

del Granado, Susana; Andersen, Lykke Eg

Working Paper

Flujos físicos y monetarios relacionados a los recursos hídricos en las ciudades de La Paz y El Alto

Development Research Working Paper Series, No. 04/2015

Provided in Cooperation with:

Institute for Advanced Development Studies (INESAD), La Paz

Suggested Citation: del Granado, Susana; Andersen, Lykke Eg (2015) : Flujos físicos y monetarios relacionados a los recursos hídricos en las ciudades de La Paz y El Alto, Development Research Working Paper Series, No. 04/2015, Institute for Advanced Development Studies (INESAD), La Paz

This Version is available at:

<http://hdl.handle.net/10419/129304>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo



04/2015

**Flujos físicos y monetarios relacionados a los recursos
hídricos en las ciudades de La Paz y El Alto**

by:

Susana del Granado
Lykke E. Andersen

**Serie Documento de Trabajo sobre Desarrollo
04/2015**

Abril 2015

Las opiniones expresadas en la Serie de Documentos de Trabajo sobre Desarrollo son de los autores y no necesariamente reflejan los del Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo. Los derechos de autor pertenecen a los autores. Los documentos solamente pueden ser bajados para uso personal.



Flujos físicos y monetarios relacionados a los recursos hídricos en las ciudades de La Paz y El Alto

Susana del Granado

Lykke Andersen

La Paz, abril 2015

Resumen

El propósito de este documento es coadyuvar a hacer un uso sostenible del agua en las ciudades de La Paz y el Alto, identificando los puntos donde la economía de estas ciudades ejerce mayor presión sobre este recurso y las necesidades de intervención. Con este fin, hicimos una radiografía actual (2011) de los flujos físicos y monetarios relacionados al agua en estas ciudades y una revisión de fuentes de suministro de la última década. Empleamos la metodología del sistema de cuentas ambientales y económicas para el agua (SCAE-Agua) elaborado por las Naciones Unidas (2012) que permite la contabilización y relación de flujos de agua en términos físicos y monetarios. Los resultados muestran que se pierde en promedio más del 45% de agua en procesos de abducción, tratamiento y distribución. Por otro lado, los residentes de la ciudad de La Paz pagan 40% más por litro de agua desde el año 2007 que los de El Alto, donde se observa una mayor subvención de este recurso y un menor consumo industrial facturado. A pesar de que la principal fuente de agua para estas ciudades es la lluvia, no existen programas coordinados de cosecha de aguas, ni una estrategia de protección de reservorios naturales de este recurso.

Palabras Clave: SCAE, SCAE-Agua, Bolivia, Pérdidas de Agua.

JEL Clasificación: Q25, Q51.

1. Introducción - Antecedentes

El agua, a pesar de ser un recurso abundante en el planeta, en su mayoría se encuentra en una forma difícilmente aprovechable para el ser humano. El agua es un recurso esencial para la supervivencia de todo organismo vivo, para el cual no existen sustitutos. Más allá de la supervivencia, se requieren cantidades adecuadas de agua limpia para la higiene, la producción de alimentos y cada tipo de actividad productiva. Si bien todavía no se tiene un parámetro internacional estandarizado que determine el requerimiento mínimo de agua para satisfacer las necesidades básicas, se sugiere que el consumo mínimo de un país debe ser de 135 l/hab/día para no solo cubrir las necesidades básicas, sino también su desarrollo económico y social (Chenoweth, 2008).

Los recursos de agua dulce se encuentra sometidos constantemente a presiones que incluyen la degradación por sustancias contaminantes, la pérdida y degradación de ecosistemas y el cambio climático que afecta el suministro y la demanda de agua (Wright, 2002). La mayor parte de los usos del agua se han enfocado en aspectos hidrológicos o de calidad de agua, pero no se ha dado mucha atención a los aspectos sociales y económicos como el impacto del crecimiento económico o poblaciones sobre los recursos hídricos, la presión de actividades económicas específicas (industriales) sobre estos recursos y las formas para reducirlas (Naciones Unidas, 2012)

Por otro lado, la mayor parte del manejo del agua hasta ahora ha consistido en resolver problemas de distribución, es decir, mover agua desde donde es abundante o excesiva a lugares donde existe escasez, sin embargo poco a poco se han sumado esfuerzos enfocados en hacer de su uso uno sostenible (Giordano y Wolf, 2002). Es así que se han ido diseñando metodologías que permiten hacer seguimiento a la recolección de agua, su uso y desecho, en términos físicos y monetarios (cuentas ambientales).

En Bolivia, un país altamente vulnerable al cambio climático, se pronostica un aumento en la demanda de agua del 1200% y una probable reducción de la oferta de este recurso de hasta el 30% debido al cambio climático que se espera hasta el año 2100 (Calvo, 2015). El propósito de este artículo es coadyuvar a hacer del uso de agua en dos ciudades altiplánicas (La Paz y el Alto) uno sostenible, identificando los puntos donde la economía de estas ciudades ejerce mayor presión sobre este recurso y las necesidades de intervención para minimizar pérdidas o maximizar cantidades colectadas y usadas.

El Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo (INESAD) y su Centro de Modelamiento y Análisis Económico y Ambiental (CEEMA) han comprometido recursos para el desarrollo de Cuentas Ambientales. Este estudio da continuidad a investigaciones de Cuentas Ambientales como la desarrollada por Jemio (2011), Andersen y Jemio (2013), y recientemente Fenton et al. (en revisión). Es así que el propósito general de esta investigación es contribuir al Sistema de

Cuentas Ambientales de Bolivia en general y del departamento de La Paz en particular para apoyar el trabajo que INESAD ha venido desarrollando sobre la contribución de los recursos naturales a la economía.

2. Metodología

Esta investigación emplea la metodología descrita en el “*Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica para el Agua*” (SCAE-Agua) que organiza información, tanto de los flujos hídricos como económicos, para analizar el impacto de la economía sobre los recursos hídricos, así como la contribución del agua a la economía. Es un método de contabilidad ambiental específico para el agua que, además de estandarizar conceptos y métodos de contabilidad, permite usar la información recolectada, agregada en indicadores, para apoyar un sistema integral para el manejo del agua¹ (IWRM, por sus siglas en Inglés) monitoreando el desempeño ambiental-económico a un nivel sectorial y macroeconómico para guiar las decisiones de políticas públicas de los administradores de los recursos naturales. SCAE-Agua es una metodología satélite tanto del “*Manual de Contabilidad Nacional: Sistema de contabilidad integrada ambiental y económica*” como del Sistema de Cuentas Nacionales del 2008.

Este tipo de metodología es una respuesta a las demandas mundiales manifestadas en la Conferencia sobre Ambiente y Desarrollo en la Agenda 21 (1992) de contar con metodologías estandarizadas que puedan ser comparadas entre países y que guíen la recolección de datos estadísticos oficiales. En la Conferencia Rio +20, veinte años después, se siguió reconociendo la importancia de contar con información económica-ambiental-social integrada para la toma de decisiones y que ayude a medir el progreso hacia los objetivos del desarrollo sostenible.

SCAE-Agua incluye la recolección y presentación de la siguiente información: (1) Flujos y reservorios de agua en el ambiente; (2) presiones impuestas por la economía al ambiente en términos de extracción de agua y descarga a aguas residuales y desechadas al ambiente o remoción de aguas residuales; (3) el suministro de agua y su uso como insumo a los hogares y procesos de producción; (4) la reutilización de agua dentro de la economía; (5) el costo de recolección, purificación, distribución y tratamiento del agua, así como también el pago de servicios por los usuarios; (6) el financiamiento de estos costos, es decir, quién paga por la oferta de agua y los servicios sanitarios; (7) el pago de permisos para tener acceso a la extracción de agua o su uso como sumidero para el descargo de aguas residuales; y (8) las reservas hidráulicas

¹ El manejo integrado del recurso agua ve el “agua como parte integral del ecosistema, como un recurso natural y como un bien económico y social, cuya calidad y cantidad determinan la naturaleza de su uso” (Naciones Unidas, 2012, p. 5). El manejo integrado del agua sigue las siguientes premisas: (1) La prioridad de uso la tiene la satisfacción de necesidades básicas y el mantenimiento de ecosistemas. (2) Una vez asegurada la premisa 1, los usuarios del agua deben pagar tarifas apropiadas. (3) El manejo sostenible del agua asegurara su provisión en calidad y cantidad para generaciones futuras. (4) El manejo integrado de agua, asistido por metodologías como SCAE-Agua, promueve la toma de decisiones informadas en distintas áreas como ser: Asignar eficientemente los recursos hídricos, incrementar la eficiencia de los recursos hídricos, comprender el impacto del manejo de agua en todos los usuarios, obtener el mayor rendimiento posible de la inversión en infraestructura, vincular la disponibilidad de agua con su uso, ofrecer un sistema de información estandarizado capaz de armonizar datos procedentes de diferentes fuentes, aceptado por los interesados directos y utilizado para elaborar indicadores sobre la base de dicha información, y por ultimo involucrar a los interesados en la toma de decisiones.

presentes, así como también la inversión en infraestructura hidráulica durante el periodo contable. Esta información puede ser colectada tomando como unidad espacial de análisis la cuenca del río o la administración (ciudad, departamento, etc.). Desglosar la información a nivel subregional permite reflejar con mayor precisión (si los datos lo permiten) las diferencias espaciales de uso y suministro de agua, la distribución del agua a sus diferentes usuarios, así como también las presiones que ejercen las economías sub-nacionales sobre los recursos hídricos. Este estudio toma el nivel geopolítico administrativo de las ciudades de La Paz y El Alto como la unidad de cuenca hidrográfica contable.

SCAE-Agua mide flujos y reservorios en términos físicos y económicos. Como flujos/reservorios físicos se toman en cuenta tres fuentes principales², las interacciones entre ellos (filtración, escorrentía y percolación) y los intercambios de agua con otros territorios (afluente y efluentes) (Naciones Unidas, 2012). Los flujos/reservorios económicos abarcan todo el sistema de usuarios³ (residentes) que extraen agua con fines de producción y consumo e instalan infraestructura para almacenamiento, distribución, tratamiento y descarga de agua.

La información contabilizada, entre otras, es: (1) Las transacciones monetarias relacionadas con los intercambio de agua (costos de captación, depuración, distribución, saneamiento, suministro de agua, acceso al recurso/derechos de agua, financiamiento de estos servicios); (2) costos de protección ambiental y el ordenamiento de recursos hídricos (costos de las industrias, hogares, gobierno para prevenir la degradación ambiental); (3) inversiones en infraestructura (nuevas inversiones, depreciación de inversiones anteriores, mantenimiento de infraestructura, financiamiento de inversiones); (4) emisiones de contaminación hacia el medio ambiente (posibilita la detección de las presiones sobre el ambiente por agentes económicos).

2.1 Marco del sistema de contabilidad ambiental y económica para el agua

El marco de SCAE-Agua incluye las siguientes cuentas:

1. **Flujos:** Incluye las tablas de *insumo y uso, contabilidad de emisiones, contabilidad económica e híbridas*. Las tablas de *insumo* contabilizan tanto la distribución de agua de una industria a otra, o a hogares o al resto del mundo (flujos dentro de la economía), como los flujos entre la economía y el ambiente (descargas del ambiente a la economía). Las

² **Agua superficial** (ríos, lagos, embalses, glaciares, nieve, hielo): Agua que fluye y está almacenada por encima del suelo. **Agua subterránea:** Agua que se acumula, tras atravesar capas porosas, en formaciones subterráneas denominadas acuíferos. **Agua del suelo:** Agua suspendida en la capa superior del suelo que puede ser transferida a la atmósfera por evapotranspiración (Naciones Unidas, 2012, p. 194-196).

³ **Industria** de captación, tratamiento y **distribución** de agua a hogares, industria. **Industria** de captación, tratamiento y **descarga** de aguas de desecho. **Industrias** que usan el agua como **insumo** en procesos de producción. **Hogares**, usan agua para satisfacer necesidades y deseos: consumidores finales de agua.

tablas de uso registran el uso del ambiente a la economía (extracción de agua por la industria u hogares) y el agua recibida de otras industrias, hogares o el resto del mundo (flujos dentro de la economía). La *contabilidad de emisiones*, registra información sobre los contaminantes añadidos por la industria, hogares y Gobierno a aguas hervidas que se descargan al ambiente (con o sin tratamiento) o a plantas de tratamiento. La *contabilidad económica e híbrida*, yuxtapone la información colectada en las cuentas nacionales (SCN 2008) con la información física recolectada. Esta información también incluye gastos gubernamentales relacionados al agua y a quiénes pagan por el suministro del agua.

2. **Activos:** Se dividen en *activos producidos*, *recursos hídricos* y *contabilidad de calidad*. Los *activos producidos* se refieren a infraestructura construida para extraer, distribuir, tratar y desechar agua (incluidos en SCN 2008 como activos fijos). Los *recursos hídricos* contabilizan todos los volúmenes de agua en sus diversas formas (superficial, suelo, subterránea) y los cambios producidos en estos volúmenes, ya sea por causas naturales (evaporación, precipitación, etc.) o artificiales (actividad humana extracción y retorno). La *contabilidad de calidad*, registra los reservorios de agua y sus cambios en términos de calidad (sin especificar causas) al principio y al final de un periodo contable.
3. **Valoración de flujos fuera del mercado:** Todavía en su etapa experimental, muestra diferentes formas de valoración económica del agua fuera de los precios del mercado.
4. **Clasificación de actividades económicas y productos:** Comprende cinco sectores institucionales: las sociedades financieras, las sociedades no financieras, el Gobierno general, las instituciones sin fines de lucro que sirven a los hogares, así como los hogares. SCAE-Agua utiliza la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIU) y la Clasificación Central de Productos (CPC).
5. **Principales componentes del marco de contabilidad SCN:** El sistema de cuentas nacionales es, a su vez, una secuencia integrada de cuentas con varios componentes. Entre los componentes principales que son usados por SCAE-Agua están los *insumos totales* (productos + importaciones), los *usos totales* (consumo intermedio⁴ + consumo final⁵ + formación bruta de capital⁶ + exportaciones⁷), el *valor agregado neto* (producto-consumo intermedio-consumo de capital fijo), el *valor agregado bruto* mide la contribución al PIB de una industria o sector (valor del producto – valor de bienes y servicios o consumo intermedio), y *reservorio al cierre*⁸ que vincula información sobre reservorios con flujos. El uso total y el insumo o suministro total tienen que ser iguales.

El carácter modular de la metodología permite al investigador enfocarse ya sea donde existan necesidades políticas apremiantes o donde se cuente con mayor disponibilidad de información.

⁴ Consumo de las industrias para producir otros bienes y servicios.

⁵ Consumo de los hogares o del Gobierno para satisfacer sus necesidades.

⁶ “Las industrias que los adquieren para su futuro uso en la producción de otros bienes y servicios”(Naciones Unidas, 2012, p. 34)

⁷ Economías de otros territorios.

⁸ Reservorio al cierre= reservorio a la apertura + formación bruta de capital fijo-consumo de capital fijo + otras variaciones en el volumen de activos + ganancias/pérdidas en la cartera de activos.

Bolivia se caracteriza por tener varias necesidades relacionadas a recursos hídricos, no solo porque en la mayor parte del país se pronostica una disminución en la oferta hídrica neta, especialmente en el altiplano (Calvo, 2015), sino también porque en la mayor parte del territorio no se cuenta con servicios de alcantarillado. Sin embargo, no se tiene información sobre pagos o flujos físicos de alcantarillado, pero es un área que amerita mayor investigación y colecta de datos.

Es así, que este estudio se enfoca en las pérdidas y en el suministro/pagos por servicios de potabilización de agua en dos ciudades del Altiplano del Departamento de La Paz (La Paz y El Alto), que es para las que existe mayor información. Se ha tomado en cuenta la oferta y uso de agua por ambas ciudades de forma directa y no así el agua importada de otros lugares en forma de alimentos, bebidas, etc. (oferta y demanda indirecta de agua).

3. Datos

La información se recolectó en su mayoría del Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento, elaborado para la ciudad de La Paz y El Alto, y financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo con el objetivo de plantear y definir estrategias de “*desarrollo y expansión de los servicios de agua potable y saneamiento hasta el año 2036*” elaborado por un consorcio de cuatro consultoras (MMAyA, 2013).

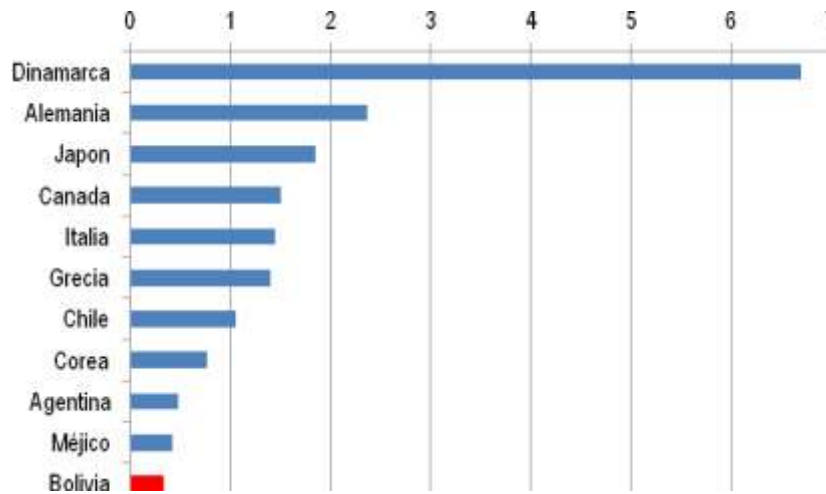
También se usaron: el tarifario de EPSAS (2009 y 2010), base de datos de AQUASTAT en cuanto a consumo de agua per cápita de países de ingreso medio, la paridad de poder adquisitivo de países ingreso medio del Banco mundial y los datos de los Censos de Bolivia del 2001 y del 2012 sobre población, cobertura de agua potable y alcantarillado para el área urbana de las ciudades de La Paz y El Alto.

4. Costos y consumo de agua en Bolivia y otros países

Bolivia es uno de los países en el que se paga menos por el consumo de agua (Figura 1). Solo se paga 0,33 dólares americanos (US\$) por metro cúbico (m^3), incluso en comparación con otros países latinoamericanos donde se comenta⁹ que el cobro ya es bajo como en Méjico (0,42 US\$/ m^3) y Argentina (0,48 US\$/ m^3). El cobro es visiblemente bajo en Bolivia si se lo compara con los pagos en países Europeos como Alemania (2,4 US\$/ m^3) o Dinamarca (6,7 US\$/ m^3) uno de los pagos más altos en el mundo⁹ (ver la Figura 1).

⁹ <http://web.archive.org/web/20120210070517/http://www.worldbank.org/transport/transportresults/regions/lac/cb-argentina-260705.pdf>
<http://ciudadanosenred.com.mx/noticia/df-goza-agua-barata-pese-al-alza-en-tarifas/> (consultado en Marzo, 2015)

Figura 1: Pagos por consumo de agua en US\$/m³ en Bolivia y otros países



Fuente: Estimaciones propias e información secundaria¹⁰

5. Zona de estudio: Población y servicios básicos

El área de estudio comprende los sistemas de vida del área metropolitana de las ciudades de La Paz y El Alto, que abarcan las aguas superficiales y subterráneas que cumplen las funciones ambientales de suministro de agua y sumidero de desechos (alcantarillado). Ambas ciudades se encuentran en el Departamento de La Paz. El área de población urbana de ambas ciudades es de 48.972 Ha y ambas ciudades albergan al 59% de la población del Departamento (MMAyA, 2014c).

Cuencas hidrográficas

La región metropolitana de La Paz se encuentra dentro de la cuenca Amazónica cuyo río principal es el Choquellapu que nace en el cerro Chacaltaya y en la laguna Pamparalama situados al norte de la ciudad (Figura 2). En su transcurso por la ciudad el río Choquellapu recibe afluentes de cuatro ríos principales Orkojahuirá, Achumani, Irpavi y Huanajahuirá. Al entrar en el área rural (Municipio de Mecapaca, puente Lipari) el río cambia de nombre a La Paz -cuyo uso principal es para riego-, y al salir del departamento toma el nombre de río Beni (Red-Habitat, 2011).

¹⁰ Estimación propia en base a tarifas de empresas en ciudades capitales y conversión de moneda local a dólares americanos al 2012 para los países: Bolivia, Chile, Alemania y Méjico. Fuentes secundarias (ibid anterior pie de página) para el resto de los países. El pago para Argentina corresponde al año 2004 y el costo para los países Corea, Grecia, Italia, Canadá, Japón y Dinamarca corresponde al año 2010.

Figura 2: Cuencas de la zona de estudio



Fuente: Elaboración Stefano Canelas (INESAD) basado en Red-Habitat, 2011.

La región metropolitana de El Alto se encuentra dentro de la cuenca del Altiplano donde los dos ríos principales (río Seco y río Seke) se originan en los nevados de la Cordillera Real y desembocan después de su recorrido por la ciudad de El Alto en el río Pallina que es afluente al río Katari, que finalmente desemboca en el Lago Titicaca en la Bahía de Cohana.

Crecimiento poblacional

En 1976 la ciudad de La Paz tenía seis veces más población que la de El Alto. Sin embargo, debido al flujo migratorio rural-urbano que recibe El Alto, esta ciudad ha aumentado su población aceleradamente y actualmente ésta es mayor que la población de La Paz (Tabla 1). El Alto ha crecido durante las últimas décadas con una tasa anual de 9,2% entre los años de 1976 a 1992, de 5,1% entre 1992 y el 2001 y de 2,4% entre el 2001 y 2012 (MMAyA, 2014c). Es decir, que en 36 años la población de la ciudad de El Alto ha crecido en un 786%.

Tabla 1. Población y tasa crecimiento de las ciudades de La Paz y El Alto (1976-2012)

Ciudades/Año	1976	1992 (Tasa de Crecimiento 76-92)	2001 (Tasa de Crecimiento 92-01)	2012 (Tasa de Crecimiento 01-12)
La Paz (Tasa de Crecimiento)	539.828	713.378 (1,8)	789.585 (1,1)	761.023 (-0,335)
El Alto (Tasa de Crecimiento)	95.455	405.492 (9,2)	647.350 (5,1)	845.445 (2,43)

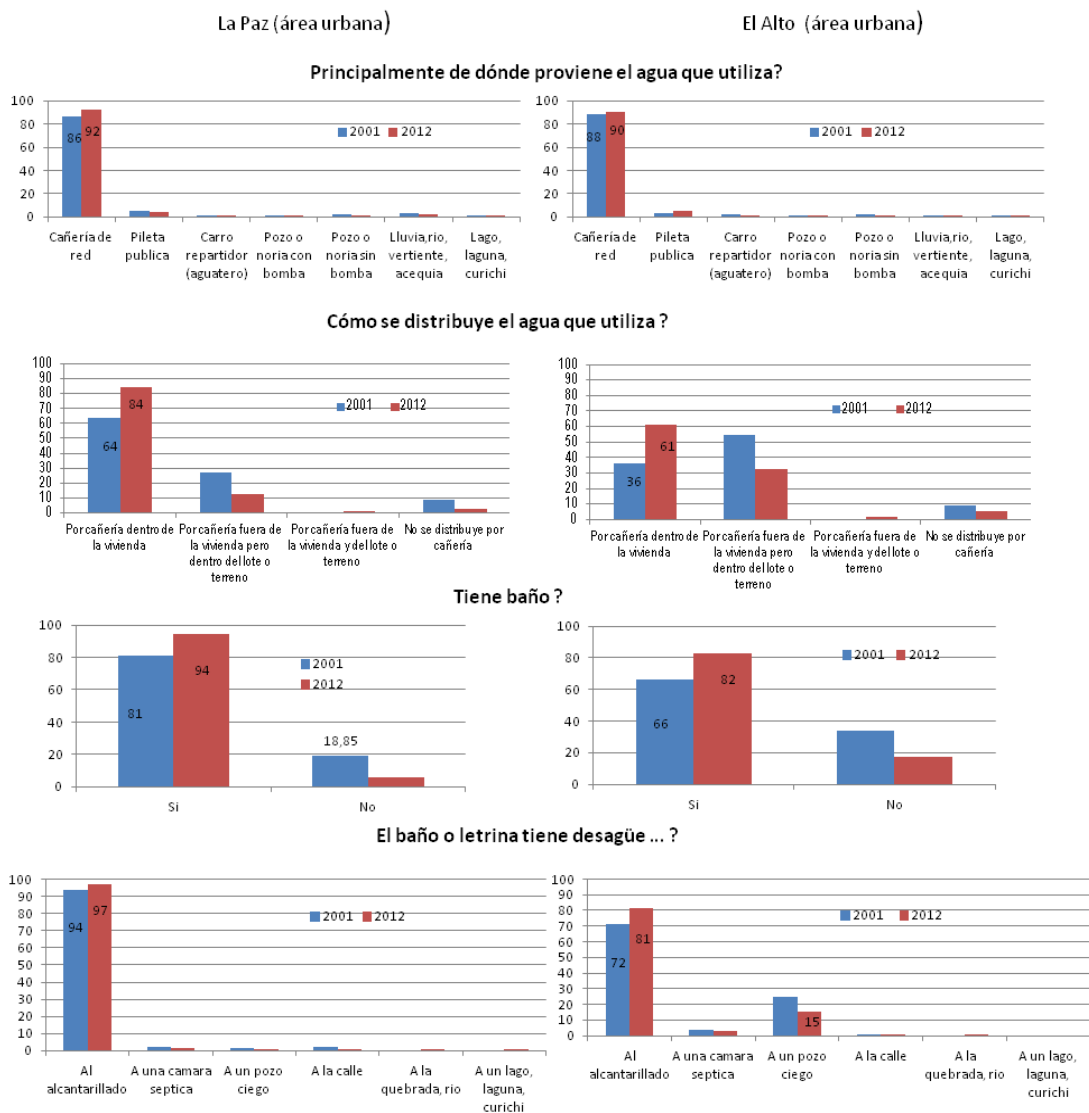
Fuente: Con datos del MMAyA, 2014c

La ciudad de La Paz, a diferencia de la de El Alto, ha disminuido su tasa de crecimiento anual de 1,8% a -0,33% en 36 años. Es así que la población de la ciudad de La Paz, según el Censo 2012, ha disminuido en 28.562 habitantes en once años.

Servicios de Agua potable y Saneamiento: Censos 2001-2012

Al comparar la información que se tiene del censo 2001 y 2012 referente a provisión de agua potable y saneamiento encontramos que, si bien los servicios han mejorado en ambas ciudades en estos 11 años, en ningún caso han llegado al 100% de cobertura (Figura 3).

Figura 3. Comparación de servicios de agua potable y saneamiento centros urbanos de La Paz y El Alto



Fuente: Elaboración propia en base a datos oficiales del censo 2001 y 2012

Según el censo 2012, el 92% de la población de la ciudad de La Paz y el 90% de la ciudad de El Alto cuentan con servicio de agua potable (reciben agua mediante cañería en red). El 97% de la ciudad de La Paz cuenta con alcantarillado mientras solo el 81% en la ciudad de El Alto, donde el 15% de la población sigue usando pozos ciegos. Sin embargo, considerando el acelerado crecimiento poblacional de esta ciudad, se han observado varios logros en 11 años. Por ejemplo, un 16% más de la población cuenta con baño y un 25% cuenta con agua potable (por cañería) dentro de la vivienda; en relación al censo 2001.

6. Flujos hídricos y monetarios en la zona de estudio

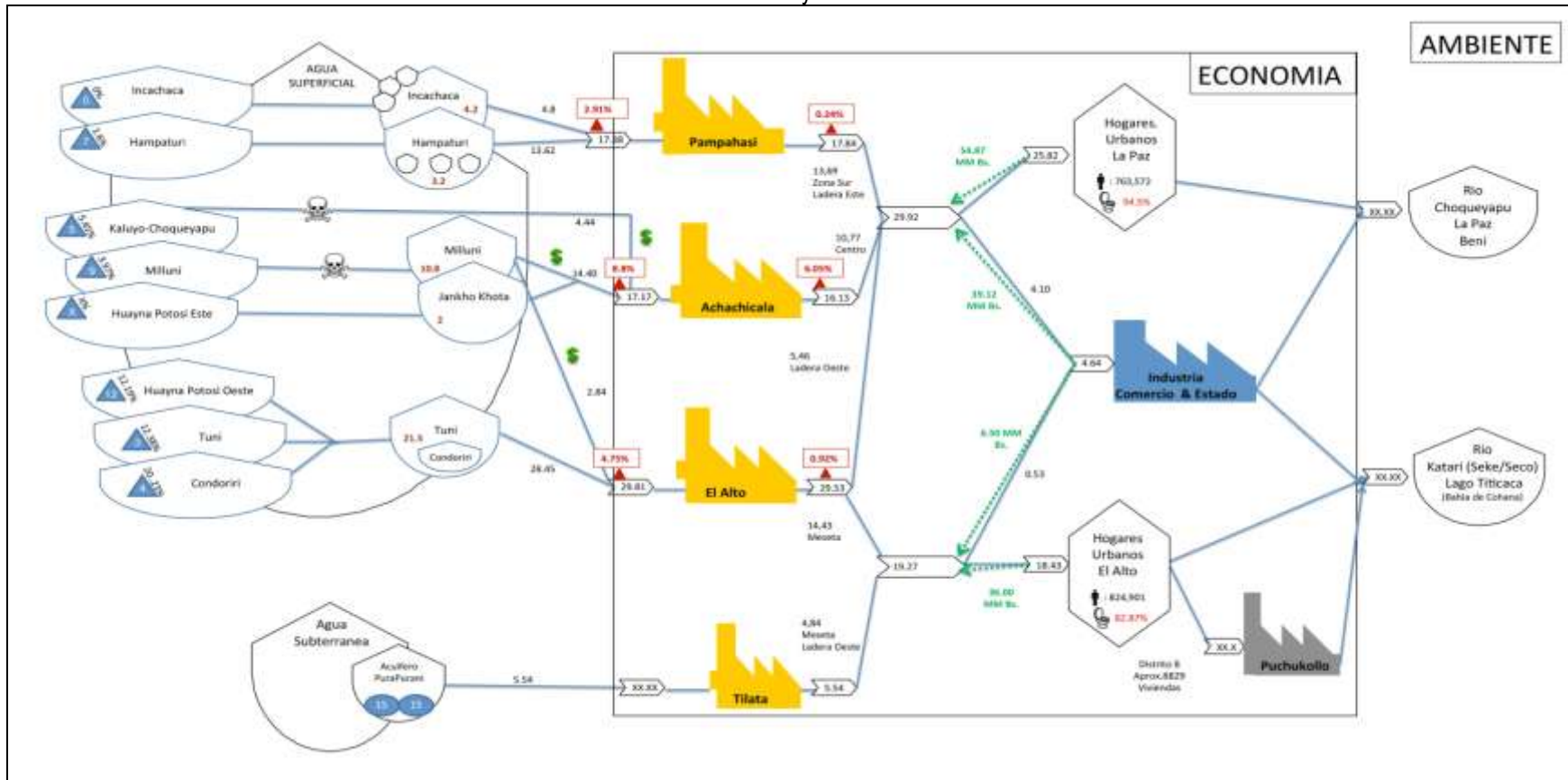
Con la inquietud de buscar mayores fuentes de agua y hacer una evaluación del uso de este recurso, el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) contrató a un consorcio para la elaboración del “*Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento La Paz – El Alto*” (PMM) que hace un recuento de la oferta, uso y desecho de agua de estas ciudades. Éste sugiere futuras fuentes de suministro y futuros pasos para su tratamiento. El PMM es de suma importancia para asegurar el futuro aprovisionamiento de agua en las ciudades de La Paz y El Alto.

Actualmente, las ciudades de La Paz y El Alto obtienen agua de ocho cuencas - Codoriri, Tuni, Huayna Potosi (Este y Oeste), Milluni, Choqueyapu, Incachaca y Hampaturi - que almacenan agua en cinco principales represas – Incachaca, Hampaturi, Milluni, Jankho Khota y Tuni (siendo Condoriri una represa secundaria). Esta agua es potabilizada en cuatro plantas de tratamiento o sistemas: Pampahasi, Achachicala, El Alto y Tilata (únicamente a través del tratamiento de cloración).

Los hogares e industrias de La Paz son los que consumen más agua y los que pagan mayores costos. La Figura 4 muestra para el año 2011 los flujos de agua en hectómetros cúbicos¹¹ (Hm³) de izquierda a derecha mientras los flujos monetarios son representados en sentido contrario al flujo de recursos (de derecha a izquierda) y son expresados en millones de bolivianos (Bs.). Durante el año 2011, los hogares en La Paz consumieron 25,82 Hm³ y pagaron 54,87 millones de bolivianos (MM Bs.), mientras que en el mismo año los hogares en El Alto consumieron 18,43 Hm³ por los que pagaron 36 MM Bs.. Por otro lado, la industria en la ciudad de La Paz usó 4,10 Hm³ por lo que se pagó 39,12 MM Bs., mientras que la ciudad de El Alto, que es el centro industrial del Departamento de La Paz, solo usó 0,53 Hm³ de agua facturada, por lo que solo pagó 6,50 MM Bs. El aparente bajo consumo de agua en la categoría industrial para la ciudad de El Alto puede deberse a que la mayoría de las industrias de esta ciudad cuentan con pozos propios que no están registrados como agua facturada por EPSAS (Quisbert, 2014; Ledezma, 2015).

¹¹ 1 Hm³ = 1,000,000 m³

Figura 4: Flujos físicos en Hm³ (líneas azules/números letras negras) y monetarios en millones de Bolivianos (líneas/letras verdes discontinuas) de las ciudades de La Paz y El Alto



- # y % de Glaciares que aportan a la cuenca
- Reservorio de agua y capacidad Hm³
- Mayores costos por contaminación
- Hogares
- % de pérdida de agua
- Cotaminación
- Flujo de monetario en millones de Bolivianos (Bs.)
- Planta de potabilización
- Puerta de control de agua en Hm³
- Planta de tratamiento aguas residuales
- Flujo de Agua de Hm³

Fuente: Elaboración propia en base a datos del MMAyA (2013; 2014a; 2014b)

La mayor fuente de agua de ambas ciudades es la lluvia con una modesta contribución de los glaciares presentes en cada cuenca. La contribución de los glaciares al abastecimiento de agua a la ciudad de La Paz varía de 0 a 5,45% y es mayor en la ciudad de El Alto, del 12 al 20%. El número de glaciares que están en una cuenca no está directamente relacionado con el porcentaje que los glaciares aportan a la misma. Por ejemplo la cuenca Milluni cuenta con nueve glaciares pero estos solo aportan el 3,9 % al flujo hídrico de la cuenca; mientras que la de Condoriri cuenta con solo cuatro glaciares que contribuyen al 20,23% del agua en la cuenca (MMAyA, 2014b).

La Paz

La ladera Este y la Zona Sur de la ciudad de La Paz obtienen agua potable de la planta de tratamiento de Pampahasi, mientras que la ladera Oeste de la ciudad obtiene su agua de la planta de tratamiento de El Alto. La planta de tratamiento de Achachicala, si bien solo provee agua a una sola zona, el centro de la ciudad de La Paz, es una de las plantas que cuenta con mayores costos de tratamiento de aguas ya que las aguas que recoge del río Choqueyapu y de la cuenca Milluni llegan contaminadas ya sea por minería, sustancias orgánicas o partículas en suspensión por la extracción de áridos para la construcción (Figura 5).

Figura 5: Frasco izquierda – agua colectada antes del ingreso a la Laguna Pampalarama. Frasco derecha – agua colectada antes de la entrada a la Urbanización Autopista (antes de entrar a la planta de tratamiento de Achachicala).



Foto: Marcelo Arze

El Alto

La mayor parte de agua facturada que consume la ciudad de El Alto proviene de la planta de tratamiento del mismo nombre, que abastece a la Meseta (14,48 Hm³ el año 2011). El acuífero de Pura Purani, con 30 pozos, abastece principalmente a la Ladera Oeste, zona limítrofe entre El Alto y Viacha (4,84 Hm³ el año 2011). Sin embargo, existe evidencia de varias industrias y hogares que tienen sus propios pozos y éstos no son facturados (Estrada-Echeverry, 2013). Por ejemplo se sabe que la mayoría¹² de las industrias se encuentran en El Alto (Kuno, 2011; La Razón, 2012), sin embargo el agua facturada de las industrias en la ciudad de La Paz (4,10 Hm³) es mucho mayor al agua de uso industrial de la ciudad de El Alto (0,53 Hm³).

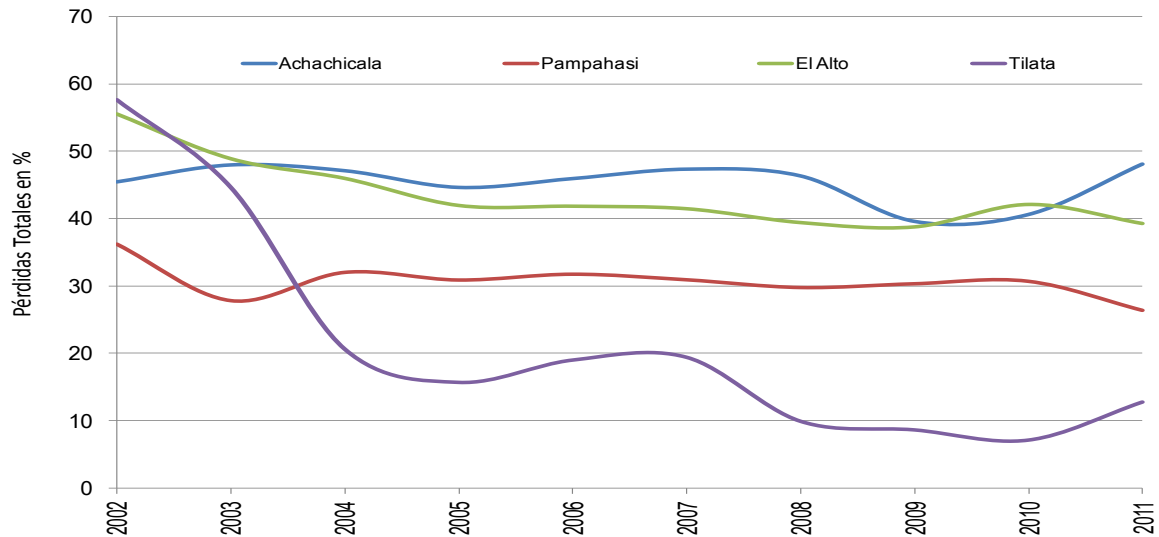
El PMM sugiere que todos los sistemas de agua se amplíen a excepción del de Achachicala cuya red se encuentra delimitada por los otros sistemas. Sin embargo, antes de buscar fuentes adicionales de suministro de agua se deben sumar esfuerzos en hacer un uso más responsable y eficiente de este recurso ya que el 2011 se registraron pérdidas de hasta el 45% entre abducción, potabilización y distribución en redes.

6.1 Pérdidas de agua entre los años 2000-2011

La Empresa Pública Social del Agua y Saneamiento (EPSAS), mediante los cuatro sistemas, es la encargada de cumplir tres difíciles tareas para asegurar el suministro de agua en las ciudades de La Paz y El Alto: (1) coleccionar agua desde sus fuentes naturales o cuencas (abducción), (2) potabilizar o tratar el agua y (3) distribuir el agua potable a los usuarios a través de redes. En cada uno de estos pasos se han registrado históricamente pérdidas, siendo mayores en los sistemas de Achachicala y El Alto, aunque en promedio han disminuido a lo largo del tiempo (Figura 6).

¹² Existen 70 industrias registradas en el El Alto (La Razón, 2012), mientras solo 28 registradas en La Paz (Ledezma, 2015).

Figura 6: Pérdidas totales de agua en porcentaje de los cuatro sistemas de abastecimiento de las ciudades de La Paz y El Alto



Fuente: Elaboración propia en base a datos del MMAyA (2013)

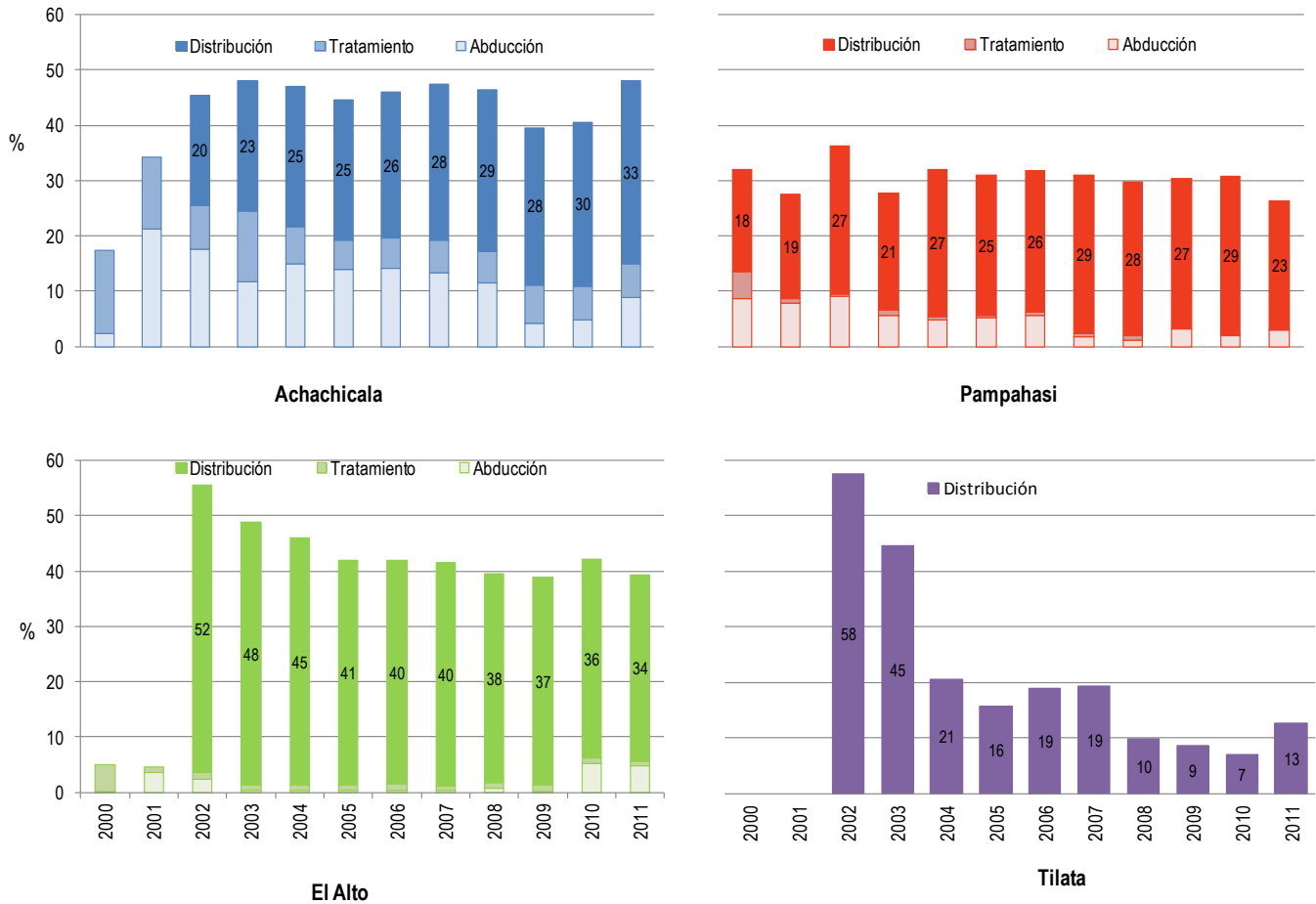
En el sistema Tilata se observa una reducción en la pérdida total del 58% el año 2002 al 21% el 2004. Las pérdidas registradas en el sistema Tilata se observan únicamente en la distribución (Figura 7) por lo que podemos concluir que durante esos dos años hubo mejoras sustanciales en la distribución de agua desde la planta de tratamiento Tilata a los hogares de la meseta y ladera oeste de El Alto. Si bien es poco probable que las pérdidas en este sistema sean nulas durante abducción y potabilización si es entendible que sean menores a los de los otros sistemas ya que son instalaciones recientes (desde 1990) y el agua en esta planta es solamente clorada¹³ después de ser bombeada directamente desde fuentes subterráneas, es así que no existen grandes pérdidas desde la fuente de agua hasta la planta de cloración.

En los cuatro sistemas las mayores pérdidas se observan durante la distribución, siendo las más altas en los sistemas de Achachicala (33%) y El Alto (34%). Sin embargo, el sistema Achachicala registra también las mayores pérdidas en abducción (8,8%) -debido a que recibe aguas de la cuenca de Kaluyo-Choqueyapu que no están canalizadas- y pérdidas en tratamiento (6,05%) ya que tiene la infraestructura más antigua¹⁴ (opera desde 1935) y mayor trabajo limpiando las aguas contaminadas que recibe de las cuencas de Milluni y Kaluyo-Choqueyapu.

¹³ A diferencia de los otros sistemas donde el proceso consiste en: pre sedimentación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección.

¹⁴ El sistema Achachicala funciona desde 1935, a diferencia de los otros sistemas que empiezan a operar en los 70s: Pampahasi en operación desde 1971; El Alto en operación desde 1978. Tilata en operación desde 1990 (Kuno, 2011).

Figura 7. Pérdidas por actividad por sistema

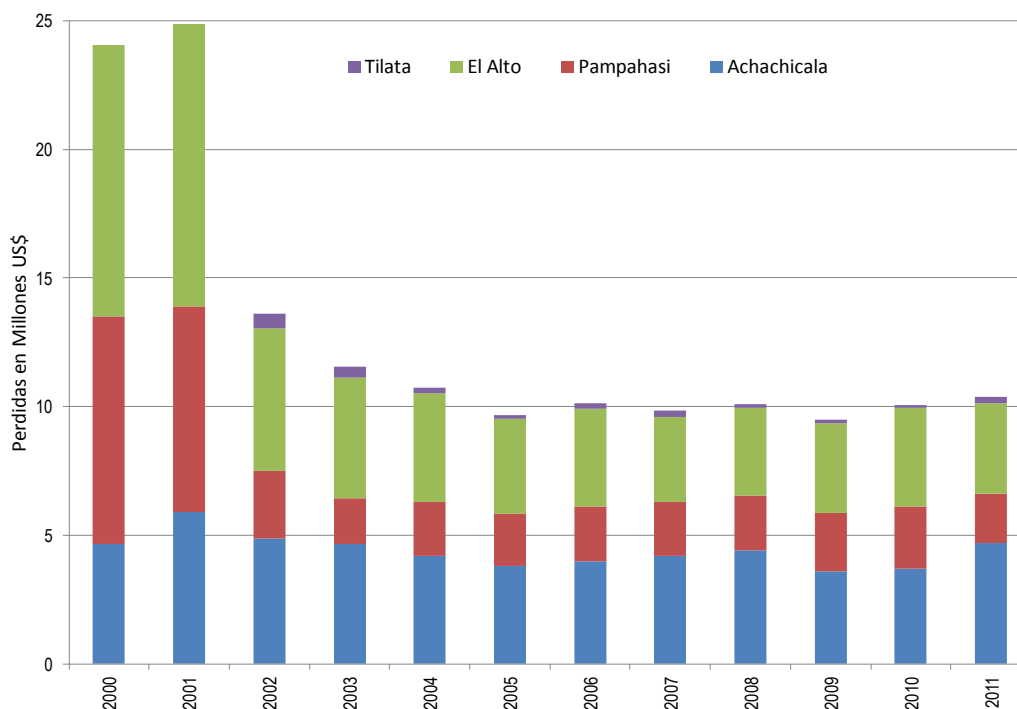


Fuente: Estimación propia en base a datos del PPM (MMAyA, 2013)

En general las pérdidas de agua en los sistemas en su mayoría se deben a fugas (visibles y no visibles), la falla en registro de los medidores, las conexiones clandestinas y errores en procesos de facturación (Estrada-Echeverry, 2013; MMAyA, 2014a).

Estas pérdidas, especialmente las fugas, además de ser un peligro latente, constituyen una pérdida económica en promedio de 14 millones de dólares al año (Figura 8).

Figura 8: Pérdidas totales de agua por año y por sistema en millones de US\$



Fuente: Elaboración propia en base a datos del MMAyA¹⁵ (2013, 2014b), Banco Central de Bolivia¹⁶, y tarifas EPSAS¹⁷

Asumiendo que todo lo que se pierde de agua podría ser cobrado tenemos una pérdida de 154 millones de US\$ en 11 años. Monto que se podría invertir en saneamiento para las ciudades de La Paz y El Alto, donde los ríos Choqueyapu, Seke y Seco están funcionando como sumideros y vías de dilución de todo tipo de desechos que acaban en la cuenca amazónica en el primer caso y en el lago Titicaca en el segundo y tercero (Figura 2).

La necesidad de limpieza ha sido identificada como primera necesidad en un estudio sobre la huella hídrica de la ciudad de La Paz. Este estudio determinó que el mayor problema hídrico que afronta la ciudad de La Paz es la contaminación del agua (huella gris) en su mayoría por uso y desecho doméstico (81%), seguido por comercial (11%), industrial (7,7%), público (0,6%) y construcción (0,001%) (CAF, 2014). Es decir, los volúmenes de agua presentes en el río

¹⁵ Asumiendo que la relación porcentual observada el 2012 entre consumo doméstico, solidario, resto de categorías (comercial/estatal/industrial) se mantiene constante desde el 2000 para los cuatro sistemas. Achachicala:61-13-25; Pampahasi:76-15-8; El Alto: 14-81-3; Tilata: 89-9-1. Y considerando que la tarifa solidaria solo se presenta desde el 2007.

¹⁶ Utilizando promedios anuales de cambio del Banco Central: <http://www.bcb.gob.bo/tiposDeCambioHistorico/index.php> (consultado en Enero, 2015)

¹⁷ Se utilizó el tarifario de EPSAS del 2009 y del 2010 <http://www.aaps.gob.bo/wp-content/uploads/2011/03/EPSAS.pdf> (consultado en Enero, 2015). En base a estos dos años se calculó y asumió un incremento porcentual anual desde el 2000 por categoría: Industrial-0,16%; Comercial-0,29%; y Doméstica-0,44%. Tarifa solidaria constante desde el 2007 a 1,78 Bs/m³. Se promedió el precio de industrial y comercial.

Choqueyapu son menores a los que se requieren para asimilar los contaminantes vertidos en su transcurso por la ciudad.

Es así que con el monto recaudado por estas pérdidas, 154 millones de US\$, se podrían pagar tres de las cuatro¹⁸ alternativas propuestas por el PMM para el tratamiento de aguas residuales y con 8 millones de US\$ adicionales se podría inclusive construir la alternativa más costosa propuesta (MMAyA, 2014a). Desde hace más de tres décadas que existen planes y proyectos para la creación de una planta de tratamiento de aguas residuales del río Choqueyapu/La Paz. Es importante dar prioridad a la limpieza de estas aguas.

La mejora de suministro de agua para un área geográfica se puede lograr de varias formas. Mediante la reutilización, es decir, incentivar e incrementar el re-uso de agua y a través del control de pérdidas, monitoreando y controlando las filtraciones, los robos y otras causas. En el caso de las ciudades de La Paz y El Alto es recomendable enfocar esfuerzos no solo en disminuir las pérdidas y en incrementar los flujos de retorno que se pueden lograr mediante un tratamiento de aguas residuales, sino también en diseñar programas coordinados de cosecha de lluvias.

6.2 Relaciones entre La Paz y El Alto

Se estimó, en base a los datos provistos por el Plan Maestro Metropolitano, que el consumo promedio el año 2011 en las ciudades de La Paz ha sido de 107 l/hab/día y en El Alto de 63 l/hab/día (MMAyA, 2014c; 2014b). Aunque todavía no se tiene un parámetro internacional estandarizado que determine el requerimiento mínimo de agua, se sugiere que el consumo de los habitantes en un país debe ser de 135 l/hab/día para, no solo cubrir las necesidades básicas, sino también para su desarrollo económico y social (Chenoweth, 2008). En las ciudades de La Paz y El Alto el consumo promedio está por debajo de esta recomendación y si se quisiera alcanzar el nivel de consumo recomendado se necesitaría aproximadamente el doble de la capacidad de todas las represas juntas que suministran agua a estas ciudades¹⁹ (Tabla 1).

En general los habitantes de la ciudad de La Paz usan y pagan más que los residentes en la ciudad de El Alto. En promedio los habitantes de La Paz pagan 40% más por metro cúbico (m³) usado que los de El Alto. Esto se debe a que existe mayor cantidad de agua industrial facturada en La Paz y a que en El Alto existe una mayor cantidad de hogares que se adhieren a tarifas solidarias y por ende cuenta con un mayor subsidio (6 millones de Bs. el año 2011).

¹⁸ A1: Centralizada con obra de toma=162 Millones de US\$; A2: Descentralizada con obra de toma=147 millones US\$; A3: Híbrida=141 millones US\$; A4: Mixto Centralizado obra de toma para Achachicala y 13 interceptores separados =63,4 millones de US\$, la alternativa más viable (MMAyA, 2014a).

¹⁹ Las principales represas de abastecimiento para las ciudades de La Paz y El Alto son: Incachaca (4,2 Hm³), Hampaturi (3,2 Hm³), Milluni (10,8 Hm³), Jankho Khota (2 Hm³), Tuni (21,5 Hm³). La sumatoria total de la capacidad de estas represas juntas es de 41,7 Hm³. La ciudad de La Paz para alcanzar el consumo recomendado requeriría 20, 78 Hm³ y la ciudad de El Alto 59,40 Hm³. Es decir, estas dos ciudades requerirían 80,19 Hm³.

Tabla 2. Estimaciones de uso y pago del agua el año 2011 en las ciudades de La Paz y El Alto

	2011	
	LA PAZ	EI ALTO
Habitantes ^a	763.572	824.901
Uso Total (millones de m³)^b	29,92	18,96
Doméstico	17,84	6,39
Solidario	7,97	12,04
Industrial, Comercial, Estatal	4.11	0,53
Pago Total (millones Bs.)^c	93,99	42,50
Doméstico	40,67	14,58
Solidario	14,20	21,43
Industrial, Comercial, Estatal	39,11	6,500
Subsidios (millones Bs.)^d	3,99	6,02
Pago Promedio Bs./m ³	3,14	2,24
Consumo m ³ /hab	39,19	22,99
Consumo l/hab/día	107,37	62,99

a. Estimaciones propias a partir de datos del Censo 2012 y las tasas de crecimiento anual -0,335 La Paz y 2,43 El Alto

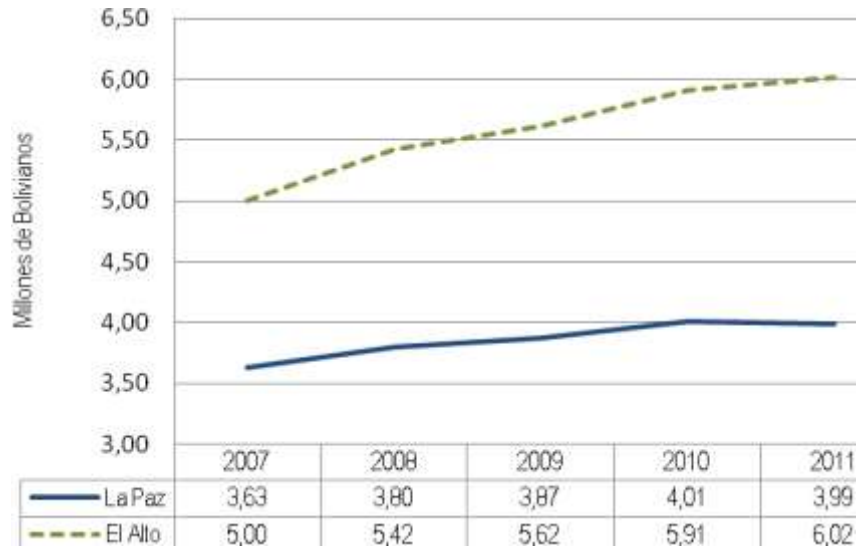
b. Estimado con datos del PMM sobre consumo porcentual aproximado 2011 por categorías y por planta de tratamiento (MMAyA, 2013).

c. Estimado usando las tarifas de EPSAS y tomando el promedio de la tarifa industrial y comercial.

d. Estimado asumiendo que el único subsidio es el pago de tarifa solidaria.

Este subsidio también se da a la ciudad de La Paz pero en menor medida. La tarifa solidaria se introdujo desde el 2007 y desde que se implementó la brecha de subsidio entre las ciudades de La Paz y El Alto es cada vez mayor (Figura 8).

Figura 8. Subsidio en las ciudades de La Paz y El Alto desde el 2007 año que se introdujo tarifa solidaria



Fuente: Estimación propia siguiendo supuestos explicados en la Tabla 1.

En las ciudades de La Paz y El Alto se paga una tarifa única por la conexión del servicio de alcantarillado, pero no un cobro explícito mensual por este servicio que en otros países presupone un tratamiento de aguas residuales. Los habitantes del Distrito 8 de la ciudad de El Alto cuyas aguas residuales pasan por la planta de tratamiento de Puchukullo reciben en la factura de EPSAS un cobro explícito por este servicio (Figura 9).

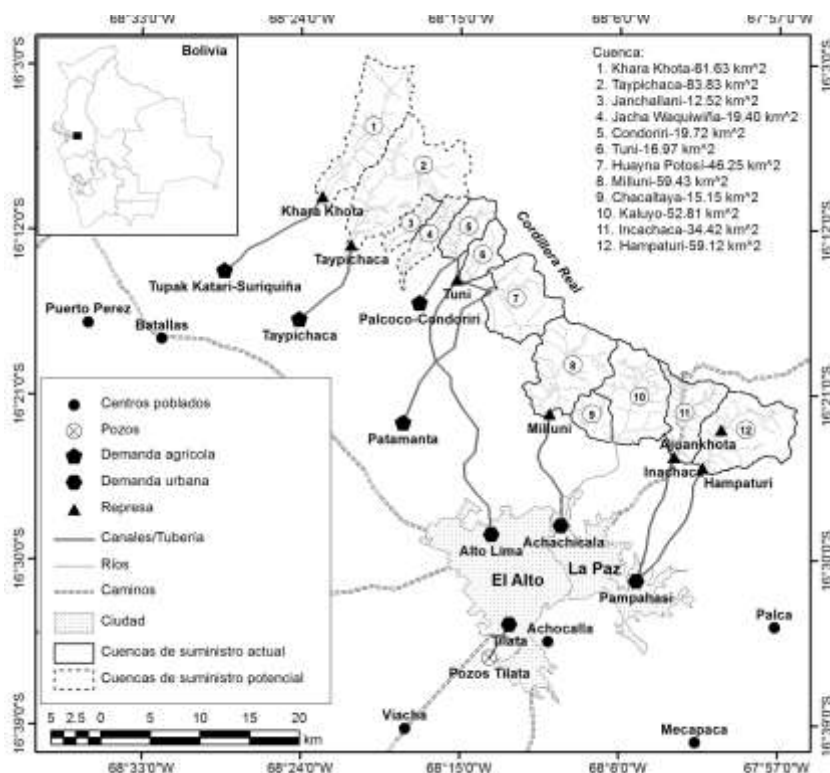
Figura 9. Facturas de EPSAS de la ciudad de La Paz



6.3 Futuras fuentes de abastecimiento para La Paz y El Alto

El Plan Maestro Metropolitano propone el aprovechamiento de cuencas adicionales. Para el sistema Pampahasi propone construir una obra de toma en Palcoma y Chojna Khota, para el sistema El Alto aprovechar las aguas del sistema Penas que incluye el aprovechamiento de Khara Khota y Taypichaca; para el sistema Tilata ampliar las líneas A y B de pozos e incluir una línea más (línea C). Estas alternativas están pensadas para ser introducidas gradualmente en un horizonte de los años 2016-2023, 2023-2029 y 2029-2036 (MMAyA, 2014d).

Figura 10. Cuencas alternativas de suministro de agua para las ciudades de La Paz y El Alto



Fuente: Escobar et al., 2013, p. 24

Estudios realizados por el Instituto de Estocolmo sugieren la inversión “urgente” en nueva infraestructura hidráulica para captar aguas de Cuencas alternativas como ser Khara Khota, Taypichaca, Janchallani, y Jachawaquiwiña donde se identificaron los mayores caudales y también la mayor contribución de glaciares de hasta el 49% (Figura 10) (Escobar et al., 2013).

7. Conclusiones:

Existen pérdidas de abducción, tratamiento y distribución en los tres sistemas principales de potabilización de agua que en conjunto constituyen un 45% de pérdidas. El sistema que presenta mayores pérdidas es el de Achachicala. Las pérdidas de distribución son las mayores en los sistemas observados, alcanzando una pérdida por encima del 30%, siendo mayor en el Sistema El Alto.

EPSAS cobra por el servicio de potabilización y no así por alcantarillado (solo se cobra la conexión), ni en la ciudad de La Paz, ni en la ciudad de El Alto, a pesar de que este último cuenta para el Distrito 8 con la planta de tratamiento de aguas residuales de Puchakollo. Es importante que se concientice a la población que sistemas de tratamiento de aguas son importantes y que se tiene que cobrar al usuario para que este servicio sea sostenible. Los servicios de agua potable y saneamiento tienen que ser financieramente sostenibles. Si bien EPSAS en sus estados financieros no muestra un déficit (Delta Consult Ltda., 2010) el costo por metro cúbico de agua es uno de los más bajos en Latino América, lo que deja la interrogante sobre la sostenibilidad del servicio.

Se están usando los ríos Choqueyapu (La Paz), Seke y Seco como emisarios de desechos. En el primer caso la circulación del río permite la oxigenación de las aguas y la dilución de contaminantes por aportes de afluentes. Sin embargo, en el caso de los ríos Seke y Seco que finalmente desembocan en la bahía de Cohana en el Lago Titicaca no existe este proceso de oxigenación y los contaminantes son acumulados lentamente constituyéndose en un pasivo ambiental.

Desde hace más de tres décadas que existen planes y proyectos para la creación de una planta de tratamiento de aguas residuales del río Choqueyapu/La Paz, es importante dar prioridad a la limpieza de estas aguas y se puede concretar si usamos el agua potable de una forma responsable y eficiente.

8. Recomendaciones

La mayor cantidad de agua que usamos en la ciudad de La Paz y El Alto proviene de las lluvias. Entonces, no solo es recomendable ampliar nuestra capacidad de captación de las mismas construyendo represas y protegiendo bofedales (almacenes naturales de agua) si no también implementando e introduciendo políticas de apoyo a proyectos coordinados de cosecha de agua de lluvias a nivel local y hasta barrial.

Antes de buscar fuentes adicionales de suministro de agua se deben sumar esfuerzos en hacer un uso más responsable y eficiente de este recurso ya que el 2011 se registraron pérdidas de hasta el 45% entre abducción, potabilización y distribución en redes.

Se tienen que enfocar esfuerzos en contar con un tratamiento de aguas residuales para las dos ciudades. Esto además de eliminar riesgos a la salud de los ciudadanos, facilitará el uso de aguas tratadas para actividades que no requieren altas calidades de agua como para riego, inodoros y/o lavado de autos. Es así, que es importante calcular tarifas apropiadas para el control de la contaminación hídrica. Actualmente no existe un pago por alcantarillado (más que el de la conexión), esta función ambiental en su mayor parte la cumplen los ríos.

Se deben sumar esfuerzos para completar vacíos de información para hacer un diagnóstico cabal de la situación actual de los recursos hídricos. Por ejemplo: separar el uso para cada categoría industrial, estatal y comercial. Contabilizar el uso de la industria de El Alto aunque sea por pozos propios. Evaluar la salud del acuífero Pura Purani. Evaluar el estado de los bofedales en las cuencas altas ya que se constituyen en reservorios naturales de agua que pueden ser preservados a diferencia de los glaciares.

9. Futuros pasos:

Los futuros pasos recomendados a seguir para dar continuidad a las investigaciones de Cuentas Ambientales en general y del agua en particular son:

- Recopilar información desglosada sobre consumo y desecho de agua de las industrias en La Paz y El Alto, para verificar o introducir el principio de que quien contamina paga.
- Emplear la metodología de SCAE-Agua tomando como región espacial la cuenca hidrográfica. Esta opción sería especialmente útil en ríos o cuencas donde existe contaminación minera (Choqueyapu y Milluni) o donde se quiere implementar una gestión integrada de los recursos hídricos (como lo recomendado en la Agenda 21 o la Directiva Marco del Agua, de la Unión Europea).
- La segunda parte de la metodología SCEA-Agua incluye una discusión sobre los modos de valoración del agua fuera del enfoque del mercado (nonmarket valuation). Un aporte importante es contribuir a estos debates incluyendo conceptos plasmados en la Ley de la Madre Tierra, el vivir bien y discusiones que la Autoridad de la Madre Tierra está conduciendo.
- Se deberían formar equipos de trabajo a nivel Nacional y Departamental, como el formado en Bostwana, para compilar información sobre agua (Republica de Bostwana, 2001). Inclusive se podría confirmar un equipo internacional de la región andina que haga

un lobby entre autoridades para mostrar la importancia de compilar esta información conjuntamente.

- Es importante también identificar problemas apremiantes de política pública entorno al recurso agua, e identificar prioridades para la futura recolección de datos.

10. Bibliografía

Andersen, L. y Jemio, L.C. 2015. La dinámica del cambio climático en Bolivia. La Paz, Bolivia: Fundación INESAD.

CAF. 2014. Reporte de Síntesis: Proyecto Huella de Ciudades. CAF (Banco de desarrollo para América Latina) y CDKN (Alianza Clima y Desarrollo), facilitado por FFLA Fundación Futuro Latinoamericano y ejecutado por Servicios Ambientales S.A.

Calvo, N. 2014. *La economía del cambio climático en Bolivia: cambios en la demanda hídrica*. Banco Interamericano de Desarrollo. Monografía del BID No. 187.

Chenoweth, J. 2008. Minimum water requirements for social and economic development. *Desalination* 229: 245-256.

Escobar, M., Lima, N., Purkey, D., Yates, D., Forni, L. 2013. Modelación hidrológica y escenarios de cambio climático en cuencas de suministro de agua de las ciudades La Paz y El Alto, Bolivia. *Aqua-LAC* 5 (2): 23-34.

Estrada-Echeverry, A. (Agosto, 2013). Informe de agua no facturada (ANF) en EPSAS – La Paz-El Alto. En: *Planes Maestros Metropolitanos de Agua Potable y Saneamiento de Cochabamba, La Paz y El Alto, Santa Cruz y el Valle Central de Tarija (Bolivia)*. Informe Etapa III. Formulación del Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento de La Paz-El Alto y Zonas Adyacentes.

Fenton, I.F., Andersen, L., Li, T. (en revisión). Global Green Accounting 2014. INESAD.

Giordano, M., y Wolf, A.. 2002. The World's International Freshwater Agreements: Historical Developments and Future Opportunities. In: *Atlas of International Freshwater Agreements*. New York: United Nations Environmental Program.
<http://www.transboundarywaters.orst.edu/publications/atlas/>

Jemio, L.C. y Andersen, L. 2013. Insights from Bolivia's Green National Accounts. *Latin American Journal of Economic Development* 19: 125-136.

Jemio, L.C. 2011. Cuentas Ambientales: medio ambiente y economía en Bolivia. CI. PIEB. Plural. La Paz. Bolivia.

- Kuno, C.A. 2011. *Producción y consumo de agua en la ciudad de El Alto*. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Carrera de Economía. La Paz – Bolivia.
- La Razon. (30 de Diciembre 2012). *La Cámara de Industria y Comercio ve burocracia y cobros excesivos*. La Paz-Bolivia. http://www.la-razon.com/index.php?url=/suplementos/financiero/Camara-Industria-Comercio-burocracia-excesivos_0_1750625078.html
- Ledezma, Ruben. 2015. (Conversación personal 15 de Enero). Director de la Dirección de Gestión Ambiental del Gobierno Municipal de La Paz.
- MMAyA, Ministerio de Medio Ambiente y Agua. 2013. Informe sobre demandas Futuras y Estrategias de Expansión. Volumen II-Balance de Oferta y Demanda. En: *Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento La Paz-El Alto, Bolivia*.
- MMAyA, Ministerio de Medio Ambiente y Agua. 2014a. Informe Especial No2: Estrategia de Saneamiento. En: *Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento La Paz-El Alto, Bolivia*.
- MMAyA, Ministerio de Medio Ambiente y Agua. 2014b. Informe Especial No1: Aprovechamiento sostenible de las fuentes de Abastecimiento superficiales y subterráneas. En: *Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento La Paz-El Alto, Bolivia*.
- MMAyA, Ministerio de Medio Ambiente y Agua. 2014c. Informe Final. Formulación del Plan Maestro: Volumen I – Diagnóstico de la situación actual del servicio. En: *Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento La Paz-El Alto, Bolivia*.
- MMAyA, Ministerio de Medio Ambiente y Agua. 2014d. Informe Final. Formulación del Plan Maestro: Volumen II –Demandas Futuras y Estrategias de Expansión. En: *Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento La Paz-El Alto, Bolivia*.
- Montes de Oca, I. 2005. *Enciclopedia Geográfica de Bolivia*. Editora Atenea. La Paz.
- Naciones Unidas. 2012. *System of Environmental-Economic Accounting for Water*. Department of Economic and Social Affairs. Statistics Division. Nueva York.
- Naciones Unidas. 2014. *System of Environmental Accounting 2012-Central Framework*. Nueva York.
- Quisbert, Tomás. 2014. (Conversación personal 26 de Noviembre). Director de Producción. Empresa Pública Social del Agua y Saneamiento (EPSAS).

Red-Habitat. (Agosto, 2011). Gestión integral del agua: proyecto agua y cambio climático. Taller de proyectos e investigación del hábitat urbano-rural. Kze Misereor. www.red-habitat.org.

Republica de Bostwana. 2001. Botswana's natural resource accounts: water accounts. CSO y NCSA Gobierno de Botswana.

Wright, Richard. 2005. *Environmental Science*. Tenth Edition. Gordon College. Pearson Prentice Hall.