



ASOCIACION ARGENTINA  
DE ECONOMIA POLITICA

ANALES | ASOCIACION ARGENTINA DE ECONOMIA POLITICA

# XLIV Reunión Anual

Noviembre de 2009

ISSN 1852-0022

ISBN 978-987-99570-7-3

UN RECORRIDO POR LA LITERATURA EMPÍRICA  
SOBRE ECONOMÍAS DE ESCALA (Y ALCANCE) EN  
AGUA Y SANEAMIENTO.

**Ferro, Gustavo**  
**Lentini, Emilio**  
**Mercadier, Augusto**

## Un recorrido por la literatura empírica sobre economías de escala (y alcance) en agua y saneamiento

Gustavo Ferro<sup>1</sup>, Emilio J. Lentini<sup>2</sup> y Augusto C. Mercadier<sup>3</sup>

### Resumen

El servicio de agua y saneamiento presenta características particulares: monopolio natural local, avance tecnológico lento, mercados difícilmente desafiados, alta sensibilidad política y social, y pocos incentivos para la participación privada. Estos factores han generado distintos arreglos institucionales que no siempre han respondido a cuestiones de eficiencia.

Del relevamiento se observan las ganancias (o pérdidas) de eficiencia alcanzables mediante un cambio en la escala de prestación en diferentes países.

Se observa una escala mínima eficiente entre 100 mil y 2,5 millones de habitantes servidos, que es afectado por variables ambientales así como por la definición de economía de escala utilizada.

Clasificación JEL: D61, L5, L95.

### Abstract

Water and sanitation services have unique characteristics: local natural monopoly, slow technical progress, non-contestable markets, high political sensitivity and low incentives for private participation. These characteristics have created different institutional arrangements, not always driven by efficiency considerations.

The survey shows the gains (or loss) of efficiency due to changes in scale economies perceived in different countries.

An efficiency scale economy is found in a range of 100 thousand to 2,5 million people served. This value is affected by environmental variables as well as the definition of scale economies utilized.

JEL Classification: D61, L5, L95.

### I-Introducción

El presente trabajo describe y analiza una serie de estudios que han tenido como propósito estimar las economías de escala (y en algunos casos de alcance) de los servicios de agua potable y alcantarillado. Sobre el particular, no hay un consenso general con relación a si existen retornos constantes, decrecientes o crecientes a escala/alcance en la provisión de servicios de agua y saneamiento. La mayoría de los estudios relevados concluye que hay un respaldo condicional a economías de escala, sugiriendo la existencia de una escala mínima eficiente finita (aunque variable). Dicho concepto sirve para detectar si hay o no un trade-off entre concentrar y desconcentrar servicios. Las estimaciones para la escala mínima eficiente oscilan entre 100 mil y 2,5 millones de habitantes servidos. Para el servicio de saneamiento, las conclusiones son menos claras pero indicarían que las mismas se agotan antes. De hecho, hay estudios que dan resultados contradictorios con la misma información. Por este motivo, la

---

<sup>1</sup> Instituto de Economía UADE y CONICET, [gferro@uade.edu.ar](mailto:gferro@uade.edu.ar).

<sup>2</sup> Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua – UBA y GDR « Res-Eau-Ville », [ejlentini@yahoo.com.ar](mailto:ejlentini@yahoo.com.ar)

<sup>3</sup> ERAS y UNLP, [amercadier@econo.unlp.edu.ar](mailto:amercadier@econo.unlp.edu.ar)

reconciliación entre dichos estudios deviene de considerar las diferencias de enfoque. A lo largo de la literatura se observará que a fin de determinar la escala óptima del servicio de agua se ha considerado como producto relevante el expandir el volumen de agua para abastecer a una determinada población, que se encuentra en una determinada área y se han medido como la inversa del cambio proporcional en los costos ante cambios proporcionales en el volumen entregado, el número de consumidores y el tamaño del área de servicio simultáneamente. Debido a esto, las economías de escala suelen separarse en estos tres componentes y esto ayuda a reconciliar por qué algunos encuentran economías de escala y otros no.

En términos teóricos, la medida de economías de escala es la recíproca de la elasticidad del costo con respecto al tamaño (medido en volumen, clientes o área cubierta por el servicio). Una medida de elasticidad que es estadísticamente menor que 1 implica economías crecientes porque ante aumentos en determinado porcentaje en la escala de prestación, los costos crecen menos que proporcionalmente. En economías de alcance, estudian la provisión conjunta de clientes residenciales y no residenciales. Se encuentra que son importantes.

Los estudios relevados indican que hay economías de escala por integración vertical propios de la tecnología de producción, aunque también se destacan economías de integrarse debido a costos de transacción e imperfecciones de mercado. Las economías de carácter técnico son a veces rápidamente detectables cuando hay un potencial para evitar la duplicación innecesaria de costos fijos. Algunos autores argumentan que también hay potencial para introducir competencia en algún punto de la cadena, como por ejemplo la producción de agua en bloque. Dada la evidencia contradictoria en la literatura sobre la integración vertical, lo anterior sugiere que el tramo en el que se disipan las economías de escala puede ser muy específico y dependiente de circunstancias económicas y ambientales en que operan los proveedores.

Analizando los denominadores comunes en los estudios, pareciera que hay tres factores que impactan en las economías de escala: el volumen de agua suministrado, el número de conexiones servidas y el tamaño del área de servicio. La magnitud de las economías de escala parece depender de la medida en la cual el volumen de agua provista puede ser incrementado sin incurrir en costos de expansión en los otros dos factores. En estos últimos, el denominador común parece ser el transporte. Otra área de aparente consenso es que hay eficiencias que se pueden derivar de fusiones entre pequeños operadores municipales.

Como se observa a lo largo de la revisión empírica no hay muchos trabajos que hagan estudios de corte transversales a lo largo de los países. La mayoría de ellos se concentra en el estudio de economías de escala y alcance en un determinado país. El motivo de esto es doble: en primer lugar, los datos utilizados resultan homogéneos y en segundo detrás de estos estudios hay una motivación de política económica o regulatoria.

Tras esta introducción, la segunda sección se ocupa de cuestiones conceptuales relacionadas con las estimaciones empíricas de economías de escala (y alcance) en el sector de agua y saneamiento. Hasta 1990 la tendencia en los estudios fue concentrarse en problemas relacionados con las economías de escala y la eficiencia de las empresas públicas versus las privadas. La sección tercera se ocupa de ese conjunto de estimaciones que se originan en el debate en torno a la privatización o no de los sistemas en Estados Unidos. Durante la década de los 1990s la agenda de investigación se desplazó a Inglaterra y Gales a partir del proceso de privatizaciones realizado en el sector en el año 1989. La cuarta sección se ocupa de esa serie de estudios, que buscan descubrir si fusionando sistemas ya grandes, se pueden conseguir ahorros por escala. Luego el interés de la literatura de economías de escala pasó a Italia, donde el problema que enfrentaba el servicio es que era altamente atomizado y con el uso de nuevas técnicas econométricas y desarrollos en teoría de la regulación, se estudió la posibilidad de agregar los servicios de agua y saneamiento en áreas territoriales

óptimas. La quinta sección estudia cómo la literatura se ha enfocado en algunos casos nacionales en la búsqueda de escala mínima eficiente a partir de sistemas inicialmente atomizados. La sexta sección analiza estudios transfronterizos bien recientes, que buscan algunas prescripciones de carácter general para la política de consolidación/descentralización del sector. Por último, la séptima sección es de conclusiones y recomendaciones.

## **II-Cuestiones conceptuales**

En primer lugar, para poder caracterizar las propiedades de los servicios de agua potable y alcantarillado, y poder chequear la existencia de economías de escala, es necesario suponer la existencia de una relación entre la cantidad de producto y la cantidad de factores productivos. En este sentido, existen dos alternativas posibles desde el punto de vista económico. La primera es asumir que la firma busca maximizar beneficios eligiendo la combinación de insumos óptima, para el nivel de producción que maximiza utilidades. La segunda alternativa es suponer que la firma busca minimizar los costos de producción eligiendo los insumos necesarios para alcanzar un nivel de producción dado. Bajo ciertas condiciones de regularidad, es posible probar que la función de costos es la dual de la función de producción. De esta manera, la estructura de producción puede ser caracterizada usando tanto la función de producción como la función de costos. No obstante la dualidad de la función de producción y costos en términos teóricos, la elección de la especificación desde el punto de vista empírico tiene distintas implicancias.

Cuando se realiza una regresión con funciones de producción se asume que el nivel de producto es endógeno (resultante de) mientras que las cantidades de factores productivos son exógenas (instrumentos para). Contrariamente, en una función de costos los costos de producción y las cantidades de factores productivos son endógenos mientras que el producto es exógeno.

En el contexto de las empresas distribuidoras de agua potable hay dos razones que favorecen el uso de una función de costos. En primer lugar, las empresas de agua están obligadas a cumplir reglas regulatorias que limitan la capacidad de producir el nivel de producto que maximiza beneficios. En particular, existe obligación de servir a todos los usuarios satisfaciendo un estándar mínimo de calidad. En segundo lugar, las empresas de agua suelen estar restringidas por el precio de los factores de producción (como salarios, precio de la energía, etcétera). Por lo tanto, las decisiones que toman las empresas distribuidoras de agua potable pueden ser mejor caracterizadas a partir de la búsqueda de minimización de costos a través de la elección en las cantidades de insumos para alcanzar un nivel de producto dado (el que establece la obligación de suministro).

Una vez determinada la relación elegida entre insumos y productos para caracterizar el problema se debe establecer la forma funcional de los costos corresponde a una función de corto o largo plazo; esto es, se puede elegir una representación del costo total de largo plazo o una función de costos variables para la cual algunos de los factores de producción están fijos. La elección de una u otra representación depende de la existencia de valores para el insumo fijo en el corto plazo. En términos prácticos, el capital suele ser el activo fijo y su precio la información necesaria para estimar la función de costos totales. Si bien para la función de largo plazo la información relacionada con el costo del capital puede ser difícil de obtener, Chamber (1988) demostró que este utilizar una función de costos variables donde se incluye un factor de capital semi-fijo no representa una gran modificación.

Las funciones de costo variable y costo total no son completamente independientes. De hecho, es posible definir la curva de costo total de corto plazo como la función de costos variables más el costo de los factores que están fijos cuando éstos están en sus niveles

óptimos para los niveles de producto dados. Una vez definidos los insumos que participan de la función de producción y los costos a minimizar, es necesario tener en cuenta que existen ciertos factores que inciden en la determinación de las economías de escala que no tienen que ver con el nivel de eficiencia de la firma sino con el ambiente (variables ambientales, hedónicas o de control en el trabajo econométrico, que tengan en cuenta diferentes condiciones operativas y técnicas de las empresas: número de suscriptores, densidad del área de prestación y variables asociadas a la calidad de producto, entre otras) en el cual operan. La no incorporación de estas variables de control podría devenir en un caso de omisión de variables y generar estimadores sesgados.

Desde el punto de vista práctico, una vez definidos los productos, los insumos a considerar y las variables de control elegidas, se debe determinar cómo se relacionan las variables; esto es, cuál es la forma funcional que mejor representa la tecnología de producción.

El uso de funciones de costos para estimar economías de escala y alcance en el sector de agua potable y saneamiento tiene sus orígenes en adaptaciones de estudios estadísticos realizados para el sector eléctrico. Nerlove (1963) utilizó una función de costos Cobb-Douglas (log-lineal) para estimar economías de escala en el sector eléctrico en Estados Unidos. La siguiente es una representación simplificada de la función Cobb-Douglas y su forma logarítmica:

$$y = \beta_0 \prod_{n=1}^N x_n^{\beta_n} \quad (1)$$

$$\ln y = \ln \beta_0 + \sum_{n=1}^N \beta_n \ln x_n \quad (2)$$

Nerlove, se planteó una función de costos que incluye los precios de los insumos y que está relacionada de forma única con la función de producción. De esta forma, desarrolló el potencial econométrico de la dualidad entre la función de costos y la función de producción (McFadden, 1978), que asegura que la relación entre la función de costos obtenida de forma empírica y la función de producción subyacente es única.

La función Cobb-Douglas ha sido ampliamente utilizada en gran parte de la literatura por su simplicidad y la facilidad para interpretar sus resultados. No obstante lo anterior, esta función impone restricciones innecesarias a la tecnología de producción; en particular, con relación a las economías de escala implica que las mismas son constantes para cualquier nivel de producto.

Christensen y Greene (1976) actualizaron el estudio de Nerlove utilizando la función de costos translogarítmica introducida por Christensen, Jorgenson, y Lau (1973) buscando capturar las economías de escala de variables que la función Cobb-Douglas no capturaba.

$$\ln y = \beta_0 + \sum_{n=1}^N \beta_n \ln x_n + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^N \beta_{nm} \ln x_n \cdot \ln x_m \quad (3)$$

La función de costos translogarítmica tiene la ventaja de ser más flexible que la función de costos Cobb-Douglas. Vale decir, no imponer restricciones a priori sobre las posibilidades de sustitución de los factores de producción y permite que las economías de escala varíen de acuerdo con el nivel de producto, lo que hace posible capturar la forma de U de la curva de costos promedio (Christensen y Greene, 1976). Por este motivo, en los estudios empíricos de economías de escala se suele usar una función trans-logarítmica que es más flexible y contiene a la Cobb-Douglas como una forma particular. Obsérvese que la forma log-lineal de la Cobb-Douglas es la función trans-logarítmica cuando todos los  $\beta_{nm}$  son iguales a cero.

Por otra parte, la función trans-logarítmica puede entenderse como una expansión de segundo orden de Taylor en el logaritmo de una función de costos, con algunas restricciones en los parámetros para respetar las propiedades deseadas (simetría y homogeneidad). La desventaja de la función trans-logarítmica es que por ser una aproximación local sus resultados sólo son confiables en el entorno del punto de aproximación. Dado que algunas de las

propiedades no son impuestas (en particular las referidas a su curvatura), deben ser verificadas ex –post, sobre la base de los coeficientes estimados.

La función trans-logarítmica ha sido ampliamente utilizada en los estudios de economía de escala por las propiedades señaladas. Usualmente para la estimación de las economías de escala se ha utilizado una función trans-logarítmica donde el producto es la cantidad de agua potable despachada. No obstante, debido a que no es posible medir el comportamiento de los costos cuando el nivel de producción es cero, esta función presenta limitaciones para la estimación de economías de alcance. Esto es relevante para el sector de agua y saneamiento, no sólo porque uno puede considerar al servicio de agua y saneamiento como dos servicios separados, sino porque uno puede, a su vez, considerar al servicio de agua potable como la suma de una serie de procesos y analizar las economías de escala y alcance de cada uno de éstos (captación, producción, transporte, distribución y comercialización).

Para el estudio de las economías de alcance y el análisis de firmas multiproducto, se utilizan otro tipo de funciones como la cuadrática o la compuesta que resuelven el problema anterior. Esta es la función cuadrática:

$$y = \beta_0 + \sum_{n=1}^N \beta_n x_n + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^N \beta_{nm} x_n \cdot x_m \quad (4)$$

y esta a continuación, es la compuesta

$$C^{(\phi)} = \left\{ \exp \left[ \left( \alpha_0 + \sum_i \alpha_i Y_i^{(\pi)} + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \alpha_{ij} Y_i^{(\pi)} Y_j^{(\pi)} + \sum_i \sum_r \delta_r Y_i^{(\pi)} \ln P_r \right)^{(\pi)} \right] * \exp \left[ \sum_r \beta_r \ln P_r + \frac{1}{2} \sum_r \sum_t \beta_{rt} Y_r^{(\pi)} Y_t^{(\pi)} \right] \right\}^{(\phi)} \quad (5)$$

Las potencias que están entre paréntesis, representan las transformaciones Box-Cox (por ejemplo  $Y_i^{(\pi)} = (Y_i^\pi - 1) / \pi$ . Para  $\pi$  distinto de cero y cuando tiende a cero.

$$Y_i^{(\pi)} = \ln Y_i \quad (6)$$

Hasta el momento, la función compuesta no ha sido aplicada de forma directa en el sector de agua, sino como parte de un análisis sobre empresas de servicios multiproducto (Piacenza y Vannoni, 2004).

Para la medición de las economías de escala, Stone and Webster Consultants (2004), dan una serie de pistas prácticas. Llamando E a la elasticidad de costos con respecto a la escala (cómo cambian los costos en términos porcentuales ante un dado porcentaje de cambio en la escala o tamaño de una firma), si  $E = 1$  la producción se caracteriza por retornos constantes a escala. Si  $E > 1$ , la producción se caracteriza por deseconomías de escala. Si  $E < 1$  indica economías de escala.

Esta noción básica de economías de escala requiere ser adaptada a un contexto multiproducto. Las economías rayo de escala indican cómo varía el costo total cuando cada producto varía en proporciones fijas. Economías de escala producto específico pueden medir cómo varían los costos contra cambios en un producto específico, manteniendo las cantidades de los otros productos constantes.

El proceso productivo puede ser representado por la función  $f(y, x; Z) = 0$ , siendo y el vector de productos, x el vector de insumos y Z el vector de variables que ayudan a caracterizar la tecnología subyacente usada en la producción.

El producto es endógeno para una empresa regulada por precio máximo, donde la elección puede ser representada como una minimización del costo de largo plazo de proveer el nivel requerido de producción  $y = y_0$ :

Min  $\sum w_i x_i$ , sujeta a  $f(y_0, x; Z) = 0$ , donde se toman los precios de los factores  $w_i$  como dados, y donde  $y_0$  es un nivel de producto determinado. La solución a este problema, definido

como el vector de insumos  $x_i^*$ , arroja la función de costos de largo plazo de la firma  $C_{LP}(y, w; Z) = \sum w_i x_i^*(y, w; Z)$ .

Tal función de costos debe satisfacer las siguientes propiedades: los costos son no negativos y no decrecientes en producto y precios de los insumos y los costos son homogéneos de grado uno, cóncavos y continuos con respecto al precio de los insumos. Lo anterior supone que las firmas pueden ajustar en el largo plazo el nivel de todos los factores para asegurar que los costos se minimizan. En el mundo real, la tecnología puede ser indivisible y asociada con bienes de muy larga vida útil, de modo que son poco útiles para propósitos empíricos. Las firmas, además no tienen total influencia sobre los factores fijos como el capital. Las obligaciones de calidad y estándares significan que es más apropiado tratar al capital como un factor cuasi fijo.

El problema pasa a ser entonces de minimizar costos variables condicional al vector de los factores cuasi fijos (el supraíndice  $v$  indica cantidades y precios de factores variables):

$$\text{Min } \sum w_j^v x_j^v, \text{ sujeta a } f(y, x^v, K; Z) = K.$$

La solución a dicha minimización restringida arroja la función de costo variable condiciones denotadas como  $CV(y, w^v, K; Z) = \sum w_j^v x_j^*(y, w^v; Z) + w^k K$ .

La función de costos variables reflejará la misma información que las relaciones tecnológicas subyacentes que gobiernan la relación entre costos y productos. La modelización de costos variables provee una forma de distinguir entre economías de escala de corto y largo plazo. La distinción tiene que ver con la elasticidad de costos con respecto a los insumos fijos ( $K$ ). De modo que las:

Economías de escala de corto plazo,  $RTS_{CP} = 1/E_s$

Economías de escala en el largo plazo,  $RTS_{LP} = (1 - E_k)/E_s$

Las relaciones que se establecen se pueden ver en el cuadro adjunto.

**Tabla 1: Relaciones que se establecen entre economías de escala a corto y largo plazo.**

Características de la escala	Corto plazo	Largo Plazo
Economías de escala	$RTS_{CP} > 1$	$RTS_{LP} > 1$ y $RTS_{LP} > RTS_{CP}$ si $E_k < 0$
Retornos constantes	$RTS_{CP} = 1$	$RTS_{LP} = 1$ y $RTS_{LP} = RTS_{CP}$ si $E_k = 0$
Deseconomías de escala	$RTS_{CP} < 1$	$RTS_{LP} < 1$ y $RTS_{LP} > RTS_{CP}$ si $E_k < 0$ $RTS_{LP} < RTS_{CP}$ si $E_k > 0$

Stone and Webster Consultants (2004)

Una medida para las economías de escala es la razón entre el costo marginal y el costo medio. Si dicha razón es menor que uno hay economías de escala (los costos medios decrecen con el aumento de capacidad).

Las formas funcionales flexibles ofrecen la propiedad de que pueden aproximar cualquier función arbitraria de costos. Esto significa que trabajar con formas funcionales flexibles no impone ninguna restricción a priori sobre la tecnología subyacente que determina las relaciones entre insumos, productos y costos. Supuestos inapropiados impuestos por alguna forma funcional particular pueden resultar en sesgos considerables que afecten adversamente la fiabilidad de las conclusiones derivadas de dichos modelos.

### III-Estados Unidos: ¿público o privado?

Hasta 1990 la tendencia en los estudios fue concentrarse en problemas relacionados con las economías de escala y la eficiencia de las empresas públicas versus las privadas. Esto seguramente se debía a que el principal problema a resolver eran las posibles economías de escala que se podrían derivar de una fusión de operadores atomizados en Estados Unidos y la existencia de operadores públicos y privados con variados niveles de desempeño. Estos dos temas parecen ser los que ordenan las investigaciones realizadas en Estados Unidos.

Si bien la literatura empírica de economías de escala se ha desarrollado fuertemente a partir de los años '90, previo a eso uno de los primeros trabajos es el de Hayes (1987) realizado para Estados Unidos. El autor examina la estructura de costos de la industria del agua considerando a las empresas como firmas multi-productos en las cuales se produce venta de agua a usuarios individuales (o minorista) y venta de agua en bloque (o mayorista) y examina si la venta conjunta de agua a usuarios individuales y en bloque justifica la producción conjunta. La motivación del trabajo es determinar si existen ganancias de eficiencia a partir de desintegrar verticalmente el sector<sup>4</sup> o si por el contrario existen economías de alcance en la integración. A partir de un corte transversal de 475 empresas de agua para los años 1960, 1970 y 1976 encuentra la existencia de economías de escala y alcance en un rango que va de los 3,8 a los 94,6 millones de m<sup>3</sup> para agua despachada a usuarios individuales y de los 0,9 a los 37,9 millones de m<sup>3</sup> para agua en bloque. A su vez, a medida que la cantidad de agua despachada aumenta, las economías de escala se van reduciendo. Con relación a las economías de alcance en la producción conjunta de agua a usuarios individuales y agua en bloque, Hayes (1987) señala que las eficiencias se reducen a medida que aumenta proporcionalmente la venta de cada uno de los productos.<sup>5</sup> La conclusión de Hayes (1987) es que los costos de la industria se podrían reducir si se permitiera a las empresas fusionarse, siempre y cuando no superen el umbral de producción de 18,9 millones de m<sup>3</sup> al año. Un punto importante a considerar de este trabajo es que Hayes (1987) no controla el efecto de variables ambientales que incidan sobre los costos y la performance de la firma como podrían ser el número de clientes, el tamaño del área servida, la calidad, o la densidad.

Al igual que Hayes (1987) Kim y Clark (1988) estiman las economías de escala y alcance de la provisión de agua potable dada su naturaleza multiproducto en Estados Unidos; pero a diferencia, los dos productos considerados son: la cantidad de agua despachada a usuarios residenciales y no residenciales utilizando una muestra de corte transversal para el año 1977 de 60 empresas prestadoras de agua en Estados Unidos. El resultado que encuentran es que no hay economías de escala significativas en la operación, al punto que para la media muestral las economías de escala se estiman en 0,99. Las empresas pequeñas muestran marcadas economías de escala (1,33) mientras que las empresas grandes tienen deseconomías de escala (0,88) pero moderadas. En términos agregados, se encuentran considerables economías de escala para la provisión de agua a usuarios no residenciales y deseconomías para usuarios residenciales. Por otra parte, en cuanto a las economías de alcance, el trabajo muestra que existen economías de alcance cuando se agregan los servicios a usuarios residenciales y no residenciales. Una de las debilidades del trabajo es que no incorpora variables de control como el número de usuarios y el tamaño del área de prestación pudiendo generar estimadores sesgados de las economías de escala. Como conclusión

---

<sup>4</sup> El esquema de separación vertical sería una adaptación de la separación en producción y transporte que se utilizan tanto en el mercado de gas como de electricidad.

<sup>5</sup> Sin embargo, Hayes (1987) realiza un test de subaditividad de costos y encuentra que la misma se rechaza para niveles de producción que superan los 18,9 millones de m<sup>3</sup> al año tanto en la venta a residenciales como la venta en bloque para su muestra de 1976.

destacan que, si bien los estudios de ingeniería establecen que difícilmente se agoten las economías de escala en la producción de agua potable, podría existir un trade-off entre esto y las deseconomías en la distribución; y esto en definitiva afecta la elección del tamaño óptimo, la ubicación y la lógica de distribución de cada una de las plantas.

Kim (1985) usa una función de producción multiproducto translogarítmica para testear economías de escala y alcance en la industria de agua y saneamiento de Estados Unidos. Se encuentra evidencia de deseconomías de escala para proveer a clientes residenciales y economías de escala en abastecer a los no residenciales. Analiza las economías con diferentes composiciones de clientes, entre residenciales y no residenciales.

En un estudio vinculado al efecto de las privatizaciones de empresas de agua de Estados Unidos, Bhattacharyya et al. (1994) utilizando una muestra de 257 empresas, dentro de las cuales 32 eran privadas. La conclusión a la que arriba el trabajo es que las empresas públicas son más eficientes que las privadas y existen economías de densidad de producto de 1,18 para empresas públicas y 1,16 para privadas. A pesar de las altas economías de densidad de producto, cabe destacar que al igual que Hayes, Bhattacharya et al (1994) no controla por variables ambientales que podrían afectar los resultados como ser la cantidad de usuarios, el área servida, la calidad o alguna forma de densidad.

Similarmente a Bhattacharyya et al. (1994), en el marco de un estudio de eficiencia para empresas públicas y privadas de Estados Unidos, Bhattacharyya, Harris, Narayanan y Raffiee (1995) utilizan una muestra de 221 empresas urbanas de agua potable del año 1992 para determinar la performance relativa de las empresas públicas versus las privadas. Los autores concluyen que las economías de densidad de producto son de 1,25 para las empresas privadas y 0,93 para las empresas públicas, y que existen economías de escala sólo para las empresas privadas.

Renzetti (1999) analiza las economías de escala para los servicios de agua y saneamiento de 77 empresas municipales proveedoras de agua y de tratamiento de aguas servidas de Ontario (Canadá) en el año 1991 y encuentra que las economías de densidad de producto para la provisión de agua potable son de 1,25 para usuarios residenciales y 1,46 para no residenciales, mientras que las economías de densidad de producto para los servicios de saneamiento son de 1,36. Un hecho a destacar es que los valores encontrados para los costos marginales son significativamente superiores a los de Estados Unidos, y concluye que esto seguramente se deba a la baja densidad poblacional.

Con el objeto de determinar los efectos de la integración vertical en la provisión de agua potable en Wisconsin (Estados Unidos), Garcia, Moreaux y Reynaud (2004) toman una muestra de 233 empresas verticalmente integradas y 15 distribuidoras de agua para el período 1997 a 2000 y estiman las economías de densidad de producto, densidad de cliente, de escala y alcance. La motivación del trabajo reside en que existirían potenciales beneficios de la integración vertical debido a costos de transacción entre las distintas etapas del servicio e imperfecciones de mercado. Garcia, Moreaux y Reynaud (2004) estiman los costos medios y marginales de los costos variables de las empresas integradas verticalmente y desintegradas de Wisconsin (EEUU), y observan que la suma de los costos marginales de producción y distribución de las empresas desintegradas es superior a los de las empresas integradas. Los autores atribuyen esta diferencia a los costos que enfrentan las empresas distribuidoras por el agua comprada en bloque. Por otro lado, que los costos medios variables se encuentren por encima de los costos marginales indican la presencia de economías de densidad de producto. Sin embargo, señalan que los costos medios de las empresas integradas es menor que los las empresas desintegradas. Esto estaría indicando que, las firmas verticalmente integradas no han agotado las potenciales economías de escala. Luego, los autores simulan los costos totales de abastecer con un volumen equivalente de agua a través de empresas integradas y desintegradas, basados en las estimaciones de costos realizados. Encuentran que las ganancias de integración vertical se agotan en los 2.373 miles de m<sup>3</sup>. Para un nivel de

producción de 757 miles de m<sup>3</sup> los costos de las firmas integradas son 56% superiores a las no integradas.

Houtsma (2003), hizo un análisis de los datos de cargos de agua recolectados sobre base bienal para el período 1995-2003. La encuesta para 2003 cubría 459 ciudades de California o áreas de servicio provistas por 349 proveedores. Usa como aproximación de los costos medios a los niveles de tarifas en diferentes comunidades de distinto tamaño. Supone que las diferencias entre costos medios y cargos medios se distribuyen en forma aleatoria en lo que respecta al tamaño. Los cargos menores se encuentran en poblaciones por encima de 10.000. Se observa una fuerte baja hacia los 125.000. Las ciudades con población por encima de 500.000 no tienen los menores cargos. Hay cuatro ciudades solamente que exceden ese tamaño en la muestra y fuera del tamaño inciden favores como la localización y la fuente de agua en cada caso. Hay algunas cuestiones que tienen que tenerse en cuenta para explicar las diferencias que surgen de modo que las comparaciones sean válidas. Las diferencias más visibles son en localizaciones, en niveles salariales, en gastos de mantenimiento y en depreciación.

Shih et al (2004), usan una base de datos para 1995 y 2000 en Estados Unidos (Community Water Survey) para hallar economías de escala al nivel de todos los costos, como al nivel de componentes individuales del costo. Hallan a nivel global que 1% de aumento en la producción reduce los costos unitarios en 0.16%. A nivel individual encuentran que las mayores de economías de escala existen en costos de capital, en costos terciarizados, en materiales. Los costos laborales y de energía exhiben menores pero aún positivas economías de escala. Las ganancias provenientes de negociación y regateo y algunas economías en la producción no dependen necesariamente de la interconexión física entre los sistemas.

Wolff y Hallstein (2005) muestran que la Lansing Michigan Board of Water and Light consiguió grandes economías de escala en sus operaciones centrales a través de combinar contratos minoristas a la gestión de otras operaciones, contratos mayoristas a la reventa de agua y activos transferidos desde otras municipalidades al Board. Otras funciones sin economías de escala, como la distribución de agua, permanecieron en el ámbito de las comunas. Lo mismo un proyecto en Minnesota permitió a las municipalidades de Saint Michael, Albertville y Hanover beneficiarse de economías de escala capturadas por una empresa privada que servía a las tres localidades. Algunas funciones permanecieron al nivel de cada localidad porque no había economías de escala que se pudieran aprovechar. En el caso de Minnesota antes citado, se han informado beneficios de escala a partir de operación centralizada de una planta principal de tratamiento de agua. Esas instalaciones permitieron importantes ahorros de costos al compartir personal y equipos. Existen allí 16.000 sistemas cloacales, de los cuales unos 750 son combinados (muy concentrados en el noreste y el noroeste). Esos sistemas combinados están habitualmente en ciudades grandes y se estima que sirven a unos 40 millones de personas.

Torres y Morrison (2006) buscan desarrollar e implementar un modelo de estructura de costos de empresas proveedoras de agua de EEUU que sea útil para tomar medidas de política relevantes. El problema es que en Estados Unidos se cree que el servicio está muy atomizado y que podrían existir ganancias de eficiencia a partir de la fusión o integración vertical u horizontal de las empresas.<sup>6</sup> Sobre la base de una muestra de 255 empresas de agua potable para el año 1996. Un punto destacable del trabajo es que a diferencia de Nauges y van den Berg (2007) y los estudios de Saal y Parker, Torres y Morrison toman como variable de control la cantidad de usuarios por km<sup>2</sup> en lugar de usuarios por km de red; esto agrega una dimensión espacial más precisa de las economías de escala y alcance. Los resultados indican que la consolidación de

---

<sup>6</sup> En 2002, el 83% de todos los sistemas de abastecimiento de agua comunitario de Estados Unidos todavía seguía sirviendo poblaciones inferiores a las 3.300 personas y produciendo anualmente 437 millones de galones al año.

pequeñas empresas podría ser beneficiosa, dependiendo de las características de expansión de las redes, pero la consolidación ya realizada de las empresas sin el correspondiente aumento en la densidad de producto es poco probable que sea efectiva. Para las empresas de agua más chicas, la consolidación o fusión de firmas que también aumente el tamaño de la red podría ser económicamente beneficiosa o al menos no debería aumentar los costos medios de producción, dado que las economías de volumen son suficientes para compensar las deseconomías asociadas con la expansión de la red. Para las empresas medianas o grandes, las economías de volumen no alcanzan a compensar los efectos de la integración vertical y espacial.

#### **IV-Inglaterra: ¿Fusionar sistemas ya grandes?**

Durante la década de los 1990s la agenda de investigación se desplazó a Inglaterra y Gales a partir del proceso de privatizaciones realizado en el sector en el año 1989, con la presencia de operadores privados creció el interés por determinar su performance y la capacidad para alcanzar las economías de escala en el sector. Otro foco de interés que despertó el caso de Inglaterra y Gales fue el sistema de precios instalado y el nuevo régimen regulatorio. Durante la década de los 1990s se produjo en Inglaterra y Gales una fuerte concentración de operadores a través de procesos de fusiones y adquisiciones. De manera más amplia, el interés se centró en determinar si existían o no ganancias de bienestar a partir de las fusiones o si la industria debía ser desintegrada vertical u horizontalmente.

La industria de Inglaterra y Gales es relativamente única en términos de la existencia de escala (típicamente grande) y alcance (típicamente mayor).

Lynk realiza dos trabajos uno en 1993 y otro en 1995. En el primero usa el análisis de fronteras estocásticas para determinar la eficiencia de las empresas multiproducto y especializadas con datos previos a la privatización y encuentra evidencia de economías de alcance en la producción de agua, cloacas y servicios ambientales. En el segundo, estima una función de costos multiproducto para testear la existencia de economías de escala y alcance en las autoridades regionales previas a la privatización y encuentra significativas evidencias de economías de alcance entre la provisión de agua o saneamiento y los servicios ambientales<sup>7</sup>.

Cubbin y Tzanidakis (1998) comparan resultados usando DEA y econometría para medir la eficiencia relativa de las compañías en el período 1994-95. El análisis se limita a la consideración de gastos de distribución. Se encuentra evidencia de economías de escala y diferencias significativas de resultados entre las dos metodologías.

Ashton (1999) mira tanto a economías de escala como de utilización de capital a partir de empresas especializadas en agua en el período 1990-96 en Inglaterra y Gales, evitando las cuestiones de economías de alcance. La especificación de costos variables permite medidas de economías de escala de corto y largo plazo. El estudio halla evidencia de deseconomías de escala para las empresas sólo de agua. También se encuentran significativas deseconomías de utilización del capital y bajos niveles de utilización de la capacidad. Las implicaciones de Ashton (1999) junto con las del estudio de consultoría de Stone y Webster Consultants (2004) y las de Saal y Parker sugieren que existen ineficiencias en el capital utilizado que gradualmente se ajusta hacia niveles más eficientes a lo largo del tiempo.

Saal y Parker (2000 y 2001) consideran el impacto en la productividad de la privatización de las empresas de agua y saneamiento y su regulación posterior mediante topes de precios. Hallan substanciales deseconomías de escala con una estimación de elasticidad de escala para la empresa promedio de entre 0,83 a 0,88 en varias especificaciones alternativas. La estimación de elasticidad de escala es siempre significativamente diferente de 1, que indicaría retornos

---

<sup>7</sup> El término de interacción entre agua y saneamiento es estadísticamente significativo.

constantes a escala. El estudio también destaca la importancia de considerar la calidad en el análisis de los costos de la industria del agua.

Strategic Management Consultants (2002) ha presentado hallazgos sobre economías de escala en un informe no publicado, realizado para Ofwat. Examina alguno de los factores técnicos y organizacionales que pueden subyacer a la presencia de economías de escala, antes que a estimaciones numéricas. Concluye que las economías técnicas de escala se diluyen a partir de las 400.000 conexiones. Las fusiones en la industria hicieron decrecer el número de empresas proveedoras de 38 a 22 desde la privatización. Hay respaldo de la literatura en el sentido que las fusiones y adquisiciones entre empresas de agua no se justifican en términos de eficiencia de costos. Las que ocurrieron fueron en general absorciones de empresas pequeñas eficientes, por grandes menos eficientes. La mayoría de las empresas existentes han experimentado grandes cambios de organización, con muchas empresas reduciendo el número de divisiones operativas y luego incrementándolos nuevamente. En busca de la EME para OFWAT hallan que el modelado de valores promedios publicados en series de tiempo muestra una rápida reducción en los costos a los consumidores con el tamaño, en términos de conexiones, lo cual disminuye a una relación estable y ligeramente declinante una vez que se alcanza una escala de 400.000 propiedades conectadas. Las compañías con menores costos operan una a cada lado de esa medida, pero tienen características que las distinguen como menor intensidad de capital. La intensidad de capital es el elemento de costos más significativo para los clientes. Todas las compañías más grandes que las dos de menor costo tienen intensidades de capital significativamente mayores y por ende costos significativamente mayores para los consumidores.

Indepen (2002) cuantifica en valores presentes estimaciones de ahorros que se pueden generar a través de fusiones entre compañías de agua. Tales ahorros se atribuyen a economías de escala. Se argumenta que adicionales ahorros pueden conseguirse mediante la transferencia de mejores prácticas por fusiones. Descansan en la evidencia del mercado eléctrico.

Bottasso y Conti (2003), analizan la evolución de la ineficiencia en los costos operativos de las empresas de agua y saneamiento de Inglaterra y Gales para el período 1995-2001. El objetivo del trabajo es proveer una descripción generalizada de ineficiencia de costos de la industria. La muestra se compone de un panel desbalanceado que va de 28 empresas para el primer año, donde 10 son distribuidoras de agua y saneamiento y 18 sólo proveedoras de agua, y 21 en el último, 10 de agua y saneamiento y 11 sólo proveedoras de agua, luego de ocurridas las fusiones. Se encuentran economías crecientes de densidad de producto de 1,295 a 2,031<sup>8</sup>. Por otra parte, a medida que aumenta el tamaño de las empresas las economías de densidad de producto se van reduciendo. En el corto plazo se observa que las economías de escala son crecientes para las firmas más chicas con valores entre 1,45 y 1,73 mientras que se vuelven constantes a medida que aumenta el tamaño de las empresas. Como conclusión de política señalan que sólo las empresas pequeñas podrían generar reducciones de costos en el corto plazo. Para el largo plazo, las economías de densidad de producto son mayores a uno (en algunos casos no significativo) y en promedio, decrecen con el tamaño; las economías de largo plazo sugieren una forma de U de los costos medios variables con relación al tamaño. Como resultado encuentra la existencia de economías de alcance entre las prestaciones de agua y saneamiento.

Stone y Webster Consultants (2004) elaboraron un estudio para Ofwat, sobre las economías de escala y alcance en Inglaterra y Gales, con un propósito preciso, para toda futura fusión o cualquier otra reestructuración debe tenerse en cuenta la existencia de economías de escala en el sector. El estudio utiliza metodologías econométricas para estimar modelos de costos para el período 1992-93 a 2002-2003. Los principales hallazgos del estudio son que hay

---

<sup>8</sup> Dependiendo la especificación del modelo

evidencia de deseconomías de escala para las empresas de ambos servicios, pero declinantes a lo largo del período muestral. El cambio refleja mejora en la eficiencia de los gastos de capital, que compensan las crecientes deseconomías de escala en los gastos operativos. La presencia de retornos constantes a escala no es rechazada para las empresas de sólo agua. Los diversos modelos exhiben pequeñas economías de escala para las de tamaño promedio. Hay evidencia de que la función de costos subyacente es diferente entre las empresas verticalmente integradas y las especializadas sólo en agua. Hay evidencia que la integración de servicios de agua y saneamiento está asociada con deseconomías de alcance. Hay respaldo para la integración vertical de la provisión de agua. No hay evidencia de que las fusiones en la industria del agua hayan afectado los costos subyacentes de la industria. Los rankings de costos operativos de Ofwat muestran deterioro en niveles de eficiencia relativa por encima de 2,5 millones de conexiones, lo que puede estar implicando algo sobre escala óptima. Hay necesidad de controlar por la influencia de la calidad del servicio y las características operativas en los costos de las compañías.

Los resultados que encuentra la consultoría para las empresas de agua y saneamiento de Inglaterra y Gales es que existen fuertes deseconomías de escala; esto es, para una expansión del producto de 1%, los costos aumentan en 1,5%. Con relación a las economías de alcance el trabajo encuentra que existen para la producción conjunta de agua despachada y población equivalente servida, no existen economías de alcance para las conexiones de agua y saneamiento y no hay economías de alcance agregadas entre las operaciones de agua y saneamiento. Por lo tanto, desde el punto de vista horizontal se encuentra que no existen ganancias de bienestar a partir de una integración horizontal del servicio. Desde el punto de la integración vertical, el estudio reporta economías de escala entre producción y distribución. Sin embargo, no encuentran efectos de economías de alcance entre la recolección de aguas servidas y la disposición. La implicancia es que correspondería separar el negocio de tratamiento y disposición de la recolección de aguas servidas.

Saal y Parker (2005) estiman las economías de densidad de producto a lo largo de cambios en los regímenes regulatorios controlando por diferencias en la eficiencia técnica, la densidad de las redes, la cantidad de pozos, la calidad del agua y la fusión de las compañías. El resultado que encuentran para la media muestral es que no existen economías de densidad de producto. Un inconveniente que tiene este trabajo es que el modelo no computa las economías de escala en el servicio de saneamiento; como así tampoco la producción conjunta de agua potable y saneamiento como lo hace Stone y Webster Consultants (2004).

Bottasso y Conti (2009), al igual que Ashton (1999), realizan una estimación de los costos variables de las empresas solamente prestadoras de agua potable para el período 1995 a 2005. En este caso, el objetivo es determinar las economías de escala y el cambio tecnológico operado en ese lapso. Los autores señalan que para empresas solamente proveedoras de agua, únicamente Stone y Webster Consultants (2004) reportaron evidencia de economías de escala para la media muestral. Sin embargo, no estudiaron las economías de escala para los diferentes tamaños de empresa. Las estimaciones realizadas sugieren la existencia de economías de densidad de producto y usuarios no explotadas y pequeñas economías de escala que aumentan a medida que crece la densidad poblacional. En opinión de los autores se podrían esperar ahorros de costos moderados de fusiones prudentes; y sobre el particular, los beneficios derivados de las fusiones deberían ser más altos en las áreas más densamente pobladas. Por otra parte, la eficiencia técnica ha aumentado a lo largo del período relevado. Las estimaciones establecen que aun las compañías relativamente grandes (con producciones superiores a 98.550 miles de m<sup>3</sup> por año sirviendo a 480.000 usuarios u operando en un área de 2.000 km<sup>2</sup>, podría obtener pequeñas economías de escala. Un aumento en un 1% en el volumen, el área y los usuarios tendería a aumentar los costos variables en cerca del 0,90% en el largo plazo implicando unas economías de escala de 1,11%.

## V-¿Redimensionar con la idea de Escala Mínima Eficiente?

Luego el interés de la literatura de economías de escala pasó a Italia, donde el problema que enfrentaba el servicio era su alta atomización y con el uso de nuevas técnicas econométricas y desarrollos en teoría de la regulación, se estudió la posibilidad de agregar los servicios de agua y saneamiento en áreas territoriales óptimas.

Antonioli y Filippini (2001) buscan determinar cómo es la estructura de costos de las empresas distribuidoras de agua en Italia y consecuentemente la existencia de economías de escala y alcance. Para esto utilizan un panel de 32 empresas de distribución de agua potable en el período 1991-1995. La motivación del trabajo reside en contrastar el modelo utilizado por la Autoridad Regulatoria Italiana de regulación por comparación propuesta por Shleifer (1985). Dado que las economías de escala se estiman en 0,95, los resultados sugieren la presencia de deseconomías de escala débiles. Por el contrario, existen economías de densidad de producto y de usuarios estimados en 1,46 y 1,16, respectivamente. Por lo tanto, no recomiendan la fusión de empresas porque el aumento del tamaño de las redes aumenta los costos más que proporcionalmente.

Fraquelli y Moiso (2005) investigan cuánto ha mejorado la prestación del servicio de agua y saneamiento a partir de las reformas aplicadas en Italia<sup>9</sup>.<sup>10</sup> Los estudios previos en Italia encontraron pruebas débiles de economías de escala, que desaparecía más allá de los 150.000 – 200.000 usuarios (Fabbri y Fraquelli (2000)<sup>11</sup>, Fraquelli et al. (2003)). El trabajo encuentra que existen economías de densidad de producto para todos los tamaños de empresas y, como es de esperar, tales economías de densidad están inversamente relacionadas con el volumen de agua despachado. Teniendo en cuenta esto, y calculando las economías de escala para las distintas empresas los autores encuentran que las economías de escala son mayores a uno y en términos decrecientes hasta los 90 millones de m<sup>3</sup> por día (aproximadamente 1 millón de habitantes). Por lo tanto, teniendo en cuenta que los ATOs despachan en promedio 59 millones de m<sup>3</sup> por año, estos podrían obtener reducciones en los costos a partir de fusiones entre empresas que las acerquen al tamaño óptimo de los 90 millones de m<sup>3</sup> por año.

El problema presentado en Italia era común a otros países de Europa como Francia, Alemania, Portugal, Suiza, Eslovenia y Rumania. Fuera de Europa, problemas de alta atomización y desaprovechamiento de economías de escala y alcance se presentaban en Japón, Corea y Colombia. A continuación se relatan dichos casos y se observa la construcción de modelos y estimaciones sobre la base de los desarrollos realizados para Estados Unidos, Inglaterra e Italia.

García y Thomas (2001) examinan la estructura de costos de empresas de agua potable municipales de Francia. La muestra está compuesta por 56 empresas (53 privadas y 3 públicas) de agua de la región de Bordeaux para los años 1995 a 1997. Dada la alta atomización del servicio, el objetivo del trabajo es encontrar evidencia sobre si conviene o no la fusión de prestadores dentro del área. Para esto necesitan estimar cuál es la función de costo. Un dato interesante de las variables utilizadas es que computan a las pérdidas de red, como un producto. De esta manera, las pérdidas de red arrojan una medida de eficiencia debido a que las mayores pérdidas se producen por tener mayor presión dentro de las cañerías. Los

---

<sup>9</sup> La industria de agua y saneamiento era muy fragmentada e ineficiente

<sup>10</sup> Las preguntas que se hacen: ¿son los Ámbito Territorial Óptimo (ATO) actuales capaces de aprovechar las economías de escala? ¿Fue el costo de planificación, que es la base de fijación tarifaria a los clientes concebida eficientemente?<sup>10</sup>

<sup>11</sup> Examinan la consolidación de una industria muy fragmentada en Italia. Hallan que la elasticidad del costo con respecto al producto es menor que 1, pero la consideración de variables hedónicas reduce la percepción de economías de escala.

resultados que encuentran son que: las ganancias marginales son máximas cuando se fusionan dos distritos y van decreciendo a medida que la consolidación de distritos alcanza el nivel óptimo de 5 distritos. Más allá de ese punto existen deseconomías de escala, no obstante esto, el incremento en costos no es significativo<sup>12</sup>. La densidad del servicio es un factor importante a considerar, dado que fusionar dos distritos en áreas con baja densidad resulta menos rentable. Como conclusión general encuentran que las fusiones entre distritos son rentables. Los retornos estimados para la media muestral señalan que existen economías de densidad de producto (1,14) así como densidad de usuarios (1,05) y que en el largo plazo las economías de densidad son (1,21) mientras que para las economías de densidad de usuarios las mismas se pierden (0,87). Las economías de escala de largo plazo se estiman en 1,002. Con relación a las economías de alcance entre las pérdidas de red y el agua facturada a usuarios, los autores encuentran para la media muestral un valor de 0,237 indicando que hay ganancias potenciales en pérdidas de producción de agua (resultado no deseado) y agua facturada a usuarios (resultado deseado). La explicación posible de lo anterior se debería a que los costos asociados con la reparación y mantención para disminuir las pérdidas de red son mayores que los costos que implican aumentar la venta de agua simplemente incrementando la producción de agua.

Kim y Lee (1998) realizan un estudio en el que buscan analizar los efectos económicos de la integración espacial de los servicios de agua domiciliarios a partir de las economías de escala en Corea del Sur utilizando una muestra de 42 empresas de agua municipales en el período 1989 a 1995 que captan agua del río Han. El trabajo encuentra evidencia de economías de escala para el tamaño medio de las empresas de la muestra. No obstante, cuando se descomponen por ciudades las economías de escala se observan deseconomías de escala en cuatro ciudades, retornos constantes en doce y retornos crecientes en doce empresas. Basados en estos resultados los autores concluyen que es posible lograr mejoras de eficiencia a partir de un desarrollo cooperativo (en construcción, operación y administración) de los atributos espaciales y económicos de las empresas. Por lo tanto, concluyen que las fusiones tienen sentido en tanto y en cuanto conlleven pequeños costos de transacción o ajuste. Para el caso particular del área metropolitana de Seul, si los servicios de agua se consolidaran en un solo mercado sin cambiar el tamaño de las redes y los atributos regionales, los costos de producción se reducirían en un 47,1% respecto de los de 1994. Sin embargo, advierten que tales ganancias no deberían esperarse en regiones menos densamente pobladas o menos desarrolladas, concluyendo que la flexibilidad en el diseño del mejor tamaño de área de provisión y los medios son clave para reducir los costos.

Mizutani y Urakami (2001) estudian las economías de densidad de redes y de escala en la prestación de agua potable en Japón. Para esto utilizan una muestra de 112 empresas prestadoras de agua potable para el año 1994 y analizan las economías de densidad de red y de escala a partir de distintas formas funcionales. A fin de dar robustez a los resultados, ensayan varias formas funcionales. Los resultados indican que existen leves deseconomías de escala en el punto medio de la muestra y que el tamaño óptimo de las empresas es de 776.000 habitantes. A su vez concluyen que existen economías de densidad de redes pero no economías de escala.

Sauer (2005) estudia la estructura de costos de agua rural provista en Alemania. El foco principal del trabajo reside en determinar el tamaño óptimo de las empresas de agua cuando se calcula a través de la minimización del costo medio con relación a la cantidad de agua despachada, cantidad de redes de agua y número de conexiones. Encuentra que el tamaño óptimo de las empresas de agua potable en términos de población es de 66.000 habitantes y un total de 3.590 miles de m<sup>3</sup> al año. En el trabajo la escala óptima se presenta en cantidad de conexiones por km de red y se establece que el mínimo se encuentra en 23 conexiones por km de red y que a partir de 36 comienzan las deseconomías de densidad de clientes. Esto

---

<sup>12</sup> Esto estaría sugiriendo que en un tramo la función de costos medios es plana.

implicaría la que existencia de una forma de “U” en los costos. No obstante, esta conclusión depende fuertemente en el diseño de las redes, dado que el diámetro de las cañerías, la topología del terreno, o el número de tomas de agua afectan los resultados. Las deseconomías pueden aparecer si la red requiere un fuerte aumento de la capacidad o rehabilitación para acomodarse a la mayor cantidad de clientes en una determinada área.

Martins, Coelho y Fortunato (2006a) estudian 218 empresas municipales de prestación de agua y saneamiento de Portugal en 2002. La motivación del trabajo radica buscar la existencia de economías de escala y alcance a fin de poder determinar la existencia de ventajas en la fusión de empresas prestadoras vecinas en un único operador. Para esto se analizan las pérdidas de red en conjunto con otros productos, como ser la cantidad de agua despachada a usuarios residenciales y no residenciales. Los autores concluyen que existen economías de escala para las empresas pequeñas y medianas pero no para las empresas grandes. Sobre el particular, para las empresas medianas la economía de escala de densidad de producto es de 1,327 cuando se considera de manera conjunta la producción de agua residencial, no residencial y pérdidas. Dado que la escala media de las empresas es de 2.464 miles de m<sup>3</sup> al año y el tamaño óptimo es de 7.608 miles de m<sup>3</sup> recomiendan a las empresas pequeñas fusionarse si es posible. Por otra parte, encuentran un nivel óptimo de pérdidas de red, implicando que existe un costo eficiente de no arreglar las pérdidas.

Martins, Coelho y Fortunato (2006 b) sobre una base ampliada de Martins, Coelho y Fortunato (2006a) para 282 empresas municipales (249 prestadoras de agua y saneamiento, 16 prestadoras sólo de agua y 17 sólo de saneamiento) analizan la existencia de economías de escala y alcance entre la provisión de agua potable y la recolección de aguas servidas con el objetivo de considerar eventuales fusiones de servicios y entre empresas. En Portugal hay tres tipos de prestación municipal: directamente a través del municipio, a través de una empresa municipal o a través de una licitación otorgada. Esta última categoría es una proporción muy menor. El problema que existe en Portugal es que existe una opinión generalizada de que las tarifas se encuentran por debajo de los costos operativos y no alcanzan a cubrirlos. Esto ha generado un consenso generalizado para cambiar la fijación tarifaria. Los resultados, consistentes con Martins, Coelho y Fortunato (2006a), indican que la escala de producción media se encuentra por debajo de la escala mínima eficiente, mientras que las empresas más grandes presentan deseconomías de escala y alcance. Desde el punto de vista de las economías de alcance, hay modestas economías de alcance para la producción conjunta de agua potable y alcantarillado hasta un determinado punto, esto sugiere que las empresas pequeñas podrían encontrar beneficioso fusionar los servicios. Los test de subaditividad rechazan las condiciones suficientes para todo el rango de producto, con lo cual la industria del agua en Portugal no es un caso de monopolio natural para todos los productos.

El objetivo de Baranzini et al. (2008) es determinar la eficiencia de las empresas prestadoras de agua potable en Suiza explotando una base de datos de 330 empresas que representan el 55% del agua potable distribuida en Suiza, y la base se expande a lo largo de 6 años. Suiza es un país federal y en la distribución de agua potable convergen los tres niveles de gobierno (federal, cantonal, municipal).<sup>13</sup> Dada la gran variabilidad en la tarifa por m<sup>3</sup> de los

---

<sup>13</sup> El gobierno federal no regula la operación del servicio pero sí las normas de calidad y de preservación del agua. A su vez, la provisión y control de la provisión de agua potable está en manos de los cantones. Pero la mayoría de éstos delegan responsabilidad en grado variado en las municipalidades. En este contexto, las municipalidades chicas tienden a subcontratar el mantenimiento o agruparse en asociaciones intermunicipales mientras que las municipalidades grandes tienen servicios específicos de agua potable cuando no un agrupamiento de servicios industriales en los que se agrupan la prestación de agua potable, tratamiento de aguas servidas, gas y electricidad. La mayoría de los servicios de agua potable en Suiza se encuentran altamente segmentados y caracterizados por un gran número de empresas que actúan como monopolios locales controlados por las municipalidades en su mayoría. A su

distintos operadores, los autores estudian si dicha variabilidad respondía a fuertes diferencias en los costos medios de los operadores que iban de 0,28 a 7,20 francos suizos (con una media de 1,70 y una mediana de 1,35) e investigar el impacto de las características ambientales fuera de control de las empresas. En función de lo anterior, las economías de escala de corto plazo son de 1,56 mientras que las economías de escala de largo plazo, son de 1,22.

El problema que presentan los servicios de agua y saneamiento de Colombia es que el servicio se encuentra altamente atomizado. Por este motivo, Revollo Fernandez y Londoño (2008) estudian las economías de escala y alcance en los servicios de agua y saneamiento en Colombia con el propósito de considerar fusiones o escisiones de empresas prestadoras. Dentro de los resultados se destaca lo siguiente: el servicio de agua potable presenta economías de escala tanto de corto como de largo plazo 1,69 y 1,31, respectivamente; el servicio de alcantarillado presenta economías de escala 1,82 y 1,61, respectivamente. Dado que en el estudio de Colombia lo que interesa saber cuál es el tamaño óptimo de los servicios de agua potable y alcantarillado a fin de proceder a la escisión o fusión de prestadores se estimaron las economías de escala tomando en cuenta el tamaño de las empresas. Se las clasificó en: pequeñas (menores o iguales a 10.000 suscriptores), medianas (entre 10.001 y 99.999 suscriptores) y grandes (mayores o iguales a 100.000 suscriptores) y los resultados que se encontraron fueron que: existen economías de escala de corto y largo plazo tanto en agua potable como en alcantarillado para las empresas clasificadas como pequeñas y medianas; en el caso de las empresas grandes, en general, se presentan deseconomías de escala a corto y largo plazo; el nivel de producto asociado a economías constantes a escala correspondería a los 28 millones de m<sup>3</sup> equivalente a 149.572 suscriptores.<sup>14</sup> Con relación a las economías de alcance se encontró que: un aumento en la producción de uno de los productos, disminuye el costo variable total de producción de ambos productos. El resultado demuestra que para la sociedad es más beneficioso que una sola empresa preste los dos servicios aprovechando dichas economías y un argumento para buscar la fusión de empresas que presten los servicios por separado. El valor de las economías de alcance es positivo (0,38) para los valores de los límites del intervalo de confianza del parámetro de interacción, corroborando la existencia de economías de alcance.

Filippini, Hrovatin y Zoric (2008) estiman las economías de escala y el grado de eficiencia de las para una muestra de 52 empresas distribuidoras de agua potable de Eslovenia en el período 1997-2003. La motivación del trabajo se encuentra en que la regulación de tarifas la distribución de agua potable en Eslovenia se hace a través de una regulación por tasa de retorno tradicional. No obstante, el gobierno promovió nuevas reglas de regulación tarifaria (Reglas para la Determinación de Precios de Servicios Públicos Locales Obligatorios para la Protección del Medio Ambiente, 2004) que contemplan la utilización de benchmarking de costos y calidad combinado con una regulación por tasa de retorno.<sup>15</sup> Desde el punto de vista de las economías de escala, cabe destacar que las distintas especificaciones econométricas son robustas en relación a las economías de densidad de producto, densidad de usuarios y de escala. En función de la muestra analizada, el tamaño óptimo de las empresas prestadoras se encuentra en torno de la mediana muestral; implicando que las economías de escala se encuentran en las firmas de tamaño pequeño mientras que las grandes tienen deseconomías de escala. Cuando se desagregan las empresas en función del tamaño se observa que las economías de densidad de producto y de densidad de clientes se encuentran presentes en los

---

vez, existen diferentes estructuras de gerenciamiento y las empresas enfrentan diversos contextos como: la densidad de los clientes, la topografía y las fuentes de abastecimiento.

<sup>14</sup> Asumen un consumo promedio de 187,2 metros cúbicos anuales por suscriptor (promedio de consumo de los años 2004 - 2005).

<sup>15</sup> Hasta la fecha, esas reglas nuevas no han sido aplicadas ni se ha especificado el método de benchmarking a utilizar.

tres tipos de tamaño. Las economías de escala también están presentes en las empresas de tamaño medio para las cuales su valor es cercano a 1, implicando que el tamaño óptimo de las empresas de provisión de agua es el de una compañía que provee 1,17 millones de m<sup>3</sup>, 5.168 usuarios en un área de 264 km<sup>2</sup>. Por otro lado, las empresas más grandes de la muestra parecen haber agotado las economías de escala.

Frone (2008), investiga algunas cuestiones relacionadas con la oportunidad de regionalizar los servicios, agregando varios pueblos para la provisión de agua y saneamiento, así como algunas características particulares y desafíos para el sector en Rumania. Elabora también una guía estratégica para la operación regional de los servicios de modo que se provean en un área que cubra al menos poblaciones equivalentes a 100.000 habitantes.

Un caso contrario al de atomización del servicio se presenta en los Países Bajos donde el cuestionamiento del tamaño del servicio refiere a si la escala de producción es la óptima o si las empresas buscan fusionarse para de esa manera relajar los niveles de eficiencia que arroja el benchmarking.

En las últimas dos décadas el sector de agua potable de los Países Bajos experimentó fuertes cambios. En primer lugar en 1997 comenzó un benchmarking voluntario a fin de aumentar la eficiencia y eficacia del sector. En segundo lugar, se produjo una fusión de empresas que llevó el sector de 20 a 10 empresas (cabe destacar que éstas son públicas). En el trabajo De Witte y Dijkgraaf (2007) utilizan técnicas paramétricas y no paramétricas para determinar los efectos sobre la eficiencia de estos dos cambios. La muestra está compuesta por 20 empresas en 1992 a 10 empresas en 2006. Las fusiones se clasifican en dos: las que buscan mejorar la escala de producción y las que buscan reducir ineficiencias. A diferencia de Inglaterra donde el benchmarking se utiliza para fijar las tarifas máximas, en Los Países Bajos el benchmarking sólo es informativo del desempeño de las empresas y se conoce como el *sunshine regulation*, donde la información sólo utiliza para ser publicada y comparada. Utilizando la especificación trans-logarítmica no se puede rechazar la existencia de rendimientos constantes a escala entre 35.000 y 350.000 miles de m<sup>3</sup>. Sin embargo, los intervalos de confianza son relativamente grandes. Para la especificación Fourier de grado 3, se encuentran dos escalas de costos mínimos. El primero alrededor de los 30.000 miles de m<sup>3</sup> mientras que el segundo a una mayor escala 200.000 miles de m<sup>3</sup>. No hay evidencia significativa que las fusiones hayan implicado un aprovechamiento de las escalas. De hecho, el costo medio es menor para las firmas que no se han fusionado que tienen una escala media de 59.000 miles de m<sup>3</sup> contra las empresas fusionadas que tienen una escala de operación de 111 miles de m<sup>3</sup>. A pesar de esto, la diferencia en costos no es significativa. Los autores concluyen que el benchmarking ha generado mejoras de eficiencia y, por el contrario, las fusiones no han mejorado la eficiencia o las economías de escala.

## VI-Estudios transfronterizos

Como se señalara anteriormente, las comparaciones a través de los países han sido escasas debido a que los datos por lo general no son muy homogéneos. Entonces, hay un trade-off entre aprovechar las diferencias entre países para reflejar distintas características y la precisión de los datos para trazar medidas de políticas relevantes.

Tynan y Kingdom (2005) efectúan un estudio tipo “cross country”. La econometría usando datos para países desarrollados concluye que los proveedores de agua pueden operar más efectivamente en un rango de tamaños, con lo cual algunos sistemas relativamente pequeños pueden estar obteniendo significativas economías de escala. Tynan y Kingdom (2005) muestran que ciertos proveedores, particularmente aquellos sirviendo una población de 125.000 o menos pueden reducir sus costos operativos por cliente incrementando su escala de

operación. El estudio cubre 33 países y 83 empresas en África, 26 empresas en Indonesia, 41 en Perú, 64 en los Estados Unidos y 56 en Vietnam. La evidencia de economías de escala es más consistente entre bases de datos cuando el volumen de agua producida se usa como la medida de tamaño. En África, una empresa que duplica el tamaño de la población servida incrementa sus costos sólo un 61%. Los resultados muestran economías de escala en 10 casos, retornos constantes en 7 y deseconomías de escala en los otros tres. En Vietnam también se perciben fuertes economías de escala. Sólo para Perú los resultados sugieren escaso beneficio de incrementar el tamaño de la empresa. Un modelo econométrico definido en el trabajo como “estándar” (sin mayor detalle), se usa para estimar economías de escala (supone implícitamente que las economías de escala no varían con el tamaño de las empresas). En una segunda instancia, la muestra se separa entre pequeñas y grandes empresas, difiriendo las economías de escala en cada subconjunto. Cuando se divide la muestra en pequeños (menores a 125.000 habitantes) o grandes, cambia la economía de escala que se percibe en cada muestra, aunque la diferencia no es estadísticamente significativa. Aquí las economías de escala se computaron para las variables volumen de agua producida y número de conexiones. Los resultados muestran que los pequeños proveedores y sus clientes son quienes más tienen para ganar de la expansión. Para África los resultados arrojan grandes diferencias, denotando que los costos de administración y distribución que enfrentan las grandes empresas posiblemente compensen las ganancias de compartir infraestructura. Tynan y Kingdom (2005) sugieren que hay economías de escala en términos del volumen de agua provista, pero la comparación sobre el número de conexiones o clientes indica resultados inconsistentes.<sup>16</sup> Nauges y van den Berg (2007), examinan las economías de escala para los servicios de agua potable y saneamiento en empresas de cuatro países: Brasil, Colombia, Moldavia y Vietnam. Para esto utilizan un panel desbalanceado de International Benchmarking Network (IBNET) de los años 1996 a 2004. Estos cuatro países difieren sustancialmente en el desarrollo económico, en la extensión de las redes del servicio y en las características de las empresas. Los resultados encuentran que para la firma de tamaño medio existen economías de escala a lo largo de los países con excepción de Brasil. Desde el punto de vista específico de cada país, los resultados muestran que hay economías constantes a escala para las empresas que se encuentran en un tramo de 46.000 a 5 millones de conexiones. En contraste, los servicios de Colombia muestran economías de escala en empresas que proveen entre 2.300 y 1.4 millones de conexiones. Las economías de escala parecen agotarse luego de superar las 1.900 a 13.900 conexiones en Moldavia y Vietnam, respectivamente.

Nauges y van den Berg (2008) realizan un trabajo similar a Nauges y van den Berg (2007) pero ampliando la muestra de países de 4 a 14; estos son: Brasil, China, Colombia, Costa de Marfil, República Checa, Hungría, Moldavia, Nigeria, Filipinas, Rumania, Togo, Vietnam y Zambia. La muestra abarcativa de diferentes países permite realizar una comparación estadística entre ellos, los autores encuentran que los niveles de percepción de corrupción y la protección de inversores juega un papel importante; en el agregado, un mejor clima de inversión permite alcanzar los niveles de economía de escala óptimos y operar bajo rendimientos constantes.

---

<sup>16</sup> Los autores no describen su metodología, no dicen si controlan por densidad de consumidores, calidad de los servicios como estándares de agua y variables de eficiencia como el número de rupturas.

## VII-Síntesis y conclusiones

El servicio de agua y saneamiento presenta características particulares: monopolio natural local, avance tecnológico lento, mercados difícilmente desafiables, alta sensibilidad política y social, y pocos incentivos para la participación privada. Estos factores han generado distintos arreglos institucionales que no siempre han respondido a cuestiones de eficiencia.

Por este motivo, es que resulta relevante estudiar las economías de escala en la provisión de agua y saneamiento.

Del relevamiento de los diferentes estudios se observa que las motivaciones para llevarlos a cabo han sido diferentes. Se observan en general que existen mejoras de eficiencia a partir del aprovechamiento de economías de escala para las empresas pequeñas. Contrariamente, se observan deseconomías de escala para las empresas grandes. Esto indicaría la existencia de una escala mínima eficiente entre 100 mil y 2,5 millones de habitantes servidos.

Cabe señalar, que el tamaño óptimo de prestación dependerá a su vez de variables ambientales dentro del cual se opera el servicio.

Asimismo, dadas las distintas motivaciones para realizar los estudios, los trabajos difieren en las definiciones de economías de escala. Por este motivo, deben tenerse presente las definiciones de economías de densidad de producto, de densidad de habitantes y de densidad de redes y ser cuidadoso en la extrapolación de resultados.

## Bibliografía

- Antonioli, B. y M. Filippini (2001). "The use of a variable cost function in the regulation of the Italian water industry," *Utilities Policy*, Elsevier, vol. 10(3-4), pages 181-187.
- Ashton, J. (1999), *Economies of scale, economies of capital utilization and capital utilization in the English and Welsh water industry*, Bournemouth University, School of Finance and Law Working Paper Series, 17
- Baranzini, Andrea, Anne-Kathrin Faust y David Maradan (2008). *Water supply: costs and performance of water utilities. Evidence from Switzerland*. 13<sup>th</sup> International Water Resources Association. World Water Congress. Montpellier, 1-4 September.
- Bhattacharya, A., E. Parker y K. Raffiee (1994). "An examination of the effect of ownership on the relative efficiency of public and private water utilities". *Land Economics* 70(2), pp. 197-209.
- Bhattacharyya, A., T. R. Harris, R. Narayanan y K. Raffiee (1995). *Specification and estimation of the effect of ownership on the economic efficiency of the water utilities*. *Regional Science and Urban Economics* 25, 759-784.
- Berg, Sanford y Claudia Vargas (2008). *Bolivian utility regulation: lessons for a water sector agency*. Paper # 08-11. Public Utility Research Center, University of Florida.
- Bottasso, A. y M. Conti (2003). "Cost Inefficiency in the English and Welsh Water Industry : An Heteroskedastic Stochastic Cost Frontier Approach". Noviembre.
- Bottasso, A. y M. Conti (2009). "Scale economies, technology and technical change in the water industry: Evidence from the English water only sector". *Regional Science and Urban Economics* 39 (138–147).
- Chamber, Robert (1988). *Applied production análisis*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Christensen L. R. y W. H. Greene. Economies of scale in U.S. electric power generation. *Journal of Political Economy* 84, 655–676.
- Christensen, Laurits, Dale Jorgenson y Lawrence Lau (1973). "Transcendental Logarithmic Production Frontiers". *The Review of Economics and Statistics*, MIT Press, vol. 55(1), pages 28-45, February.
- De Witte, Kristof y Ebert Dijkgraaf (2007). Mean and bold? On separating merger economies from structural efficiency gains in the drinking water sector. Tinbergen Institute Discussion Paper 2007-092/3
- De Witte, Kristof y Rui Marques (2007). Designing Incentives in Local Public Utilities, an International Comparison of the Drinking Water Sector. Discussion Papers 07-32. University of Leuven.
- Estache, Antonio y Martín Rossi (2005). Relevance of reforms, institutions and basic economics for the economic efficiency of African water utilities. Policy Research Working Paper . The World Bank, June.
- Farsi, Mehdi, Aurelio Fetz y Massimo Filippini (2007). Benchmarking and Regulation in the Electricity Distribution Sector. CEPE Working Paper N° 54. Swiss Federal Institutes of Technology. January.
- Farsi, Mehdi, Aurelio Fetz y Massimo Filippini (2008). Economies of Scale and Scope in Multi-Utilities. *The Energy Journal*. October. The International Association for Energy Economics.
- Filippini, Massimo, Nevenka Hrovatin y Jelena Zoric (2008). Cost Efficiency and Economies of Scale of Slovenian Water Distribution Utilities: An Application of Panel Data Stochastic Frontier Methods. *Journal of Productivity Analysis*. Vol 29, Issue 2 (April), pp. 169-182.
- Fraquelli, Giovanni, Massimiliano Piacenza y Davide Vannoni (2002). Scope and Scale Economies in Multi-Utilities: Evidence From Gas, Water and Electricity Combinations. XIV Conferenza Società Italiana di Economia Pubblica. Dipartimento di Economia Pubblica e Territoriale. Università di Pavia.
- Fraquelli, Giovanni, Massimiliano Piacenza y Davide Vannoni (FECHA). Cost savings from generation and distribution with an application to Italina electric utilities. LUGAR
- Fraquelli, Giovanni y Valentina Moiso (2005). Cost Efficiency and Economies of Scale in the Italian Water Industry. XVII Conferenza Società Italiana di Economia Pubblica. Dipartimento di Economia Pubblica e Territoriale. Università di Pavia.
- Frone, Simona (2008). Factors and challenges of regionalization in the water and wastewater sector. Institute of National Economy. Romanian Academy.
- Garcia, S., M. Moreaux y A. Reynaud (2007). Measuring Economies of Vertical Integration in Network Industries: An Application to the Water Sector. *International Journal of Industrial Organization* 25(4), 791-820.
- Garcia, Serge y Alban Thomas (2001). "The Structure of Municipal Water Supply Costs: Application to a Panel of French Local Communities." *Journal of Productivity Analysis* 16: 5-29.
- González Gómez, Francisco y Miguel García Rubio (2008). Efficiency in the management of urban water services: What have we learned after four decades of research?. *Hacienda Pública Española/ Revista de Economía Pública*, 185-(2/2008). Instituto de Estudios Fiscales.
- Hayes, K. (1987). "Cost structure of the water utility industry". *Applied economics*, 19(3).
- Hempling, Scott (2009). Multi-Utility Issues at a Glance. National Regulatory Research Institute. March 1, 09-04.
- Houtsma, John (2003). Water Supply in California: Economies of Scale, Water Charges, Efficiency, and Privatization. ERSA 2003 Congress, August.
- Hunt, L.C. y Lynk, E.L. (1995). "Privatisation and Economic Efficiency in the UK Water Industry". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 57(3).

- limi, Atsushi (2008). (Un)Bundling Public-Private Partnership Contracts in the Water Sector: Competition in Auctions and Economies of Scale in Operation. Policy Research Working Paper 4459. The World Bank, January.
- Kim, H. Y. y R. M. Clark (1988). Economies of Scale and Scope in Water Supply. *Regional Science and Urban Economics* 18, 479-502.
- Kim, E. y Lee, H. (1998). "Spatial Integration of Urban Water Services and Economies of Scale". *Review of Urban and Regional Development Studies*, 10(1).
- McFadden, D. (1978). Cost, Revenue, and Profit Functions. *Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications. Volume I: The Theory of Production*.
- Martins, R., F. Coelho y A. Fortunato (2006 a). Evaluating Cost Structure of Portuguese Water Utilities: Economies of Scale and Water Losses. Presented at the XVI International Reser Conference, Lisbon, September, 28-30.
- Martins, R., F. Coelho y A. Fortunato (2006 b). "Cost Structure of the Portuguese Water Industry: a Cubic Cost Function Application", *Estudos do GEMF N° 9/2006 Grupo de Estudos Monetários e Financeiros (GEMF) - Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra*.
- Mizutani, F. y T. Urakami (2001). "Identifying network density and scale economies for Japanese water supply organizations". *Regional Science*, volume 80.
- Nauges, Céline y Caroline van den Berg (2007). How "natural" are natural monopolies in the water supply and sewerage sector? Case studies from developing and transition economies. Policy Research Working Paper 4137 4137. The World Bank, February.
- Nauges, Céline y Caroline van den Berg (2008). "Spatial heterogeneity in the cost structure of water and sanitation services: A cross-country comparison of conditions for scale economies". 16<sup>th</sup> EAERE Conference, Gothenburg: June.
- Nerlove, Marc (1963). Returns to Scale in Electricity Supply. En "Measurement in Economics-Studies in Mathematical Economics and Econometrics in Memory of Yehuda Grunfeld", edited by Carl F. Christ. Stanford: Stanford University Press.
- Oliveira, Hugo de (2008). *Fronteiras Eficientes de Custos e de Producao*. Workshop ARSESP sobre Temas Regulatorios. Julho.
- Piacenza, Massimiliano y Davide Vannoni (2005). Vertical and Horizontal Economies in the Electric Utility Industry: An Integrated Approach. Higher Education Research on Mobility Regulation and the Economics of Local Services. Working Paper 1. Fondazione Collegio Carlo Alberto. Torino.
- Piacenza Massimiliano y Davide Vannoni (2004). Choosing among alternative cost function specifications: An application to Italian multi-utilities. *Economics Letters*: vol 82, 415.
- Picazo Tadeo, Andrés, Francisco Sáez Fernández y Francisco Gonzalez Gómez (2008). Assesing performance in the management of the urban water cycle. Efficiency Series Working Paper 01/2008. Departamento de Economía, Universidad de Oviedo.
- Renzetti, S. (1999). Municipal Water Supply and Sewage Treatment: Costs, Prices, and Distortions. *The Canadian Journal of Economics*, Vol 32, No 3.
- Revollo Fernández, Daniel y Giovanna Londoño (2008). Análisis de economías de escala y alcance en los servicios de acueducto y alcantarillado en Colombia. Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA). Congreso de Economía, 50 Años CEDE. Universidad de Los Andes, Bogotá, octubre.
- Saal, D. y D. Parker, D. (2005). Assessing the performance of water operations in the English and Welsh Water industry: A panel input distance function approach. Aston Business School Working Paper RP0502.
- Sauer, J. (2005). Economies of scale and firm size optimum in rural water supply. *Water Resources Research* 41.

- Shih, Jhih-Shyang, Winston Harrington, William Pizer y Kenneth Gillinham (2004). Economies of scale and technical efficiency in community water systems. Resources for the Future. Discussion Paper 04-15. February.
- Stone and Webster Consultants (2004). Investigation into evidence for economies of scale in the water and sewerage industry in England and Wales. Prepared for OFWAT. Final Report, January.
- Torres, M. y C. J. Morrison-Paul (2006). "Driving Forces for Consolidation or Fragmentation of the US Water Utility Industry: A Cost Function Approach with Endogenous Output". Journal of Urban Economics 59.
- Tynan, Nicola y Bill Kingdom (2005). Optimal Size for Utilities? Public Policy For the Private Sector. Note Number 283. The World Bank, January.
- Van den Berg, Caroline (2008). Performance assessment and benchmarking. IBNET as a tool for utility management and policy decisionmakers. Presentation. The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities. November 24.
- Von Ginneken, Meike y Bill Kingdom (2008). Key topics in public water utility reform. Water Working Notes N° 17. The World Bank, August.
- Von Hirschhausen, Christian, Astrid Cullmann, Matthias Walter, Rober Wand y Michael Zschille (2008). Quo vadis efficiency analysis of water distribution? A comparative literature review. Water Economics Working Paper 03. Technische Universitat Dresden. Chair in Energy Economics and Public Sector Management.