



Fig. 1: Localización del proyecto

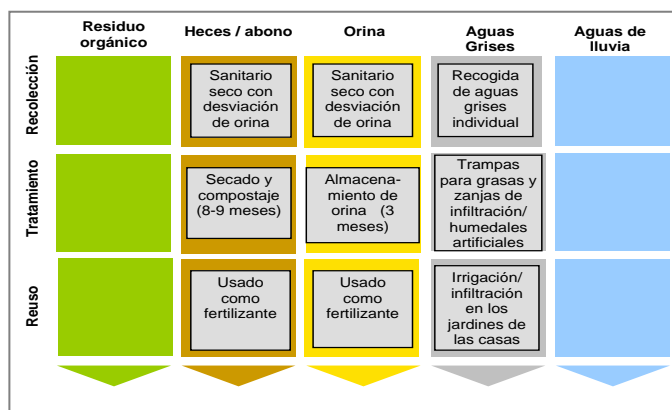


Fig. 2: Componentes de saneamiento aplicados en este proyecto.

1 Datos generales

Tipo de Proyecto:

Cobertura de saneamiento en una zona periurbana – proyecto piloto que se transformó progresivamente en un proyecto de cobertura de saneamiento.

Período del proyecto:

Inicio de la construcción: Enero de 2008

Finalización de la construcción: Marzo de 2012

Puesta en marcha: Enero de 2009 (construcción y uso de los inodoros)

Monitoreo: en curso, hecho en conexión con la recolección y gestión de los subproductos (orina y material fecal).

Finalización del proyecto: Clausura administrativa entre julio-agosto de 2012, evaluación final en enero de 2013.

Escala del Proyecto:

Un total de 897 unidades fueron construidas (durante las cuatro etapas del proyecto) para un número igual de domicilios; 4,485 personas beneficiarias; las instalaciones sanitarias consisten en sanitarios secos con separación de orina (SSSOs), ducha, lavamanos, y tratamiento de aguas grises in-situ. Gestión de subproductos a nivel colectivo.

Inversión total (en EUROS): 1, 332,762

Ubicación del proyecto:

Distrito 7, Ciudad de El Alto, La Paz, región centro-oeste de Bolivia.

Institución de Gestión y Planificación:
Fundación Sumaj Huasi, La Paz, Bolivia.

Institución ejecutora:

Agencia Internacional Sueca de Cooperación para el Desarrollo (SIDA), Estocolmo, Suecia.

Apoyo Político del Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia, Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, Federación de Juntas Vecinales de la ciudad de El Alto (Fejuve), y municipios sub-locales.

2 Objetivo y motivación del proyecto

El objetivo general del proyecto es mejorar la salud y las condiciones de vida de las familias asentadas en las áreas periurbanas de la ciudad de El Alto a través de la provisión de baños ecológicos, los cuales son sostenibles y mejoran la productividad agrícola.

La ciudad de El Alto y La Paz – capital de Bolivia – dependen del agua subterránea así como la del deshielo de los glaciares y cerros nevados para su suministro de agua. En los últimos años, los científicos han documentado la aceleración del deshielo y el retiro de los glaciares, aumentando la preocupación sobre la futura disponibilidad del agua. Por otro lado, la demanda de agua se ha incrementado rápidamente durante los últimos años, excediendo a la oferta de agua, y conllevando a racionamiento de agua durante los fines de semana. Esto hace que la conservación del agua, tal y como promueve este proyecto, sea una importante medida de adaptación en vista al aumento de las temperaturas y otros impactos del cambio climático.



Figura 3: Usuarios de un sanitario seco con desviación de orina implementado durante el proyecto (Andersson, 2011).

3 Location and conditions

Ubicación y condiciones

El Alto

La ciudad de El Alto tiene su origen en el proceso de expansión de La Paz durante 1940 y 1950, momento en el cual una parte de la población comenzó a establecerse en la zona elevada al suroeste de La Paz, la cual años más tarde se convertiría en El Alto. En 1982, El Alto fue incorporado como una ciudad independiente con gobierno propio. Desde entonces, el crecimiento de la población ha sido impulsado por la migración desde las zonas rurales (Gobierno de El Alto 2012a)

El Alto está situado a 5 km de distancia de la ciudad de La Paz, en una meseta a 4,050 metros de altura. En 2009 su población estimada era 929,000¹, con una tasa de crecimiento de 5,10% anual. El Alto está dividido en 13 distritos, donde del 95% de la población vive en zonas urbanas (INE 2001a, 2001b). El proyecto se llevo a cabo en el Distrito número 7, una zona periurbana con una población estimada de 27,000 habitantes en 2008 (Gobierno de El Alto 2012b)². Durante el periodo comprendido entre 2001-2010, las temperaturas oscilaron entre -4°C y 21°C, con una temperatura media anual de 7°C, y una precipitación media anual de 600mm (INE 2012).

La población del Distrito 7 está compuesta principalmente por indígenas Aymara, muchos de ellos granjeros que emigraron desde pueblos cercanos del Lago Titicaca. Su religión combina el catolicismo y las creencias indígenas; la mayor parte de la educación académica de los adultos está limitada a la escuela primaria, y sólo unos pocos graduados en enseñanza secundaria (Silveti 2012). El número medio de componentes de una familia es de 6-7 personas; los hogares constan de una o dos habitaciones, hechas de material de adobe y con un patio, y normalmente se encuentran rodeadas por un alto muro de adobe (Silveti 2012).

El medio de vida más común en la ciudad de El alto suele combinar actividades agrícolas y no agrícolas. Los ingresos son derivados principalmente del comercio, la construcción, el transporte y la agricultura, y frecuentemente por trabajos informales y temporales. En este contexto, el comercio está basado en la venta de alimentos, ropa y bienes del hogar en los mercados locales. Algunas personas mantienen sus cultivos en parcelas en las zonas rurales, viajando continuamente para cuidar de ellos. Adicionalmente, los habitantes de El Alto obtienen trabajos vinculados a las temporadas de cosechas, comúnmente en la zona este del país. Además, las mujeres están a cargo de las tareas del hogar así como de la crianza de los niños. Los ingresos de un hogar típico oscilan entre 200 y 300 bolivianos a la semana, alrededor de 20-30 euros³ (Fundación Sumaj Huasi 2009, citado en Silveti 2012).

¹ Proyección de la población basada en el censo de 2001, no hay información disponible más reciente.

² El censo consideró la población periurbana como parte de la población urbana.

³ 28-42 USD convertidos a euros utilizando el tipo de cambio 2,009

<http://www.xe.com/currencytables/?from=USD&date=2009-06-06>

Muchas familias tienen huertos en sus hogares, aunque esta práctica varía a lo largo de El Alto. La población que habita en las afueras o perímetro de la ciudad dispone de mayor espacio, por lo que tienen más posibilidades de tener una huerta en sus hogares. Sin embargo, en la medida que la ciudad se ha poblado el espacio disponible para huertas caseras ha disminuido. Aun así la agricultura es todavía una actividad importante en la periferia de El Alto. Los productos cosechados son consumidos en los mismos hogares o vendidos en los mercados locales.

Sin embargo, la agricultura de la región se ve limitada por la baja fertilidad de los suelos, habiéndose encontrado bajos niveles de materia orgánica y nutrientes (Garnica n.d.). El arado se lleva a cabo con la ayuda de bueyes y estiércol animal, frecuentemente de oveja, el cual es utilizado como fertilizante. También se utilizan fertilizantes químicos.

Agua y Saneamiento

Situación:

En Bolivia, para el año 2010, el 48% de las personas que habitaban en áreas rurales tenían dificultad para acceder a agua potable, mientras que en las zonas urbanas este porcentaje era 12%. Además, el 62% de población en zona rural carecía de acceso a los servicios de saneamiento, así como un 45% de la población urbana (VAPSB 2011). En asentamientos urbanos las tecnologías en saneamiento más comunes son los inodoros de flujo y descarga conectados a sistemas centralizados de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales (sin embargo, el nivel de eficiencia del tratamiento no se conoce). En áreas rurales son comunes las letrinas, los inodoros conectados a fosas sépticas, los baños secos con desviación de orina (SSSOs)⁴, y defecación al aire libre.

El 51% de la población de El Alto carece de adecuados servicios sanitarios y acceso a agua potable (INE 2001c). Parte de la población está conectada a un sistema centralizado de alcantarillado, el cual se planea ser ampliado para conectar nuevas zonas de la ciudad. No obstante, este tipo de proyectos tardan un largo período de tiempo en ser implementados, debido al alto coste de la infraestructura y a cuestiones políticas relacionadas con la ubicación de una nueva planta de tratamiento de aguas residuales en las comunidades de El Alto (Silveti 2012). Como consecuencia, proyectos como el que aquí se describe, con apoyo internacional, soporte político local, y una organización implementadora local con conocimiento en el desarrollo de saneamiento ecológico (EcoSan), ha proporcionado una solución alternativa más rápida, ventajosa económicamente y adecuada para las necesidades de saneamiento de la población.

Marco Institucional

El Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico – dependiente del Ministerio Boliviano de Medio Ambiente – define el marco político y técnico para la provisión de servicios de agua y saneamiento en el país (MMAyA 2012). El Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo (VIPFE) gestiona los recursos, las donaciones y los créditos para inversión pública en el país (VIPFE 2012). La

⁴ En inglés: urine diversion dehydration toilets (UDDT)

Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico, y el Servicio Nacional para la Sostenibilidad de Servicios en Saneamiento Básico (Senasba) son las organizaciones responsables del desarrollo de capacidades y supervisión de los operadores a cargo de la prestación de servicios de agua y saneamiento (AAPS 2012; Senasba 2012).

Finalmente, la ejecución de programas y proyectos de agua y saneamiento es liderado por la Entidad Ejecutora de Medio Ambiente y Agua (Emagua 2012), y el Fondo Nacional de Inversión Productiva y Social (FPS) (Torrico 2012 citado en Silveti 2012). Además, la cooperación internacional y la sociedad civil también contribuyen en el desarrollo del suministro de agua y saneamiento del país.

En Bolivia, durante 2010⁵, la tasa de mortalidad en menores de años cinco de edad era **54 muertes por cada 1,000 niños**; esto supone una reducción significativa del número de muertes infantiles desde 1990, cuando esta misma tasa alcanzaba 151 muertes por cada 1,000 niños.

4 Historia del Proyecto

En 2005, la organización social Juntas Vecinales de la ciudad de El Alto (Fejuve) exigió a la Superintendencia de Servicios de Agua y Saneamiento que abordara la precaria situación del saneamiento y agua potable en la que estaba el Distrito 7. Esto ocurrió al mismo tiempo en que se producían cambios políticos relacionados con las elecciones presidenciales de 2005, y la creación de un ministerio independiente de Medio Ambiente y Agua, el cual tomó responsabilidades que hasta entonces recaían sobre el Ministerio de Vivienda y Servicios Básicos.

También en 2005, la Superintendencia de Servicios de Agua y Saneamiento, en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS) solicitó propuestas de proyectos para mejorar las condiciones de agua y saneamiento para la población del Distrito 7. Por ello, la Fundación Sumaj Huasi basada en 10 años de experiencia como organización no gubernamental, propuso el desarrollo de soluciones EcoSan. A finales de 2007, la Agencia Internacional Sueca de Cooperación para el Desarrollo (Sida) y la Fundación Sumaj Huasi firmaron un acuerdo, y la implementación del proyecto inició en 2008.

En 2006, se llevó a cabo un estudio para evaluar proyectos con enfoque EcoSan desarrollados en Bolivia con el objetivo de comprender los factores motivadores y limitaciones en su desarrollo y funcionamiento, y así llegar a un modelo mejorado de implementación. El estudio incluyó la realización de 228 entrevistas en hogares, 51 inspecciones técnicas a unidades sanitarias y 38 muestras microbiológicas de material fecal seco. La Fundación Sumaj Huasi participó en esta iniciativa y fortaleció la propuesta del proyecto para El

⁵ La tasa de mortalidad de niños menores de cinco años es la probabilidad (expresada como una tasa por cada 1,000 nacidos vivos) de un niño nacido en un año definido a morir antes de llegar a la edad de cinco años si está sujeto a la mortalidad específica por edad actual tasas (<http://www.childinfo.org/mortality.html> and <http://www.childmortality.org/>).

Alto, con los resultados este estudio (Warpinski 2006), los cuales incluyeron:

- La educación y la monitorización son cruciales.
- Sanitarios secos con desviación de orina con una sola bóveda o recámara requieren un mantenimiento más frecuente que los que constan de dos bóvedas. Esto es considerado como un aspecto positivo ya que anima a las familias a aprender a mantener las unidades y practicar lo que han aprendido con más frecuencia.
- Las aportaciones de los hogares son más eficaces cuando se planea llevarse a cabo dentro de la ejecución del proyecto y no después. Este proceso facilita una total funcionalidad de las unidades sanitarias.

En sus inicios, el proyecto del Distrito 7 fue propuesto como un proyecto piloto con el objetivo de explorar la viabilidad de las tecnologías EcoSan y apoyar procesos de toma de decisiones e inversión dirigida hacia esta región. Tras encontrar resultados positivos en la implementación inicial, el proyecto fue ampliado completando su cuarta fase en marzo de 2012. Para entonces, el proyecto había beneficiado 4,485 personas de un total de 27,000 habitantes del Distrito 7.

Dos aspectos sobre el enfoque metodológico han sido importantes y han contribuido en el éxito del proyecto. El primer aspecto se refiere a la continua identificación de lecciones aprendidas y el correspondiente desarrollo de mejoras fase tras fase. El segundo, ha sido la especial atención que ha recibido el componente educativo, intentando involucrar a los hogares y ofreciéndoles la oportunidad de participar desde el principio. También ha sido fundamental en este proyecto la promoción y fortalecimiento de varias iniciativas EcoSan realizadas por todo el país (por ejemplo, en el puerto de Copacabana, Uyini y Asocaya). Así como la voluntad y apoyo político en relación con el sector agua y saneamiento a nivel nacional.

5 Tecnologías Aplicadas

En el contexto de El Alto, el enfoque EcoSan ofrece una serie de ventajas significativas y decisivas, que han sido confirmadas durante la realización del proyecto. El enfoque EcoSan fue elegido debido su principio básico de mínimo o no uso de agua para arrastrar excretas, al mismo tiempo que cierra el ciclo del agua y los nutrientes. EcoSan ha demostrado también ser efectivo y tener unos costes menores que las tecnologías de saneamiento centralizadas convencionales.

Unidades sanitarias en los hogares

Desde los comienzos del proyecto en 2008, el diseño de las unidades EcoSan en los hogares ha ido mejorando basándose en las experiencias aprendidas. Un factor que ha facilitado el desarrollo y mejora en este proyecto ha sido el hecho de llevarlo a cabo a través de diferentes fases.

Las Figuras 4 y 9 muestran el último modelo mejorado de la unidad EcoSan que se ha desarrollado. La tecnología utilizada incluye seco con desviación de orina provisto con un contenedor, tratamiento de aguas grises a nivel doméstico y gestión comunitaria de orina y heces. Los baños están localizados cerca de las casas, y para facilitar su acceso se integraron escalones dentro de la unidad y se dispusieron paredes en el interior para facilitar su uso por parte de

personas con movilidad limitada (Andersson, 2011). Las unidades también cuentan con duchas las cuales han sido adaptadas según disponibilidad de agua en cada área. Durante la fase 1, la ducha consistía en una habitación con un tanque que almacenaba agua, debido a que en esa etapa no había servicio de abastecimiento de agua domiciliar. En etapas posteriores, la ducha ha sido conectada a redes domiciliarias de acueducto. El lavamanos se sitúa fuera de la unidad sanitaria, haciendo posible su uso como lavandería al mismo tiempo. En fases anteriores, las aguas grises provenientes de la ducha y el lavamanos eran tratadas in-situ con la ayuda de una trampa de grasas y una zanja de infiltración. Recientemente, las aguas grises han sido utilizadas para proveer de agua a pequeños humedales con plantas ornamentales y comestibles, construidos en los patios traseros de las casas.

Gestión comunitaria de orina y heces.

El sistema incluye la recolección, transporte, tratamiento de orina y material fecal, así como el uso de los fertilizantes EcoSan. También aquí, la experiencia adquirida durante el proceso ha contribuido a mejorar este componente del proyecto. Sin embargo, las técnicas utilizadas para el tratamiento de los subproductos y su uso posterior en la agricultura y el comercio en mercados locales no han cambiado.

Debido a la naturaleza del proyecto en sus inicios, es decir tipo piloto y a pequeña escala, en ese entonces cada hogar estaba a cargo de manejar sus propios subproductos. Básicamente lo que la gente hacía era enterrar el material fecal y usar la orina o verterla directamente en el suelo. Como el número de hogares adheridos al proyecto creció, la Fundación Sumaj Huasi implementó un sistema de gestión comunitaria. La recolección y transporte de los subproductos es realizada por dos equipos. Uno de ellos es una empresa local llamada Abona, la cual fue creada y apoyada en el marco del proyecto. Recientemente, la Fundación Sumaj Huasi ha desarrollado un equipo adicional para fortalecer estos componentes del proyecto.

Cada equipo de recolección incluye dos personas, quienes también se encargan de brindar apoyo a los usuarios, y monitorear las instalaciones sanitarias. La recolección de los subproductos se lleva a cabo semanalmente, con la ayuda de camionetas equipadas con una bocina que avisa a los hogares de su llegada, (ver Sección 10 para más información).

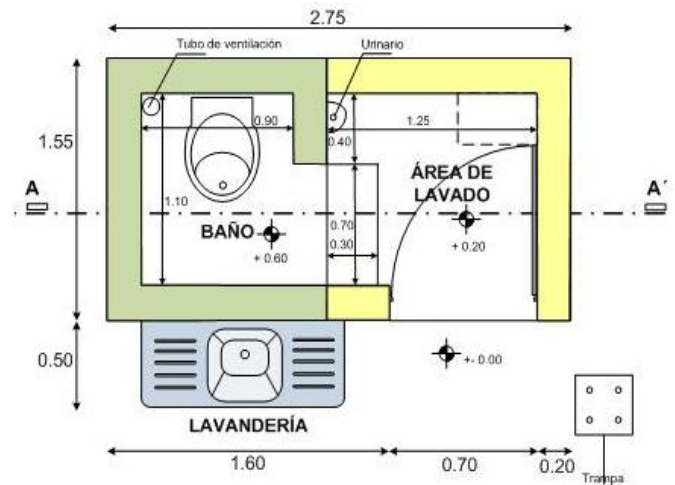
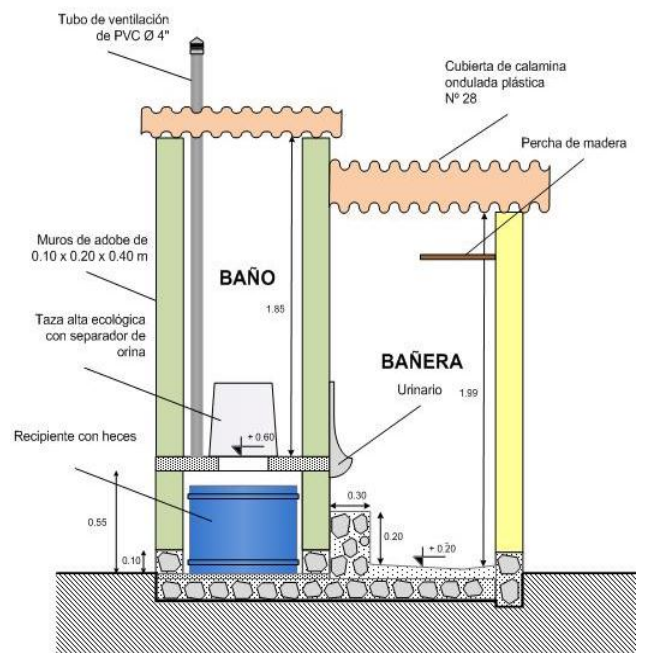


Fig. 4: Plano del sanitario seco con desviación de orina con ducha, dimensiones dadas en metros (Suntura, 2012).

Los subproductos son transportados en la camioneta hasta la nueva estación de compostaje de 1.6 hectáreas, localizada en el pueblo Villa Andrani (en el Distrito 9, área rural de El Alto); a 10 minutos en coche desde el Distrito 7. En este lugar se somete al material fecal a un proceso de compostaje durante un período de entre 8 y 9 meses, mediante el uso de lombrices rojas californianas (vermicompostaje). El proceso se realiza en 24 zanjas en tierra, cada una de 2.2 m x 8.0 m y 70 cm de profundidad, todas ellas provistas con cubiertas. La orina se almacena durante 3 meses en tanques plásticos de 5,000 litros de capacidad como tratamiento para incrementar el pH y eliminar patógenos y producir así fertilizante líquido.



CORTE A - A'

Fig. 5: Vista transversal de una sanitario seco con desviación de orina con ducha (Suntura, 2012)

La localización de la planta de compostaje fue definida teniendo en cuenta su cercanía a los hogares para aprovechar los nutrientes localmente, y al mismo tiempo

reducir los costes derivados del transporte. El nuevo lugar de compostaje fue diseñado con el objetivo de desarrollar un centro integrado que brinde oportunidades para la demostración y aprendizaje. El centro integra el tratamiento y uso de los subproductos, desarrollo de capacidades, junto con la recreación y promoción de las mejoras ambientales. Los miembros de la comunidad de Villa Andrani acordaron ceder el terreno para el proyecto compartiendo los riesgos y beneficios. En retorno, ellos tendrán acceso a actividades de desarrollo de capacidades, fertilizantes orgánicos y beneficios de la venta de productos cosechados. El fertilizante líquido será utilizado para mantener el césped de un nuevo campo de fútbol local. Además, hay planes de realizar estudios sobre la producción de cultivos con este tipo de fertilizantes, y la introducción de dispositivos de ahorro de agua en el centro.



Fig. 6: Cámaras de compostaje para el tratamiento del material fecal (Andersson, 2011).



Fig. 7: Almacenamiento de orina en tanques plásticos de 5,000 L de capacidad en la planta de compostaje (Andersson, 2011).

La primera unidad modelo de baño seco con desviación de orina tenía una cámara con calentador solar (es decir, cámara con tapa de metal y pintada de negro, dispuesta de manera que recibe directamente luz solar). Esta unidad se seleccionó según los hallazgos de la evaluación de proyectos EcoSan desarrollados en Bolivia (mencionado previamente en la Sección 4). No obstante, durante un proceso de validación de este modelo en la Fase 1, realizado por la Fundación Sumaj Huasi junto con las familias participantes en el proyecto, se encontró preferencia por la implementación de baños ecológicos secos con desviación de orina con contenedor colector.

El baño ecológico seco se diseñó para satisfacer las necesidades de una familia media con 5 personas. Las heces se almacenan en contenedores plásticos de 100 litros de capacidad (por lo general tienen un tiempo de llenado de uno a dos meses). Mientras que la orina se colecta en garrafas plásticas de 20 litros (se llena semanalmente).

Cada unidad es construida por un maestro de construcción junto con la colaboración de los miembros de las familias interesadas. Este proceso requiere unos 10 días e involucra tres fases diferentes, cada una con cierto trabajo primero realizado por el maestro de construcción y luego por los miembros del hogar. La familia contribuye con mano de obra y con materiales de construcción como arena, piedras, agua, ladrillos y tierra tamizada. Adicionalmente, a menudo las familias también aportan materiales y accesorios que mejoran el acabado de la unidad sanitaria, como por ejemplo con instalaciones eléctricas, duchas, azulejos y decoración.

Las paredes de las unidades sanitarias son construidas en ladrillo, y ocasionalmente en adobe. Dentro de la unidad, las paredes están impermeabilizadas con revoque de cemento y enlucido fino. Hacia el exterior, las paredes están protegidas por una mezcla de cemento y arena, y pintadas finalmente con cal. La taza de desviación de orina y el orinal están fabricados en fibra de vidrio. El sistema de recolección de orina tiene una trampa contra olores basada en una membrana de goma situada al final de la tubería justo antes de la entrada al contenedor de la orina. El lavamanos está construido con hormigón armado y paredes de ladrillos.



Fig. 8: Vista frontal del baño seco con desviación de orina con lavamanos en la parte exterior (Andersson, 2011)

6 Información del diseño

Unidades Sanitarias



Fig. 9: Vista interior del baño seco con desviación de orina. A la derecha el orinal (Andersson, 2011).

Tratamiento de del material fecal

A comienzos del proyecto el período de compostaje tenía una duración de entre 12 y 14 meses, y se realizaba en tres etapas: compostaje con control de humedad (entre 4 a 5 meses), compostaje con lombrices rojas californianas (4 a 5 meses), y compostaje y almacenamiento (4 meses). Después, las lombrices rojas californianas se integraron a todo el ciclo de compostaje, generando mejores resultados y reduciendo el tiempo total del proceso a sólo 8 o 9 meses.

En el centro de compostaje cada una de las zanjas de compostaje inicialmente es preparada con una capa de lombrices junto con compost procesado, y luego se van depositando hacia la parte superior varias capas de material fecal.

La humedad es controlada constantemente y ajustada mediante la adición de agua. Las lombrices degradan la materia orgánica presente en el material fecal, desde el fondo hasta la superficie, al tiempo que producen humus y eliminan los patógenos presentes en ella. Durante el este proceso el compost es cuidadosamente mezclado de una a dos veces. El resultado es humus de gran calidad, que más posteriormente es empacado y distribuido gratuitamente entre los agricultores locales como parte de la comercialización de los fertilizantes EcoSan.

7 Tipo y Nivel de Reutilización

El proyecto persigue reciclar nutrientes y agua de forma segura para todas las personas implicadas en él. El objetivo es proteger la salud de la población y promover el uso de fertilizantes a partir de excreta humana a la vez que se generan beneficios económicos. Además, se busca ofrecer evidencias basadas en el aprendizaje y demostración de la viabilidad del enfoque que EcoSan en el contexto de la ciudad de El Alto.

A nivel de los hogares, las aguas grises provenientes de duchas y lavamanos son utilizadas tras pre-tratamiento en trampa de grasas, para regar los huertos caseros y plantas ornamentales. A nivel comunitario, los fertilizantes EcoSan se utilizan en los cultivos del centro de compostaje y en tierras agrícolas proporcionadas por agricultores. Sin embargo, en esta etapa del proyecto la demanda en la zona es menor que

la producción de fertilizantes EcoSan, especialmente de orina cuyo volumen producido es aproximadamente de 10 a 12 m³ por semana. Por tanto el excedente de orina se regala con fines de demostrativos a agricultores de la región. Al mismo tiempo Sumaj Huasi está explorando nuevas vías para manejar grandes cantidades de orina.

La Fundación Sumaj Huasi ha llevado a cabo varios estudios para evaluar la composición y calidad de los fertilizantes EcoSan con el objetivo de venderlos en los mercados locales. Los resultados de estos estudios han mostrado que los fertilizantes provenientes de la excreta humana pueden ser utilizados de manera segura para el cultivo alimentos. En 2011 se comparó la composición de los nutrientes presentes en los fertilizantes EcoSan y los presentes en una gama de fertilizantes orgánicos usados comúnmente en la región (turba y estiércol de animales), evidenciando contenidos más altos de nutrientes en los fertilizantes EcoSan (véase la Tabla 1).

Tabla 1. Estudio comparativo del contenido de nutrientes en diferentes tipos de fertilizantes orgánicos (Fuente: Fundación Sumaj Huasi, 2012)

Nutriente	Fertilizantes proveniente de estiércol animal (g/kg)				Turba (g/kg)	Fertilizante EcoSan	
	Vaca	Oveja	Gallinas	Porcino		Vermicompost (g/kg)	Orina (g/lit)
Nitrógeno	2,09	0,95	3,07	1,50	2,70	1,20	4,60
Fósforo	0,59	0,35	0,45	1,26	-	9,80	3,03
Potasio	2,06	1,00	0,59	1,83	-	17,20	1,90
Calcio	1,47	-	1,30	1,07	1,00	35,10	0,03
Magnesio	0,53	-	0,37	0,48	0,50	12,60	0,03
Materia orgánica	60%	48%	37%	54%	-	74%	-

Durante los años 2011 y 2012, se abonaron siete hectáreas de cultivos de papas con diferentes combinaciones de fertilizantes EcoSan y usando estiércol de vaca como control. La parcela fue dividida en cuatro secciones iguales y en cada una se aplicó un tipo de fertilizante diferente. Cuando se cosecharon las papas en abril de 2012, se encontró que la aplicación de vermicompost y orina duplicó el rendimiento de los cultivos en comparación con el uso de estiércol de vaca. En general, los fertilizantes EcoSan mostraron mejores resultados (ver Tabla 2).

Tabla 2. Producción de papas según diferentes combinaciones de fertilizante EcoSan y estiércol de vaca. (Fuente: Fundación Sumaj Huasi 2012).

Fertilizante	Rendimiento alcanzado (kg/m ²)
Vermicompost + orina	46
Vermicompost	34
Estiércol de vaca + orina	29
Estiércol de vaca (control)	23

Esta evaluación de los fertilizantes EcoSan fue coordinada junto con la Asociación Agrícola Apa Inti y los habitantes de Villa Andrani (Distrito 9 de El Alto), quienes proporcionaron la tierra y participaron en el proceso de cultivo y cosecha. Los resultados positivos del estudio han contribuido a fortalecer la confianza en EcoSan y difundir información al respecto en la

región. En la actualidad hay demanda por baños secos con enfoque EcoSan en Villa Andrani, y los residentes están apoyando el desarrollo del nuevo centro de compostaje.



Fig. 10: Ensayos con fertilizantes EcoSan en hortalizas en el centro de compostaje (Kim Andersson, 2011)



Fig. 11: Comercialización de fertilizantes EcoSan (Andersson, 2011).

8 Otros componentes

Los aspectos expuestos a continuación han sido esenciales para lograr impacto positivo y llegar a la ampliación del proyecto EcoSan en El Alto, así como también para contribuir al marco nacional en materia de servicios de saneamiento sostenible.

Desarrollo de un marco político y técnico a nivel nacional

Al inicio del proyecto se estableció un Comité del Proyecto formado por la representación de la autoridad municipal, la subprefectura, las asociaciones locales y familias, la Fundación Sumaj Huasi, el Nodo de Conocimiento en Saneamiento Sostenible Descentralizado, al Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia, el Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, y Sida (NCSSD, 2010; Suntura, 2012). El Comité ha realizado seguimiento al desarrollo del proyecto y ha contribuido con las lecciones aprendidas a nivel nacional para apoyar al proyecto de El Alto. Como resultado, directrices nacionales en agua y saneamiento han sido desarrolladas, incluyendo temas de género en proyectos de saneamiento y especificaciones técnicas para el diseño de sanitarios ecológicos secos (ver Sección 13 para más información). Por otra parte, en 2012 el Ministerio de Medio Ambiente y Agua lanzó el Programa Nacional de Baños Ecológicos que tiene como objetivo

aumentar el número de baños ecológicos en el país y establecer un plan para unificar normas, reglamentos, financiación y la promoción del enfoque EcoSan (Silveti, 2012).

Nodo de Conocimiento en Saneamiento Sostenible Descentralizado de Bolivia (NSSD)

NSSD forma parte de una iniciativa global de Sida implementada por el Instituto Ambiental de Estocolmo (SEI), con el objetivo de apoyar a las organizaciones reconocidas para la creación de redes y fomento de capacidades en temas de saneamiento sostenible a nivel regional. Un nodo de conocimiento se estableció en el seno de la Asociación de Espacios Sectoriales de Saneamiento Básico y Vivienda (ADESBVI) en Bolivia. El Nodo de Conocimiento Boliviano ha contribuido con el desarrollo de la Guía Técnica Baños Ecológicos y la Guía de Implementación del Enfoque de Equidad de Género en los Proyectos de Saneamiento. El Nodo también ha proporcionado desarrollo de capacidades y conocimiento, y ha fomentado la comunicación entre los actores involucrados o relacionados con el saneamiento sostenible. Lo anterior ha sido realizado en el marco de varios proyectos demostrativos y de aprendizaje identificados en todo el país, como la experiencia de El Alto.

Gestión comunitaria de subproductos

En el contexto de una población periurbana como la del Distrito 7 en El Alto, la gestión comunitaria de heces y orina y su posterior transformación en fertilizantes, ha sido esencial para la aceptación de este sistema por las familias. Los centros de tratamiento o compostaje se encargan de proteger la salud pública mediante una adecuada higienización y manejo de los subproductos en una manera controlada. El servicio de recolección domiciliar de heces y orina ha sido gratuito para las familias hasta la fecha. Lo anterior se debe, primero a que la naturaleza piloto del proyecto en sus inicios no incluía un manejo colectivo de subproductos, y segundo, por la falta de un marco legal que permite a una organización no gubernamental como Sumaj Huasi la prestación de un servicio público. Por ello, Sumaj Huasi está trabajando en la elaboración de estrategias que hagan que el servicio de recolección sea económicamente sostenible y en influir en los actores políticos con competencia en esta área. Por ejemplo, se está diseñando un sistema tarifario de aprendizaje y demostración para ser implementado en un grupo de 70 viviendas donde se van a construir baños secos con desviación de orina.

Mercadeo social:

Esto se refiere a proporcionar evidencias concretas y basadas en la experiencia sobre el uso de fertilizantes en la agricultura a partir de excrementos humanos higienizados. Esto se ha hecho con base en estudios sobre participación de actores interesados, costos de producción y comercialización, producción agrícola y calidad microbiológica de los fertilizantes EcoSan. La difusión de los resultados y los avances del proyecto se han hecho a través de la radio y la televisión local, y por medio de ferias informativas y campañas educativas (Fundación Sumaj Huasi, 2012).

Desarrollo de capacidades de actores interesados

Los miembros de las familias han fortalecido su conocimiento sobre el enfoque EcoSan, sobre la relación higiene, saneamiento y salud, así como de aspectos relacionados con el funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones. La educación ha sido un componente central durante la introducción del proyecto, la construcción de los baños y en la puesta en funcionamiento de las unidades sanitarias. Las técnicas aplicadas incluyen talleres, aprender-haciendo durante la fase de construcción, y las visitas a los hogares. La recolección semanal de los subproductos provenientes de los baños secos también facilita una comunicación permanente entre los usuarios y la organización ejecutora.

Durante la fase de construcción de las instalaciones sanitarias se fortaleció el control social, el cual contó con la activa participación de las Juntas Vecinales de la ciudad de El Alto (Fejuve), los gobiernos locales y los representantes de los hogares participantes entre otras instituciones. El propósito de dicho control era asegurar el desarrollo transparente de las inversiones.

La interacción con el gobierno local ha sido positiva, aportando apoyo político, seguimiento e información local. El proyecto ha promovido el fortalecimiento institucional mediante el aumento de la capacidad de los gobiernos locales para implementar programas y proyectos similares. También se han producido guías para la capacitación de funcionarios y técnicos en temas relacionados (NCSSD, 2010).

9 Costes económicos

Inversión Inicial

Un total de 1,33 millones de euros, contribuidos por:

- 88% Sida
- 11% por las familias participantes
- 1% por la Fundación Sumaj Huasi

El desglose de los costes de inversión según componentes del proyecto se muestra a continuación:

- 48% para la construcción de las unidades sanitarias incluyendo los sanitarios secos con desviación de orina, orinal, ducha y el lavamanos
- 17% supervisión técnica y social
- 8% desarrollo comunitario
- 7% investigación y el mercadeo social
- 4% desarrollo de capacidades de micro empresas locales
- 4% desarrollo de un centro de transferencia de conocimiento
- 4% evaluación y auditorías
- 4% gastos administrativos
- 3% instalación de otras tecnologías
- 1% talleres y asistencia técnica

El coste de la construcción de cada unidad sanitaria fue de 713 euros, de los cuales Sida y la Fundación Sumaj Huasi aportaron 556 euros, y el resto las familias participantes representado en mano de obra y materiales de construcción (aproximadamente 22% del costo total). Las inversiones adicionales realizadas por los usuarios para la mejora y embellecimiento de las unidades sanitarias, no se incluyen en esta cifra. De manera general, cada unidad sanitaria sirve para 5 personas.

Gestión de los subproductos

Actualmente los servicios de recolección y tratamiento de los subproductos están a cargo de la Fundación Sumaj Huasi con el apoyo financiero de Sida. No obstante, se está diseñando la introducción de un esquema tarifario mensual a nivel piloto en el cual cada familia tendría que pagar alrededor de 10 a 20 bolivianos (1,17 a 2,33 euros) mensualmente. Esta tarifa cubriría los costos de recolección y transporte. Basados en la demanda de fertilizantes EcoSan explorado durante un estudio de mercado, se estimó que la venta de fertilizantes podría cubrir los costos asociados con el tratamiento.

10 Operación y mantenimiento

A nivel de los hogares

Las familias son responsables del uso apropiado y limpieza del baño, así como de sacar a la calle los contenedores con heces y orina los días dispuestos para su recolección. Después de cada defecación se añade aserrín a las heces, y un poco de agua tras orinar. El aserrín es fácil de adquirir localmente y su coste es de 5 bolivianos (0,58 euros) por una bolsa de 20 Kg, la cual debe durar alrededor de un mes. No obstante, al comienzo del proyecto el aserrín era más fácil de conseguir y de manera gratis para los usuarios. La limpieza del sanitario seco con desviación de orina y el orinal se realiza con un paño húmedo y un poco de detergente, evitando verter agua y productos químicos en los contenedores para heces y orina.

A nivel comunitario

La Fundación Sumaj Huasi se encarga de la recolección y tratamiento de los productos. Dos equipos con rutas determinadas hacen la recolección; una vez a la semana se recogen los recipientes con orina, y cada mes y medio los recipientes con heces. Sin embargo, Sumaj Huasi está considerando aumentar la frecuencia de recolección de heces a cada mes, pues en algunas familias se requiere y algunos contenedores se ponen muy pesados al mes y medio. A pesar de que los contenedores de almacenaje del material fecal en las viviendas tienen una capacidad de 100 litros, los equipos de recolección tratan de recolectarlos una vez su volumen supera los 50-60 litros.

En el centro de compostaje hay dos técnicos agrónomos encargados de las actividades relacionadas con el tratamiento de los subproductos y ensayos con los fertilizantes EcoSan en cultivos. Finalmente, hay un supervisor responsable de apoyar y coordinar las actividades relacionadas con la recolección y tratamiento.

11 Experiencia práctica y lecciones aprendidas

Ampliación del enfoque EcoSan en El Alto:

En este proceso se han considerado importantes las siguientes fuerzas impulsoras:

- Alto enfoque en la higienización de fertilizantes a partir de heces y orina para generar confianza entre los actores involucrados. Este trabajo está basado en investigación, mercadeo social e influencia en normatividad relacionada.

- Comunicación y difusión del enfoque EcoSan con el objetivo de generar un diálogo abierto sobre saneamiento como fuente de fertilizantes seguros para producir alimento localmente, ahorrar agua y adaptarse al cambio climático. En consecuencia, ha emergido la demanda por soluciones EcoSan.
- Participación del Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia y el Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico fue relevante. Los objetivos del proyecto fueron articulados con los objetivos nacionales de mejorar la calidad de vida y la seguridad alimentaria de la población.
- Transferencia de tecnología y procesos a las organizaciones gubernamentales y sociales, y la diseminación de aprendizajes obtenidos en el marco del proyecto.

Aceptación del enfoque EcoSan por las familias usuarias

Con base en el número de familias que entregan subproductos al servicio de recolección, y que participan en las actividades de monitoreo llevadas a cabo por la Fundación Sumaj Huasi, alrededor del 70 % del total de familias usuarias están utilizando los baños secos. Lecciones aprendidas relacionadas con esta situación son:

- Las familias usuarias ubicados en las zonas más pobladas han mostrado una mayor aceptación y demanda por la unidad sanitaria.
- La sostenibilidad del proyecto está altamente relacionada con la magnitud de la contribución para la construcción de la unidad sanitaria hecha por cada familia. Cuanto mayor es la contribución, mayor es la probabilidad de que la familia permanezca haciendo buen uso y mantenimiento del baño seco.
- Existe la necesidad de definir criterios y acuerdos para enmarcar la participación de las familias en el proyecto, y así reducir la aparición de situaciones que conducen al abandono de la unidad sanitaria. En el caso de El Alto, ser propietarios de la vivienda y residir permanente en ella, han sido identificados como criterios fundamentales de participación de una familia en el proyecto.

Aprendizajes en relación con los aspectos técnicos de la unidad sanitaria

- La proximidad de las viviendas limita el funcionamiento de baños secos con cámara con calentador solar (cámara con tapa metálica pintada de negro expuesta a la luz solar). En su lugar, baños secos con contenedores han demostrado mejores resultados ya que requieren menos espacio y menos inversión inicial.
- La instalación de los contenedores de orina de manera visible y accesible, mostró mejores resultados entre las familias usuarias. La ubicación de los contenedores de orina se cambió de una caja metálica ubicada debajo de la unidad sanitaria, a debajo del lavamanos. Este cambio ha facilitado a las familias la verificación diaria del nivel de orina y mayor comodidad en el manejo de los contenedores.
- Es recomendable integrar la ducha y el inodoro en la misma habitación, para evitar la sub-utilización de un cuarto solo con ducha en otros propósitos (por ejemplo, como espacio de almacenamiento). Este cambio también

representa reducción en costos de construcción (NCSSD, 2010).

- Es importante tener en cuenta las condiciones climáticas y sus impactos sobre materiales de construcción, durante las fases de planificación y elaboración de diseños técnicos. Al principio del proyecto los tanques de almacenamiento de agua se construyeron de ferrocemento. Sin embargo, éstos se agrietaron debido a cambios extremos de temperatura. En su lugar, fue necesario introducir tanques plásticos.

Viabilidad del enfoque EcoSan en el contexto de El Alto

- Baños ecológicos secos con desviación de orina con contenedor es una opción viable para aumentar la cobertura de saneamiento en las zonas peri - urbanas de la ciudad de El Alto.
- El compostaje de materia fecal con lombrices rojas californianas produce abono orgánico seguro que cumple con los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud para ser usado en la producción agrícola de alimentos.
- Análisis de laboratorio de alimentos producidos con fertilizantes EcoSan, muestran que éstos son seguros para el consumo humano.

El proyecto con enfoque de saneamiento ecológico en El Alto ha tenido éxito en cuanto al cierre de los ciclos de nutrientes y agua.

12 Evaluación de la sostenibilidad e impactos a largo plazo

Una evaluación básica (Tabla 1) ha sido realizada para indicar en cuáles de los cinco criterios de sostenibilidad (según la Visión de SuSanA, documento 1) este proyecto tiene sus fuerzas, y cuáles aspectos no fueron suficientemente abordados.

Tabla 1: Indicaciones cualitativas de un sistema sostenible. Una "X" en la columna respectiva muestra la evaluación de la sostenibilidad relativa del proyecto. "+" significa aspecto fuerte en este proyecto; "o" significa fuerza promedio en este aspecto, y "-" significa sin énfasis en este aspecto.

EcoSan en El Alto, Bolivia	Recolección y transporte			Tratamiento			Transporte y reuso		
	+	o	-	+	o	-	+	o	-
Criterio de sostenibilidad									
• Salud e higiene	X			X			X		
• Medio ambiente y recursos naturales	X			X			X		
• Tecnología y operación	X			X			X		
• Financiamiento y economía		X			X			X	
• Aspectos socio-culturales e institucionales		X		X			X		

Criterios de sostenibilidad del saneamiento:

Salud e higiene incluye el riesgo de exposición a patógenos y sustancias peligrosas, y el mejoramiento de medios de vida por la aplicación de cierto sistema de saneamiento.

Medio ambiente y recursos naturales implica los recursos requeridos en el proyecto, así como también el grado de reciclaje y reutilización practicado y sus efectos.

Tecnología y mantenimiento se refiere a la funcionalidad y facilidad de la construcción, operación y supervisión del sistema en su totalidad, así como también a la fortaleza y adaptabilidad a sistemas existentes.

Financiamiento y economía incluye la capacidad de las familias y comunidades de cubrir los costos de saneamiento y también el beneficio, por ejemplo, de fertilizantes y el impacto externo sobre la economía.

Aspectos socio-culturales e institucionales se refieren a la aceptación socio-cultural y apropiación del sistema, percepciones, aspectos de género y conformidad con marcos legales e institucionales.

Para más detalles sobre estos criterios ver www.susana.org: documento sobre la Visión de SuSanA "Towards more sustainable solutions" (www.susana.org)

13 Documentos disponibles

Lecturas relacionadas

Sustainable Sanitation Knowledge Node, SNV and Water for People (2011). *Financing and Social Marketing on ecological sanitation* (in Spanish) La Paz, Bolivia

EcoSanRes, 2011. *Sustainable Sanitation Knowledge Nodes in Latin America*. February (2011). [Factsheet]. Stockholm: EcoSanRes.

Available at: http://www.ecosanres.org/pdf_files/ESR-factsheet%2016-LatinAmericaNodes.pdf

Bolivian Ministry of Environment and Water (2010). *Guidelines for implementation of gender equity approach for projects in the basic sanitation sector in Bolivia*. First edition (in Spanish). La Paz, Bolivia

Bolivian Ministry of Environment and Water (2010). *Technical guidelines for Ecological Dry Toilets*. First edition (in Spanish). La Paz, Bolivia.

Nodo de Conocimiento en Saneamiento Sostenible Descentralizado (2010). *Tres experiencias: Saneamiento Ecológico Sostenible Descentralizado en Bolivia y Guía de Sistematización*. La Paz, Bolivia.

Available at: <http://www.dinesbvi-nssd-bolivia.net/biblioteca/Tres%20Experiencias%20Saneamiento%20Ecologico.pdf>

Referencias (documentos citados)

Andersson, K. (2011). *Report from Knowledge Node Visit, Bolivia, 12-13 November 2011*. [Internal report]. Stockholm: Stockholm Environment Institute.

Fundación Sumaj Huasi (2012). *Saneamiento Ecológico en áreas periurbanas de la ciudad de El Alto* (in Spanish). La

Paz, Bolivia. (paper presented to the congress of the Asociación de Ingeniería Sanitaria de Bolivia)

Garnica, J. (n.d.). *Evaluación del grado de fertilidad de los suelos de la localidad de Puna, José María Linares, Potosí*. Available at http://www.uatf.edu.bo/web_descargas/ARTICULONRO2.doc

Silveti, D. (2012). *Formal and informal institutions – Shaping the use of ecological sanitation*. Bachelor's degree thesis. Stockholms Universitet, Sweden.

Warpinski, J. L. (2006). *Evaluación de Proyectos de Saneamiento Ecológico en Bolivia*. [PowerPoint presentation, 37 slides]. Emory University, CDC, Fun Salud, Vice Ministry of Potable Water and Basic Sanitation, and Fundación Sumaj Huasi, financed by World Bank.

Videos

Primera cosecha de productos andinos en la comunidad de Villandraní (2012).

Available at: http://www.youtube.com/watch?v=UP8_t7sIhlo&feature=player_embedded

UDDT project in El Alto, Bolivia (project by ABONA) (2009). Available at: <http://www.youtube.com/watch?v=D6-pdoVHslk>

Microprograma (2012). Fundación Sumaj Huasi.

Available at: <http://www.youtube.com/watch?v=TmO339GwkTg&feature=youtu.be>

14 Instituciones, organizaciones y personas de contacto

Fundación Sumaj Huasi (planning and executing institution)

Juan Carlos Suntura, Project manager
Calle Landaeta Nro. 546, Esq. Pje Juan Pablo II
Tel./Fax (+591) (2) 2116098 / (+591) (2) 2493947
La Paz, Bolivia
www.sumaj.org
e-mail: contacto@sumaj.org

Stockholm Environment Institute (supporting institution)

Madeleine Fogde, Senior Project Manager
Kräftriket 2b, Stockholm, SE 106 9, Sweden
Tel. (+46) 8 674 70 70
www.sei-international.org
e-mail: madeleine.fogde@sei-international.org

Case study of SuSanA projects

EcoSan a gran escala en una zona periurbana
El Alto, Bolivia

SuSanA 2013

Autores: Juan Carlos Suntura (Fundación Sumaj Huasi, csuntura@sumaj.org) and Blanca Iris Sandoval (SEI intern, blancairisf@yahoo.com)

Revisión: Madeleine Fogde (SEI, madeleine.fogde@sei-international.org), Kim Andersson (SEI, kim.andersson@sei-international.org) y Elisabeth von Muench [elisabeth.muench@ostella.de]

Edición en inglés: Marion Davis (SEI-US, marion.davis@sei-us.org)

Traducción y edición en español: Patricia Villarrubia Gómez (pasante SEI, pattvvg1@hotmail.com)

© Alianza de saneamiento sostenible

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

Este documento está disponible en:
www.susana.or