

# El Desarrollo de Capacidades Individuales en el Uso Seguro de las Aguas Residuales en la Agricultura en Bolivia (Borrador)



VICEMINISTERIO DE RECURSOS HÍDRICOS Y RIEGO  
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA  
Octubre del 2011  
[luis.marka@riegobolivia.org](mailto:luis.marka@riegobolivia.org)

## Contenido

Contenido .....	1
1. Introducción .....	2
2. La situación de las aguas residuales y las tendencias ..	2
2.1. Producción de aguas residuales .....	5
2.4. Uso de aguas residuales .....	5
3. Aspectos de política y estrategia nacional .....	6
3.1. Política .....	6
3.2. Planificación de riego con aguas residuales .....	8
4. Roles organizacionales y responsabilidades .....	10
4.1. Organizaciones nacionales .....	11
4.2. Regional disponga (local) .....	12
4.3. Otras organizaciones .....	12
5. Las competencias en el uso seguro de las aguas residuales en riego	13
5.1. Evaluación de riesgo para la salud .....	13
5.2. Medidas de protección de la salud .....	13
5.4. Aspectos socioculturales .....	14
5.5. Aspectos de la producción de cultivos .....	15
5.6. Aspectos medioambientales .....	15
5.7. Consideraciones económicas y financieras .....	16
5.8. Aspectos de política .....	16
3.3. Investigación supervisión de programas .....	17

## 1. Introducción

Bolivia a través de la Dirección General de Riego del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego ha sido invitada a presentar sus necesidades en el desarrollo de capacidades al Programa Conjunto FAO/UNW-DPC/UNU-INWEH. El trabajo inicialmente partió en una identificación y valoración de necesidades en aquellas organizaciones e instituciones que tienen competencias en el uso de aguas residuales para riego.

En Bolivia el uso de aguas residuales para riego es una realidad, por tal razón, en el marco de acciones con agencias de la Cooperación Alemana, se ha constituido una plataforma técnica denominada Comisión Mixta bajo el liderazgo del Ministerio de Medio Ambiente y Agua. El objetivo de esta iniciativa es la de encarar un proceso de intercambio de conocimientos orientados hacia la definición de criterios para el desarrollo del uso de aguas residuales en el país.

Como primeros resultados del trabajo de la comisión, durante las gestiones 2010 y 2011 se ha iniciado un inventario – diagnóstico a nivel nacional en 131 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, zonas donde se utiliza el agua tratada y no tratada con fines agrícola productivos. Esta iniciativa ha mostrado la problemática compleja que representa el uso de aguas residuales, la salud y el medio ambiente.

De manera simultánea el desarrollo de acciones de la comisión y la convocatoria a las instituciones competentes en la temática para su participación en la comisión, ha mostrado que en Bolivia se está generando acciones y procesos en diferentes ámbitos y niveles, además de manera aislada, resultando en: 1) una menor eficiencia en la utilización de recursos; y 2) en el desconocimiento de las capacidades existentes para ser consideradas.

El presente documento además de presentar una valoración del personal de instituciones que vienen desarrollando la temática, también presenta el estado presente de la situación del uso de aguas residuales para agricultura en Bolivia.

## 2. La situación de las aguas residuales y las tendencias

De acuerdo con estudios realizados por expertos en la temática, del 100 por ciento de las aguas servidas que se generan en Bolivia, el 40 por ciento recibe tratamiento en 15 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) identificadas. Si bien estas aguas son tratadas en las PTAR, no son aptas para el consumo humano y eventualmente son utilizadas para riego sin tomar en cuenta los riesgos que implica tanto para los usuarios del agua como para los consumidores de productos provenientes de aquellos sistemas de producción.

Bolivia está conformada por nueve departamentos, las plantas más grandes se encuentran en los departamentos de Beni, Santa Cruz, La Paz, Cochabamba, Chuquisaca, Tarija y Oruro. Con excepción de la PTAR en Sucre capital del departamento de Chuquisaca, cuenta con una tecnología de tanques, las demás PTAR están conformadas por lagunas de estabilización.

La ciudad de La Paz, la principal metrópoli y sede de Gobierno, no cuenta con una PTAR. La sede de gobierno tiene un sistema de canalización que no garantiza la descontaminación. La ausencia de una planta de tratamiento en La Paz se debe principalmente a la falta de espacio físico.

De las 15 plantas de tratamiento de aguas residuales que hay en Bolivia, 11 son grandes:

- Puchukollo (El Alto, La Paz);
- Trinidad (Beni);
- Alba Rancho (Cochabamba);
- Oruro;
- Sucre;
- Monteagudo y Hebrón (Chuquisaca);
- Villamontes y Tarija (Tarija); y
- Montero y Santa Cruz (Santa Cruz).

La extensión de las plantas depende de la temperatura del agua. En Bolivia se tiene temperaturas de agua en un rango de 10 °C hasta 20 °C al año. Algunas de estas plantas presentan problemas de sobrecarga.

Por iniciativa de la Comisión Mixta resultado de una visita a México, en mayo del 2010 se ha iniciado un relevamiento de información en 130 centros urbanos a nivel nacional, en las cuales existe evidencia de re uso con fines agrícolas. Los resultados preliminares permiten concluir que el 60 % de los centros urbanos cuentan con PTAR en su mayoría compuestos por lagunas de estabilización, de los cuales el 12% presenta una efectividad en su tratamiento mayor al 50%.

Las tecnologías de tratamiento son en la mayoría de las lagunas de estabilización. En las partes sin alcantarillado, las aguas servidas son tratadas en tanques sépticos o son echados al medio ambiente (quebradas, ríos etc.) sin ningún tratamiento.

Los sistemas existentes, están en la mayoría lamentablemente sobrecargados y por esto responden a un funcionamiento inadecuado, por la operación y el mantenimiento insuficiente, como por ejemplo, una baja remoción de la materia orgánica y de las bacterias, ocasionando malos olores que llegan hasta las zonas céntricas urbanas.

El saneamiento convencional incluye la recolección de las aguas servidas, su transporte y su tratamiento, aunque éste último presenta un significativo rezago en relación a la recolección.

El PNSB estima que sólo un 30% del agua residual recolectada es conducida a una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). El resto es vertido a cuerpos de agua o el suelo, causando problemas de contaminación que afectan en gran parte a cursos que son a su vez fuente para

otras poblaciones y usos. En respuesta a este rezago considerable, el PNSB se ha planteado el desafío de incrementar el tratamiento y reúso de aguas residuales, hasta lograr un 80% de tratamiento en el área urbana.

Entre finales de la década de los 90 y los primeros años del nuevo milenio se construyeron la mayoría de las PTAR grandes en el país, resultando la tecnología más elegida, la de lagunas de estabilización sin aireación, principalmente por su fácil operación y su costo más económico en relación a otras opciones. Sucre optó por una tecnología más sofisticada de filtros percoladores que requiere menos espacio. La elección del tipo de planta a implementarse, depende de varios factores, entre los más importantes están: costos (tanto de construcción como de operación), características y cantidad del agua a tratar (afluente), calidad requerida del agua tratada (efluente), el espacio disponible y las condiciones climáticas.

La mayor parte de las ciudades capitales y mayores cuentan con PTAR, siendo la ciudad de La Paz la excepción más preocupante, ya que involucra alrededor de 800.000 habitantes concentrados en un conglomerado urbano. De igual manera, otras ciudades grandes que no cuentan con PTAR son Potosí y Quillacollo.

Al margen de ello, cabe señalar que los efluentes de gran parte de las PTAR no cumplen con los parámetros señalados por la normativa ambiental, lo que contribuye también a la contaminación de cuerpos de agua que reciben sus descargas. Como se aprecia en el siguiente cuadro, muchas no funcionan óptimamente o están sobrecargadas. Asimismo algunas plantas como la de Puchukollo en El Alto, han sido sobrepasadas en su capacidad, por lo que se hizo necesaria una ampliación con la construcción de tres filtros percoladores en el año 2010 y se proyecta la construcción de otros filtros adicionales en los próximos años.

El uso de aguas residuales tratadas, no tratadas y parcialmente tratadas con fines agrícolas (riego) representa una realidad en centros poblados circundantes a las PTAR. Los análisis preliminares de las aguas utilizadas para riego, concluyen que en ninguno de los casos la calidad cumple con la normativa nacional para tal finalidad.

Uno de los principales problemas en las PTAR que incide en la mala calidad de las aguas para riego, es su deficiente funcionamiento debido a factores como: a) Insuficiente personal capacitado; 2) falta de recursos económicos para incrementar personal capacitado y equipamiento necesario.

En los centros poblados con evidencias de re uso, la tecnología para el tratamiento de las aguas está básicamente constituido por lagunas de oxidación.

Con excepción de casos concretos en Sucre en la PTAR ya en funcionamiento y en mejoras a la PTAR de El Alto con filtros percoladores, no se están realizando pruebas piloto con tecnologías nuevas al margen de eventuales iniciativas de la Universidad en la ciudad de Cochabamba con la implementación de módulos con humedales.

## 2.1. Producción de aguas residuales

De acuerdo a información de la AAPS<sup>1</sup> se presenta el siguiente cuadro de la producción de aguas residuales en las principales PTAR en Bolivia.

Departamento	Millones Hab.		Millones M3/año	
	Población total área de servicio	Población servida	Volumen Facturado	Volumen Tratado de Aguas Residuales
La Paz	1,92	1,30	48,33	9,33
Cochabamba	0,69	0,37	16,40	9,14
Santa Cruz	1,14	0,69	45,82	35,29
Oruro	0,22		5,86	
Chuquisaca	0,27	0,24	7,55	4,57
Tarija	0,20	0,16	12,03	7,31
Santa Cruz (Villa 1ro de Mayo)	0,18	0,09	4,68	3,39
Potosí	0,16	0,15	8,42	
Santa Cruz (Montero)	0,11	0,05	3,54	1,77
Trinidad	0,07	0,02	1,54	2,43
<b>Total</b>	<b>4,94</b>	<b>3,06</b>	<b>154,18</b>	<b>73,24</b>

## 2.4. Uso de aguas residuales

En Bolivia existe una alta demanda no satisfecha de área regada, en la Encuesta Nacional Agropecuaria del año 2008 la superficie nacional cultivada se calculó en 2,8 millones de hectáreas cultivadas al año, que representa el 3% de la superficie total de Bolivia. De ésta superficie el 14% disponen de infraestructura de riego (aprox. 298.224 ha).

Al margen de la problemática del funcionamiento de las PTAR, en Bolivia se evidencia el uso de aguas tratadas y no tratadas adecuadamente para el riego de cultivos. La información acerca de la superficie regada con aguas residuales está en pleno procesamiento, sin embargo, se puede concluir tomando el criterio de selección de los 130 casos de centros urbanos, que al menos cada una de éstas riega 40 ha., con aguas tratadas y no tratadas ó parcialmente tratadas.

---

<sup>1</sup> Es la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico, fiscaliza, controla, supervisa y regula las actividades de Agua Potable y Saneamiento Básico

### 3. Aspectos de política y estrategia nacional

#### 3.1. Política

##### Constitución Política de Estado

Las políticas públicas actuales se enmarcan en la Nueva Constitución Política del Estado (CPE), el Plan Nacional de Desarrollo y los planes sectoriales. El Artículo 20 de la CPE señala que toda persona tiene derecho al acceso universal y equitativo a los servicios básicos de agua potable, alcantarillado, electricidad, gas domiciliario, postal y telecomunicaciones, siendo responsabilidad del Estado la provisión de los servicios básicos. De acuerdo al mismo artículo, el agua y alcantarillado constituye derechos humanos y no son objeto de concesión ni privatización.

Según el Artículo 373 de la CPE, el agua constituye un derecho fundamentalísimo para la vida, en el marco de la soberanía del pueblo. El Estado promoverá el uso y acceso al agua sobre la base de principios de solidaridad, complementariedad, reciprocidad, equidad, diversidad y sustentabilidad. Los recursos hídricos en todos sus estados, superficiales y subterráneos, constituyen recursos finitos, vulnerables, estratégicos y cumplen una función social, cultural y ambiental. Estos recursos no podrán ser objeto de apropiaciones privadas y tanto ellos, como sus servicios no serán concesionados.

El Artículo 374 indica que el estado protegerá y garantizará el uso prioritario del agua para la vida. Es deber del Estado gestionar, regular, proteger y planificar el uso adecuado y sustentable de los recursos hídricos, con participación social, garantizando el acceso al agua a todos sus habitantes. La ley establecerá las condiciones y limitaciones de todos los usos, reconociendo, respetando y protegiendo los usos y costumbres de las comunidades de sus autoridades locales y de las organizaciones indígena originaria campesina sobre el derecho, el manejo y la gestión sustentable del agua.

El Artículo 375 establece que es deber del Estado desarrollar planes de uso, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de las cuencas hidrográficas.

Las políticas de estado están siendo ejecutadas a través de planes sectoriales, como el Plan Nacional de Cuencas, el Plan Nacional de Desarrollo de Riego y el Plan Nacional de Saneamiento Básico.

##### Ley de Medio Ambiente (Reglamento de prevención y control ambiental)

En Bolivia la Ley del Medio Ambiente<sup>2</sup> en lo referente a la prevención y control de la contaminación hídrica, establece que toda obra, actividad pública o privada, con carácter previo a

---

<sup>2</sup> Ley N°1333 promulgada el 27 de abril de 1992

su fase de inversión y a su entrada en operación, debe contar obligatoriamente con su "Licencia Ambiental" para cuya obtención es necesaria una previa Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), de acuerdo a los siguientes niveles:

- Categoría I evaluación analítica integral
- Categoría II evaluación analítica específica
- Categoría III revisión conceptual
- Categoría IV no requiere EIA

En la Ley del Medio Ambiente se establece que la EIA tiene por objetivo identificar y predecir, los impactos de un proyecto sobre el medio ambiente, con el fin de establecer las medidas necesarias para evitar o mitigar los impactos que fuesen negativos.

Asimismo, la Ley establece que las obras y actividades que por sus características requieran de un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA), con carácter previo a la ejecución de la obra o actividad deberán contar obligatoriamente con la Licencia Ambiental.

#### Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica

El Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica tiene por objetivo prevenir la contaminación y controlar la calidad de los recursos hídricos. Es el reglamento más pertinente e importante para las EPSAs<sup>3</sup>. Su aplicación directa es en plantas de tratamiento de aguas residuales y en el uso de agua cruda en fuentes, relacionado a la clasificación de cuerpos receptores de agua. Reglamenta lo siguiente:

- Límites admisibles de contaminación hídrica
- Procedimientos técnico - administrativos
- Descargas al alcantarillado y a cuerpos de agua
- Monitoreo y evaluación de la calidad hídrica
- Sistemas de tratamiento
- Re uso de aguas
- Prevención y control de la contaminación
- Conservación del recurso

La clasificación de los cuerpos de agua está basada en la aptitud de uso y de acuerdo a las políticas ambientales del país. La clasificación obedece a los siguientes criterios:

---

<sup>3</sup> Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable



ORDEN	USOS	CLASE "A"	CLASE "B"	CLASE "C"	CLASE "D"
1	Para abastecimiento doméstico de agua potable después de: a) Sólo una desinfección y ningún tratamiento b) Tratamiento solamente físico y desinfección c) Tratamiento físico - químico completo: coagulación, floculación, filtración y desinfección. d) Almacenamiento prolongado o presedimentación, seguidos de tratamiento, al igual que c).	SI No necesario No necesario No necesario	NO SI No necesario No necesario	NO NO SI No necesario	NO NO NO SI
2	Para recreación de contacto primario: natación, esquí, inmersión.	SI	SI	SI	NO
3	Para protección de los recursos hidrobiológicos.	SI	SI	SI	NO
4	Para riego de hortalizas consumidas crudas y frutas de cáscara delgada, que sean ingeridas crudas sin remoción de ella.	SI	SI	NO	NO
5	Para abastecimiento industrial.	SI	SI	SI	SI
6	Para la cría natural y/o intensiva (acuicultura) de especies destinadas a la alimentación humana.	SI	SI	SI	NO
7	Para abrevadero de animales.	NO (*)	SI	SI	NO
8	Para la navegación (**)	NO (**)	SI	SI	SI

A 18 años de la promulgación de la Ley de Medio Ambiente y 15 años del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, que establece normas de calidad de agua, todavía no se observa una reducción significativa de la contaminación de aguas. Muchos ríos y acuíferos asociados siguen recibiendo las descargas de centros urbanos, de la industria manufacturera y de actividades mineras, constituyéndose en un peligro para la salud humana y ambiental.

### 3.2. Planificación de riego con aguas residuales

#### Estrategia Nacional – Plan Nacional de Desarrollo

El Plan Nacional de Desarrollo el año 2006 ha identificado tres problemas principales en lo concerniente al agua potable y servicios básicos: 1) La baja cobertura e inadecuada calidad de los servicios de agua potable y saneamiento; 2) la inseguridad jurídica; y 3) la contaminación. Estos tres problemas orientan las políticas hacia el desarrollo del sector.

En lo que respecta a la contaminación, las aguas residuales domésticas recolectadas y no tratadas antes de su disposición final o reutilización, representa serios riesgos para la salud y el medio ambiente. La cobertura de tratamiento es baja, la falta de tratamiento de aguas servidas, genera cargas de sólidos, lo cual produce impactos de contaminación, afectando cuencas enteras.

#### Plan Nacional de Saneamiento Básico

Los últimos datos oficiales al 2007, publicados en el Plan Nacional de Saneamiento Básico 2008-2015 (PNSB), indican que la cobertura de agua potable alcanza un 74,5% y la de saneamiento un 47,7% a nivel nacional. Se observa una marcada brecha entre ambos datos, haciendo evidente que una buena parte de las aguas residuales no es recolectada y se vierte directamente a tanques sépticos, calles o quebradas, creando focos de contaminación e insalubridad.

A pesar de las inversiones realizadas en los últimos 15 años, los avances parciales no son muy alentadores (ver por ejemplo evolución entre el 2001 y el 2007). Aún así el Gobierno del Estado Plurinacional se ha propuesto, en el PNSB, metas más ambiciosas que las Metas del Milenio para el 2015, con la intención de realizar el derecho humano al agua y saneamiento.

Año	Cobertura de agua potable (%)			Cobertura de saneamiento (%)		
	2001	2007	2015	2001	2007	2015
<b>Categoría<sup>4</sup></b>						
<i>Metropolitanas</i>	88.6	88.7	95.0	49.1	52.3	80.0
Mayores	85.8	88.5	95.0	55.5	68.7	80.0
Intermedias	87.4	83.4	95.0	29.9	47.3	75.0
Menores	84.7	78.4	90.0	19.9	36.8	75.0
Urbano	87.7	87.5	94.6	46.6	53.7	79.3
Rural	46.7	50.3	80.0	33.3	36.5	80.0
Nacional	72.4	74.5	90.0	41.6	47.7	80.0

Los datos de cobertura de saneamiento se refieren, para las áreas urbanas, únicamente a sistemas de alcantarillado mediante red.

El PNSB define objetivos específicos y políticas sectoriales, varias de las cuales están relacionadas a los aspectos ambientales de la prestación de los servicios de saneamiento básico. En este entendido se puede citar a los siguientes tres Programas que son innovadores para un plan sectorial, ya que tratan temas que antes eran considerados sólo de relevancia tangencial, asignándoles un presupuesto significativo.

Programa de re uso de agua residual: considerando que la disponibilidad de agua disminuye constantemente debido a factores como la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, la demanda creciente para diferentes usos y los efectos del cambio climático, el re uso de aguas residuales tratadas se constituye en una alternativa válida como medida de adaptación. La primera opción es la agricultura, pero también están: la industria, el riego de áreas verdes, e incluso la recarga de acuíferos como potenciales usos. Actualmente se está estudiando la factibilidad de implementar efectivamente estas medidas, partiendo de investigación y la construcción de infraestructura adecuada al tipo de usuarios potenciales identificados y sus requerimientos en términos de calidad del agua a ser reutilizada.

Programa de adaptación al cambio climático: consiste básicamente en la concientización de la población y en la incorporación del componente de cambio climático, en la planificación de los operadores, considerando los posibles escenarios futuros.

Programa de uso eficiente del agua: cuenta con metas claras, que de lograrse, tendrían un impacto muy positivo en el ahorro de agua. Por un lado se prevé el reemplazo de un millón de inodoros por

otros más eficientes, financiados por el Estado, y por el otro se planifica un ahorro del 20% del agua consumida.

Categoría	Inversiones		PTAR	Otras inversiones	TOTAL inversiones	Promedio anual
	Agua	Saneam.				
Incremento Coberturas						
Total urbano	215,9	377,5	129,1	172,8	895,2	127,9
Rural	80,9	123,8	0,0	136,0	340,7	48,7
Total Coberturas	296,8	501,2	129,1	308,8	1.235,9	176,6
Programa de Reuso de Agua Residual					390,0	
Cambio Climático					311	
Programa de Uso Eficiente					45	
TOTAL					1.982,0	283,1

#### 4. Roles organizacionales y responsabilidades

##### Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable

Denominadas EPSAs en Bolivia jurídicamente tienen las siguientes características: Empresas Descentralizadas de los Gobiernos Autónomos Municipales (GAM), Empresas bajo la jurisdicción directa de los GAM, Cooperativas Privadas, Empresas Privadas y gran cantidad de pequeñas empresas o comités de agua en el área rural del país.

Todas las EPSAs en Bolivia están obligadas a cumplir las disposiciones de la Ley de Medio Ambiente, sus reglamentos, las disposiciones de la Ley 2066 y sus Reglamentos y resoluciones emitidas por el Ministerio del sector.

##### EPSA<sup>4</sup> (La Paz)

Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento. Empresa en transición pública privada. Auto sostenible, con capacidad de gestión eficiente para la prestación del servicio de agua potable y alcantarillado con equidad social; que contribuye a mejorar la calidad de vida.

---

<sup>4</sup> El año 2007 disponen la conformación de una Comisión Interinstitucional responsable del diseño del nuevo modelo de EPSA. La Comisión está conformada por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, los Gobiernos Municipales de La Paz y El Alto, las FEJUVES de La Paz y El Alto.

Es la empresa responsable del aprovechamiento de aguas para la prestación del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario en las ciudades de La Paz, El Alto y sus alrededores a través de una gestión eficiente, transparente y sostenible con enfoque social.

#### Servicio Local de Acueductos y Alcantarillado (SELA – Oruro)

Es una entidad pública descentralizada con autonomía de gestión, dedicada a prestar con eficiencia y eficacia servicios de agua potable y alcantarillado sanitario para la ciudad de Oruro. Tiene el rol de abastecimiento de agua potable a la ciudad de Oruro, por el momento SELA no se hace cargo del sistema de Alcantarillado.

#### Empresa de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SEMAPA)

Es la Empresa de Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado en la ciudad de Cochabamba. Tiene el rol de satisfacer el servicio de agua potable, recolección y tratamiento residuales de los residentes de Cochabamba, mejorando sus condiciones de vida y preservando el medio ambiente mediante una gestión de calidad, con participación y representación de la comunidad.

El nivel de tratamiento para el cual ha sido diseñada la planta de tratamiento de aguas residuales del Alba Rancho no contempla la reutilización del efluente final como agua de riego, sin embargo esta realidad se verifica actualmente y se debe fundamentalmente a que el sector circundante a la planta tiene como actividad principal de cultivo forrajeras.

#### Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua (Centro AGUA - UMSS)

El Centro AGUA es un instituto de investigación y enseñanza universitario dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Simón (Cochabamba).

En base a las experiencias y conocimientos acumulados desde su creación, actualmente trabaja en forma interactiva y multidisciplinaria en la profundización del conocimiento sobre la gestión y los usos del agua en Bolivia. Sus principales actividades relacionadas con el re uso de aguas residuales son las siguientes: Investigación en tecnologías naturales de depuración de aguas residuales con fines de re uso en la agricultura y capacitación de estudiantes de ingeniería agronómica, técnicos municipales o profesionales que trabajan en el tema , relacionados con temas de tecnología y re uso de aguas residuales.

### **4.1. Organizaciones nacionales**

#### SENASBA

El Servicio Nacional para la Sostenibilidad de Servicios en Saneamiento Básico, es una institución pública descentralizada, creada por el Gobierno, con el propósito de contribuir al ejercicio pleno del derecho humano fundamental de acceso al agua y los servicios de agua potable y saneamiento básico. SENASBA se ocupa de:

- Implementar el Desarrollo Comunitario (DESCOM).

- Ofrecer Asistencia Técnica a los operadores de agua potable y saneamiento básico (AT).
- Brindar Fortalecimiento Institucional (FI).
- Difundir experiencias positivas de agua potable y saneamiento básico.
- Generar transferencias de tecnologías apropiadas.
- Capacitar en agua potable y saneamiento básico.
- Ejecutar políticas y estrategias del sector de agua y saneamiento.

El conjunto de políticas, acciones e intervenciones de la entidad, traducidos en beneficios institucionales y sociales, llegan primeramente a los operadores de agua potable y alcantarillado sanitario de las diferentes regiones del país, con el objetivo central, de lograr que los usuarios tengan servicios con calidad, eficiencia y calidez, disponiendo del líquido elemento las 24 horas de los 365 días del año.

El SENASBA se orienta a mejorar las condiciones de salud e higiene de la población, así como el respeto y cuidado del medio ambiente a través de mecanismos y procesos de educación, movilización social, investigación y desarrollo tecnológico.

#### AAPS

La Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico, es una institución pública técnica y operativa, con personalidad jurídica y patrimonio, independencia administrativa, financiera, legal y técnica, supeditada al Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

La Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico, fiscaliza, controla, supervisa y regula las actividades de Agua Potable y Saneamiento Básico considerando la Ley No. 2066, de 11 de abril de 2000 de Prestación y Utilización de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario; la Ley 2878, de 8 de octubre de 2004 de Promoción y Apoyo al Sector Riego; y sus reglamentos, en tanto no contradigan lo dispuesto en la CPE.

## **4.2. Regional disponga (local)**

Gobiernos Autónomos Departamentales (Falta desarrollar)

Gobiernos Autónomos Municipales (Falta desarrollar)

## **4.3. Otras organizaciones**

PNUMA (Falta desarrollar)

## 5. Las competencias en el uso seguro de las aguas residuales en riego

### 5.1. Evaluación de riesgo para la salud

#### Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable

El cuestionario se aplicó en tres EPSAs en los departamentos de Oruro, Cochabamba y El Alto. En áreas circundantes a éstos dos últimos se re usa las aguas tratadas para riego.

Las EPSAs consideran de alta a muy alta prioridad los procedimientos y materiales para el análisis de laboratorio químico microbiano. Sus conocimientos relacionados en general son buenos.

Las EPSAs tienen muy pocos conocimientos acerca de los estudios epidemiológicos y la evaluación cuantitativa de riesgos microbiológicos resultante del re uso de aguas residuales para riego. Con excepción de la EPSA La Paz, ambos factores es de alta importancia, que puede explicarse por la demanda de riego circundante al área de la PTAR en El Alto (La Paz).

Los conocimientos del personal de las EPSA para el establecimiento de metas relacionados con indicadores de salud son escasos y no es de importancia relevante.

#### SENASBA

SENASBA consideran de alta importancia para su organización: 1) Los conocimientos en los procedimientos y materiales para el análisis de laboratorio químico microbiano; 2) Los estudios epidemiológicos y la evaluación cuantitativa de riesgos microbiológicos resultante del re uso de aguas residuales para riego; y 3) Los conocimientos para el establecimiento de metas relacionados con indicadores de salud. Sin embargo, sus conocimientos son básicos.

#### Centro AGUA

En Centro AGUA consideran de alta importancia para su organización: 1) Los conocimientos en los procedimientos y materiales para el análisis de laboratorio químico microbiano; y 2) La evaluación cuantitativa de riesgos microbiológicos resultante del re uso de aguas residuales para riego. Sus conocimientos en ambos casos son buenos.

Con relación a conocimientos de: 1) Los estudios epidemiológicos; y 2) El establecimiento de metas relacionados con indicadores de salud, en ambos casos son básicos y de baja importancia para su organización.

### 5.2. Medidas de protección de la salud

#### Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable

Las EPSAs en los dos casos cuentan con buenos conocimientos del proceso de tratamiento de aguas residuales, el factor es considerado de alta importancia con excepción del departamento de Oruro, justificable por la carencia de re uso en las áreas circundantes a la PTAR.

Los conocimientos para el diseño y aplicación de medidas de protección de la salud por el uso de aguas residuales son pobres y no reviste de importancia para las EPSAs.

#### SENASBA

SENASBA tiene conocimientos buenos del proceso de tratamiento de aguas residuales, el factor es considerado de alta importancia para su organización. Los conocimientos para el diseño y aplicación de medidas de protección de la salud por el uso de aguas residuales son básicos y de baja importancia.

#### Centro AGUA

El Centro Agua tiene excelentes conocimientos del proceso de tratamiento de aguas residuales, el factor es considerado de alta importancia para su organización. Los conocimientos para el diseño y aplicación de medidas de protección de la salud por el uso de aguas residuales son buenos y de alta importancia.

### 5.3. Sistema de monitoreo y evaluación

#### Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable

No existen capacidades en las EPSAs para el seguimiento y evaluación de medidas de protección sanitaria y el factor es de alta importancia.

No existen capacidades con relación a sistemas de evaluación por el uso de aguas residuales. Con excepción de la EPSA en El Alto, el factor es de alta importancia para la institución.

#### SENASBA

SENASBA tiene conocimientos básicos para: 1) El seguimiento y evaluación de medidas de protección sanitaria; y 2) Los sistemas de evaluación por el uso de aguas residuales. Ambos factores es de alta importancia para su organización.

#### Centro AGUA

El Centro AGUA tiene conocimientos excelentes para el seguimiento y evaluación de medidas de protección sanitaria, de alta importancia. Cuenta con buenos conocimientos para los sistemas de evaluación por el uso de aguas residuales de muy alta importancia para su organización.

### **5.4. Aspectos socioculturales**

#### Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable

Los conocimientos en cuanto a las creencias religiosas que limitan la viabilidad del re uso son básicos, pero de alta importancia con excepción de la EPSA El Alto.

Es de alta importancia para las EPSAs pero escasos conocimientos, en cuanto a herramientas y métodos para evaluar y lograr la aceptación de las comunidades sobre el uso de aguas residuales para la agricultura.

#### SENASBA

Los conocimientos en cuanto a: 1) Las creencias religiosas que limitan la viabilidad del re uso; y 2) Las herramientas y métodos para evaluar y lograr la aceptación de las comunidades sobre el uso de aguas residuales para la agricultura, son buenos y de alta importancia para su organización.

#### Centro AGUA

Los conocimientos en cuanto a las creencias religiosas que limitan la viabilidad del re uso son básicos y de muy baja importancia para su organización. Los conocimientos de las herramientas y métodos para evaluar y lograr la aceptación de las comunidades sobre el uso de aguas residuales para la agricultura, son buenos y de baja importancia.

### **5.5. Aspectos de la producción de cultivos**

#### Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable

Las capacidades para identificar componentes de las aguas residuales perjudiciales para la producción de cultivos y los efectos del uso de aguas residuales en la agricultura son en general, básicos y de baja importancia. Con excepción de la EPSA Cochabamba que considera de alta importancia particularmente los efectos del uso de aguas residuales en la agricultura.

Los conocimientos para la aplicación de estrategias de gestión para maximizar la producción de cultivos con aguas residuales son escasos y de baja importancia para las EPSAs.

#### SENASBA

SENASBA tiene conocimientos básicos en cuanto a: 1) Los componentes de las aguas residuales perjudiciales para la producción de cultivos; y 2) Los efectos de la agricultura de riego con aguas residuales. Ambos factores de alta importancia para su organización. Con relación a las estrategias de manejo para maximizar la producción de cultivos, su conocimiento es pobre y de muy alta importancia.

#### Centro AGUA

El Centro AGUA tiene conocimientos excelentes de: 1) Los componentes de las aguas residuales perjudiciales para la producción de cultivos; 2) Los efectos de la agricultura de riego con aguas residuales; y 3) Las estrategias de manejo para maximizar la producción de cultivos. Todos ellos de muy alta importancia para su organización.

### **5.6. Aspectos medioambientales**

#### Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable



En las dos EPSAs donde existe re uso de agua para la agricultura existen conocimientos básicos y buenos para: 1) La identificación de componentes de las aguas residuales perjudiciales para el medio ambiente; 2) La evaluación de los efectos del uso de aguas residuales para la agricultura; y 3) Las estrategias de manejo para reducir el impacto ambiental. La importancia de los tres factores es alta para las dos EPSAs.

#### SENASBA

SENASBA tiene buenos conocimientos de: 1) Los componentes de las aguas residuales perjudiciales para el medio ambiente; y 2) Las estrategias de manejo para reducir el impacto ambiental. Ambos factores de alta importancia para su organización. Con relación a los conocimientos de los efectos ambientales a través de la cadena agrícola tiene conocimientos básicos y es de baja importancia.

#### Centro AGUA

En Centro AGUA, tiene conocimientos buenos de los componentes de las aguas residuales perjudiciales para el medio ambiente y de muy alta importancia para su organización. Con relación a los conocimientos de: 1) Los efectos ambientales a través de la cadena agrícola; y 2) Las estrategias de manejo para reducir el impacto ambiental, en ambos son excelentes y de alta importancia para su organización.

### **5.7. Consideraciones económicas y financieras**

#### Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable

Los conocimientos en las tres EPSAs para el análisis económico y financiero y de factibilidad de mercado varían desde pobres a básicos, sin embargo, los factores son de alta importancia para las EPSAs.

#### SENASBA

Los conocimientos de: 1) La viabilidad económica; 2) Viabilidad financiera; y 3) La factibilidad de mercado, son básicos. Los tres factores son de baja importancia para su organización.

#### Centro AGUA

Los conocimientos de: 1) La viabilidad económica son excelentes y de alta importancia; 2) La viabilidad financiera; y 3) La factibilidad de mercado son buenos y de alta importancia para su organización.

### **5.8. Aspectos de política**

#### Entidades Prestadoras de Servicios de Agua Potable

Los conocimientos con relación a: 1) Los roles y responsabilidades institucionales; 2) Las leyes y reglamentos; y 3) Los Planes y Programas, son en general básicos. Los tres factores es de alta importancia para las EPSAs.

Con relación a los conocimientos de: 1) Los instrumentos económicos y 2) La educación y concientización social son en general pobres. Ambos factores es de alta importancia para las EPSAs.

#### SENASBA

Los conocimientos de SENASBA en cuanto a: 1) Los roles y responsabilidades institucionales son buenos y de alta importancia; 2) Los planes y programas; 3) Los instrumentos económicos para la promoción de prácticas seguras de uso de aguas residuales; y 4) La educación y concientización social, son básicos y de baja importancia para su organización.

#### Centro AGUA

En general en cuanto a los aspectos políticos cuenta con buenos conocimientos, puesto que los factores son de alta importancia para el centro de investigación.

### **3.3. Investigación supervisión de programas**

El Centro AGUA ha desarrollado en el área rural del departamento de Cochabamba experiencias piloto con la implementación de humedales en PTAR descentralizadas (poblaciones menores a 10.000 habitantes), consistente en niveles de tratamiento secundario y terciario. Los resultados preliminares permiten concluir: 1) La experiencia más exitosa de nueve implementaciones es una en Colque Rancho; 2) El involucramiento de las comunidades es determinante y decisivo para el éxito o fracaso; 3) Los costos de los materiales son variados y la tecnología debe ser adaptada para cada región; 4) La normativa en cuanto a los niveles permisibles debe ser adaptada para cada región, lo cual cuestiona la aplicación general de la legislación actual. Se tiene también conocimiento de la implementación de humedales artificiales con totora, existe una experiencia del PIEB de humedales con sustrato de materia orgánica en Tusca Uma.