

Capítulo 8

Conclusiones

Este último capítulo explica las principales conclusiones obtenidas en esta tesis, así como las posibles líneas de investigación futuras.

La principal conclusión de este trabajo de investigación es la demostración de la viabilidad técnico-económica de regenerar y reutilizar las aguas residuales, particularmente en aquellas zonas donde la disponibilidad de agua es escasa. Este trabajo permite disponer de un mecanismo estandarizado para la evaluación técnico-económica de los SRRAR que incorpora los impactos privados, externos y el coste de oportunidad del agua. El agregar en la evaluación el coste de oportunidad y las externalidades, tanto positivas como negativas, por la implantación y explotación de los SRRAR nos permitió fortalecer nuestra hipótesis sobre la viabilidad técnica-económica de los SRRAR, incluso en situaciones críticas.

Los impactos privados de los SRRAR están básicamente referenciados a los costes del sistema. No existe en la literatura un procedimiento estandarizado que permita determinar el coste/m³ del agua regenerada y reutilizada. Esta tesis proporciona una herramienta con la cual compensar esta deficiencia. Este coste al que definimos como el Precio Mínimo de Venta garantiza la recuperación de los costes privados (inversión, explotación y mantenimiento). De tal manera que sirve como indicador para la toma de decisión para negociación en la venta de agua regenerada, mientras no exista un mercado de agua regenerada.

Los resultados obtenidos en los casos de estudio evidencian la viabilidad económica de los SRRAR cuando se incorporan las externalidades en el cálculo. Así pues, de los tres casos de estudio se desprenden las siguientes conclusiones generales:

1. Los impactos externos afectan a los SRRAR en su gran mayoría de manera positiva. Por ello es indispensable incorporarlos a la evaluación técnico-económica de manera que se reflejen las ventajas ambientales y sociales que conlleva la implantación y explotación de estos sistemas.
2. Particularmente en una situación de escasez y cuando existen usos alternativos, la consideración del coste de oportunidad del agua cobra relevancia en el análisis técnico-económico. En estas condiciones, puede esperarse que la reutilización del agua regenerada sea mayor en aquellos usos donde el coste de oportunidad del agua es elevado.

3. En los tres casos de estudio analizados, a pesar de no haberse podido evaluar todos los impactos externos positivos (como por ejemplo las posibles afectaciones que los contaminantes físico-químicos y biológicos pueden causar a la salud pública de los habitantes de la zona donde se implanta el SRRAR, o la repercusión debido a la sensibilización hacia una cultura por la regeneración y reutilización del agua residuales) la viabilidad técnico-económica de los SRRAR esta asegurada, pues los análisis de sensibilidad realizados reflejan la robustez de los sistemas.
4. Dentro de una gestión integral del agua los resultados obtenidos en los tres casos de estudio abren la posibilidad para incrementar los recursos hídricos. Las autoridades responsables de la gestión del agua pueden estimular el intercambio de derechos de agua de fuentes convencionales por agua regenerada, esta sustitución permitirá liberar volúmenes de agua que pueden ser empleados en usos que proporcionen a la entidad gestora un mayor beneficio económico, sin afectar los derechos adquiridos por los diversos usuarios que participan del uso de los recursos hídricos.

Otras conclusiones obtenidas en esta investigación, y que consideramos deben ser destacadas son:

1. Es significativo la polarización y falta de documentación que existe sobre los SRRAR en la literatura técnica. De manera general la evidencia documental se centra en los países desarrollados. La carencia documental por parte de países en vías de desarrollo es relevante. Por ejemplo los SRRAR de la ciudad de México, que son gestionados por una sola entidad (la Dirección General de Construcción y Obras Hidráulicas del Distrito Federal) producen un volumen de agua regenerada similar al volumen total de agua regenerada producida en Japón. Mientras que del país nipón existe una amplia documentación técnica, no existe evidencia documental, en las fuentes habituales de información técnica, relacionada con los SRRAR de la ciudad de México.
2. Mediante esta investigación se puede sostener la hipótesis de que existen básicamente dos zonas donde se realiza la práctica de regenerar y reutilizar las aguas residuales: 1) aquellas zonas continentales donde la precipitación es escasa y 2) las islas.
3. El análisis sobre las metodologías para la planificación de los SRRAR deja de palpable que los aspectos técnicos y legales gozan de un desarrollo importante y de una metodología generalmente bien estructurada. Entre tanto, los aspectos ambientales, sociales y económicos presentan un enorme rezago por lo que es necesario fortalecerlos metodológicamente. Particularmente no se localizó una metodología específica para el análisis técnico-económicos de los SRRAR.

4. Del análisis sobre las metodologías para la planificación de los SRRAR se deduce que las variables económicas inciden de manera significativa en el modelo de planificación pero de una forma exógena. Es decir, las variables económicas recaen sobre el modelo de planeación, pero este no incide sobre estas variables. Lo que provoca una metodología que se soporta básicamente en aspectos técnicos.

Las conclusiones aquí presentadas son el resultado de cuatro años de formación investigadora. Durante este tiempo, han sido numerosas las decisiones tomadas en relación tanto con aspectos metodológicos y teóricos, como empíricos. A continuación, expondremos las principales líneas de investigación que consideramos se han abierto a raíz de esta tesis.

1. Como ha quedado reflejado la acción de regenerar y reutilizar las aguas residuales aumenta la disponibilidad de agua de calidad dentro de la unidad de gestión. Sin embargo, desconocemos la influencia que la implantación de un SRRAR tendrá en las poblaciones circunvecinas. Una posible línea de investigación es el análisis del comportamiento estratégico entre usuarios. Es decir, si la práctica de regenerar y reutilizar las aguas residuales motiva que otros usuarios se sumen a ella, o por el contrario se aprovechen de esta situación y gocen de los beneficios sin implantar un SRRAR. Un trabajo reciente que analiza un problema semejante es Sigman (2002), que analiza las relaciones entre la existencia de free-riders y la calidad del agua de los ríos en presencia y ausencia de externalidades.
2. En la metodología desarrollada existen algunos impactos que, dentro del ámbito de la regeneración y reutilización de aguas residuales, no han sido valorados monetariamente y no existen evidencias de valoraciones en la literatura técnica. Otra posible línea de investigación versa en la aplicación de las técnicas económicas para la valoración de estos impactos, particularmente los que tienen que ver con el grupo de la educación. Si bien estas técnicas han sido aplicadas en otros contextos es necesario adaptarlas al entorno de la regeneración y reutilización de las aguas residuales.

Estas líneas de investigación podrán mejorar los resultados obtenidos en esta tesis y permitirán conocer la influencia social que tienen los SRRAR.

En resumen, la investigación realizada aporta una metodología para el análisis técnico-económico de los SRRAR. Cristalizándose en una herramienta que permita a los responsables de la toma de decisión, en el ámbito del sector hidráulico, emitir un juicio soportado tecnológicamente y económicamente para invertir o no en estos sistemas. Esta metodología evalúa los SRRAR, desde una perspectiva multidisciplinaria e interdisciplinaria, estableciendo un intento por modificar el actual paradigma en el análisis técnico-económico SRRAR.

Asimismo este trabajo de investigación contribuye a soportar la incorporación de las fuentes alternativas de suministro de agua dentro de una gestión integral de los recursos hídricos. Los resultados obtenidos indican que, a diferencia de lo que podría considerarse “a priori”, los SRRAR no deben percibirse como una carga económica, sino como una actividad generadora de riqueza. Las ventajas que se obtienen por la implantación de estos sistemas, al ser expresadas en un valor económico, superan con creces los costes que conlleva su implantación y explotación. El reto que se debe vencer es la creación de los mecanismos para la internalización de estas ventajas. De esta manera el sistema las recogerá para posteriormente reflejarlas en el precio del agua regenerada, que a su vez contribuirá a fundamentar un precio del agua más eficiente, tanto si procede de fuentes convencionales o de fuentes alternativas.

Referencias

Sigman, H. (2002). “International spillovers and water quality in rivers: Do countries free ride?”
The American Economic Review. Vol. 92 No. 4. pag. 1152 – 1159.