



*Tendencias en el tratamiento
Integral de Aguas Residuales*

Congreso Internacional Ambiental Manizales

“Tendencias en el tratamiento integral de aguas residuales”

Manizales, septiembre 18 - 21 de 2017



Centro para la
Formación Cafetera
SENA Regional Caldas



Instituto de Estudios Ambientales IDEA
Sede Manizales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



Universidad[®]
Católica
de Manizales



Experiencias internacionales de reúso y aprovechamiento de los recursos en residuos con beneficios intersectoriales



Congreso Internacional Ambiental:
- Tendencias en el tratamiento integral de aguas

*Kim Andersson
Senior Expert*

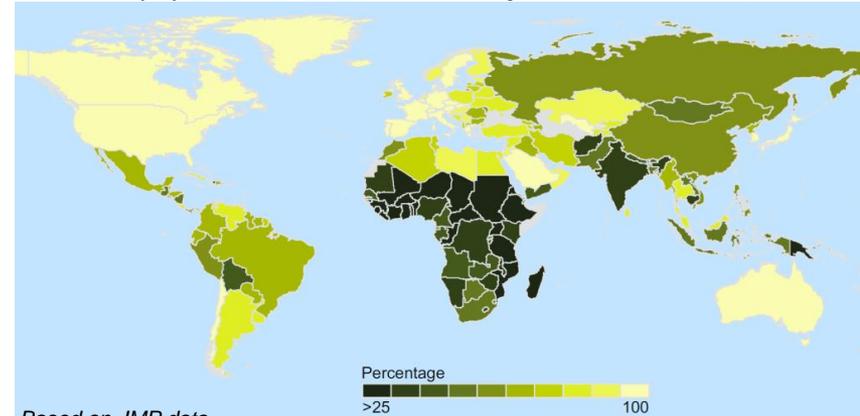
Manizales, Sep 18-21 de 2017

Stockholm Environment Institute - SEI

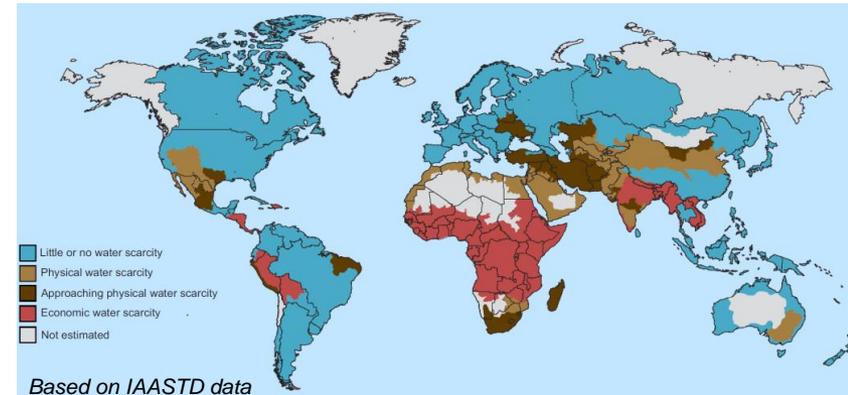
Presión creciente sobre los recursos naturales y el bienestar humano:

- La demanda mundial de agua aumentará un 55%, entre 2000 y 2050.
- El logro de la seguridad alimentaria en África subsahariana para 2025 requerirá un crecimiento agrícola superior al 3%. Sin embargo, el 85% de las tierras de cultivo tuvieron pérdidas netas de más de 30 kg de nutrientes / ha / año
- Los fertilizantes químicos disponibles económicamente se enfrentan a la escasez
- Se prevé que la demanda de energía primaria en África aumentará en un 400% entre 2010 y 2040
- Efectos del cambio climático, p. sequías e inundaciones

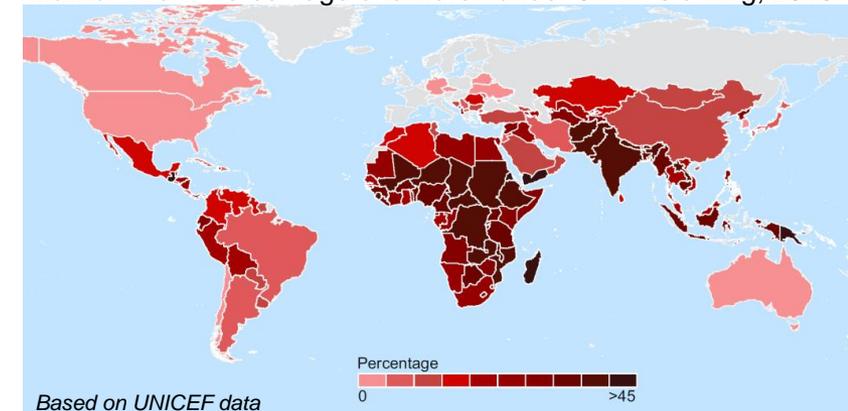
Share of population with **access to improved sanitation**, 2015



Water scarcity: Areas of physical and economic water scarcity, 2007



Malnutrition: Percentage of children under 5 with stunting, 2015



Minería de roca fosfática



El 75% de las limitadas reservas comerciales se encuentran en Marruecos / Sáhara Occidental.

Foto: Reuters / Zoubeir / Souissi

Scarcities affecting mineral plant nutrient production chains

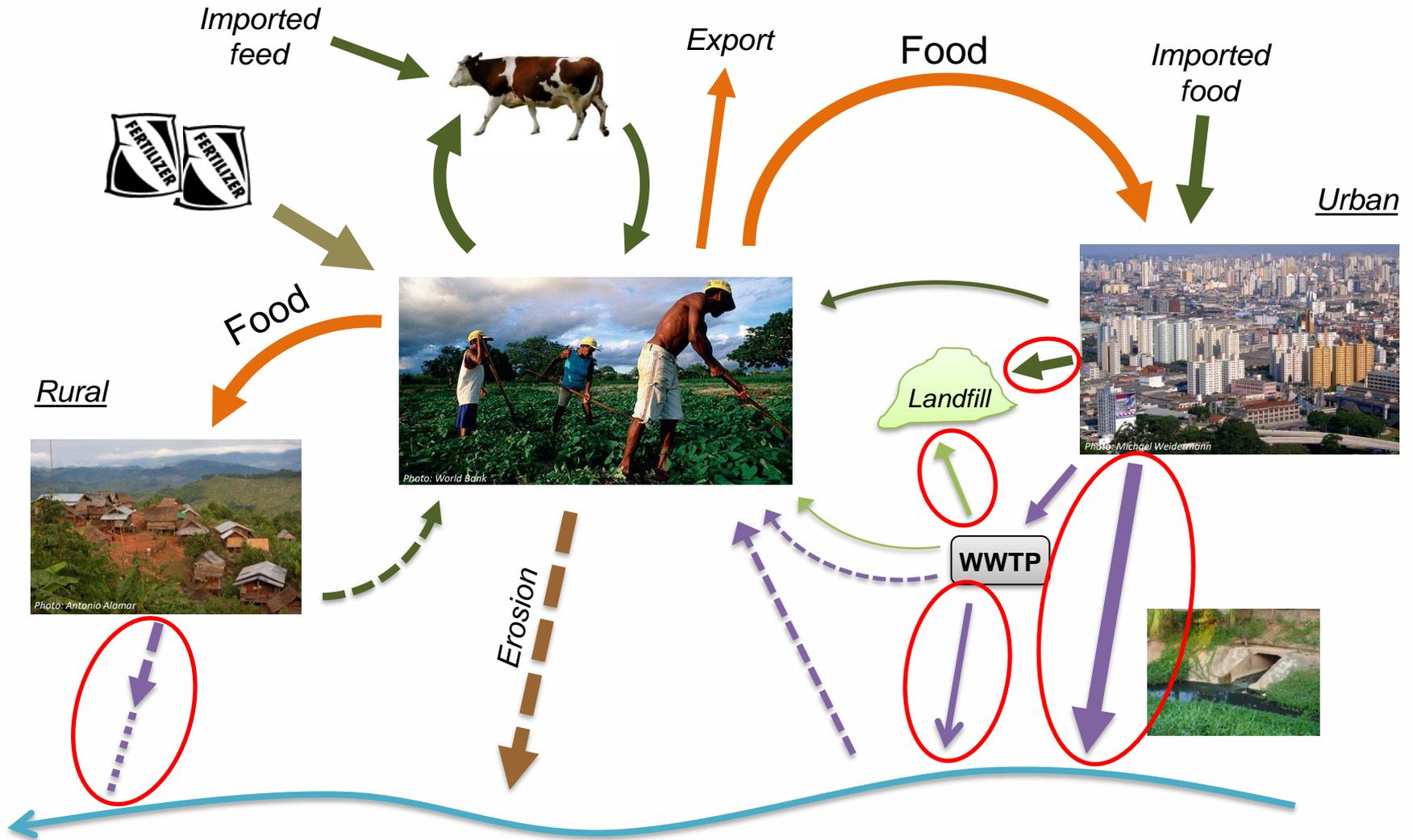
	Nitrogen	Phosphorus	Potassium	Sulphur
Economic reserve, yrs at present use	Natural gas 64 yrs	372 yrs	257 yrs	Sulphite <72 yrs
Reference	BP, 2012	USGS, 2012	USGS, 2012	USGS, 2012

Sweden: Sales of nitrogen are **17 times as large** as those of phosphorus

Globally: Sales of nitrogen are **6 times as large** as those of phosphorus

Källa: Jönsson (SLU), World Water Week 2012

Saneamiento y agricultura: Vínculos actuales

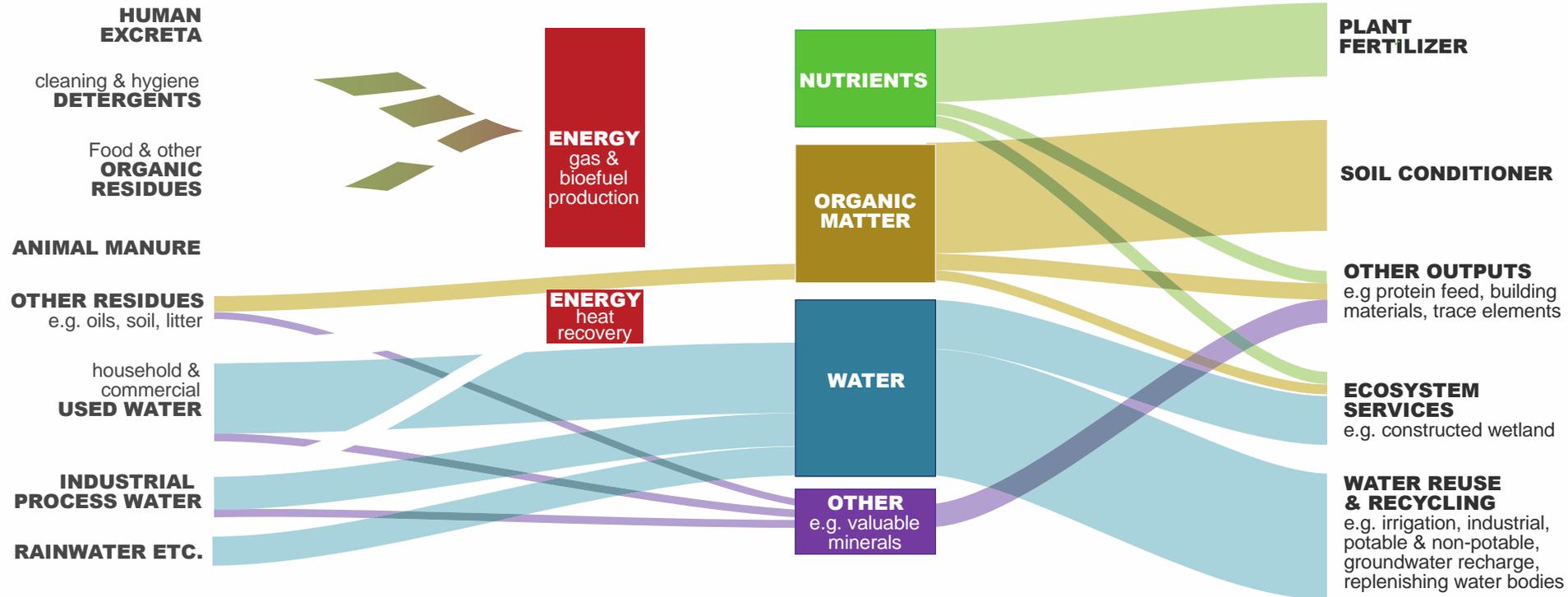


Los valores de residuos

WASTE FLOW

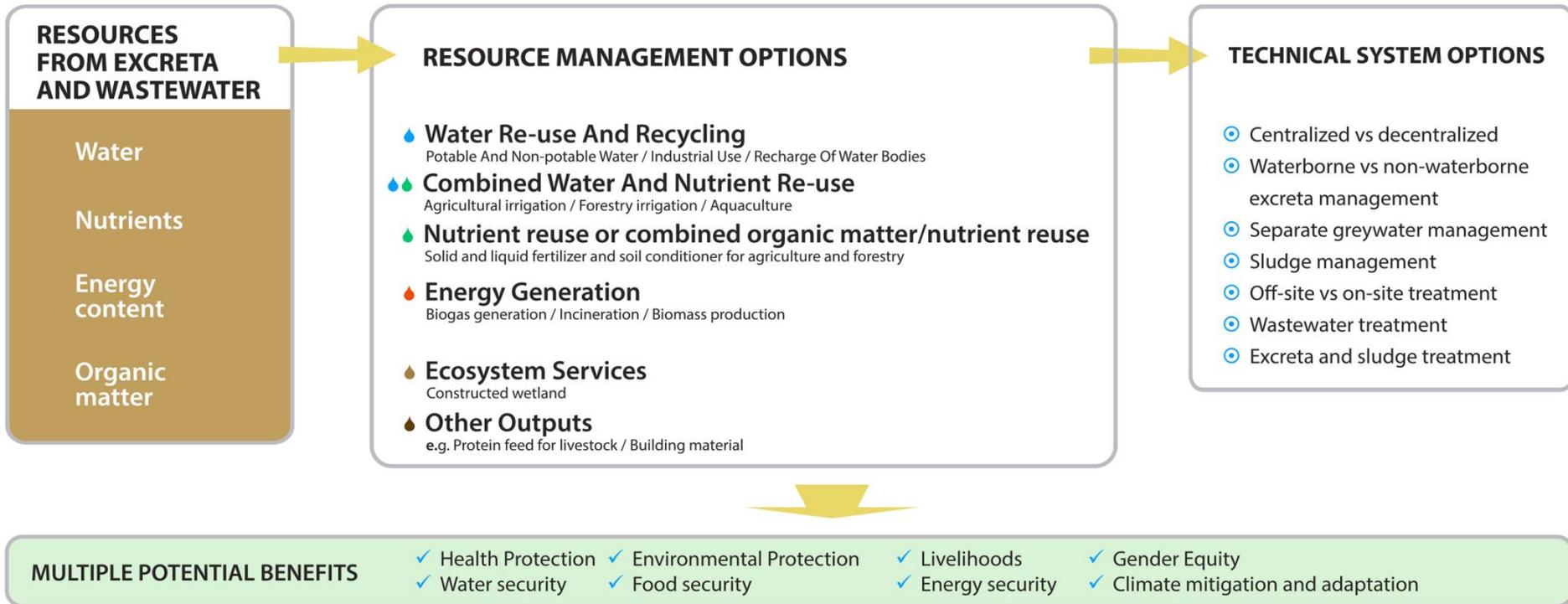
RECOVERABLE RESOURCE

REUSE



Source: Andersson et al. 2016

Planeación basada en manejo de recursos naturales



Source: Andersson et al. 2016

¿Excreta humana - desecho o recurso?



N = 3,7 kg
P = 0,5 kg
K ~ 1,6 kg
per person /
year



N = 3,7 kg
P = 0,5 kg
K ~ 1,6 kg
per person /
year

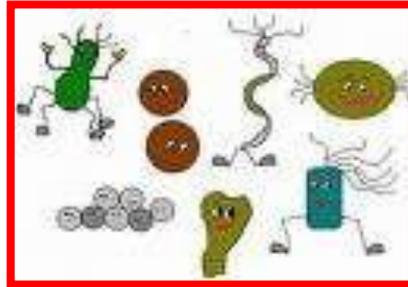


La doble naturaleza de las excretas humanas

Yearly
production/person

50 kg

500 l



RISKS =
Mostly in faeces

N P K

Trace elements

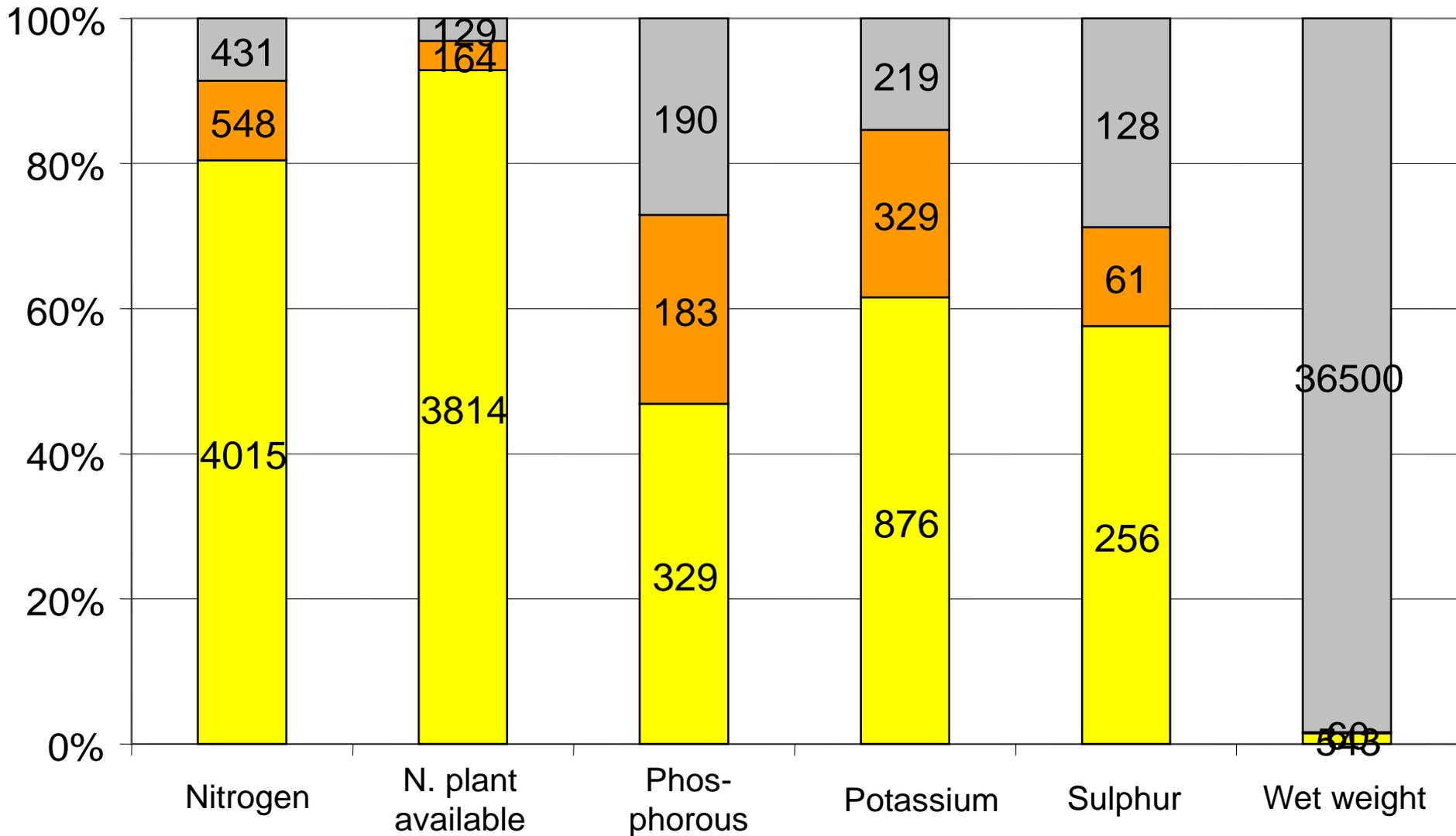
Organic matter

RESOURCES =
Mostly in urine

→ *Optimizar el impacto en la salud: ¡Elimine los riesgos con las heces!*

→ *Optimizar la reutilización: ¡Administre bien la orina!*

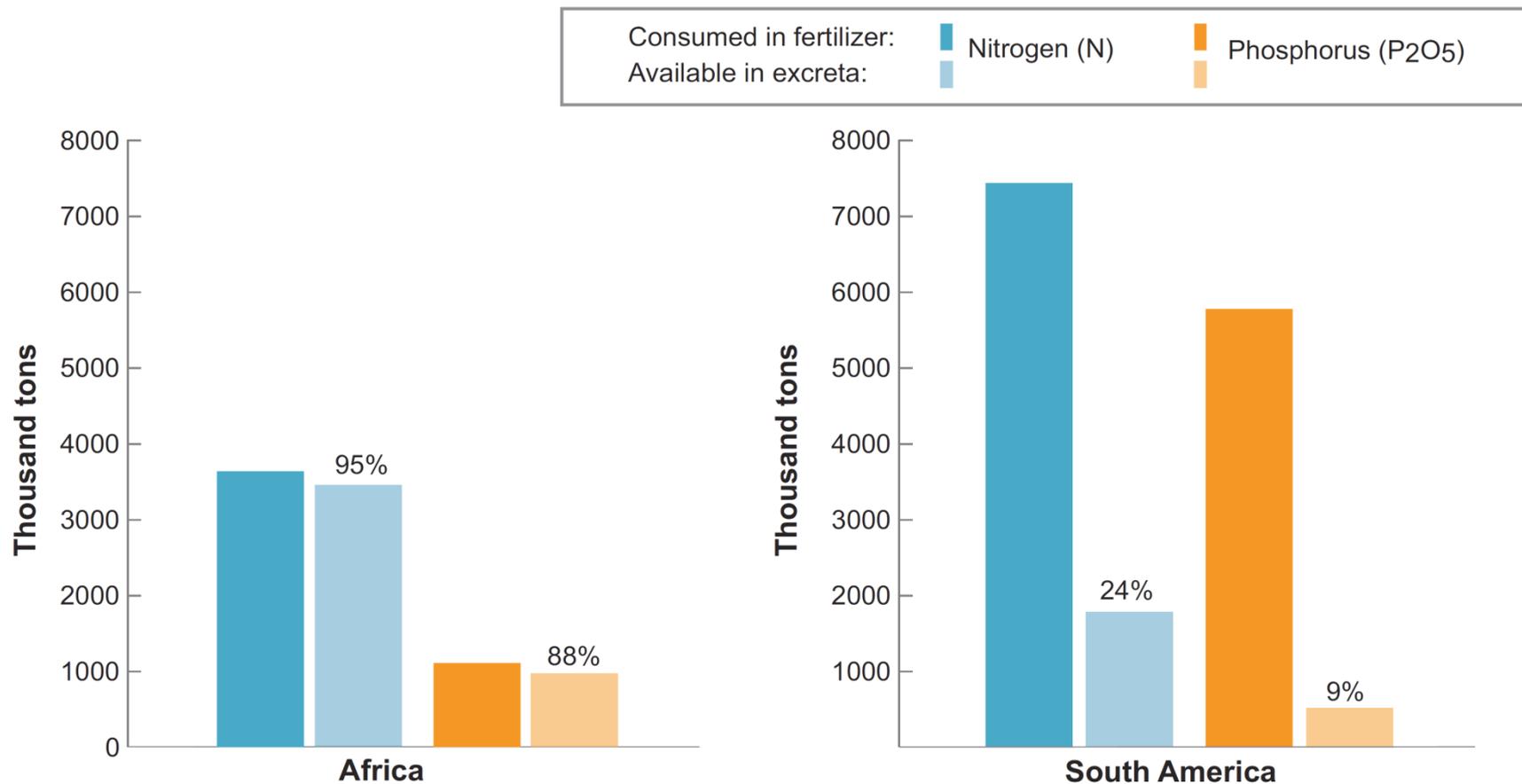
Nutrientes (gr/pers/año) y Flujos (kg/pers/año)



Orina
 Heces
 Aguas grises

P-free detergent -> 1/3 of P in greywater

Fertilizantes vs. Excreta humana (2012)



Based on data from:

Fertilizer consumption taken from FAO-STAT (2012).

N and P in human excreta derived from protein supply (FaoSTAT, 2011) using the method proposed by Jönsson et al. (2004).

Source: Andersson et al. 2016

Separación de orina

- Separación de orina de urinario
- Casas nuevas o remodeladas: instale el taza separadora de orina, para acucillarse o sentarse



Waterless urinal



Urine Diverting Dry Toilet



Urine Diverting Dry Toilet



Public waterless urinal



Urine Diverting Flush Toilet



Urine Diverting Flush Toilet

Recolección y tratamiento de orina



Jerry can (20L)



**Multi-household tank (2m³)
Emptied 2-3 times/year**



Closed storage during 30-45 days



Single-household tank (1m³)

Producción de Struvite



Source: www.eawag.ch



Source: M. Winker, 2010

Recolección y tratamiento de materia fecal

Composting



Collection and composting/dehydration



Dehydration

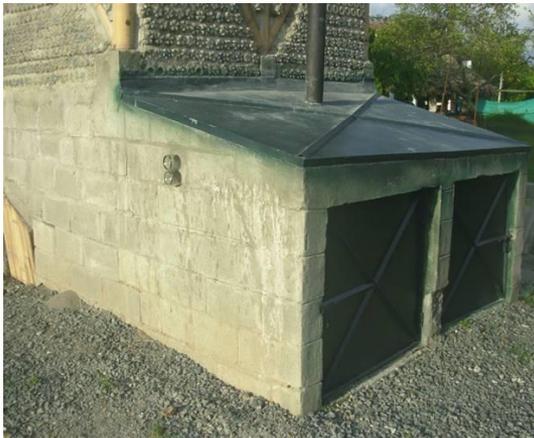


PHOTO: Jönsson, H. - SLU

Orina tratada y heces un fertilizante potencial y valioso

“Liquid fertilizer”



Application of treated urine in corn cultivation

“Soil conditioner”



Application of treated faeces in banana plantation

Impacto en la producción de alimentos



Organic matter + urine .

Organic matter

organic matter + urine .

Organic matter

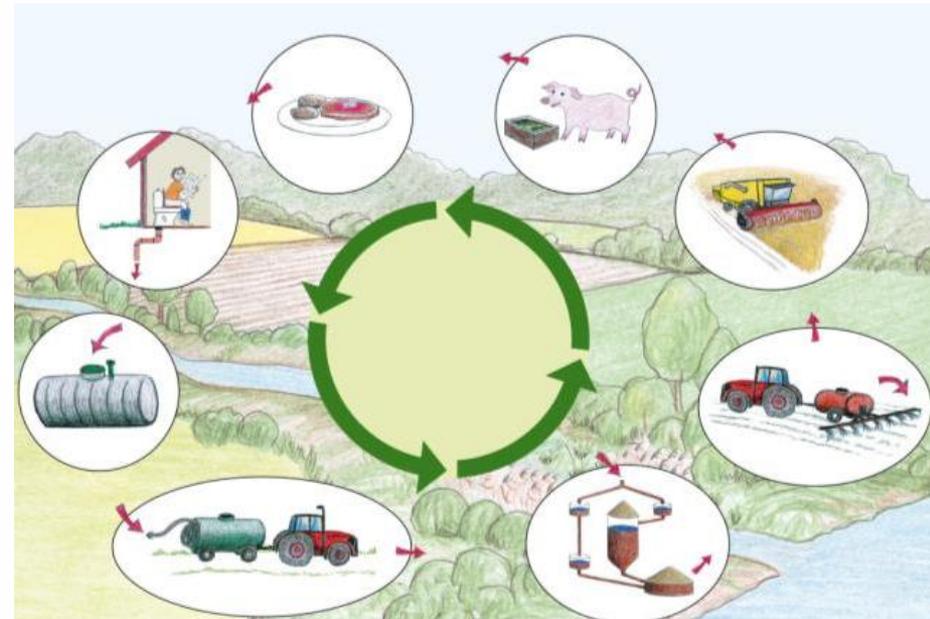
- 1 L de orina puede aprox. fertilizar 1 m² => 1 año prod. puede fertilizar alrededor de 400-500m²
- La producción anual de excretas por persona contiene N, P, K equivalente a lo que se encuentra en 150-200 kg de granos

Gestión descentralizada de aguas residuales en el municipio de Södertälje, Suecia

- 500 hogares con recolección de aguas negras en el sitio, tratados con compostaje húmedo en una planta descentralizada, operada por agricultor local
- El propósito principal es la reducción de la eutrofización de los lagos y aguas costeras, más rentable que la expansión del sistema centralizado de alcantarillado
- Se produce fertilizante líquido certificado que se puede diseminar utilizando equipo agrícola convencional.



- **Sanitarios con poca descarga**
- **Gestión local de aguas grises**
- **Compostaje húmedo y tratamiento con urea**
- **Reso en cultivo (40 ha.)**





Reúso de aguas residuales - parte de los ciclos naturales del agua

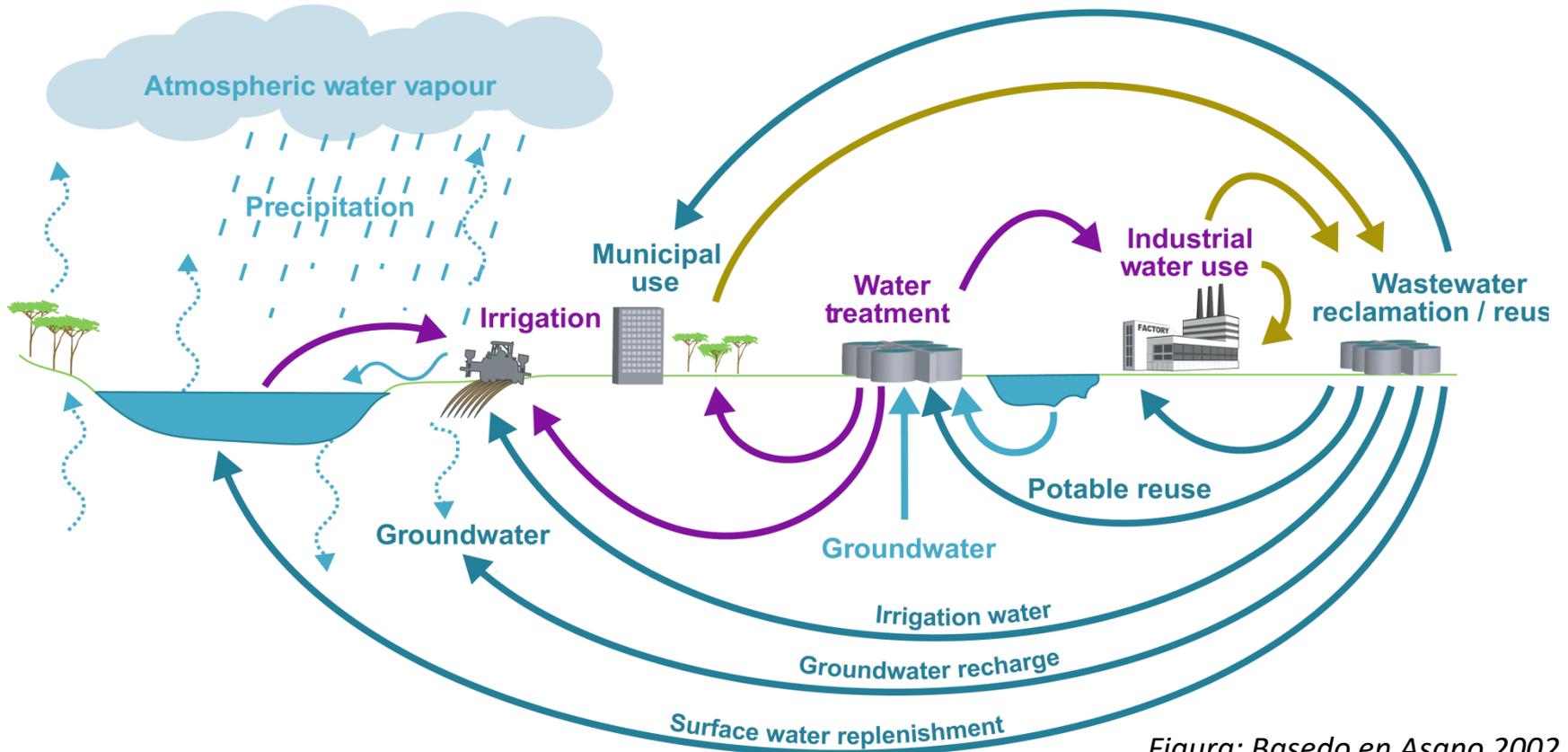


Figura: Basado en Asano 2002

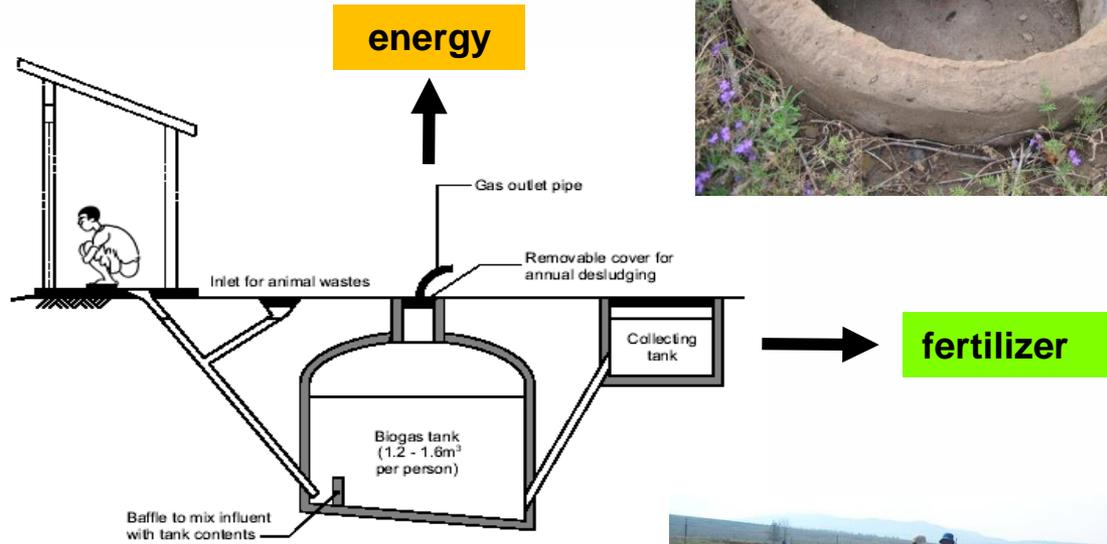


Generación de energía

Biomasa



Biogás



Retos reportados por iniciativas de recuperación de recursos

Health/environment:

- Potential problems with toxic chemicals (eg industrial sources), pathogens, excess salts
- End product focus – risks along sanitation chain sometimes neglected

Social

- Lack of environmental awareness/motivation for acceptance of alternative solutions and lack of training to ensure adequate use + O/M
- Dry sanitation can challenge perceptions – break with “flush and forget” paradigm
- Culturally rooted unease sometimes less than expected – more an issue on how to maintain risk-management

Institutional

- RR require strong governance and active public sector working across sectors
- Time and resources for adequate testing and follow up when implementing – need institutional instruments to promote change

Technical

- End products need to have high quality over time – require composition on incoming material. Also maintain supply.
- Innovation might require high skills among builders
- Pilots -> scale – demanding on quality control and logistics

Financial

- Cost benefit analysis can be crucial to provide support for higher initial investment that may be needed

Retos reportados por iniciativas de recuperación de recursos

Salud y medio ambiente:

- Problemas potenciales con productos químicos tóxicos (por ejemplo, fuentes industriales), patógenos, sales en exceso
- Enfoque final del producto - riesgos a lo largo de la cadena de saneamiento a veces descuidados

Social

- Falta de conciencia ambiental / motivación para la aceptación de soluciones alternativas y falta de entrenamiento para asegurar un uso adecuado + O / M
- El saneamiento en seco puede desafiar las percepciones - romper con el paradigma "descarga y olvida"
- El malestar culturalmente arraigado a veces menos de lo esperado - más un problema sobre cómo mantener la gestión de riesgos

Institucional

- RR requieren una sólida gobernanza y un sector público activo que trabaje en todos los sectores
- Tiempo y recursos para la realización de pruebas y seguimiento adecuados en la implementación - Necesidad de instrumentos institucionales para promover el cambio

Técnico

- Los productos finales necesitan tener alta calidad en el tiempo - requieren composición en el material entrante. También mantener la oferta.
- La innovación podría requerir altas habilidades entre los constructores
- Pilotos -> escala - exigentes en control de calidad y logística

Financiero

- El análisis costo-beneficio puede ser crucial para proporcionar apoyo a una mayor inversión inicial que pueda ser necesaria

¿Cómo lograr el cambio de paradigma?



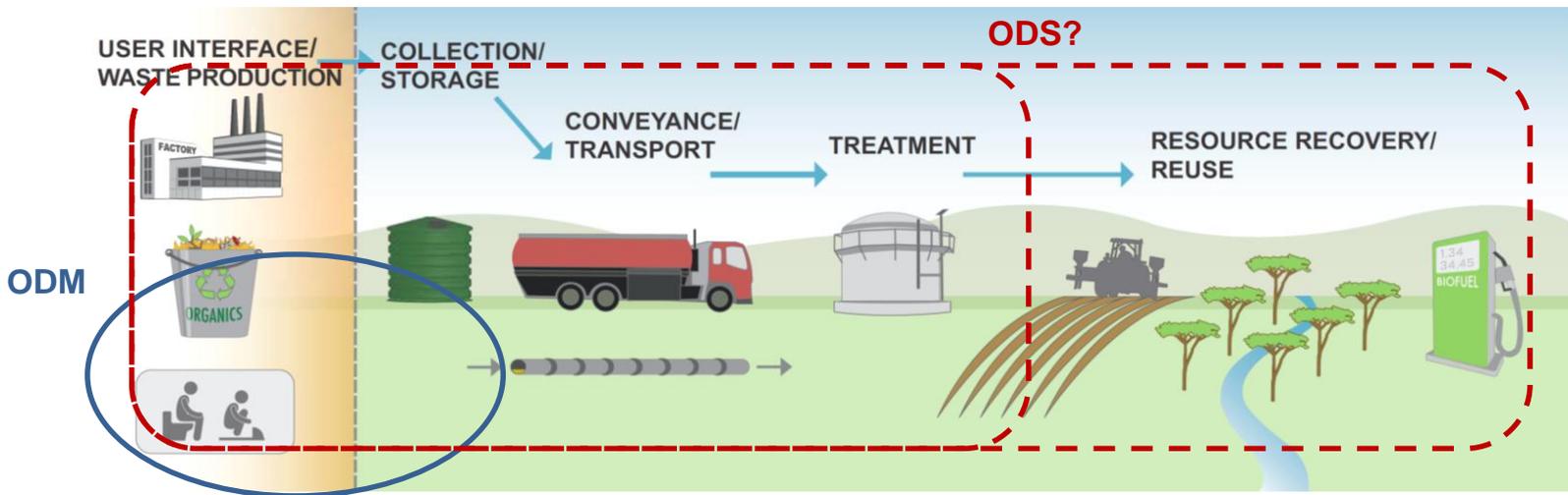
ODM a ODS

(Objetivos de Desarrollo de Milenio a Objetivos de Desarrollo Sostenible)

6. Agua limpia y saneamiento

6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, **reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial**

6.a De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de **captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización**



Contribuir a múltiples objetivos y objetivos de la Agenda 2030

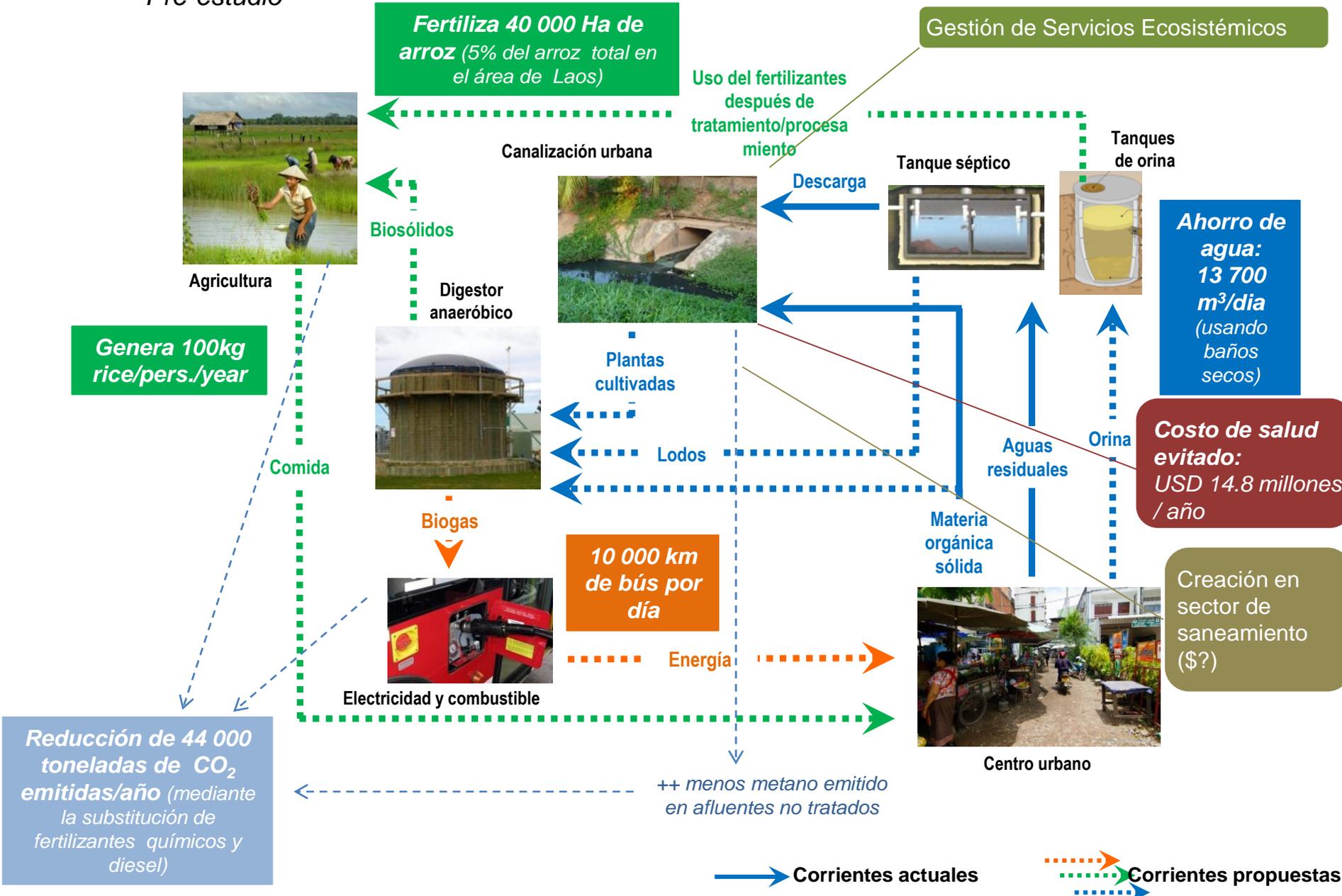
SAFE ACCESS TO
SANITATION
[SDG 6.2]

+ TREATMENT
AND REUSE
[SDG 6.3]

1. NO POVERTY	1.2 – poverty in all its dimensions		
	1.4 – access to basic services		
	1.5 – resilience, reduce vulnerability, extreme events		
2. ZERO HUNGER	2.1 – end hunger food sufficiency		
	2.2 – end malnutrition		
	2.3 – double smallholders' productivity & incomes		
3. GOOD HEALTH & WELL-BEING	3.2 – end preventable infant and under-5 deaths		
	3.3 – end epidemics combat water-related diseases		
	3.9 – reduce deaths & illnesses from pollution and contamination		
4. QUALITY EDUCATION	4.5 – eliminate gender disparities in education		
	4a – build & upgrade safe education facilities		
5. GENDER EQUALITY	5.1 – end discrimination against women & girls		
	5.2 – eliminate violence against women & girls in public space		
6. CLEAN WATER & SANITATION	6.2 – sanitation & hygiene for all		
	6.3 – reduce water pollution, increase recycling		
	6.4 – substantially reduce water scarcity		
	6.5 – water resources management, transboundary cooperation		
	6.6 – protect & restore water-related ecosystems		
	6a – international cooperation, support developing countries		
7. AFFORDABLE & CLEAN ENERGY	7.2 – increase share of renewable energy		
8. DECENT WORK & ECONOMIC GROWTH	8.4 – improve resource efficiency, decouple economic growth from environmental degradation		
9. INDUSTRY, INNOVATION & INFRASTRUCTURE	9.4 – upgrade industrial resource efficiency & clean technology		
11. SUSTAINABLE CITIES & COMMUNITIES	11.5 – reduce deaths & econ. losses from disasters		
	11.6 – reduce adverse environmental impact of cities		
	11.7 – safe public spaces		
12. SUSTAINABLE CONSUMPTION & PRODUCTION	12.2 – management & efficient use of resources		
	12.4 – chemicals and waste management		
	12.5 – reduce waste generation		
13. CLIMATE ACTION	13.1 – strengthen resilience to climate-related hazards & natural disasters		
14. LIFE BELOW WATER	14.1 – reduce marine pollution from land-based activities		
15. LIFE ON LAND	15.1 – conserve, restore & sustainably use terrestrial ecosystems		
	15.3 – restore degraded land and soils		

Mapeo de los potenciales beneficios de la producción (Vientiane 760 000inh.)

– Pre-estudio



Resource Value Mapping (REVAMP) Tool

Objetivos:

Herramienta para apoyar la gestión y recuperación integrada de los recursos de desecho, avanzar en servicios sostenibles de agua y saneamiento y abordar múltiples desafíos intersectoriales de desarrollo urbano

Usuarios de destino:

Responsables de la formulación de políticas y planificadores, administradores de agua, saneamiento y residuos, energía, agrícola, empresarios e inversores; profesionales del desarrollo, estudiantes e investigadores

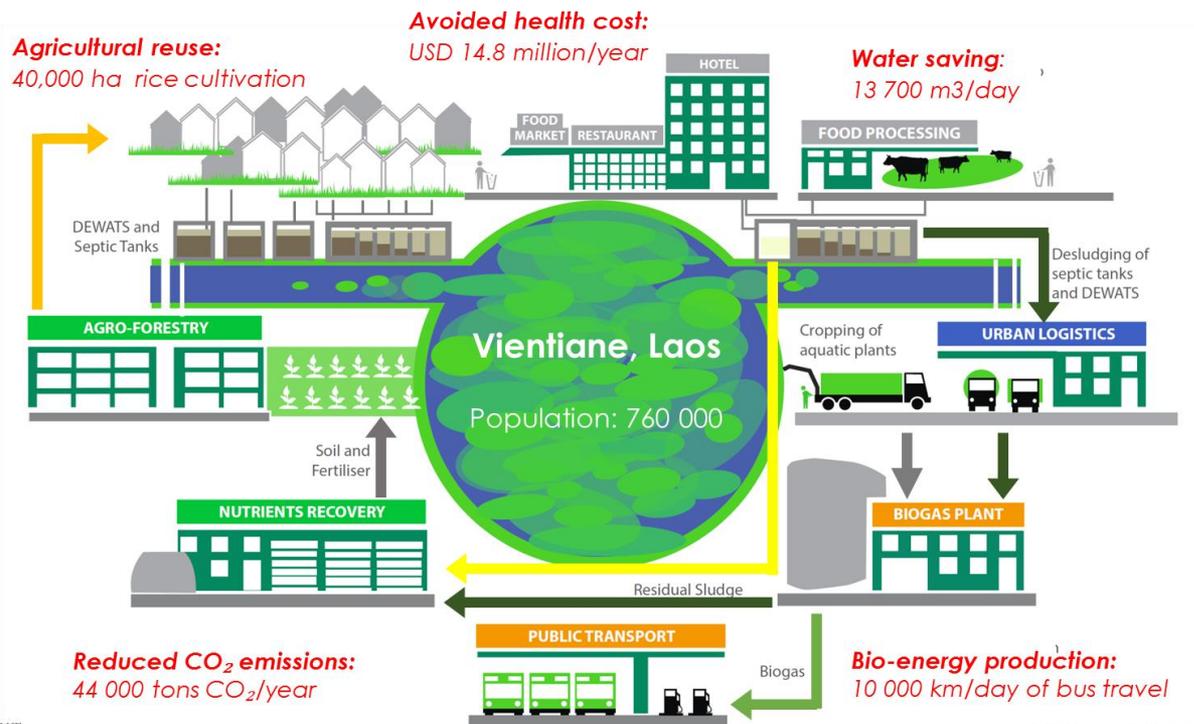
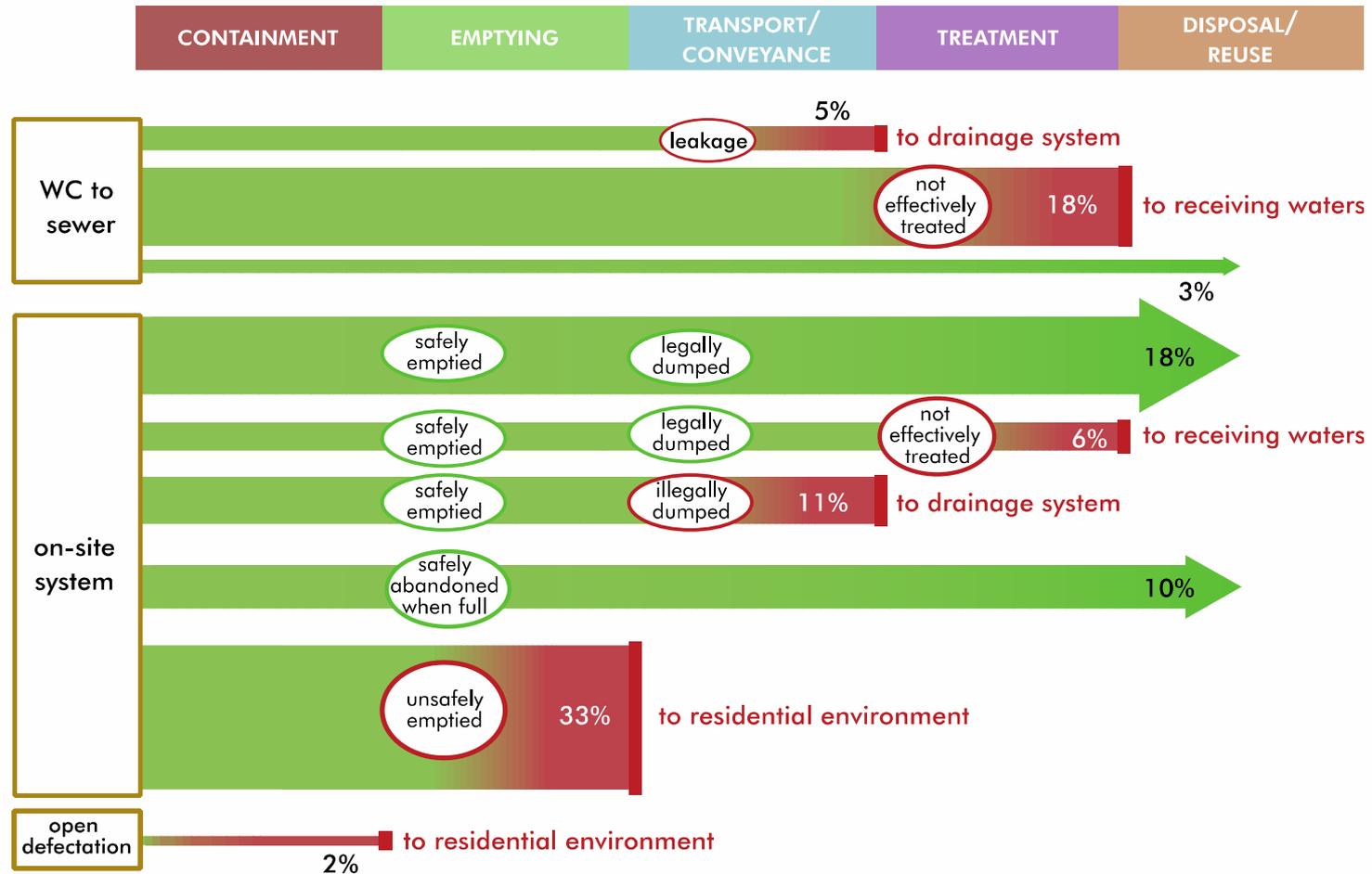


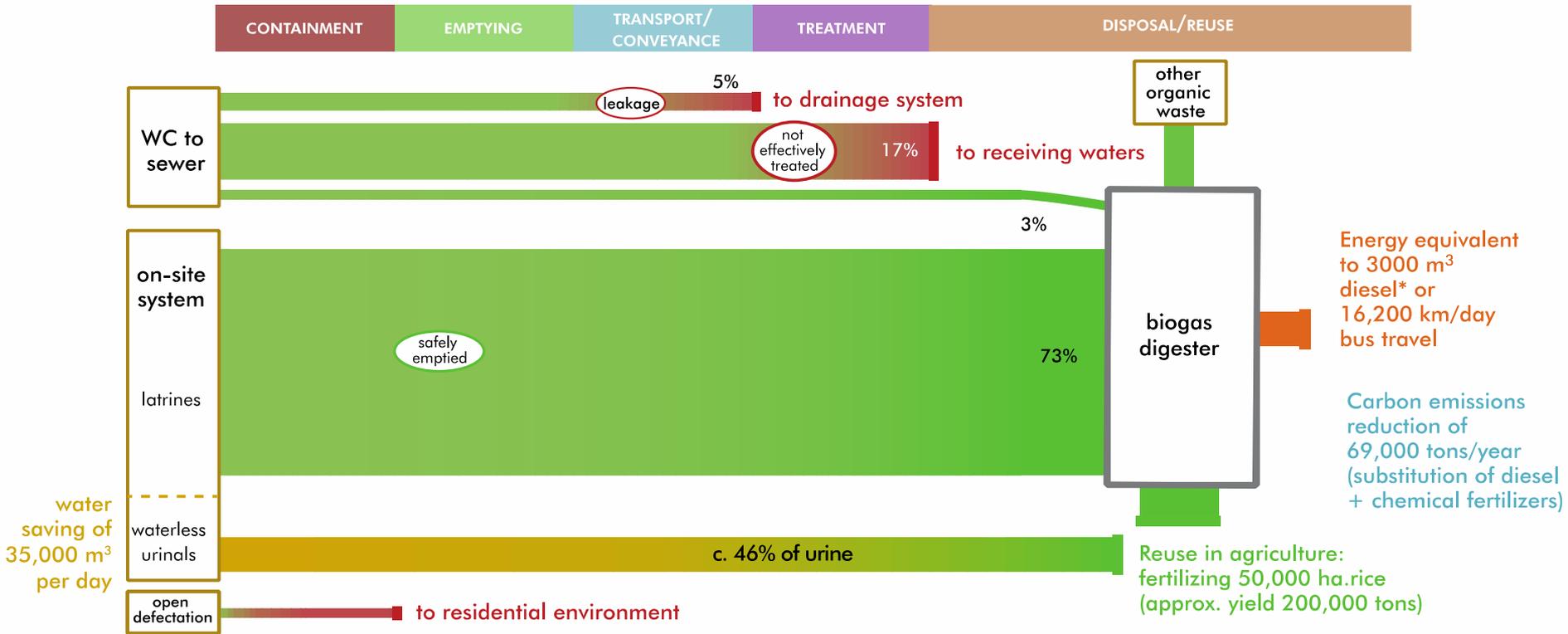
Diagrama de flujo de excreta de Senegal – estado actual



Based on WSP 2014

Source: Andersson et al. 2016

Potencial de recuperación de recursos en los flujos de desechos Dakar, Senegal



* Adjusted to compensate for increased diesel use in transportation.

Source: Andersson et al. 2016

REVAMP *Testing in Kampala*

An early version of the tool was trialed in the Ugandan capital, Kampala, in 2016.

1.5 million people; around 90% of households use on-site sanitation systems (mainly pit latrines and septic tanks); the rest 10% are connected to the sewer system.

Waste stream amounts in Kampala

	Scenario 1 Current daily collection	Scenario 2 Potential daily collection
Faecal sludge (m ³ /day)	390	900
Sewage sludge (tonnes/day)	66	282
Organic solid waste (tonnes/day)	700	2199



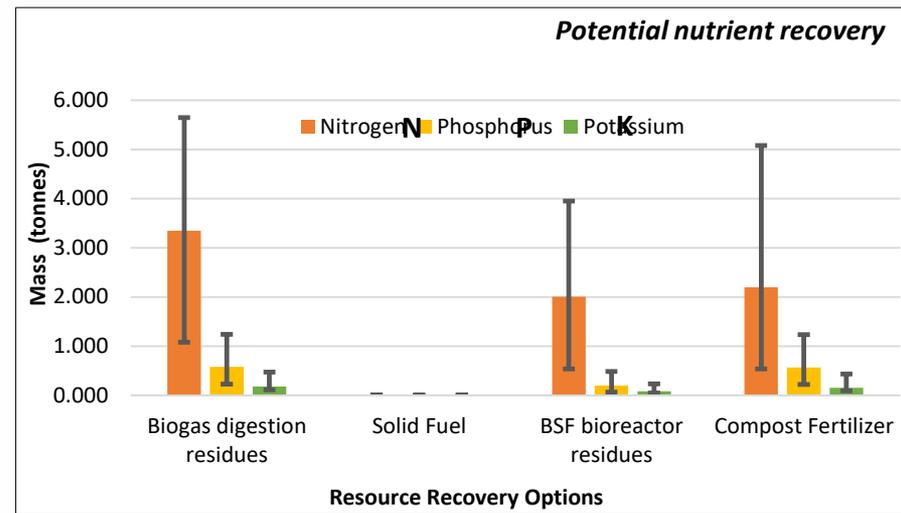
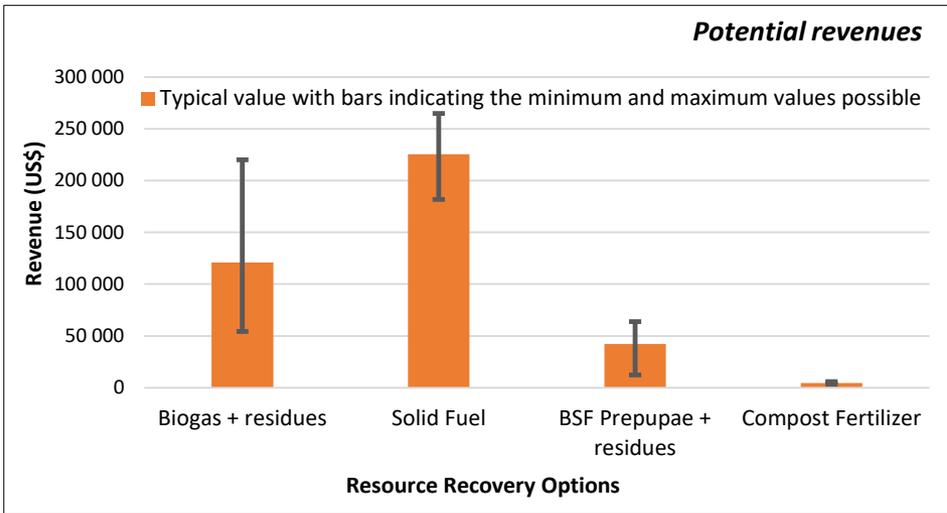
Photo: Nigerian Alliance for Clean Cookstoves.



Photo: Linda Strande/EAWAG

REVAMP

Testing in Kampala



Black Soldier Fly Larvae Photo: Dunstan Adongo



Photo: SOIL Haiti

REVAMP *Testing in Kampala*

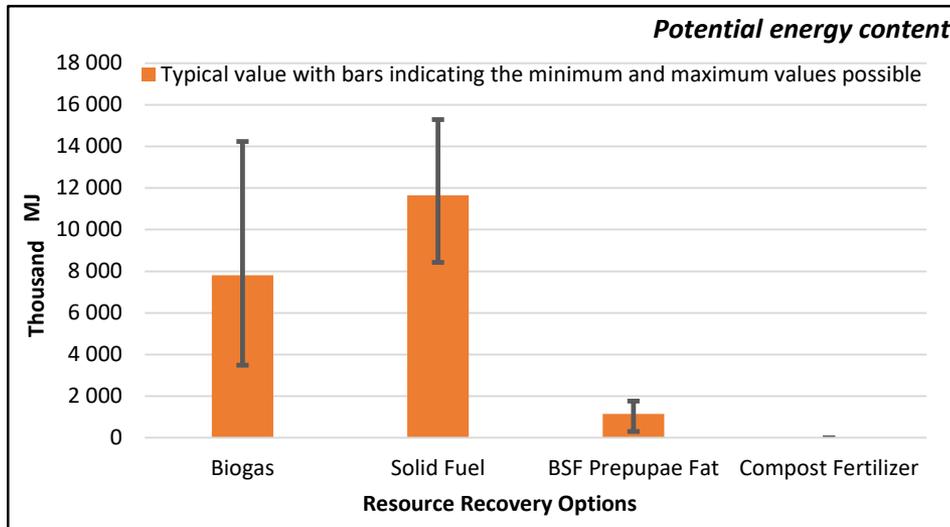


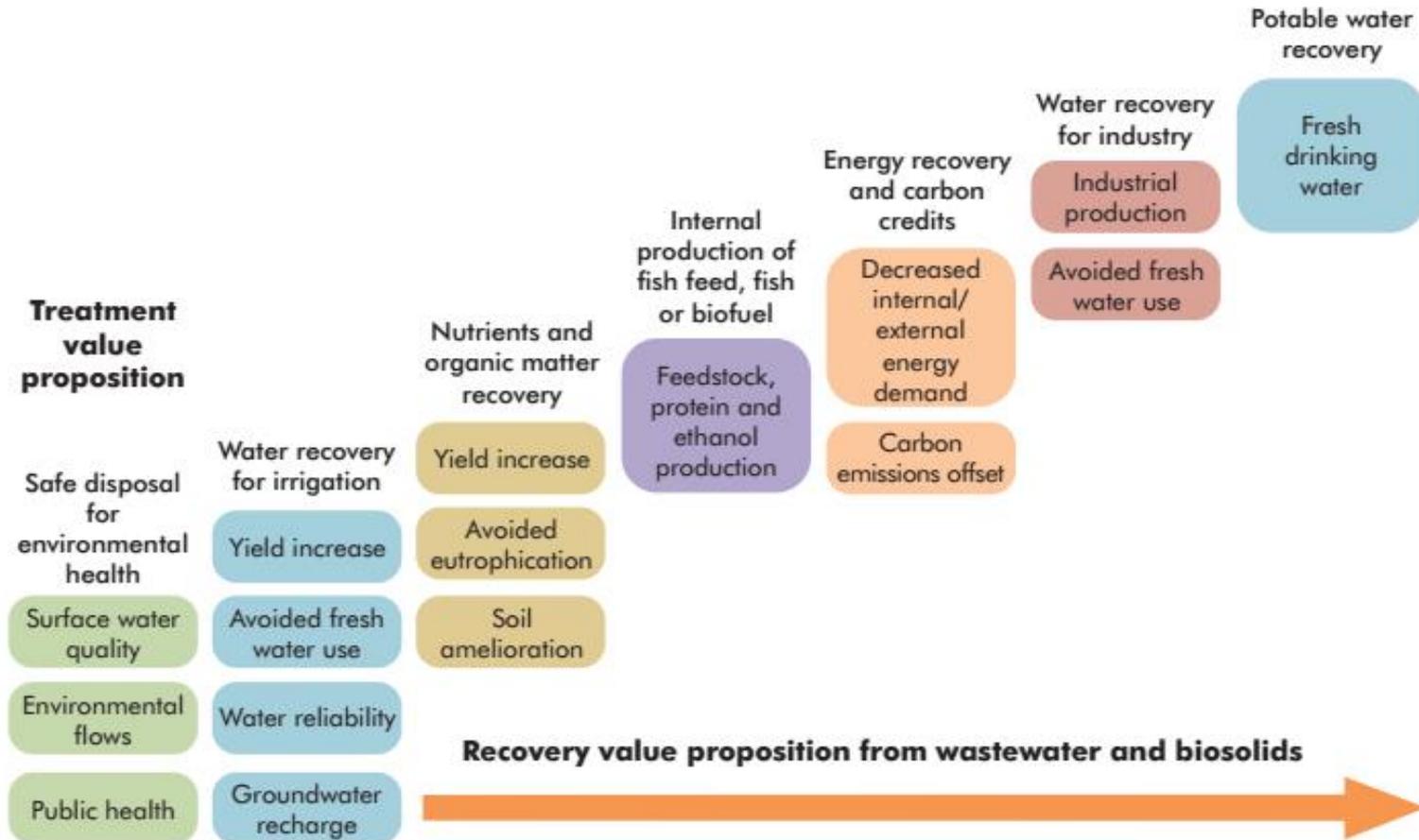
Photo: Karamoja Campaign/ACTED



Photo: Imanol Zabaleta/EAWAG

The potential production of solid combustion could meet the daily needs of 1,108,700 people currently met by firewood, alleviating some of the rapid forest loss.

Escalera de propuesta de valor creciente a las aguas residuales - aumentando las inversiones y el potencial de recuperación de costos



Source: Andersson et al 2016, based on Wicheln et al. 2015

Transformar a productos con mayor valor

Struvite (P)

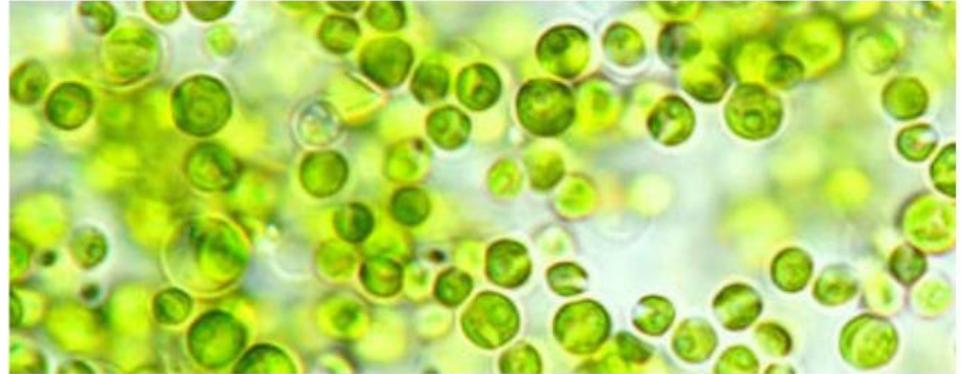


Combustible de pelets



Photo: Imanol Zabaleta/EAWAG

Producción de biomasa de algas



Chlorella Spirulina Algae cells at 400x magnification. (Photo taken from: <http://www.nudisa.com>)

La biomasa de algas podría utilizarse para:

1. Producción de metano
2. El compostaje
3. Producción de combustibles líquidos (por ejemplo, biodiesel)
4. Como alimento para animales o en acuicultura
5. Producción de productos químicos finos

Producción de proteínas de larvas a partir de desechos



Source: Gabler (2014)



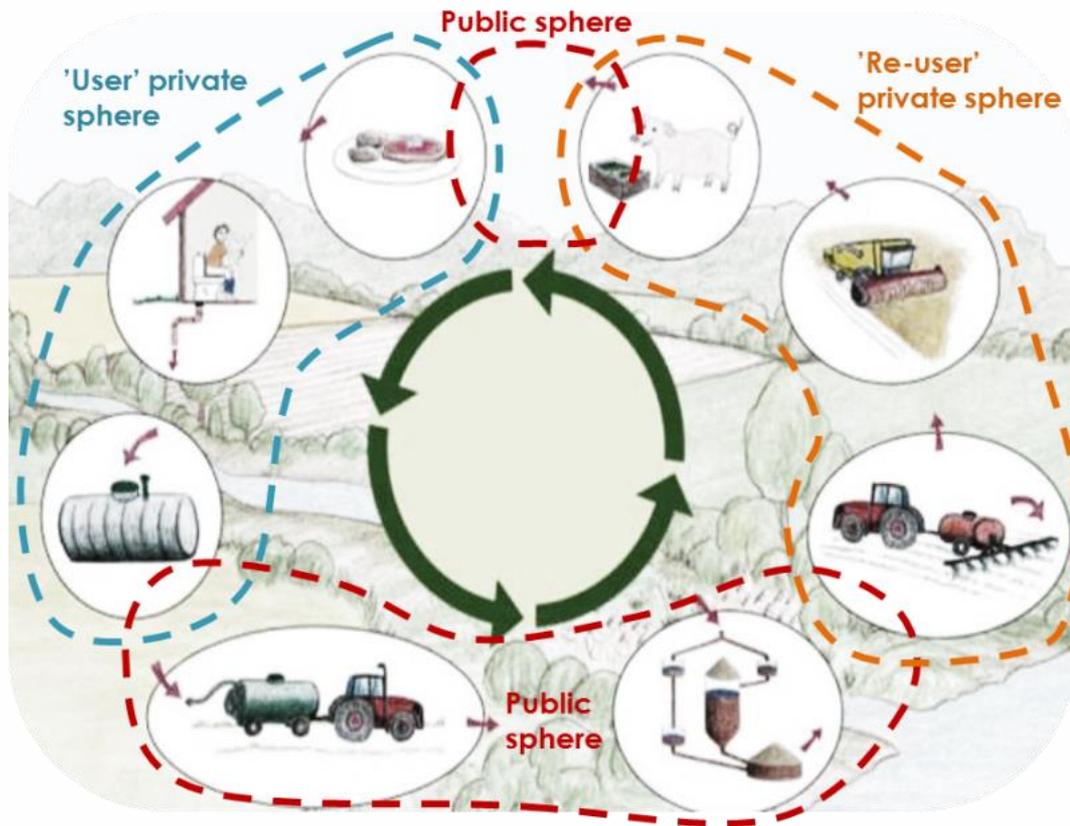
Black Soldier Fly



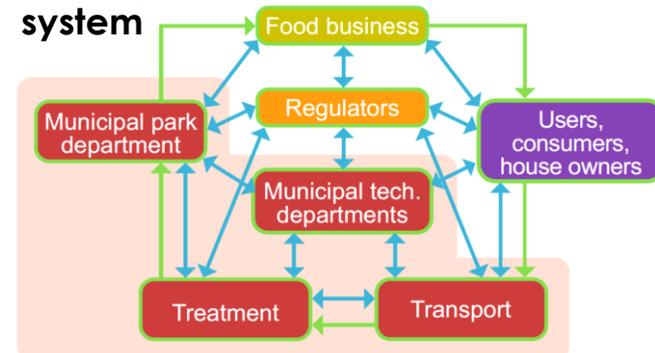
- Dry Mass Reduction 60-80%
- 1 kg DM prepupae per 10 kg waste
- Inactivation of bact pathogens (*Salmonella* spp.)
- Pre-pupae
 - 40% protein
 - 30% fat
- Self-harvesting
- High protein production
- Greatly reduced waste amount
- Inactivation of some critical bacterial pathogens
- Reduced need for land application of fertiliser



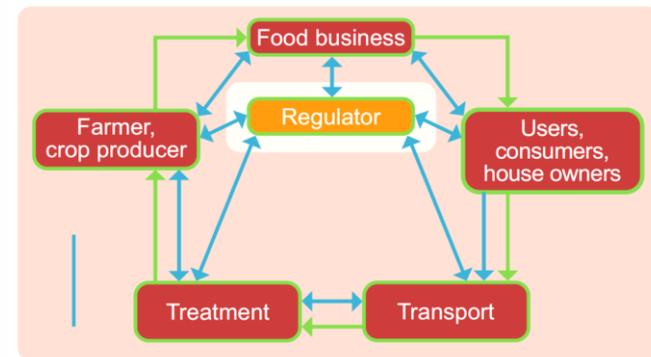
Creando aceptación y confianza entre los diversos actores en la cadena de valor de reúso



Municipal system



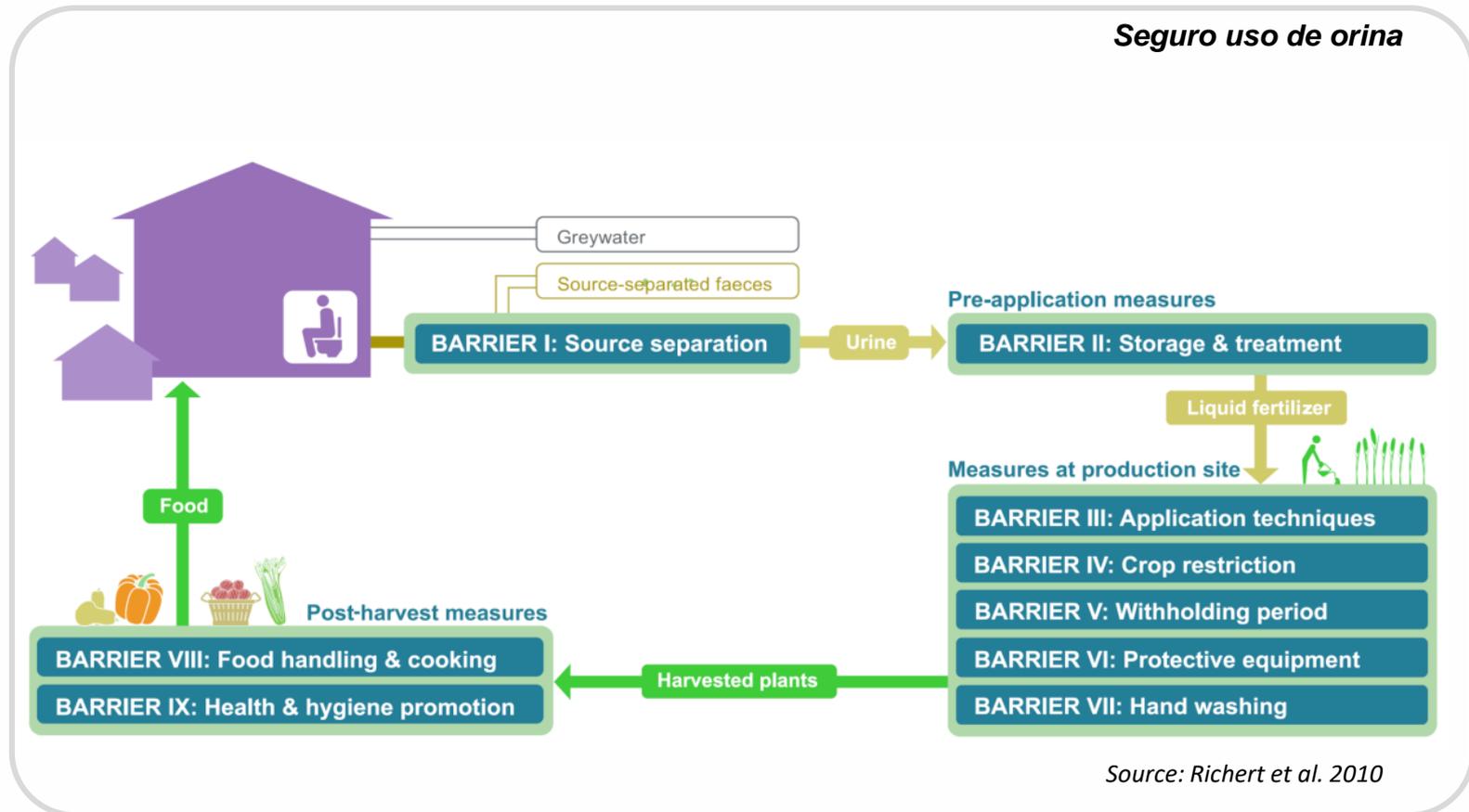
Rural system



Identificar las prioridades y destacar los beneficios para los actores intersectoriales

**¡Reúso
seguro!**

Reducción de patógenos - múltiples barreras



Source: Richert et al. 2010

**Reuso
seguro!**

Reducción de patógenos - múltiples barreras

Uso de heces, orina y aguas grises

Heces: 8-9 log reducción necesaria

Orina y agua gris (si está contaminada con heces): 4-5 log reduction

Sanitary barrier	Log reduction
Treatment/storage of excreta (urine / faeces) according to guidelines/directives	6
Grey water treatment	1-4
Incorporating urine or faeces into the soil at application	1
One month retention time between last application and harvest	4-6
Wash produce with water	1
Wash produce with disinfectant	2
Peel produce	2
Cook the produce	6-7

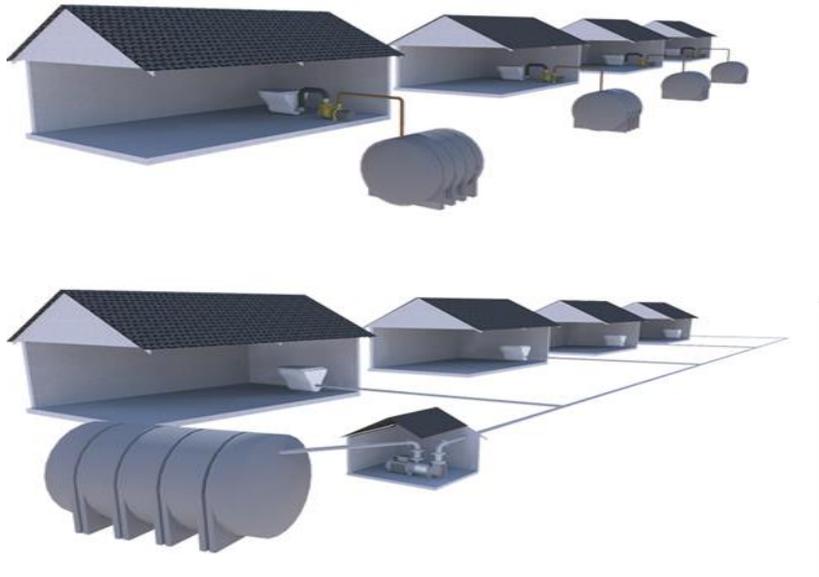
Marco legal en Suecia – el enfoque de reuso está aumentando

- **Código ambiental** – e.g. principio de precaución, los principios relativos a la gestión de los recursos y reuso, y uso BAT
- **Objetivos ambientales nacionales** - 40% P recuperación para la agricultura para 2018
- **Función y enfoque de rendimiento** - Las directrices de la EPA para el saneamiento in situ se centran en la función y el rendimiento para lograr la salud y la protección del medio ambiente y no la tecnología per se
Guías de reuso de la EPA Sueca (2008) para sistemas in situ
- **Normas de certificación**
 - *Norma para lodos de depuradora REVAQ introdujo 2008*
 - *Estándar para productos de saneamiento separados de origen introducidos en 2013 (SP 178)*
- **Llegando:** Uso del principio de "quien contamina paga" para imponer a los hogares con sistemas in situ menos eficientes para inducir el desarrollo hacia tecnologías de circuito cerrado

Generando servicios y negocios en el manejo de saneamiento y aguas residuales



Photo: Linda Strande/EAWAG



Proyecto periurbano en El Alto, Bolivia

Principales características del proyecto:

- 1200 hogares
- Recogida centralizada y tratamiento
- Ensayos de campo a gran escala
- Refinamiento de productos fertilizantes



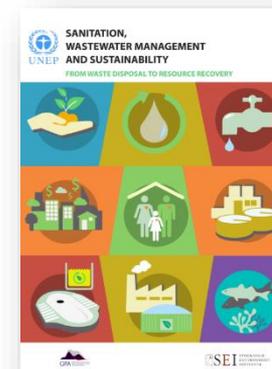






Se duplicó la cosecha de papas con la aplicación de excrementos humanos tratados, en comparación con la aplicación regular de estiércol (de 23 a 46 kg / 4m²)

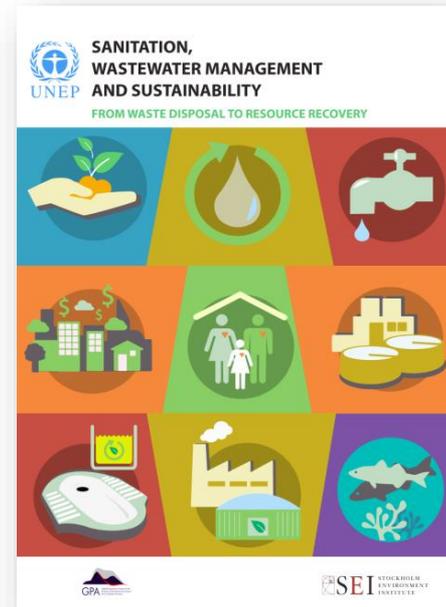
EJEMPLOS DE RECUPERACIÓN DE RECURSOS GLOBALES



SEI Initiative on Sustainable Sanitation (SISS)



Gracias!!



For download:

www.sei-international.org/publications?pid=2997