquidos Domésticos*. Lima: CENCA. Programa APGEP-SENREM y Convenio USAID-CONAM. 101 pp.

Vinneras, B., (2002): *Possibilities for Sustainable Nutrient Recycling by Faecal Separation Combined with Urine Diversion*. Phd.Thesis, Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences. 88 pp.

Water and Sanitation Programm Africa – World Bank (2005): *A Review of EcoSan Experience in Eastern and Southern Africa*. Field Note, WSP.

WHO & UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation, (2000): *Global Water Supply and Sanitation Assessment Report 2000*. World Health Organization & United Nations Children's Fund. 87 pp.

WHO & UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation, (2004): *Meeting the MDG drinking water and sanitation target: a mid term assessment of progress*. WHO & United Nations Children's Fund. 34 pp.

Winblad, U. & Simpson-Hébert, M. (eds), (2004): *Ecological Sanitation. Revised and enlarged edition*. Stockholm Environmental Institute. 141 pp.

Yepes, G. y Ringskog, K., (2001) *Estudio de oferta y demanda de servicios de agua potable y alcantarillado. Lima y Callao. Informe Número 1 Final Análisis de la demanda actual*. Lima: SEDAPAL. 25 pp.

PÁGINAS WEB consultadas

Página web del programa Ecosanres de SIDA
www.ecosanres.org

Página web de SARAR Transformación, México
http://www.laneta.apc.org/sarar/

Página web de la GTZ
www.gtz.de/ecosan

Página web de IWA
www.ecosan.org