



Gestión eficiente de la infraestructura Cómo llevar los servicios de acueducto y alcantarillado a un estado rentable

Ing. Sonia Bueno García

Fundición Düker, Varadero, Cuba, s.bueno@t-online.de

Resumen

Los costos de suministro de agua y evacuación de residuales en Cuba ascienden desmesuradamente año tras año. Mientras tanto la eficiencia sigue en declinación; con un creciente número de usuarios del sector industrial y residencial que buscan, para satisfacer su demanda, independizarse del servicio público de acueducto y alcantarillado.

Los servicios de acueducto y alcantarillado generan al país costos de 1500 millones de CUC, para el año en curso. Estos costos se incrementan con un valor promedio entre 10-15% cada año.

Las pérdidas de agua en las redes se elevan a un 85% del volumen total bombeado, es decir, menos que la sexta parte llega al consumidor, a un costo por m³ de 4,44 CUC. Lo que implica un 23% de la norma establecida, escasamente la mitad requerida para garantizar un desarrollo económico sostenible.

La cuota de roturas sigue en ascenso continuo y en el momento ha llegado a 800/100 km anual (ca. 8m³/km/h de pérdidas).

El volumen de reinversión en la infraestructura existente, no ha sido suficiente como para mantener la eficiencia del sistema.

La cuota media de reinversión entre 1959 y 2010 no supera los 30% de la depreciación calculatoria de la infraestructura, o sea, hay una destrucción de valores.

La actual tendencia no puede ser reajustada sin cambios profundos en la gestión de la infraestructura.

Este trabajo tiene el propósito de:

- Mostrar a través de análisis económicos que la rentabilidad del sistema de acueducto y alcantarillado correlaciona directamente con la eficiencia de su infraestructura
- Identificar los elementos claves para una gestión eficiente de la infraestructura
- Proponer un sistema de información costo-beneficio que permite medir la eficiencia en la gestión de la infraestructura

Palabras claves: Acueducto, Alcantarillado, Gestión de la Infraestructura, Rentabilidad, Eficiencia

Introducción

La disyuntiva entre la transportación de las aguas para el consumo y, al mismo tiempo la evacuación de residuales y pluviales en los asentamientos marcan los primeros pasos hacia la civilización.

El manejo del agua es una tarea vital y costosa, por tanto, exige de una conducción segura a través de sistemas duraderos y libre de contaminación. Esto no es solamente un acto humanitario si no un interés económico vital y la premisa para la rentabilidad, o sea, la eficiencia de los servicios de acueducto y alcantarillado.

Dentro de la gestión del agua le corresponde a la infraestructura la función principal. Los costos por cuestión de redes abarcan típicamente un 80% del total de costos generados por dichos servicios.



Aunque se conoce a través de los siglos la prioridad de construir y mantener la infraestructura, se discrimina en la práctica esta tarea. En mucho de los casos la gestión de los acueductos y alcantarillados se caracterizan por una falta de profesionalidad, control e insuficiencia en los servicios.

El mantenimiento de las redes es considerado por un gran número de acueductos como una carga económica indeseada, ya que se omiten las reglas económicas básicas: calidad = rentabilidad y la conservación e incremento de valores, en vez de la reducción de gastos.

Otro de los errores comunes es concentrarse unidimensionalmente, es decir, prestar más atención al número de personas beneficiadas y no al aseguramiento de la calidad de los servicios y mantenimiento lo que origina el ascenso desmesurado de los costos. Un sistema de acueducto y alcantarillado no se construye para un día sino para siglos.

Solo de esta manera se convierte la infraestructura en un motor para la economía nacional y global, en lugar de ser un barril sin fondo.

Seguido será analizado el estado técnico-económico de los servicios de acueducto y alcantarillado en Cuba a partir de los datos operacionales y financieros correspondiente al período 1960-2010. Se procede identificando los elementos claves, y se propone un sistema de información costo-beneficio que permite medir la eficiencia en la gestión de la infraestructura.

Base de datos y consideraciones metodológicas

A través del cálculo de la relación costo-beneficio se intenta comprender el impacto económico completo de los servicios de acueducto y alcantarillado correspondiente al papel central que juega la distribución de las aguas para el desarrollo socio-económico. La consideración de los datos históricos debe permitir estimar las influencias que hayan tenido las decisiones, estrategias y operaciones del pasado para el estado actual del sector.

La gestión económica de los servicios de acueducto y alcantarillado en Cuba implica una serie de características que influyen en los cálculos de rentabilidad.

1. El sistema de contabilidad de las empresas de acueducto y alcantarillado refleja casi exclusivamente los gastos e ingresos operacionales (cameralística), mientras que los costos y beneficio no son considerados.
2. Para los informes directivos se ha creado un sistema de indicadores no económicos. Estos últimos incluyen principalmente el desarrollo cuantitativo de la infraestructura y los servicios prestados.
3. Las utilidades no permanecen en la empresa, sino, se transfieren a cajas centrales del estado.
4. Las inversiones capitales en la infraestructura se contabilizan a través de programas centralizados y no bajo la responsabilidad económica de los acueductos.
5. El uso paralelo de dos monedas (CUP y CUC) dificulta la valoración de los costos-beneficios que generan los acueductos.
6. La infraestructura como activo fijo de los acueductos es tradicionalmente subvalorada.
7. Las tarifas de agua son altamente subvencionadas

En cuanto a los datos históricos disponibles se puede apreciar lo siguiente:



1. La metodología actual de los informes económicos, infraestructurales e indicadores se mantiene desde el 2001.
2. Existen series históricas en formato digital exclusivamente a partir del 1997.
3. Para los períodos anteriores se puede recurrir a informaciones selectivas en informes no periódicos.
4. Los datos sobre el estado de la infraestructura así como la eficiencia de los trabajos de sustitución y mantenimiento nunca fueron recolectados periódicamente y por tanto se han perdido muchas informaciones en el transcurso de los años.
5. No existen historiadores en las empresas de acueducto y alcantarillado.
6. Para la interpretación correcta de los datos no periódicos y especialmente para los años 80 y anteriores fue indispensable entrevistarse sistemáticamente con los especialistas más experimentados, quiere decir aquellos que llevaron a cabo las operaciones durante las épocas en cuestión.

Para complementar los datos disponibles y extender las series temporales hacia el pasado se recurre a diferentes métodos estadísticos. Los mas aplicado son:

1. Interpolación de datos para enlazar espacios entre puntos conocidos
2. Extrapolación de datos para extender la serie según las reglas deducidas de períodos conocidos
3. Estimación de datos a partir de otras series o en coherencia con fuentes externas y en particular otras empresas de acueducto y alcantarillado.

A partir de esto se puede comenzar a derivar los costos y beneficios reales que genera la gestión de los acueductos y alcantarillado partiendo de los datos disponibles con el objetivo de crear una estructura de informe que permita establecer una relación entre las operaciones y las decisiones estratégicas de una parte y la rentabilidad integral de la otra.

Status de la infraestructura en Cuba

La infraestructura de suministro y evacuación de las aguas en Cuba se gestiona a través de 22 empresas de acueducto y alcantarillado administradas por las Asambleas del Poder Popular y técnicamente dirigidas por un organismos central, el Grupo Empresarial de Acueducto y Alcantarillado (GEAAL), perteneciente al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) el cual se subordina al Ministerio de la Construcción. Las empresas de acueducto administran la siguiente infraestructura (estado 2009/2010):

Tabla 1, Infraestructura de acueductos y alcantarillado en Cuba 2009/2010

Longitud de la red (acueducto)	21.700 km
Longitud de la red (alcantarillado)	5.000 km
Estaciones de bombeo	2.675
Plantas potabilizadoras	64
Plantas de tratamiento de residuales	8
de esas urbanas	2
Lagunas de oxidación	299
Población con conexión domiciliaria	8.160.500 = 72,9%
Población con acceso cercano (= < 300m)	1.690.000 = 15,1%



Población con servicio de pipa	580.000 = 5,2%
Población con servicio de alcantarillado	3.956.300 = 35,3%
Cantidad de fosas	870.038
Cantidad de tanques sépticos	509
Longitud del drenaje pluvial	2036 km
Agua extraída	1744 m ³
Albañal evacuado	690 m ³

Valor total de la infraestructura

Un primer paso para el análisis de costos y beneficios consiste en el cálculo del valor total de la infraestructura. Hasta el instante el sistema de contabilidad de las empresas de acueducto y alcantarillado se basa en los principios de la cameralística donde se consideran exclusivamente los gastos e ingresos operacionales. Este sistema, creado en el siglo XVII, se concentra principalmente en los aspectos de ahorro de recursos y maximización de los ingresos del estado. A la vez permite la gestión de la empresa conforme a la facturación total de la economía nacional. Por el otro lado excluye los conceptos de costo y beneficio, igual que la valoración/depreciación de la infraestructura. Además la cameralística dificulta la contabilización precisa de las operaciones bajo las premisas de una regulación estatal de precios, donde la mayoría de los productos y servicios se intercambia a precios subvencionados.

Para una estimación real del valor total de la infraestructura de los acueductos y alcantarillados había que recurrir a los costos de adquisición de las instalaciones existentes. El sector tecnológico en Cuba es altamente dependiente (directo e indirecto) de importaciones. Por tanto se puede considerar que al nivel de la economía nacional cubana la adquisición de piezas y equipos para los sistemas de acueducto y alcantarillado genera costos a la altura del mercado internacional y en ocasiones incluso por encima de ese nivel. Los planes de inversiones del sector de las últimas dos décadas lo confirman.

Existen desde hace algunos años diversas iniciativas de benchmarking en el sector del agua con una creciente participación de empresas de acueducto y alcantarillado de todos los continentes. Algunos de esos proyectos como por ejemplo la metodología aquabench incluyen informaciones precisas de costos y permiten establecer una relación entre los principales indicadores de la infraestructura y los costos de adquisición.

A base de los indicadores de la tabla 1 resulta para la infraestructura en Cuba un valor total aproximado de 10 mil millones de CUC¹ para el 2010.

Costos de los servicios de acueducto y alcantarillado

Como se explicó anteriormente el sistema de contabilidad de las empresas de acueducto y alcantarillado no registra directamente los costos y beneficios. Por tanto se usaron otras información adicionales para calcular los costos que originan estos servicios para la economía nacional y en particular las siguientes fuentes:

- Contabilización de las inversiones estatales
- Planes de importaciones del sector y sus de abastecedores

¹ El Peso Convertible Cubano (CUC) es una divisa interna - garantizada por las reservas del país en moneda libremente convertible – con un valor fijo de 1,08 USD.



- Fuentes y costos de la generación de energía
- Datos comparativos de mantenimiento de equipos y parque móvil de otros sectores
- Costos sociales no contabilizados dentro del sector
- Estado de los recursos hídricos
- Datos comparativos del sector agropecuario e industrial

Se calcularon costos totales de los servicios de acueducto y alcantarillado de 1500 millones de CUC para el 2010 con un aumento promedio de 10-15% en la última década.

81,5% de estos costos están originados por el suministro de agua potable y 18,5% por la evacuación de residuales y pluviales.

Para confirmar los resultados obtenidos se recurrió al análisis comparativo con las bases de datos de aquabench e IBNET (International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities) y en particular la distribución de costos entre las diferentes actividades de las empresas de acueducto y alcantarillado.

Los resultados también pueden ser confirmados a partir del cálculo de la depreciación calculatoria de la infraestructura. Distinto a la depreciación simple esta se basa en el valor de sustitución de una pieza/equipo y no en el precio histórico.

El valor total de la infraestructura se consideró de 10 mil millones CUC para el año en curso. Con un período típico de depreciación para una infraestructura entre 30 y 40 años resulta una depreciación calculatoria anual de 790 millones CUC. Se adicionan las inversiones en la ampliación de la infraestructura de 200 millones así como los gastos operacionales (fijos y variables) a base de precios reales de 100 millones respectivamente 250 millones CUC. 160 millones CUC pueden ser añadidos como:

- costos sociales no contabilizados dentro del sector
- costos generados en el sector industrial y privado por independización del servicio público y autoabastecimiento (disminución del beneficio)

Por tanto los acueductos y alcantarillados de Cuba muestran la relación típica de un 80% de costos fijos (costos de infraestructura) y 20% de costos variables.

El estado de la infraestructura como factor económico

El costo por m^3 de agua potable que llega al consumidor es un indicador importante para el rendimiento de un acueducto. Para el 2010 se extraerán aproximadamente 1800 Hm^3 y se generan costos de 1220 millones CUC lo que implica un costo de $0,68 \text{ CUC}/m^3$.

Pero, ¿cuánta cantidad de agua llega al consumidor?

En la actualidad la mayoría de los consumidores no disponen de metros contadores, en el sector residencial son solamente los 3,6% mientras en el sector estatal cuenta un tercio de los consumidores con metro.

Las pérdidas han sido estimadas en algunas ocasiones. Del 1960 data un aproximado de 50% mientras que en el 2004 se estimaron 87% del agua que se perdía en la conducción.

Últimamente se realizaron algunas mediciones en pequeñas zonas metradas pero sin carácter representativo.



Por tanto hubo que emprender un análisis comparativo a través de los datos disponibles. La cuota de roturas sigue en ascenso continuo desde hace décadas y llega actualmente a 800 por cada 100km de las redes (líneas conductoras, distribuidoras y acometidas) que es indiscutiblemente un valor elevado al nivel internacional. A través de las bases de datos de las iniciativas de benchmarking se pudieron correlacionar la cuotas de rotura con los volúmenes de pérdidas, obteniendo un resultado de 85% del volumen extraído que no llega al consumidor.

Este resultado fue confirmado a través de los planes de inversiones de las últimas 5 décadas. La cuota media de reinversión entre 1959 y 2010 no supera los 30% de la depreciación calculatoria de la infraestructura, o sea, hay una destrucción de valores. Partiendo de un volumen de 50% que se perdía en 1960 y aplicando la cuota media de reinversión como medida para la degradación de las redes coherente con las prácticas internacionales se afirma un nivel de pérdida alrededor de los 85%.

Esto implica que para el 2010 llegarán de 1800 Hm³ solamente 270 Hm³ a los consumidores a un costo de 4,44 CUC por m³. Las pérdidas serán consecuentemente de 8m³/km/h.

Los 270 Hm³ son equivalente a 24 m³ anuales por habitante lo que significa un 23% de la norma actual promedia de suministro de agua potable en Cuba. El volumen por habitante incluye el consumo de los comercios e instituciones no industriales. Bajo las condiciones económicas y climáticas del país, los 24 m³ anuales son aproximadamente la mitad de lo que requiere un desarrollo socio-económico sostenible.

El mal estado de las redes y la falta de reinversiones son la causa principal del aumento anual de costos por los servicios de acueducto y alcantarillado el cual se oscila entre 10-15%, muy por encima de la tasa de inflación.

Consecuentemente los costos para el servicio de suministro en pipas fueron incrementando con un promedio anual de 71% en los últimos diez años.

Quiere decir que nos encontramos ante una tendencia preocupante de incremento de costos y disminución de eficiencia en los servicios de acueducto y alcantarillado.

Resumen de los resultados

Tabla 2, Análisis costo-beneficio de los servicios de acueductos y alcantarillado en Cuba 2010

Valor total de la infraestructura	10.000.000.000 CUC
Costos anuales servicios acu & alc	1.500.000.000 CUC
de ellos acueducto	81,5 %
Incremento anual de costos	10-15 %
Costos por m ³ extraído	0,68 CUC
Cuota de roturas	800/100km
Volumen de pérdida	85% = 8m ³ /km/h
Costos por m ³ suministrado	4,44 CUC
Cuota promedia de reinversión	0,30
Agua suministrada	24 m ³ /hab./año



Análisis comparativo de los resultados

La función del benchmarking consiste en el análisis comparativo entre entidades y países al nivel internacional con el objetivo de identificar reservas para elevar la eficiencia en la gestión del agua.

A partir de los resultados obtenidos para el sistema de acueducto y alcantarillado en Cuba podemos emprender ese tipo de análisis.

La base de datos del IBNET contiene datos vigentes para el sector del agua en unos 60 países del mundo incluyendo naciones con todos los niveles de industrialización y desarrollo y sistemas socio-económicos en los cinco continentes.

La comparación de la cobertura de los servicios de suministro de agua potable (Gráfico 1) muestra claramente que este ha sido objetivo prioritario en Cuba durante décadas.

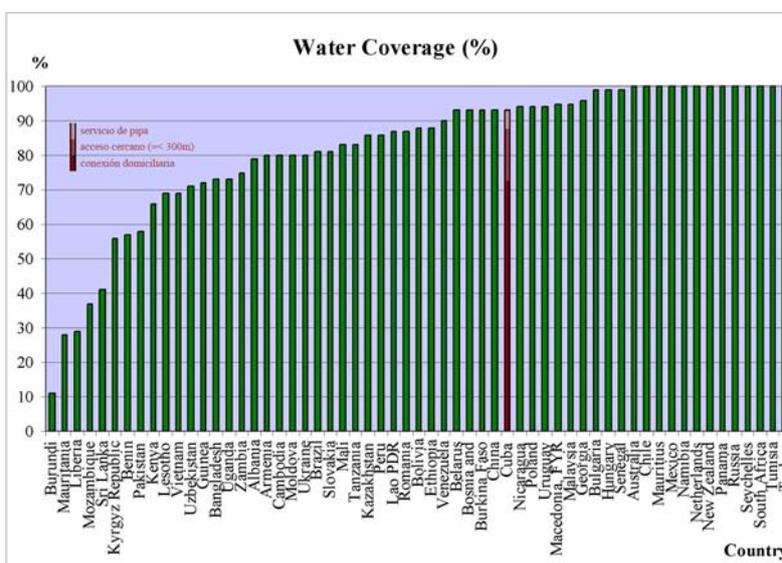


Gráfico 1, Cobertura de los servicios de agua potable en países seleccionados, % de la población beneficiada (Fuente: IBNET, GEAAL)

Los servicios de alcantarillado y evacuación de agua por otro lado nunca fueron desarrollados de forma equitativa. El porcentaje absoluto al igual que la relación con la cobertura de agua potable en Cuba son mas bien típicos para los países en vía de desarrollo (Gráfico 2).

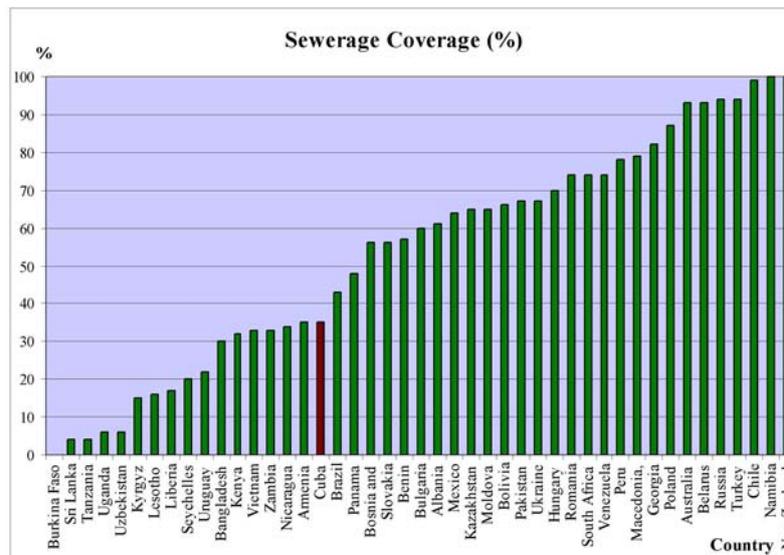


Gráfico 2, Cobertura de los servicios de alcantarillado en países seleccionados, % de la población beneficiada (Fuente: IBNET, GEAL)

El consumo diario de agua potable por persona está influenciado por varios factores como:

- El clima
- La estructura socio-económica del país
- Los aspectos culturales
- La eficiencia de la infraestructura
- Los programas y tecnologías de ahorro

Aunque estos factores se influyen y se compensan mutuamente, el gráfico 3 muestra una zona entre los 120 y 180 litros por persona y día donde un desarrollo socio-económico sostenible encuentra condiciones favorables. Debido a las altas pérdidas en las redes, la disponibilidad de agua potable en Cuba para el consumo muestra un valor problemático.

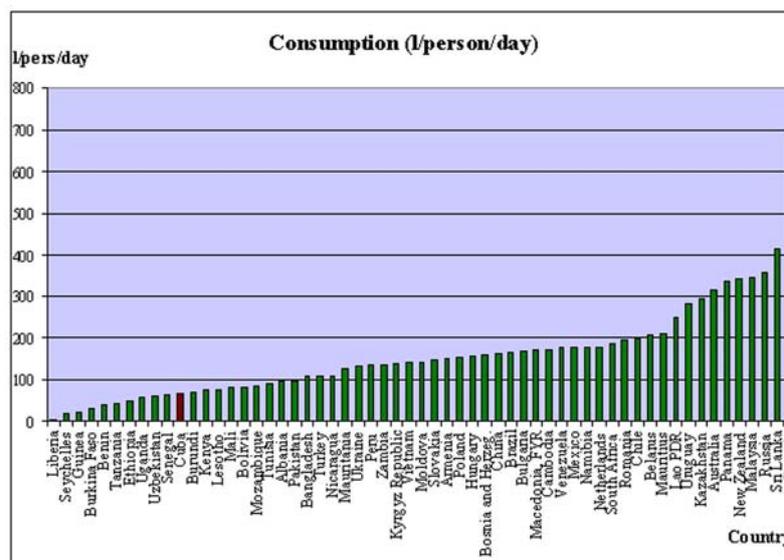


Gráfico 3, Consumo diario de agua potable en litros por persona en países seleccionados (Fuente: IBNET, GEAL, cálculos propios)

Un resultado central del análisis consiste en el cálculo de un valor real de las pérdidas de agua potable en las redes de acueducto (conductoras, distribuidoras, acometidas) ya que la cobertura de metros contadores y caudalímetros no permite una medición directa.

En el gráfico 4 podemos apreciar el estado crítico de las redes en Cuba. Además muestran los datos históricos que las medidas adoptadas desde el 1960 no fueron suficientes para evitar la constante disminución en la eficiencia de la infraestructura.

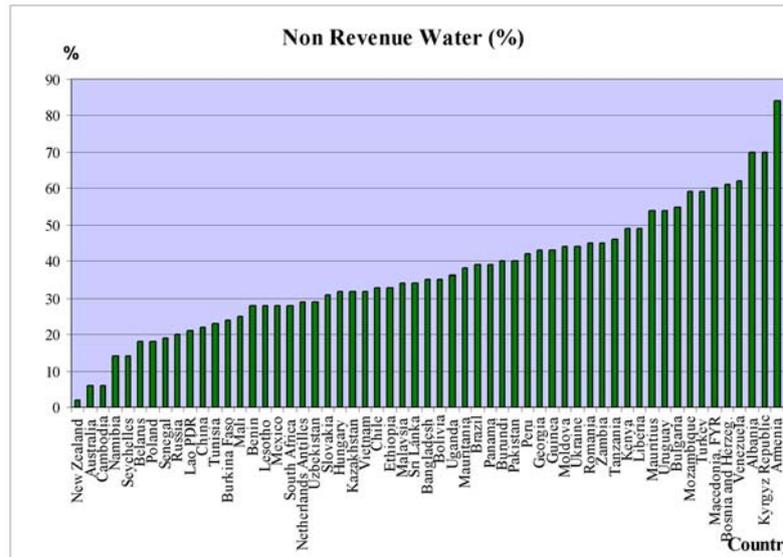


Gráfico 4, Pérdida de agua potable a través de las redes de acueducto en por ciento del volumen extraído en países seleccionados (Fuente: IBNET, GEAL, cálculos propios)

Mejor que a través de las pérdidas porcentuales, se puede medir la eficiencia de los servicios de acueducto y alcantarillado por el volumen de agua que escapa diariamente por cada kilómetro de las redes. Este indicador permite comparar sistemas de distintos tamaños y capacidades (Grafico 5).

El caso de Cuba no solamente muestra el volumen mas elevado entre los países comparados, si no, es un valor singular y preocupante. Además hay que advertir que un volumen tan elevado de pérdidas junto a un alto nivel de extracción de agua implica un peligro para la recarga de los acuíferos y el futuro del abastecimiento de la población y la economía.

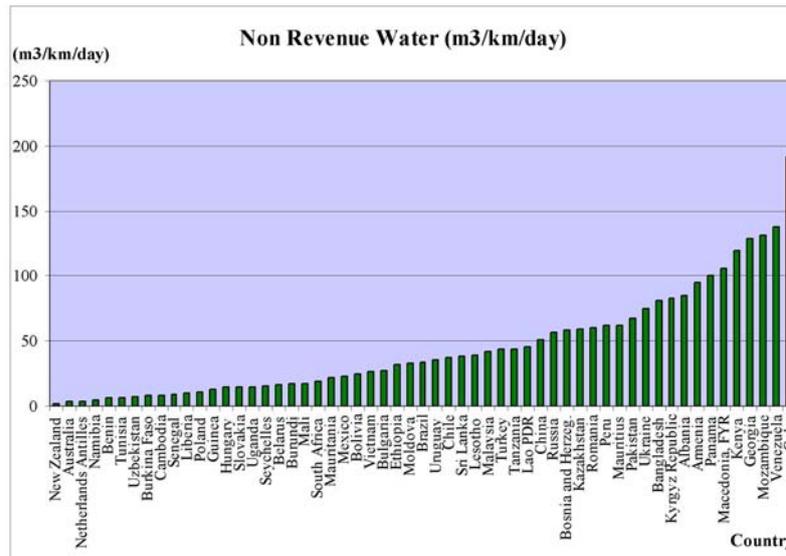


Gráfico 5, Pérdida de agua potable a través de las redes de acueducto en m³ por kilómetro y día en países seleccionados (Fuente: IBNET, GEAAL, cálculos propios)

Veremos como último la comparación de costos. Los costos de los servicios de acueducto y alcantarillado por m³ de agua suministrado dependen de varios factores de los cuales los mas importantes son:

- La disponibilidad de agua potable
- La estructura socio-económica del país
- La estructura político-administrativa
- El volumen de agua consumido
- Los precios de adquisición de tecnología y energía en los mercados nacionales
- El régimen de tenencias
- La eficiencia de la infraestructura

Observando el gráfico 6 se hace evidente que los factores mas influyentes son el nivel de precios y la eficiencia de la infraestructura, mientras que los otros factores tienen tendencia de autonivelarse mutuamente.

Para el caso de Cuba se puede constatar que el alto costo por m³ de agua que llega al consumidor se debe principalmente al deterioro y la baja eficiencia de las redes.

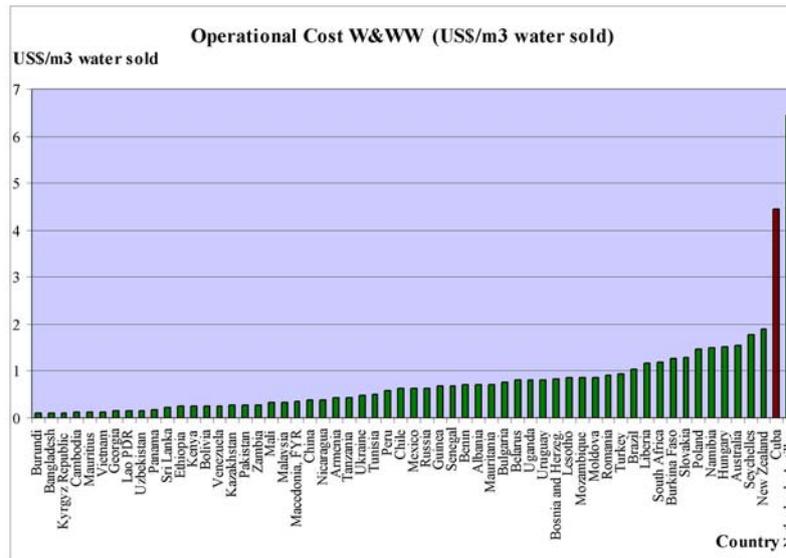


Gráfico 6, Costos de los servicios de acueducto y alcantarillado en USD por m3 suministrado en países seleccionados (Fuente: IBNET, GEAAL, cálculos propios)

Premisas para lograr una gestión eficiente de la infraestructura

Basándonos en el análisis anterior se deduce que los costos de servicios de acueducto y alcantarillado están directamente relacionados a la eficiencia de la infraestructura.

Premisa No. 1: La gestión de los servicios de acueducto y alcantarillado tiene como objetivo principal la eficiencia de la infraestructura

El funcionamiento eficiente de un sistema de acueducto y alcantarillado tiene que garantizar una conducción segura, tanto en el suministro de agua como en la evacuación de residuales y pluviales. Durante la conducción no debe existir peligro de contaminación para el líquido dentro de las líneas, así como, para el ambiente. La infraestructura eficiente se identifica por su alta disponibilidad y durabilidad.

Consecuentemente los servicios de acueducto y alcantarillado deben ser gestionados según principios sostenibles y con una perspectiva mínima desde 40 hasta 50 años.

Sostenibilidad quiere decir, gastar solamente una cantidad renovable de recursos en el período actual para no perjudicar las operaciones y servicios en el futuro.

Sostenibilidad con respecto a la economía de los servicios de acueducto y alcantarillado no es otra cosa que garantizar la rentabilidad a largo plazo teniendo en cuenta la totalidad de los costos y beneficios que genera la conducción de las aguas.

Premisa No. 2: El análisis costo-beneficio o sea de rentabilidad representa el instrumento esencial para la gestión eficiente de la infraestructura

La propuesta para un sistema de información costo-beneficio que permite medir la eficiencia en la gestión de la infraestructura será discutida en adelante.



La infraestructura de los acueductos y alcantarillados se interpreta desde la perspectiva económica como prolongada inmovilización de importantes fondos financieros. Por tanto las operaciones y las inversiones en el sector deben seguir los principios de conservación e incremento de valores, en vez de la reducción de gastos.

Se necesita una calidad integral es decir elevada y precisamente definida en los servicios, materiales, equipos y sistemas para obtener el beneficio previsto al costo planificado.

Premisa 3: La gestión eficiente y rentable de la infraestructura se basa en el concepto de calidad integral significando: mas calidad es igual a una mayor rentabilidad

Una infraestructura no eficiente junto a un alto nivel de extracción de agua pelagra la gestión sostenible de los recursos hídricos, limita la recarga de los acuíferos y de igual manera el futuro del abastecimiento de la población y la economía se afectan.

Los sistemas de acueducto y alcantarillado, y sobre todo las conductoras y canales a larga distancia, no son mas que la redistribución antrópica de las aguas; pueden originar cambios y daños climáticos/ medio-ambientales y de esta forma influir sobre los recursos económicos necesarios para mantener los servicios de abasto y saneamiento en los próximos períodos.

Especialmente en proyectos de urbanización e industrialización, es preferible acercar el consumidor hacia el agua en vez de transportar el agua hacia el consumidor.

Premisa 4: La gestión eficiente de la infraestructura garantiza la optimización de la extracción de agua y minimiza la alteración del régimen hidrológico.

Propuesta de un sistema de información costo-beneficio para la gestión eficiente de los servicios de acueducto y alcantarillado

Consecutivamente quiero presentar en forma resumida un sistema de variables que permita reflejar la rentabilidad de las operaciones de una empresa de acueducto y alcantarillado así como soluciones estratégicas en cuanto a su desarrollo futuro.

Esta estructura se basa en las experiencias obtenidas a través de los sistemas internacionales de benchmarking en el sector del agua.

Sus metas principales son: Descubrir potenciales subutilizados y detectar a tiempo los desafíos venideros.

Sistema de variables

1. Acueducto

1.1 Infraestructura

- Volumen transportado por destino (residencial, industria, riego, consumo propio, etc.), calidad (potable, cruda, etc.) y tipo de transportación (tubería, canales, pipa, etc.)
- Longitud de conductos por tipo, función y material
- Población con servicio
- Perdidas/ fugas por tipo de conducto



- Roturas por tipo de conducto
- Capacidad y disponibilidad de bombeo
- Capacidad y disponibilidad de potabilización

1.2 Recursos naturales

- Recursos hídricos disponibles y explotables según su fuente (superficial, subterráneo, etc.)
- Demanda por tipo de cliente en caso de que esa no se satisfice
- Gastos energéticos por fuente (electricidad, combustible, gas renovable, etc.) y tipo de operación

1.3 Costos fijos

- Construcción y ampliación de la infraestructura por tipo de instalación (conductos, estaciones de bombeo, plantas potabilizadoras, embalses, instalaciones de almacenamiento, etc.).
- Costos de mantenimiento por tipo de instalación
- Costos de reparación por tipo de instalación
- Depreciación de la infraestructura
- Costos de almacenamiento de agua
- Costos fijos operacionales
- Costos de medición y monitoreo por tipo de medio (agua cruda , potables, etc.) y tipo de instalación
- Costos de protección del medio-ambiente
- Costos de aseguramiento de la calidad
- Costos inmobiliarios
- Costos del sector técnico
- Costos del sector administrativo
- Costos financieros

1.4 Costos variables (en dependencia del volumen de operaciones)

- Costos de extracción
- Costos de bombeo (energía, insumos, etc.)
- Costos de adquisición de agua
- Costos de potabilización
- Costos de instalación de acometidas
- Costos de suministro en pipas
- Impuestos y contribuciones

2. Alcantarillado

2.1 Infraestructura

- Volumen transportado por procedencia y características de medio (albañales, pluviales, combinado) y tipo de transportación (tubería, canales, pipa, gravedad, presión etc.)
- Longitud de conductos por tipo, función y material
- Población con servicio
- Perdidas/ fugas por tipo de conducto
- Roturas por tipo de conducto
- Capacidad y disponibilidad de bombeo



- Capacidad y disponibilidad de tratamiento

2.2 Recursos naturales

- Cuerpos receptores y volumen a recibir
- Demanda por tipo de cliente en caso de que esa no se satisfice
- Gastos energéticos por fuente (electricidad, combustible, gas renovable, etc.) y tipo de operación

2.3 Costos fijos

- Construcción y ampliación de la infraestructura por tipo de instalación (conductos, estaciones de bombeo, plantas de tratamiento, tragantes, fosas, etc.).
- Costos de mantenimiento por tipo de instalación
- Costos de reparación por tipo de instalación
- Depreciación de la infraestructura
- Costos fijos operacionales
- Costos de medición y monitoreo por tipo de medio (albañales, pluviales, combinado) y tipo de instalación
- Costos de protección del medio-ambiente
- Costos de aseguramiento de la calidad
- Costos inmobiliarios
- Costos del sector técnico
- Costos del sector administrativo
- Costos del laboratorio
- Costos financieros

2.4 Costos variables (en dependencia del volumen de operaciones)

- Costos de bombeo (energía, insumos, etc.)
- Costos de tratamiento por medio, tipo de tratamiento (procesos físicos, químicos y biológicos, fosas, postratamiento, eliminación de residuos restantes, etc.)
- Costos de conexión domiciliaria
- Costos de transportación en carros
- Costos de deposición final y derechos sobre la misma
- Impuestos y contribuciones

Conclusiones

La eficiencia de los servicios de acueducto y alcantarillado no es mas que la eficiencia de su infraestructura. El instrumento efectivo para la gestión de la infraestructura se enmarca en el análisis costo-beneficio o rentabilidad.

La metodología anteriormente propuesta, así como, las premisas formuladas muestran el camino hacia una gestión eficiente de los acueductos y alcantarillados.

El slogan “Agua para todos” trae consigo el ascenso desmesurado de los costos y arriesga la seguridad en el suministro de agua y la evacuación de albañales, tanto como, la calidad de los servicios.

En cuanto el desarrollo rentable y sostenible de la infraestructura es el sendero idóneo hacia el uso racional de agua, también alivia los conflictos por el agua asegurando la



disponibilidad de los recursos hídricos y ayuda a disminuir la contaminación del medio ambiente.

Referencias

- 1 GEAAL, Informes técnico-económicos, indicadores mensuales de los acueductos y alcantarillados, datos de contabilidad de las actividades empresariales e inversiones, informes comparativos plan-real, normas y metodologías del Grupo Empresarial de Acueducto y Alcantarillado, Cuba
- 2 CONACA, Situación actual de los sistemas de acueducto y alcantarillado y planes para su desarrollo, Comisión Nacional de Acueducto y Alcantarillado, La Habana, Cuba, 1960
- 3 IBNET, Base de datos del International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities, Banco Mundial
- 4 Aquabench, Informes y análisis de benchmarking 2005 – 2009, informes sectoriales y metodológicos, aquabench GMBH, Alemania
- 5 Bueno García, Sonia, Gestión integral en obras hidráulicas. Rentabilidad y calidad en la conducción de agua, Revista de Arquitectura e Ingeniería, Matanzas, Cuba, 2007
- 6 Bueno García, Sonia, Sostenibilidad en la construcción, Revista de Arquitectura e Ingeniería, Matanzas, Cuba, 2009
- 7 Forschungsgruppe Kommunal- / Umweltwirtschaft, Leitfaden Wasser und Abwasser, Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz, FH Mainz, Mainz Wiesbaden Darmstadt, Alemania 2005
- 8 DVGW, Regelwerk W1100, Benchmarking in Wasserversorgungsunternehmen, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn, Alemania, 2004
- 9 McLay, Gary, SEAWUN Benchmarking Survey for 2003, Data Book of data and results, Southeast Asian Water Utilities Network, Hanoi, Vietnam, 2005

Acerca de la Autora

La Ing. Sonia Bueno García se graduó como Ing. Mecánica en la CUJAE, C. Habana. Posteriormente pasó un assessment centre sobre consultoría internacional y la gestión integral con la consultora artec, Alemania y recibió la homologación como Ingeniera en la Universidad Técnica de Berlín. Laboró en entidades del transporte, de la construcción y como directivo en la consultoría internacional. Actualmente trabaja para el departamento de exportación de la Fundición Düker, reconocido fabricante de suplementos hidráulicos, en la consultoría técnica pre- y postventa. s.bueno@t-online.de

Autorización y Renuncia

El autor del presente artículo autoriza a la Universidad Veracruzana (UV) para publicar el escrito en el libro electrónico del X Encuentro Iberoamericano de Mujeres Ingenieras, Arquitectas y Agrimensoras y V Congreso De La Asociación Mexicana de Arquitectas y Urbanistas. La UV o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que está expresado en el escrito.