



**“TAMAÑO ÓPTIMO DE LAS EMPRESAS DE SANEAMIENTO
PARA ALCANZAR LA EFICIENCIA DE ESCALA”**

**Trabajo de Investigación presentado
para optar al Grado Académico de
Magíster en Regulación y Gestión de Servicios Públicos**

Presentado por

**Sr. Alberto Carlo Alvarado Salazar
Sr. Julio Alfredo Rodríguez Bustamante**

Asesor: Profesor Abel Rodríguez Gonzalez

2017

Dedicado a nuestras familias.

Resumen ejecutivo

A fines de la década de 1980 e inicio de la década de 1990, el Perú implementó un proceso de descentralización en la prestación de los servicios de agua y alcantarillado¹, también conocidos como servicios de saneamiento, que llevó a una fuerte y continua atomización de empresas municipales.

Conformen ha pasado el tiempo, el número de empresas dedicadas a este servicio se ha ido incrementando junto con la atomización de éstas. En muchos casos, producto de la decisión de las municipales accionistas de retirarse del ámbito de prestación de las empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS) constituidas para más de 15.000 habitantes.

En la actualidad suman más de 6.000 las empresas que, a nivel nacional, son prestadoras de dichos servicios, y solo 50 de ellas son EPS. Sin embargo, los resultados de todas ellas no alcanzan para brindar el acceso a los servicios en condiciones de eficiencia, entre otros aspectos, por la imposibilidad de aprovechar las economías de escala existentes.

A partir de la aplicación de la metodología del análisis de envoltentes de datos (DEA, por sus siglas en inglés) el presente trabajo de investigación ha determinado un tamaño mínimo de escala eficiente, del orden de los 6.5 millones de metros cúbicos facturados anualmente. Contrastado este resultado con el universo de las empresas prestadoras se ha concluido que son muy pocas las empresas que alcanzan este tamaño, lo que determina la conveniencia de integrarlas para que puedan beneficiarse de las ganancias de eficiencia que esto conlleva.

¹ Artículo 195 de la Constitución Política del Perú de 1993.

Índice

Índice de tablas.....	vi
Índice de gráficos	vii
Resumen ejecutivo.....	iii
Capítulo I. Planteamiento del problema	1
1. Justificación	1
1.1 Experiencia de los servicios de agua y alcantarillado en algunos países de la región	4
1.2 Experiencia de los servicios de agua en Europa	6
1.3 Situación actual en el Perú.....	7
1.4 Resumen de justificación	8
2. Preguntas e hipótesis.....	9
2.1 Pregunta principal	9
2.2 Hipótesis principal	9
2.3 Pregunta específica	9
2.4 Hipótesis específica	9
Capítulo II. Objetivos del trabajo de investigación	10
1. Objetivo central.....	10
2. Preguntas de investigación.....	10
Capítulo III. Antecedentes	11
Capítulo IV. Marco teórico	13
1. Análisis de los principales enfoques para calcular la eficiencia de escala y determinar el nivel de escala óptimo	13
1.1 El enfoque de Vilfredo Pareto (1919).....	13
1.2 El enfoque de Robert Solow (1987).....	14
1.3 El enfoque de Koopmans (1951)	14
1.4 El enfoque de Debreu (1951) y Farrell (1957).....	15
Capítulo V. Propuesta metodológica	18

Capítulo VI. Análisis y resultados	19
1. Selección de variables de insumos y productos	19
2. Selección de las EPS que resultan comparables para el estudio	23
3. Determinación del tamaño mínimo de escala eficiente.....	26
4. Resultados versus las hipótesis definidas al inicio del presente trabajo	28
Conclusiones y recomendaciones	31
1. Conclusiones	31
2. Recomendaciones	32
Bibliografía	33
Nota biográfica	36

Índice de tablas

Tabla 1.	Propuesta metodológica.....	18
Tabla 2.	Resultados de las variables de insumos analizadas	19
Tabla 3.	Resultados de las variables de productos analizadas.....	20
Tabla 4.	Costos excluidos de los subsistemas operacionales del costo de operación....	22
Tabla 5.	Costos excluidos de los gastos de administración y comercialización.....	23
Tabla 6.	Resultado de empresas seleccionadas y empresas excluidas.....	25
Tabla 7.	Resultados de empresas seleccionadas	27
Tabla 8.	Resultados de empresas seleccionadas (ordenados por volumen de agua facturada).....	30

Índice de gráficos

Gráfico 1.	Hogares según tipo de abastecimiento de agua, 2014 (porcentaje)	1
Gráfico 2.	Margen operativo por tamaño de EPS municipales, 2012-2014	3
Gráfico 3.	Frontera (envolvente) de producción (un insumo y un producto)	16
Gráfico 4.	Eficiencia técnica y eficiencia de escala (un insumo y un producto)	16
Gráfico 5.	EPS con continuidad mayor a ocho horas/días y un nivel de micromedición mayor a 33%	24
Gráfico 6.	Fronteras de producción y escala óptima eficiente.....	28

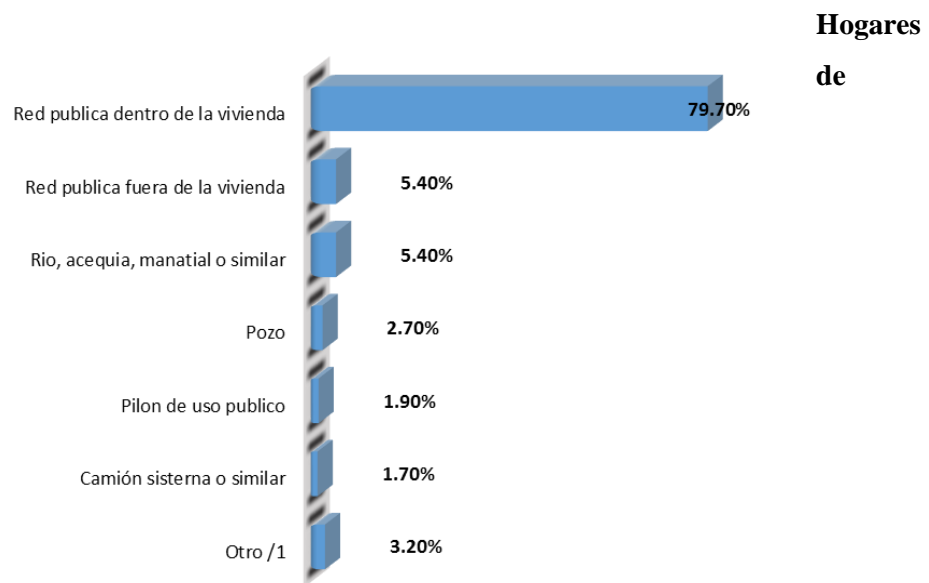
Capítulo I. Planteamiento del problema

1. Justificación

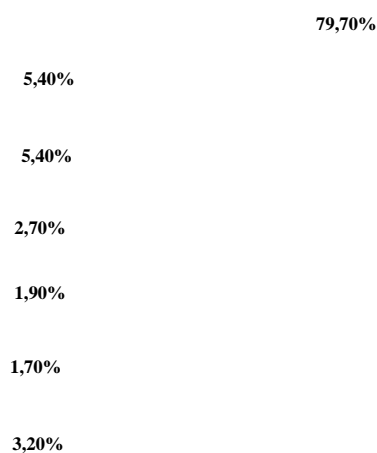
Según la Encuesta Nacional de Programas Estratégicos 2011-2014, publicada en el 2015 por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI 2015), los peruanos tienen acceso al agua a través de la red pública, entendiendo como red pública a aquella que es suministrada dentro de las viviendas, fuera de las viviendas, y a través de pilones de uso público (ver gráfico 1), ello significa que cerca del 14% , alrededor de 4 millones de peruanos, no tienen acceso a la red pública y deben buscar acceder al recurso por otros medios como río, acequia, reservorios, entre otros.

Pero aún en los casos de aquellos ciudadanos que tienen acceso al agua a través de la red pública, éstos no tienen un suministro de agua continua durante todo el día y toda la semana, ya que cuentan con un servicio restringido a días y horarios específicos.

Gráfico 1.
según tipo



abastecimiento de agua, 2014 (porcentaje)



1/ Comprende red pública del vecino, agua de lluvia, agua del pozo del vecino, compra de agua en bidones, conexión clandestina, entre otros.
Fuente: INEI, 2015.

Finalmente, en cuanto a la calidad del agua, ésta no es pareja ni potable en todos los lugares de la red pública; depende de las facilidades técnicas con que cuente cada uno de los prestadores de los servicios de saneamiento encargados del tratamiento del agua, cuyas limitaciones les impiden brindar un servicio de calidad.

El sector de agua y alcantarillado en el Perú está constituido por un gran número de prestadores de los servicios de saneamiento (captación, tratamiento, distribución, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales). Cada uno de ellos atiende a un número de ciudadanos en cada una de las localidades donde operan, pudiendo ser éstas de varios millones de personas, como es el caso de Lima, hasta unos pocos miles, como es el caso de distritos pequeños y de las zonas rurales.

Esta situación define una primera característica del sector de saneamiento peruano, que es la existencia de pocas prestadores grandes, con un gran número de usuarios e ingresos superiores que el resto, y muchos prestadores pequeños con un bajo número de usuarios; ingresos que no les permiten hacer grandes inversiones, y que apenas alcanzan para operar y mantener lo que tienen.

De otro lado, la composición del conjunto de operadores de los servicios de saneamiento considera tres grupos (Artículo 32, del Decreto Supremo N°019-2017-VIVIENDA)²: Empresas Prestadoras de Servicio de Saneamiento (conocidas por sus siglas como EPS) para zonas urbanas con población mayor a 15.000 habitantes; Unidades de Gestión Municipal o un Operador Especializado para zonas urbanas entre 2.001 y 15.000 habitantes, y el grupo de Unidades de Gestión Municipal o Organizaciones Comunales para el ámbito rural (centros poblados rurales que cuentan con una población menor a 2.000 habitantes). En total todas estas suman cerca de 6.000 empresas, de las cuales de acuerdo alrededor de 5.500 no son

² Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), 2017.

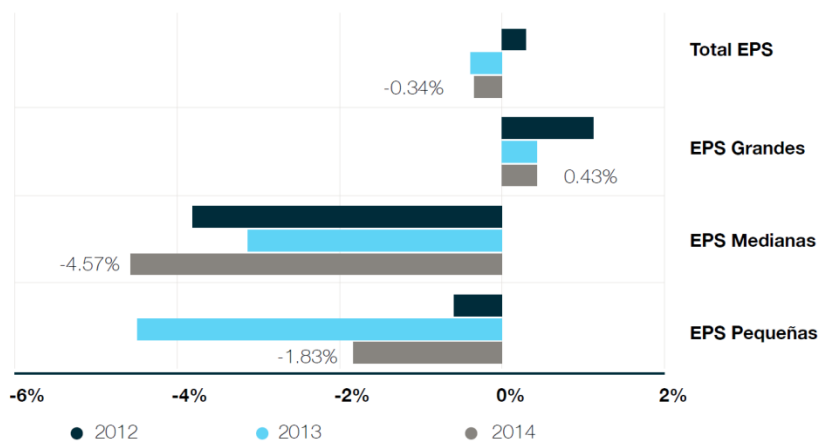
consideradas empresas prestadoras de servicio de saneamiento dado que brindan servicios de saneamiento a poblaciones menores a 15.000 habitantes.

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento al 2011 (Meza 2011) estaban registradas para el ámbito urbano cerca de 50 EPS y 490 Unidades de Gestión Municipal u Operador Especializado, mientras que para el ámbito rural se consideraron 5.084 Organizaciones Comunales (las cuales habrían conformado Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento, conocidas también como JASS por sus siglas). Este alto número de operadores de los servicios de saneamiento representa una segunda característica del sector, que es su alto nivel de atomización. Cada uno de estos prestadores administran un territorio local y exclusivo, pudiendo ocuparse de uno o más distritos; en consecuencia, no existen dos o más atendiendo a una misma área geográfica. Esto tiene su lógica en el hecho que este tipo de industrias tiene activos fijos que, además de ser costos hundidos, tienen un alto valor que representa un fuerte componente en su estructura de costos, situación que hace antieconómico que más de un prestador tienda redes en la misma área de atención, dirigida al mismo mercado. Esta característica hace que los prestadores cuenten con economías de escala que los impulsan a ser monopolios naturales. Esta es la tercera característica que distingue a las empresas del sector.

La explicación de la presencia de las economías de escala reside en la indivisibilidad de los activos fijos en dichos prestadores; es decir, que no se pueden reducir proporcionalmente los activos fijos con el nivel de producción³ (Church y Wave 2000:55). Sin embargo y a pesar de lo antes mencionado, pareciera que la mayoría de ellas no alcanza a obtener dicho beneficio o por lo menos no en niveles significativos. Así lo evidencia el Informe Final de Resultados de Evaluación de EPS (período 2012-2014) realizado por el Organismo Técnico de la Administración de Servicios de Saneamiento (OTASS 2015), sobre las 48 EPS existentes en el país, cuando señala sobre el margen operativo: «En el caso de las EPS grandes, los márgenes han sido positivos a lo largo del período de análisis; sin embargo, estos han sido muy reducidos y cercanos a cero (0,43%). Al compararlo con el resto de grupos analizados, una de las razones que podría explicar este resultado para las EPS grandes se debe a las economías de escala, las cuales han sido aprovechadas por algunas EPS para optimizar sus costos, lo que les ha permitido generar una rentabilidad operativa superior al 5% (Sedalib, Sedacusco, EPS Tacna y Sedam Huancayo)» (OTASS 2015). Para mayor detalle, ver gráfico 2.

³ «[...] Economies of scale arise because of indivisibilities. Indivisibilities arise when it is not possible to scale some inputs down proportionately with output. Indivisibilities mean that it is possible to do things on a large scale that cannot be done on a small scale» Church y Wave, 2000:55.

Gráfico 2. Margen operativo por tamaño de EPS municipales, 2012-2014



Fuente: OTASS, 2015.

Si bien estos resultados del margen operativo son producto de una serie de factores, lo cierto es que la mayoría de las empresas podría no estar aprovechando los beneficios de su condición de economía de escala o ser estos beneficios insignificantes para el tamaño de sus necesidades, así lo afirma el OTASS.

La explicación a esta falta de aprovechamiento podría radicar en la excesiva atomización de los prestadores de servicios de saneamiento, lo cual estaría determinando que la mayoría de ellas no cuentan con una “masa crítica mínima” para obtener los beneficios de sus economías de escala, de allí que la explicación del fenómeno pase por definir el tamaño de esa masa crítica mínima.

1.1 Experiencia de los servicios de agua y alcantarillado en algunos países de la región

A partir de la década de 1980 los gobiernos de Latinoamérica iniciaron una revisión acerca de la conveniencia de migrar desde una estructura centralizada de gestión de los servicios de agua potable y alcantarillado a otra descentralizada.

Hasta esa época, la mayoría de los países de la región mantenían la responsabilidad del saneamiento bajo control del gobierno central y, en su mayoría, con una administración centralizada, pero el modelo fracasó. Las crecientes demandas y necesidades de la población, sumado a la falta de recursos económicos, llevó a la mayoría de los gobiernos a replantearse el modelo, es así que la administración pasa de estar en manos del gobierno central a los gobiernos regionales o las municipalidades provinciales y/o distritales. Así nace el modelo descentralizado de gestión de los servicios de saneamiento en la región.

Después de más de 25 años, el modelo descentralizado se ha mantenido hasta la actualidad y los resultados han sido distintos en cuanto a la cobertura y calidad de los servicios del agua. Hay consenso de que este nuevo orden tuvo un balance positivo si se compara con la situación anterior, pero que resultó insuficiente, por lo que falta hacer mayores esfuerzos para alcanzar una mayor inclusión, equidad y beneficio social de toda la población.

En algunos casos, la descentralización trajo la atomización en miles de empresas de servicios de agua y alcantarillado a lo largo del territorio nacional, lo que generó nuevos riesgos y retos en cada una de las nuevas administraciones.

Uno de estos riesgos es que una excesiva atomización podría reducir o desaparecer los beneficios de las economías de escala. En efecto, corrían el riesgo de ser tan insignificantes o nulos los beneficios, que ponían en riesgo su sostenibilidad si estas nuevas jurisdicciones no tenían una suficiente masa crítica mínima; es decir, un tamaño mínimo para hacerlas viables.

En Argentina, el proceso de descentralización se inició en enero de 1980 cuando, por resoluciones conjuntas dictadas por el Gobierno, éste decide transferir la administración a las provincias de la Nación. Cumplidas las transferencias, algunas de dichas provincias decidieron privatizar y concesionar, iniciativas que tuvieron una rápida respuesta del mercado, permitiendo adjudicarlas a importantes empresas francesas y españolas, lo cual generó mucha expectativa en toda la región. Se confirmaba que el tamaño de esas nuevas jurisdicciones territoriales era de interés para los privados, entre otros, por los beneficios de las economías de escalas que podían ser explotados. Lamentablemente, por temas de crisis económica, inestabilidad política y reclamos sociales, estas iniciativas fueron deshechas y las administraciones terminaron siendo devueltas a los gobiernos provinciales.

En el caso de Chile, la descentralización se inició en 1989 cuando el gobierno central decide separar su rol de productor del de regulador. Dicha descentralización se hizo a nivel de las regiones. Si bien originalmente estas nuevas administraciones estuvieron a cargo de las regiones, luego ellas mismas decidieron concesionarlas y/o privatizarlas; es así que, en la actualidad, son administradas por empresas privadas hecho, que al igual que en el caso argentino, explicaría que el tamaño de esas jurisdicciones era atractivo para sus fines.

En Colombia, el proceso de descentralización de los servicios sanitarios se inició con la dación del Decreto 77 de enero de 1987, que en su artículo primero señala «Corresponde a los

municipios y al Distrito Especial de Bogotá, la prestación de los servicios de agua potable, saneamiento básico...» (Presidencia de la República de Colombia 1987), reemplazando de esta forma al Instituto Nacional de Fomento Municipal (Insfopal), que estaba a cargo de los servicios de agua y alcantarillado a nivel nacional.

Es así que a diferencia de Argentina y Chile, que optaron por descentralizar en sus provincias y regiones; en el caso de Colombia, la descentralización recayó en los territorios municipales. En la actualidad, estas empresas municipales han adoptado diversas formas de administración, mayoritariamente a través de contratos de gestión comercial o de operaciones, concesión de infraestructura, etcétera; y, en algunos casos, por administración directa, en donde resalta el caso de Medellín.

1.2 Experiencia de los servicios de agua en Europa⁴

En términos generales, destaca el modelo descentralizado de gestión de los servicios de agua y alcantarillado, adoptado por los países europeos con bastante anterioridad a la región latinoamericana. Dichos servicios se prestan a la totalidad de la población en este continente, con calidad y eficiencia.

En el caso de Alemania y Francia, el modelo descentralizado dispuso que la responsabilidad de la administración de los servicios sanitarios recaiga en las administraciones municipales; es así, que existen más de 12.000 empresas en el caso de Alemania y más de 37.000 en Francia. En cambio, en el caso de Inglaterra, la descentralización fue distinta: se crearon administraciones para 10 territorios bastante extensos, que cubren la totalidad de la nación. Pero esto no siempre fue así, originalmente la descentralización se hizo a nivel de municipales y otros territorios subnacionales, pero consideraron que el modelo no era lo suficientemente eficiente. Es así que deciden organizar el país en territorios definidos bajo un criterio de cuencas hidrográficas, convencidos que la población de dichos territorios podían compartir la misma infraestructura de red a partir de la misma fuente común y natural que les suministra el agua.

En estos tres casos, existen realidades bastante distantes a decir de la división territorial. En Inglaterra, apenas 10 territorios extensos y, en el caso de Alemania y Francia, miles de territorios, destacando el caso extremo de Francia con más de 30.000, con jurisdicciones territoriales pequeñas y con poca población en cada una de ellas.

⁴ Verges, 2010.

En los tres casos, las empresas prestadoras en cada uno de estos territorios han alcanzado buenos niveles de servicios y estos buenos resultados están asociados de alguna forma a un concepto de tamaño o masa crítica mínima. En efecto, en el caso inglés, la propia organización en 10 territorios extensos convirtió a las miles de pequeñas empresas municipales en parte de una empresa mayor. En el caso de Francia, tres grandes e importantes empresas privadas mantienen la administración de miles de empresas municipales a lo largo de todo el país, cuyos territorios le permiten sumar una extensa área de operaciones. Finalmente, en el caso alemán, esa masa crítica mínima la alcanzan algunas grandes municipalidades a partir de prestar múltiples servicios públicos, de tal forma que consiguen sinergias y ahorros a partir de una misma infraestructura.

En sus conclusiones finales, el documento referido, señala:

- «El aprovechamiento de la economía de escala y alcance y de los beneficios derivados de la consistencia entre las áreas de servicio y las cuencas, es la segunda ventaja del modelo inglés. La explotación de estas economías es también un importante factor de eficiencia de los prestadores privados franceses, en un contexto de un país altamente desarrollado, y es probable que estas eficiencias de escala y de alcance compensen las múltiples debilidades que padece el sector».
- «Cuestionar la municipalización de los servicios es un tema constitucional e ideológicamente tabú en muchos países. Sin embargo, se trata de un grave problema estructural, especialmente en países como Alemania y Francia, donde el número de municipios es grande y su tamaño reducido».

1.3 Situación actual en el Perú

Como se ha señalado, existe un gran número de entidades prestadoras de los servicios públicos de saneamiento en el Perú. A pesar de lo que estableció en su momento la Ley orgánica de Municipalidades, que señaló que en el caso de las municipalidades distritales es una función compartida el administrar los servicios de saneamiento siempre y cuando estén en capacidad de hacerlo y, en el caso de las municipalidades provinciales, es una función compartida el administrar los servicios de saneamiento siempre y cuando por economías de escala resulte eficiente centralizar provincialmente el servicio.

El reciente Decreto Legislativo N°1280, Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento, promulgado en diciembre de 2016 (Presidencia de la República del Perú 2016), señala que entre los principios que sustentan la gestión y prestación de los servicios de saneamiento está el de eficiencia, que se define como las acciones que buscan el aprovechamiento de las economías de escala, la modernización de la gestión y la aplicación de tecnologías adecuadas a las condiciones culturales, socio-económicas y ambientales.

La Ley Marco también incluye el concepto de escala eficiente, que se define como aquel nivel mínimo en que un prestador puede brindar los servicios de saneamiento de manera eficiente con costos medios o totales por unidad producida.

Basado en la definición de escala eficiente, la Ley Marco señala que en base a ésta, busca realizar acciones para:

- **Detener la mayor atomización no justificada.** Toda nueva entidad prestadora deberá justificar que está creada en función de la escala eficiente.
- **Integrar las empresas existentes.** Las empresas prestadoras de servicios de saneamiento deben incorporar a su ámbito a las pequeñas ciudades que se encuentren fuera de su responsabilidad, de acuerdo a la escala eficiente.

En este orden de ideas, cabe colegir que la nueva Ley Marco muestra preocupación y plantea acciones para detener la mayor atomización de las empresas y más bien busca que algunas se junten, todo ello bajo el criterio de escala eficiente.

1.4 Resumen de justificación

- En los casos revisados, hay consenso en que el modelo centralizado de la administración de los servicios de agua y alcantarillado en gobiernos centrales no funcionó, dando paso a un cambio a un modelo descentralizado, que fue seguido en muchos países del mundo.
- Transcurrido más de dos décadas de dicho cambio en el Perú, el balance ha sido positivo si se compara con el modelo anterior; sin embargo, aún faltan enormes esfuerzos para satisfacer en forma similar a toda la población.
- Actualmente, en el Perú existen más de 6.000 administradoras que prestan el servicio público sanitario, todas ellas con diferentes extensiones territoriales y tamaños de población.

En cada caso, los resultados de la gestión son variados, los mejores resultados se encuentran en las administradoras más grandes.

- Existe conceso y evidencia entre expertos y estudiosos que las empresas del sector sanitario son monopolios naturales locales, ello impulsado –básicamente- por la existencia de economías de escala, las mismas que se generan por el hecho de tener altos costos fijos en su estructura total de costos, aproximadamente tres cuartas partes del costo total. Si esto es así, es imperativo por el bien colectivo, maximizar el beneficio que brindan estas economías.
- Las economías de escala ayudan a la eficiencia general de las empresas, característica que está presente en todas las prestadoras del servicio de agua y alcantarillado; sin embargo, en el caso del Perú, no pareciera sumar de manera significativa y relevante a la eficiencia en general, lo cual podría estar relacionado a su tamaño.
- Esta última afirmación, parece estar apoyada en las experiencias de algunos países como Chile, Inglaterra, Francia y Alemania, las cuales plantean una posible relación directa entre las economías de escala y el tamaño de las empresas.
- En el pasado reciente, las normas en el Perú establecían que la administración local de los servicios de agua y alcantarillado era responsabilidad de las municipalidades, quedando a su solo criterio, gestionarlos de manera directa o agrupados con otras. Sin embargo, la nueva Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento introduce un nuevo concepto como criterio, el denominado escala eficiente, medida que establecerá un tamaño mínimo de las empresas, avalando así la relación directa entre el tamaño de las empresas y la eficiencia.

2. Preguntas e hipótesis

De lo anterior se puede colegir que resulta relevante para las autoridades vinculadas a la prestación de los servicios públicos de agua y alcantarillado, la medición y análisis de la eficiencia de las empresas de saneamiento pero, para ello, se tendrá que determinar la escala eficiente (tamaño). En ese contexto:

2.1 Pregunta principal

¿Se requiere promover la integración de las EPS con otros prestadores de servicios de saneamiento?

2.2 Hipótesis principal

Sí se requiere, dado que la mayoría de EPS tienen un tamaño de escala menor al tamaño de escala óptimo (eficiente).

2.3 Pregunta específica

¿Cuál es el tamaño de escala óptimo (eficiente) de las EPS?

2.4 Hipótesis específica

El tamaño de escala eficiente de las EPS corresponde a aquel que alcanza un volumen facturado del orden de los 20 millones de metros cúbicos de agua potable.

Capítulo II. Objetivos del trabajo de investigación

El presente estudio de investigación plantea un objetivo central y un objetivo específico, los cuales se detallan a continuación:

1. Objetivo central

Establecer si es justificable la integración entre la EPS y otros prestadores de servicios de saneamiento, y evitar la mayor desintegración que aumenta la atomización de las empresas en desmedro de la eficiencia.

2. Objetivo específico

Determinar cuál es el tamaño óptimo (eficiente) de las EPS, lo cual significa determinar cuál es el tamaño de operación o de escala en la cual las EPS alcanzan su mayor nivel de eficiencia productiva.

Capítulo III. Antecedentes

Durante los últimos 50 años, la prestación de los servicios de saneamiento en el ámbito urbano del país ha estado a cargo de empresas públicas, las cuales han venido operando en un entorno político, social y económico cambiante, producto de las reformas del Estado, dentro de las cuales se tiene principalmente:

- Los procesos de centralización, descentralización y actualmente la integración de los prestadores de servicios de saneamiento.
- La creación de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass) como ente regulador de dichos servicios.
- La creación del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS) como ente rector del sector saneamiento.
- La creación del Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (Otass), como ente promotor y ejecutor de la política del ente rector en materia de gestión y administración de los servicios de saneamiento.
- La creación del Régimen de Apoyo Transitorio (RAT).
- La creación del Fondo de Inversión Agua Segura (FIAS) como mecanismo para la generación de eficiencia económica a partir del financiamiento de programas y proyectos orientados a la ampliación de cobertura de los servicios de saneamiento y la integración de los prestadores de servicios de saneamiento (en función a escalas óptimas).
- El establecimiento de criterios de evaluación para priorizar la asignación de recursos a proyectos de inversión en el sector Saneamiento.

Sin embargo, pese a la cantidad de recursos invertidos en el contexto de dichas reformas (según el MVCS en el periodo 2012-2016 se habrían invertido alrededor de S/ 25.000 millones en obras de infraestructura de saneamiento), hasta la fecha no han sido medidos los niveles de productividad y eficiencia (tanto técnica como de escala) alcanzados por los prestadores de los servicios de saneamiento, siendo necesario seguir invirtiendo para cerrar la brecha de infraestructura del sector. Según estimaciones recogidas de la publicación “Un Plan para salir de la pobreza: Plan Nacional de Infraestructura 2016 - 2025” de la Asociación para el Fomento de la Infraestructura Nacional (Bonifaz *et al.* 2015), la brecha de largo plazo para el periodo 2016-2025 superaría en poco más de los US\$ 12.000 millones (considerando solo el acceso al servicio, no mejoras en las conexiones ya existentes y tratamiento de aguas residuales).

En ese sentido, y dados los objetivos de la política pública en el sector saneamiento, vinculados al aprovechamiento de las economías de escala aún no agotadas, y el programa de inversiones previsto en el periodo 2017-2021 (orientado tanto a llegar a un cien por ciento de cobertura en agua potable y alcantarillado, como a cerrar las brechas de infraestructura en el sector Saneamiento), la presente investigación busca determinar la escala eficiente de las EPS para su integración con otros prestadores de servicios de saneamiento, para lo cual se hará uso del Método Envolvente de Datos, utilizado en diversos países y sectores económicos para medir el desempeño de las empresas reguladas y descomponer la eficiencia en sus componentes técnicos, tecnológicos y de escala.

Capítulo IV. Marco teórico

1. Análisis de los principales enfoques para calcular la eficiencia de escala y determinar el nivel de escala óptimo

1.1 El enfoque de Vilfredo Pareto (1919)

Teóricamente, el primer concepto relacionado al nivel de escala óptimo de una empresa (aquel nivel de producción en que la empresa alcanza el menor costo medio posible) fue introducido en la economía como la “asignación óptima de recursos”; concepto introducido por Vilfredo Pareto (razón por la cual dicho concepto es conocido también como “eficiencia de Pareto” u “óptimo de Pareto”), el cual busca determinar si una determinada asignación de recursos es óptima o eficiente.

Tal como señalan G. S. Maddala y Ellen Miller (1991), el óptimo de Pareto se puede definir como «[...] aquella en la cual ninguna persona puede obtener un beneficio económico sin que la otra se vea perjudicada, el cual como veremos más adelante sirvió de base para una primera aproximación de la definición de la eficiencia productiva».

Maddala y Miller señalan que en los casos en los que no se puede aplicar el postulado de Pareto para la determinación del óptimo social, se requiere abordar otros aspectos como la valoración económica de la utilidad interpersonal y el criterio de compensación (bases para determinar si es posible maximizar el bienestar general). Cabe señalar que otros autores entre ellos Joseph E. Stiglitz (2000) señalan que el concepto de asignación óptima de Pareto no resulta suficiente para determinar una distribución socialmente deseable de los recursos ya que no aborda aspectos relacionados a la equidad o a la justicia en la distribución. Sin embargo, dichos autores también refieren que tales aspectos pueden abordarse posteriormente a una asignación óptima de Pareto, a partir un enfoque de redistribución (por ejemplo, vía subsidios). Para un análisis de la eficiencia de las empresas de saneamiento como el que se aborda en la presente investigación, el interés se centra en aquella eficiencia propia de la gestión sin considerar aspectos redistributivos que más bien corresponden a una política u acción del Estado, concentrando el análisis en la determinación del costo medio de producción de las empresas de saneamiento y no en cómo este costo medio se traduce en una tarifa media y, finalmente, en una estructura tarifaria con el propósito de resolver dicho problema de equidad (justicia en la distribución de costos).

1.2 El enfoque de Robert Solow (1987)

Robert Solow, Premio Nóbel en 1987, constató por primera vez mediante su trabajo sobre la “contabilidad de los factores” que existen factores que permiten una ganancia de eficiencia (factor al que llamó “Productividad Total de los Factores” también conocida como PTF) (1956: 65-94).

A partir de ello, el aumento en la producción fue imputado a la presencia de la tecnología, la organización y la gestión de las empresas en el proceso de producción. Es decir, estos debían ser considerados como un factor más del proceso de producción. Posteriormente, se llegó a la conclusión que, no obstante los factores -capital o trabajo- aumentaban, era de esperar que la destreza de los trabajadores era susceptible de aumentar y, por consiguiente, la productividad de los mismos y la producción.

A partir del enfoque de Solow y posteriores estudios se reconoce como principal causa de los cambios en la productividad total de los factores a los cambios en la eficiencia productiva. Sin embargo, como se ha podido apreciar, el enfoque de Solow no es suficiente por sí solo para lograr los objetivos de la investigación de medir y descomponer la eficiencia productiva y determinar el tamaño óptimo de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento, requiriéndose de una definición de sus componentes, así como de un método para su estimación.

1.3 El enfoque de Koopmans (1951)

Tjalling Koopmans (1951) es el primero en proponer una definición de la eficiencia aplicada al sector productivo, la cual sirvió de base para el posterior desarrollo de métodos que permiten la medición y descomposición de la eficiencia productiva y la eficiencia de costos.

Para Koopmans, «Un productor es técnicamente eficiente si un incremento en cualquier producto requiere de una reducción de al menos algún otro producto o un incremento de al menos un insumo, o si una reducción en cualquier insumo requiere un incremento en al menos algún otro insumo o una reducción en al menos un producto» (Koopmans 1951). Como se puede observar, este concepto de eficiencia corresponde al concepto de óptimo de Pareto aplicado al sector productivo. Pero, al aplicar dicho concepto cuando se tienen varias posibles combinaciones de varios insumos para obtener una misma cantidad de producto (esto es, varios puntos que pertenecen a una isocuanta), se tiene más de una posible asignación óptima de

insumos (en vista que para cada una de dichas combinaciones no es posible utilizar menos de un determinado insumo sin tener que utilizar más de otro insumo).

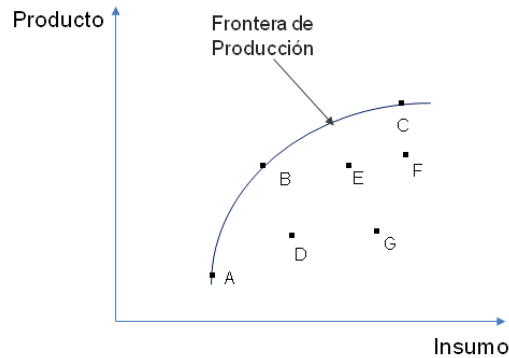
1.4 El enfoque de Debreu (1951) y Farrell (1957)

Debreu (1951) propuso un índice de eficiencia técnica, denominado «[...] coeficiente de utilización de los recursos», el mismo que definió como la unidad menos la máxima reducción equiproporcional en todos los inputs, para un mismo nivel de outputs dado. De esta manera Debreu incorpora el criterio que faltaba a la definición de Koopmans para establecer una única combinación de insumos (a ser considerada como óptima dentro de las diferentes combinaciones posibles que forman parte de una isocuanta o curva de isoproducción). Posteriormente, Farrell (1957:253-290) define la eficiencia técnica, de manera similar que Debreu (1951), como la máxima reducción equiproporcional en todos los insumos que todavía permite la producción del nivel dado de productos.

Cabe señalar que la aplicación del concepto de Debreu y Farrell al ámbito de una empresa de servicios de saneamiento debe tener presente algunas características básicas de dicho sector. Tal como señalan Rodríguez *et al.* (1999), en un sector regulado las empresas están obligadas a proveer el servicio a tarifas prefijadas y a satisfacer una determinada demanda, no pudiendo escoger el nivel de producción a ofertar. Entonces, dado que el nivel de producción es exógeno, la empresa alcanza el óptimo simplemente determinando la mejor combinación de insumos de producción (aquella que represente el menor costo medio) para alcanzar un determinado nivel de producción; vale decir, una medición de la eficiencia orientada a los insumos.

La medición de la eficiencia propuesta por Farrell se basa en la idea de comparar la actuación real de una empresa con respecto a su actuación óptima. Así, para calcular la eficiencia debe establecerse primero una frontera de producción, para lo cual el método de Análisis de Envolvente de Datos (DEA) plantea a través del álgebra lineal establecer la frontera de producción a partir de la determinación de una envolvente de los datos la cual se forma de unir los puntos de mayor producción sin que algún otro punto se encuentre por debajo de dichas líneas de puntos; a lo mucho, sobre dichas líneas.

Gráfico 3. Frontera (envolvente) de producción (un insumo y un producto)

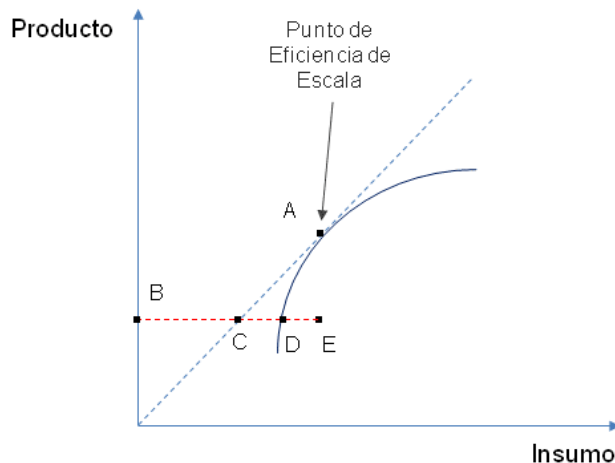


Fuente: Farrell, 1957.
Elaboración: Propia, 2017.

Para Debreu (1951) y Farrell (1957), dado múltiples insumos y múltiples productos, la eficiencia se mide en el sentido radial. Tal como señalan Färe *et al.* (1994), la definición de la eficiencia de propuestas separadamente por Debreu y Farrell no coincide con la definición de Koopmans (1951). La definición de Koopmans identifica, para un nivel dado de producción, a todas las combinaciones de inputs situadas en la isocuanta; mientras que las definiciones propuestas por Debreu y Farrell consideran como eficiente únicamente aquella combinación de inputs que signifiquen una reducción equiproporcional y que se encuentren sobre la isocuanta.

La representación gráfica más sencilla de la medición de la eficiencia orientada a los insumos (correspondiente a un insumo y un producto) sería:

Gráfico 4. Eficiencia técnica y eficiencia de escala (un insumo y un producto)



Fuente: Coelli *et al.*, 2005.

En el gráfico anterior, la eficiencia de escala sería medida como la relación BC/BD , mientras que la eficiencia técnica a rendimientos variables estaría dada por la relación BD/BE .

Si bien los enfoques señalados anteriormente permiten un análisis de la eficiencia de costos, se requiere a su vez:

- Determinar cuánto de dicha eficiencia se explica por el tamaño de escala (economías de escala), cuánto por una ganancia de eficiencia técnica.
- Determinar una metodología que permita una selección de variables (inputs y outputs) para la comparación de las empresas prestadoras de servicios de saneamiento, el cálculo de la eficiencia de escala y el tamaño óptimo de las mismas.

En este contexto, el método de Farrell y el método de Análisis de Envolverte de Datos (DEA) son útiles para la estimación y análisis de la eficiencia (este último a partir de su descomposición técnica, y de escala), resultando aplicables para los objetivos de la presente investigación.

El método DEA define la medición de la eficiencia de una empresa (la cual constituye una unidad tomadora de decisiones) como una relación insumo-producto alcanzado por una empresa respecto al mejor desempeño alcanzado por las empresas con las cuales ésta es comparada. Así, la aplicación del método DEA comprende el desarrollo de dos aspectos muy relacionados entre sí:

- La determinación de variables de insumos y las variables de productos a ser empleadas para medir radialmente el desempeño de dicha empresa.
- La selección de las empresas a ser comparadas para el cálculo de la eficiencia (la cual puede ser, a su vez, resultado de la selección y definición de variables).

Capítulo V. Propuesta metodológica

La presente investigación es de tipo explicativo (causal) en vista que pretende medir la escala eficiente alcanzada por las EPS en el periodo 2010-2015.

Es una investigación no experimental cuantitativa, en la medida que -en relación con los objetivos específicos-, recogen observaciones y mediciones sobre determinadas variables, a fin de lograr el objetivo central del estudio que es medir y analizar el desempeño de las EPS.

Los datos recogidos para cada una de las empresas consideradas en la evaluación corresponderán a un año dentro del periodo 2010-2015. Dichos datos han tenido como fuente los usados por Sunass en sus estudios tarifarios, puesto que son fiables al haber sido validados por esta institución.

La presente investigación utiliza fuente de información secundaria (estudios tarifarios elaborados por SUNASS). Luego, se realiza un análisis para seleccionar las variables que expresen en mejor forma la relación de insumo-producto entre empresas prestadoras de servicios de saneamiento y que serán empleadas para el cálculo de la eficiencia mediante el DEA.

En este punto es importante resaltar que, como parte de la metodología, se han incluido entrevistas con expertos de la Sunass, de las Gerencias de Regulación Tarifaria y de Supervisión y Fiscalización, a fin de exponer y discutir con expertos del sector las variables, los criterios y demás consideraciones.

Finalmente, los datos serán ingresados a una herramienta que hace uso de la programación lineal (Programa de Análisis de Envoltorio de Datos: DEAP Versión 2.1.) para medir la eficiencia relativa orientada a los insumos.

Tabla 1. Propuesta metodológica

Tipo de investigación	Aproximación metodológica	Métodos y técnicas de investigación	Técnicas de análisis de información
Cuantitativa	No experimental	Casos de estudios comparados	Análisis envoltorio de datos

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Capítulo VI. Análisis y resultados

1. Selección de variables de insumos y productos

A continuación se muestra una tabla con el análisis realizado de todas las posibles variables de insumo. Allí se explica de manera resumida el análisis de cada una de ellas y se define si la variable en cuestión es recomendable o no utilizarla para calcular la eficiencia de escala. Dicho análisis concluye en que la variable “costo de explotación” (que incluye costos de administración, operación, mantenimiento y comercialización) es la más apropiada para el análisis bajo el método DEA.

Tabla 2. Resultados de las variables de insumos analizadas

VARIABLE	RESULTADOS DEL ANÁLISIS
Trabajo	No recomendable. Información inexacta por cuanto las EPS contabilizan en mayor o menor medida solo un porcentaje de su número de trabajadores (servicios no personales o tercerizados).
Valor neto de los activos	No recomendable. El costo vinculado al nivel de desempeño en un determinado periodo no guarda relación con el valor neto de los activos.
Energía	No recomendable. Es una variable que depende, en gran medida, de factores externos (como por ejemplo tipo de fuente de agua y su estado de conservación; la existencia de niveles o cotas geográficas para la prestación de los servicios).
Kilómetros de red	No recomendable. En el periodo de análisis se observó que muchas EPS tienen dicha información inexacta y/o incompleta debido a que no cuentan con un catastro actualizado.
Volumen de agua tratada	No recomendable. En el periodo de análisis muchas EPS no contaban con información exacta y/o completa debido a que no tienen un número suficiente de macromedidores.
Costos de administración, operación, mantenimiento y comercialización	Es recomendable. Sin embargo, deberá tenerse cuidado en no considerar aquellos costos que son influenciados por factores externos que no son imputables a la gestión de la EPS.

Fuente: Ferro; Lentini; y Mercadier, 2010.

Elaboración: Propia, 2017.

A continuación, se muestra una tabla con el análisis realizado de todas las posibles variables de producto, donde se resume el análisis cada una de ellas y determina si es recomendable o no su uso para calcular la eficiencia de escala. Como se podrá apreciar, dicho análisis concluye en que la variable volumen de agua facturada es la más adecuada para el análisis bajo el método DEA.

Tabla 3. Resultados de las variables de productos analizadas

VARIABLE	RESULTADOS DEL ANÁLISIS
Volumen de agua producida	No recomendable. Debido a que es una variable intermedia de resultado, ya que luego de la producción sigue el proceso de almacenamiento y distribución.
Volumen de agua distribuida	No viable. Podría ser una buena opción; sin embargo, no se encuentra una fuente seria que suministre dicha información (su aproximación más cercana es el volumen de agua facturada).
Volumen de agua facturada	Es recomendable. Sin embargo, deberá tenerse cuidado en no considerar aquella información correspondiente a EPS cuya continuidad del servicio es menor a ocho horas y/o que cuenta con un nivel de micromedición por debajo del 33%.
Cantidad de usuarios	No recomendable. Debido a la existencia de usuarios con diversos volúmenes medio de consumo mensual (por ejemplo, para el caso de dos empresa que facturan lo mismo, aquella que cuente con más usuarios sería la más eficiente, cosa que no resulta tan real)
Cantidad de habitantes servidos	No recomendable. Similar al caso de cantidad de usuarios.
Superficie de área servida	No recomendable. Dada la existencia de diversos niveles de concentración de usuarios esta variable puede resultar no pertinente.

Fuente: Ferro; Lentini; y Mercadier, 2010.

Elaboración: Propia, 2017.

Como producto de lo anterior, las variables producto e insumo a ser empleadas en los análisis posteriores que se realicen serán volumen de aguas facturadas y costos de explotación. Si bien estas dos variables son comunes a todas las empresas y la relación entre ellas explica en buena forma su eficiencia, no necesariamente esto significa que todas ellas sean aún comparables.

En efecto, cada una de las empresas de saneamiento tiene sus propias condiciones particulares que las hacen únicas y en algunos casos muy distintas del resto. En consecuencia, una primera tarea importante a realizar antes de determinar la frontera productiva será asegurarse de hacer comparables a las empresas, para que el resultado exprese en mejor manera lo que se busca en la presente investigación. Al respecto, un primer tema para tener en cuenta son las condiciones locales propias o factores externos que establecen condiciones especiales en el servicio que prestan, y si dichas condiciones afectan la comparación entre ellas.

En esa línea se han identificado los siguientes factores externos:

- **Plantas de tratamiento de aguas residuales.** Éstas generan diferencias entre aquellas empresas que cuentan con las plantas y la que no cuentan, haciendo que no puedan ser comparables. Cabe señalar que en la práctica los costos incurridos por algunas EPS que cuentan con dicha infraestructura dependen en gran medida del apoyo financiero del Estado, puesto que implican grandes inversiones y, de otro lado, no todas muestran un similar avance durante el periodo analizado. Esto influye en que determinadas EPS desarrollen o no

el proceso de tratamiento de aguas residuales, pese a que todas ellas realizan los procesos de recolección y disposición final de dichas aguas residuales.

- **Demanda alta del servicio o gran número de usuarios.** La administración de una amplia extensión geográfica y con una alta población puede y es un factor diferenciador si el tamaño es totalmente desproporcionado respecto del resto de empresas. Una empresa de este tipo tiene otra mayor preocupación: la identificación y captación desde otras fuentes de agua que aseguren la prestación de sus servicios en el presente y futuro. Esto significa grandes inversiones en embalses, trasvases, líneas de conducción, entre otros aspectos administrativos y operativos, inversiones y costos que no tienen otras empresas de tamaño menor. Este es el caso de Sedapal, cuya población supera los 8 millones, mientras que la segunda EPS con mayor población apenas alcanza los 800.000 habitantes. Esta situación determina que Sedapal no sea una empresa comparable para los efectos que se busca y en consecuencia, no será considerada en el grupo de empresas comparables consideradas en el presente trabajo.
- **Fuentes de agua.** Las empresas del sector se abastecen de fuentes de agua superficiales y/o subterráneas. Los procesos y sus costos de captación, conducción y tratamiento difieren en ambos casos. Las empresas captan el agua desde una mezcla de fuentes que le brinda su entorno geográfico; habitualmente, pueden captar mayor o menor agua subterránea si sus recursos se los brindan. Estas diferencias, impactan en los costos a pesar de que suministran el mismo servicio a sus usuarios, característica que será considerada y evaluada.
- **Impuestos y contribuciones.** Principalmente la retribución económica por el uso del agua (pago a la Autoridad Autónoma del Agua) y los arbitrios municipales; estos últimos varían en cada localidad. También en el caso del Impuesto a la Renta que, de acuerdo con la normativa nacional, es afectada por los resultados de ejercicios anteriores.

En resumen, la presencia de estos factores externos impacta en los costos de las empresas, haciéndolas diferentes de aquellas que no están expuestas a dichos factores. Como parte de la presente investigación se entrevistó a especialistas que laboran en la Gerencia de Regulación Tarifaria y Gerencia de Supervisión de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass). Según han podido apreciar los autores, existe consenso entre estos especialistas que dichos factores influyen principalmente en los siguientes costos:

- Los costos de energía.
- El monto de los impuestos y contribuciones.
- Los costos del subproceso de tratamiento de aguas residuales.

Todos los cuales serán excluidos de los costos de explotación de las EPS para lograr que la comparación entre las empresas sea exitosa.

Acorde a todo lo anterior y para efectos de la exclusión de los referidos costos, en la presente investigación se realizará la identificación y análisis de todos los costos asociados a las variables de insumo y producto seleccionados. Para tal efecto, se usará la estructura de costos empleada por la Sunass para el cálculo tarifario.

Acorde a la metodología de cálculo tarifario de la Sunass, el costo de explotación en la prestación de dichos servicios comprende:

- Costos de operación (incluye costo de mantenimiento).
- Gastos de administración y comercialización.
- Costo de oportunidad de capital.

Los que resultan de interés para el presente trabajo son los gastos de administración y comercialización y los costos de operación.

Respecto a los costos de operación, acorde con la normativa peruana (Decreto Supremo N°023-2005-VIVIENDA⁵), la prestación de los servicios de saneamiento comprende subsistemas operacionales, los cuales sirven de base para la estructuración y reconocimiento de los costos de operación en el proceso de cálculo tarifario. Basados en lo anterior, en la tabla 4 se listan los subsistemas operacionales y se muestra el resultado de la identificación de aquellos costos a ser excluidos del valor de subsistema.

Tabla 4. Costos excluidos de los subsistemas operacionales del costo de operación

SISTEMA	SUB SISTEMAS OPERACIONALES	VALORES NO CONSIDERADOS PARA EL CÁLCULO DE LA EFICIENCIA
De agua potable	Captación	Costo de energía eléctrica
	Tratamiento	Costo de energía eléctrica
	Conducción	-
	Almacenamiento	-
	Distribución	Costo de energía eléctrica
De alcantarillado	Recolección	-
	Tratamiento	Costo de tratamiento
	Disposición final	-

Fuente: Ministerio de Vivienda, 2005.

Elaboración: Propia, 2017.

⁵ Ministerio de Vivienda, 2005.

En la tabla 5 se muestra igual trabajo, pero esta vez para los gastos de administración y comercialización:

Tabla 5. Costos excluidos de los gastos de administración y comercialización

GASTOS DE ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	COMPONENTES	VALORES NO CONSIDERADOS PARA EL CÁLCULO DE LA EFICIENCIA
Gastos de administración y de comercialización	Gastos de administración	-
	Gasto de comercialización	-
Impuestos y Contribuciones	Predial	Impuesto predial
	Aporte por regulación	1% del monto mensual facturado
	Impuesto a las transacciones financieras	Impuesto a las transacciones financieras
	Impuesto a la Renta	El Impuesto a la Renta

Fuente: Sunass, s.f..

Elaboración: Propia, 2017.

2. Selección de las EPS que resultan comparables para el estudio

Salvo el caso de Sedapal, en este punto de la investigación, todas las EPS están en calidad de comparables debido a que únicamente se ha eliminado de sus costos de explotación aquellos relacionados a factores externos que podrían generar diferencias entre las empresas. Sin embargo, y con el afán de asegurar la comparación entre ellas, el presente capítulo se enfoca en analizar dos elementos relacionados con la forma en que una empresa gestiona la prestación y que está relacionada con la variable producto definida anteriormente.

Un primer elemento está relacionado al índice de micromedición, esto es, el valor que determina el porcentaje de conexiones que cuentan con medidores respecto de universo total de conexiones.

De manera general, existen dos formas de computar el consumo de agua a través de la colocación o no de un medidor para hacer la micromedición. En ambos casos, con medidor o sin él, el usuario recibirá un recibo de consumo mensual que deberá pagar para seguir contando con el servicio. Este aspecto es crítico: una empresa con el 100% de conexiones dotadas de medidor computará un valor distinto que sí esa misma empresa tenga 100% de conexiones sin medidor a pesar de que, en ambos casos, se haya consumido la misma cantidad de agua por parte de todos sus usuarios. Esto se debe a que, para una conexión que cuenta con medidor, este último registra el consumo real y la empresa factura en función a ese consumo; en cambio, en aquellas conexiones sin medidor la empresa le asigna un volumen fijo de consumo, el cual es predeterminado por el regulador; es decir, no está en función del consumo real. En

consecuencia, la composición de número de conexiones con medidor y sin él es un elemento de gestión que tiene incidencia directa en la variable volumen de agua facturada.

Un segundo elemento de gestión que incide en la variable producto es la continuidad del servicio. La variable volumen de agua facturada se ve afectada en aquellas empresas que por diversas razones, no necesariamente de eficiencia, se vean obligadas a suministrar pocas horas el servicio de agua potable a sus usuarios. A mayores horas de continuidad del servicio de agua potable, los usuarios harán mayor consumo.

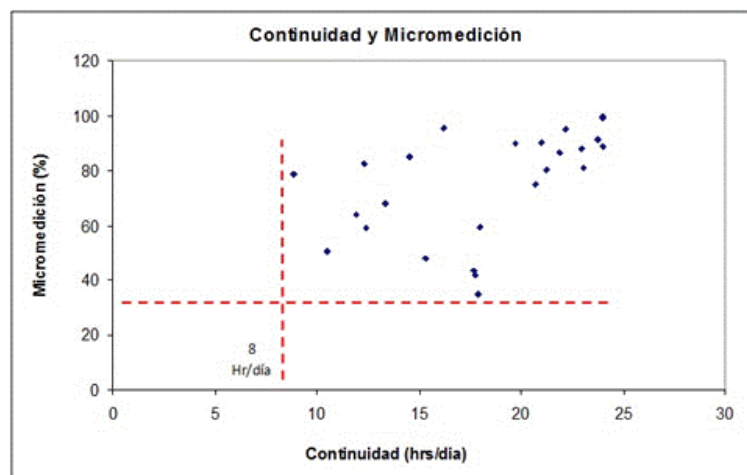
Como ya se refirió en capítulos anteriores, para un mejor resultado de la aplicación del DEA las empresas a comparar deben ser similares a efectos de obtener buenos resultados, razón por la cual, los dos elementos mencionados anteriormente deben ser definidos en valores que permitan establecer que dicha comparación sea posible. En ambos casos, se ha establecido un límite mínimo:

- Micromedición mayor al 33% y,
- Continuidad del servicio mayor a 8 horas/día.

Ambos límites fueron el resultado de entrevistas y opiniones recogidas de los especialistas que laboran en la Gerencia de Regulación Tarifaria y Gerencia de Supervisión de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass s.f.).

A continuación, se gráfica el universo de empresas que resultan ser comparables y que serán consideradas para la aplicación del DEA.

Gráfico 5. EPS con continuidad mayor a ocho horas/días y un nivel de micromedición mayor a 33%



Fuente: Sunass, s.f.

Elaboración: Propia, 2017.

Como se desprende del gráfico, solo 25 de las 50 EPS son las que cumplen con los criterios antes explicados. Entre estas se encuentra la empresa Sedapal, la cual ha sido descartada por las razones antes mencionadas; por tanto, solo se considerará en el análisis DEA a 24 empresas comparables. En la tabla 6 se muestra la relación de empresas que resultan comparables y que servirán para los cálculos y análisis posteriores del presente trabajo.

Tabla 6. Resultado de empresas seleccionadas y empresas excluidas

No	EMPRESAS SELECCIONADAS "COMPARABLES"	No	EMPRESAS EXCLUIDAS
1	EPS MOYOBAMBA S.R.LTDA.	1	EMUSAP S.R.L.
2	EMAPA CAÑETE S.A.	2	ALTIPLANO SRL.
3	EMAPA HUACHO S.A.	3	EMSAPA CALCA SRL
4	EMAPA HUANCAVELICA S.A.C.	4	LA OROYA S.R.L.
5	EMAPA SAN MARTIN S.A.	5	EPS SEMAPACH S. A.
6	EMAPAT S.R.L.	6	EMAPAY S.R.LTDA.
7	EMSAPA YAULI	7	EMAPA HUARAL S. A.
8	EMUSAP ABANCAY S.A.C.	8	EMAPA PASCO S. A.
9	EPS ATUSA	9	EMAPAB S.R.LTDA.
10	EPS CHAVIN S.A.	10	EMAPACOP S.A.
11	EPS GRAU S.A.	11	EMAPAVIGSSA
12	EPS MANTARO S.A.	12	EMAPISCO S. A.
13	EPS NOR PUNO S.A.	13	EMAQ S.R.LTDA.
14	EPS SEDA CUSCO S.A.	14	EMPSSAPAL S.A.
15	EPS SEDALORETO S.A.	15	EMSAPUNO S. A.
16	EPS SELVA CENTRAL S.A.	16	EPS EMAPICA S.A.
17	EPSASA	17	EPS EMSAP CHANKA S.C.R.L.
18	EPSEL S.A.	18	EPS ILO S.A.
19	SEDA HUANUCO	19	EPS MARAÑÓN S.R.L.
20	SEDACAJ S. A.	20	EPS MOQUEGUA S.A.
21	SEDACHIMBOTE S.A.	21	EPS SIERRA CENTRAL S.R.L
22	SEDAM HUANCAYO S.A.	22	EPS TACNA S.A.
23	SEDAPAR S.A.	23	EPSSMU S.R.LTDA.
24	SEDALIB S.A.	24	SEDAJULIACA S.A.
		25	SEDAPAL
		26	SEMAPA BARRANCA S.A.

Fuente: Sunass, s.f.

Elaboración: Propia, 2017.

3. Determinación del tamaño mínimo de escala eficiente

Es importante volver a mencionar que los datos usados corresponden a la información proporcionada por las EPS al Sistema de Captura de Datos (SICAP) del organismo regulador de los servicios de agua y saneamiento (Sunass). Si bien estos datos se asumen como exactos, para efectos del presente estudio se ha considerado solo aquellos que corresponden a EPS cuyo estudio tarifario entró en vigor durante el periodo 2010 y 2015. Esta decisión se debe a que Sunass confirma y valida la exactitud de dichos datos contra la realidad al momento de realizar el estudio tarifario. Los datos recogidos corresponden a los costos de explotación de las empresas de saneamiento (tanto de la base capital como de los costos de operación y gastos de administración).

Resultado de lo anterior y luego de actualizar a valores constantes la variable costos de explotación al año 2015 (ajuste por índice de precios al por mayor), las 24 EPS seleccionadas entraron a los cálculos para determinar su eficiente de escala. Los resultados se muestran en la tabla 6.

Tabla 7. Resultados de empresas seleccionadas

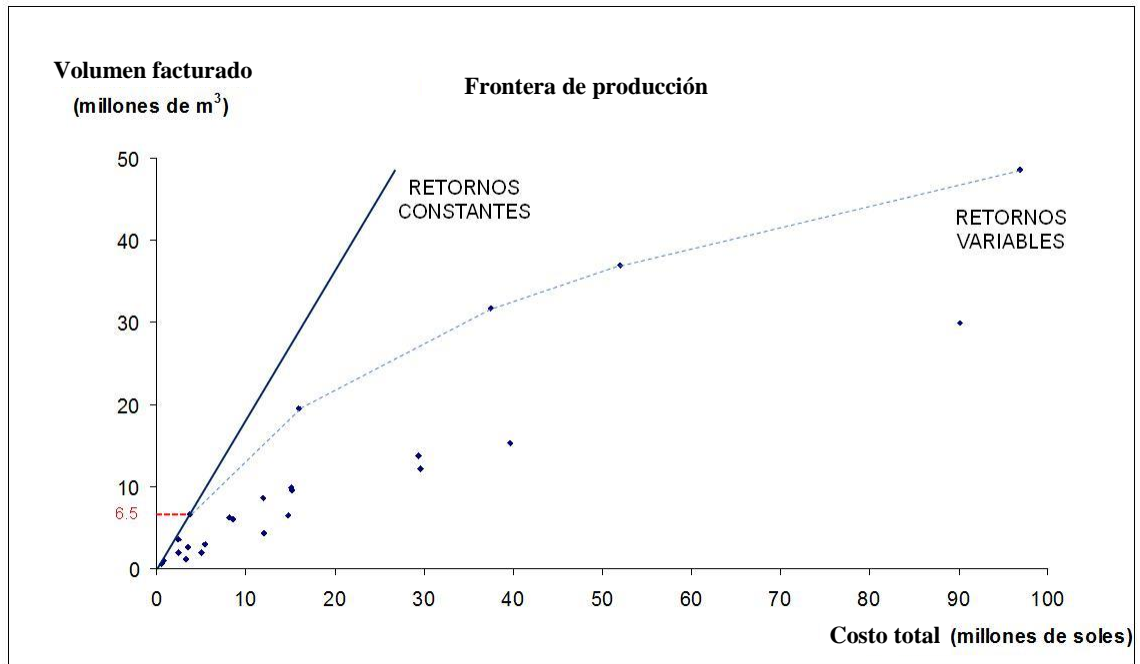
No.	EPS	Millones de metros cúbicos de agua facturada	Costos de administración, comercialización y operación	Eficiencia de escala
1	SEDAPAR S.A.	48,7	79,6	0,286
2	EPS MANTARO S.A.	3,6	2,3562845	0,952
3	EPS GRAU S.A.	37	45,7	0,405
4	EMAPAT S.R.L.	3	5,4	0,931
5	EPSEL S.A.	31,8	37,5	0,483
6	EMUSAP ABANCAY S.A.C.	2,6	3,4	0,914
7	EMAPA HUANCAVELICA S.A.C.	2	2,4	0,876
8	SEDAM HUANCAYO S.A.C.	19,5	16	0,694
9	EMAPA MOYOBAMBA S.R.L.	1,9	4,9	0,868
10	SEDACHIMBOTE S.A.	15,3	39,7	0,724
11	EMUSAP S.R.L.	1,1	3,2	0,764
12	EPS SEDALORETO S.A.	13,7	29,4	0,742
13	EPS NOR PUNO S.A.	1	0,8	0,742
14	SEDACUSCO S.A.	12,2	29,6	0,764
15	EMSAPA YAULI S.R.L.	0,5	0,5	0,569
16	EPSASA	9,8	15,1	0,818
17	SEDA HUÁNUCO S.A.	9,6	15,2	0,824
18	EMAPA SAN MARTÍN S.A.	8,6	11,9	0,861
19	EPS SELVA CENTRAL S.A.	6,5	3,7	1
20	SEDACAJ S.A.	6,4	14,7	0,999
21	EPS CHAVÍN S.A.	6,3	8,1	0,998
22	ATUSA	6	8,5	0,995
23	EMAPA HUACHO S.A.	4,4	12	0,971
24	SEDALIB S.A.	28,9		0,498

Fuente: Sunass, s.f.

Elaboración: Propia, 2017.

Estos mismo resultados son representados en el gráfico 6 y, como se podrá apreciar, el resultado más notorio es que el tamaño mínimo de escala eficiente se ubica alrededor de los 6,5 millones de metros cúbicos facturados anualmente, dicho dato lo aporta la EPS Selva Central cuyo ámbito de actividades incluye dos regiones (Junín y Pasco) y tres provincias (Chanchamayo, Satipo y Oxapampa). El gráfico 6 evidencia dicho hallazgo.

Gráfico 6. Fronteras de producción y escala óptima eficiente



Fuente: Sunass, s.f.
Elaboración: Propia, 2017.

4. Resultados versus las hipótesis definidas al inicio del presente trabajo

Al inicio del presente trabajo se plantearon hipótesis, siendo la hipótesis específica la siguiente: El tamaño de escala eficiente de las EPS corresponde a aquella que alcanza un volumen facturado del orden de los 20 millones de metros cúbicos de agua potable, capaz de abastecer a 220.000 habitantes.

El resultado obtenido sin embargo, corrige dicha hipótesis, al mostrar que el tamaño de escala eficiente es de 6,5 millones de metros cúbicos al año de agua facturada.

Respecto a los habitantes, según datos del año 2015 obtenidos de los registros de la Sunass, las localidades servidas por la EPS Selva Central cuenta con una población urbana de 119.223 habitantes, de los cuales 87.814 son efectivamente atendidos por los servicios de agua y 67.649 con servicios de alcantarillado.

Por otra parte, la hipótesis principal afirmó que sí se requiere (promover la integración de empresas) dado que la mayoría de EPS tienen un tamaño de escala menor al tamaño de escala óptimo (eficiente). Al respecto, los resultados obtenidos han sido mixtos. En efecto, al observar la tabla 8 se puede conocer que existen 11 empresas por encima del tamaño eficiente de 6,5 de

millones de metros cúbicos de agua facturada y 12 por debajo del mismo, siendo el tamaño eficiente el que corresponde a la EPS Selva Central.

En la misma tabla se puede observar que las empresas por encima del tamaño eficiente muestran rápidamente pérdidas de eficiencia de escala; esto ocurre tan solo a partir de 8,6 millones de metros cúbicos de agua facturada, lo que estaría sugiriendo que una mayor integración con estas empresas haría que pierdan eficiencia; mientras que las empresas que están inmediatamente debajo del tamaño eficiente, específicamente entre el rango de 6 y 6,4 millones de metros cúbicos de aguas facturadas mantienen niveles aceptables de eficiencia. Sin embargo, por debajo de este rango, específicamente las que se ubican entre de 0,5 y 4,4 millones de metros cúbicos de agua facturada presentan niveles bajos de eficiencia, lo que sugiere que en este rango las empresa podrían verse beneficiadas integrándose entre ellas y/o integrando a otras muy pequeñas localidades hasta alcanzar un mayor tamaño próximo al tamaño eficiente.

Tabla 8. Resultados de empresas seleccionadas (ordenados por volumen de agua facturada)

No.	EPS	Millones de metros cúbicos de agua facturada	Costos administración, comercialización y operación (1)	Eficiencia de escala
1	SEDAPAR S.A.	48,7	79,6	0,286
2	EPS GRAU S.A.	37	45,7	0,405
3	EPSEL S.A.	31,8	37,5	0,483
4	SEDALIB S.A.	28,9		0,498
5	SEDAM HUANCAYO S.A.C.	19,5	16	0,694
6	SEDACHIMBOTE S.A.	15,3	39,7	0,724
7	EPS SEDALORETO S.A.	13,7	29,4	0,742
8	SEDACUSCO S.A.	12,2	29,6	0,764
9	EPSASA	9,8	15,1	0,818
10	SEDA HUÁNUCO S.A.	9,6	15,2	0,824
11	EMAPA SAN MARTÍN S.A.	8,6	11,9	0,861
12	EPS SELVA CENTRAL S.A.	6,5	3,7	1
13	SEDACAJ S.A.	6,4	14,7	0,999
14	EPS CHAVÍN S.A.	6,3	8,1	0,998
15	ATUSA	6	8,5	0,995
16	EMAPA HUACHO S.A.	4,4	12	0,971
17	EPS MANTARO S.A.	3,6	2,3562845	0,952
18	EMAPAT S.R.L.	3	5,4	0,931
19	EMUSAP ABANCAY S.A.C.	2,6	3,4	0,914
20	EMAPA HUANCAVELICA S.A.C.	2	2,4	0,876
21	EMAPA MOYOBAMBA S.R.L.	1,9	4,9	0,868
22	EMUSAP S.R.L.	1,1	3,2	0,764
23	EPS NOR PUNO S.A.	1	0,8	0,742
24	EMSAPA YAULI S.R.L.	0,5	0,5	0,569

Nota: (1) Millones de soles.

Fuente: Sunass, s.f.

Elaboración: Propia, 2017.

Conclusiones y recomendaciones

1. Conclusiones

- Según las estimaciones realizadas en la presente investigación, durante el período 2010-2015 se aprecia que el tamaño mínimo de escala eficiente es de 6,54 millones de metros cúbicos anuales facturados, lo que implica que hasta esa facturación aún existen economías de escala no explotadas.
- Si se considera el consumo de 100 l⁶ de agua por persona al día (recomendado por la Organización Mundial de la Salud para garantizar que se cubren las necesidades básicas y que no surjan grandes amenazas para la salud); entonces, el tamaño mínimo de escala eficiente correspondería a aquella EPS con capacidad para atender a una población de 179.254 habitantes aproximadamente, similar a distritos como La Molina (166.912 habitantes), La Victoria (175.372 habitantes), o el Agustino (190.961 habitantes).
- Si adicional a lo anterior, se considera un estimado de 4,27 habitantes por vivienda (promedio de las 24 localidades consideradas para la determinación del tamaño mínimo de escala eficiente), entonces el tamaño mínimo de escala eficiente expresada en número de conexiones sería equivalente a 41.980, aproximadamente.
- De las 23 EPS que fueron seleccionadas para la presente investigación, 12 de ellas se encuentran por debajo del tamaño óptimo por lo que éstas podrían ganar eficiencia integrando a otros prestadores de ámbito urbano o rural que en total atiendan a 1,1 millones de habitantes (considerando un consumo de 100 l de agua por persona al día).
- En forma análoga a lo anterior, si se compara el número de habitantes atendidos por cada una de las 50 EPS con el de una EPS de tamaño mínimo de escala eficiente (179.254 habitantes), se observa que 32 de ellas están por debajo del nivel óptimo, lo que podría significar una ganancia de eficiencia integrando a estas con otros prestadores de ámbito urbano o rural que en total atiendan a 3,9 millones de habitantes (considerando un consumo de 100 l de agua por persona al día).
- Las 12 EPS cuyo tamaño es menor a 6,54 millones de metros cúbicos facturados anualmente podrían ahorrar en total alrededor de S/ 1,4 millones en costos de operación de integrarse con otros prestadores de ámbito urbano o rural hasta alcanzar dicho tamaño mínimo de escala eficiente.
- En las EPS cuyo tamaño es menor al tamaño mínimo de escala eficiente, las ineficiencias de escala y las ineficiencias técnicas guardan una relación de 1 a 30, siendo más relevantes las

⁶ “l” es el símbolo de litro.

ganancias de eficiencias técnicas que de escala (vale decir, en dichas EPS resulta más relevante las ganancias de eficiencia técnica que la integración de EPS con otros prestadores).

- En las EPS cuyo tamaño es mayor al tamaño mínimo de escala eficiente, las ineficiencias de escala y las ineficiencias técnicas guardan una relación de 3 a 4, siendo relevantes en dichas EPS las ganancias de eficiencias técnicas y de escala.

2. Recomendaciones

- En términos generales, los servicios de saneamiento tienen sus propias características: administran territorios de diferentes tamaños con características geográficas y socioeconómicas que las distinguen; son todas ellas monopolios en las localidades que operan; por la naturaleza del servicio que prestan son altamente sensibles en lo social y en lo político; se ha comprobado que existe posibilidades de hacerlas más eficientes si se trabaja con un tamaño óptimo y, finalmente, no existe aparente interés de parte de los privados en encargarse de dichas empresas.
- Con los resultados obtenidos se ha hecho evidente que existen razones para pensar que trabajar con un tamaño óptimo generará beneficios a las empresas y a los usuarios de los servicios, por lo que deben hacerse mayores esfuerzos para ahondar en estudios similares al presente.
- Un aspecto importante y que se puso en evidencia durante el trabajo de investigación realizado, es el referido a la exactitud de la información. El cálculo para la definición de un tamaño de escala eficiente requiere de mucha información fiable; es decir, que exista y que sea exacta. En este sentido, una de las primeras reformas antes de emprender la tarea de definir el tamaño óptimo es que las empresas cuenten con información de calidad basada en sistemas de información sólidos y con datos validados.
- Otro aspecto, es que la definición de una medida de escala eficiente, por sí misma, no logrará disuadir a las empresas prestadoras a integrarse. Para lograr este objetivo es necesario brindar programas con incentivos políticos, económicos, financieros y/o técnicos para la integración de las EPS.

Bibliografía

Bonifaz, J.; Urrunaga, R.; Aguirre, J., y Urquiza, C. (2015). “*Un Plan para salir de la pobreza: Plan Nacional de Infraestructura 2016 - 2025*”. Perú: Asociación para el Fomento de la Infraestructura Nacional (AFIN). [PDF]. Fecha de consulta: 15/05/2017. Disponible en: <http://www.lampadia.com/assets/uploads_documentos/02ffe-afin-estudio-plan-nacional-de-infraestructura-2016-2025-documento-politica-de-financiamiento.pdf>.

Church, J. y Ware, R. (2000). *Industrial Organization: A Strategic Approach*. Estados Unidos: Irwin McGraw Hill.

Coelli, T.; Prasada Rao, D.; O’Donell, C., y Batesse, G. (2005). *An Introduction to efficiency and Productivity Analysis*. Segunda edición. Estados Unidos: Springer Science Business Media Inc.

Debreu, G. (1951). “The Coefficient of Resource Utilization”. Cowles Foundation Paper 45. The University of Chicago, Illinois. En: *Econometric, journal of the Econometric Society*. Vol. 19, N°3, July 1951.

Färe, R.; Grosskopf, S.; Zhang, Z. y Norris, M. (1994). “Una Guía para el manejo de DEAP v2.1”. con la intervención directa de M. J. Farrell. Programa computacional para el análisis de la Envolvente de Datos.

Farrell, M. (1957). “The Measurement of Productive Efficiency”. En: *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, Vol. 120, N°3. Estados Unidos: Blackwell Publishing for the Royal Statistical Society.

Ferro, G.; Lentini, E.; y Mercadier, A. (2010). *Economías de escala en los servicios de agua y alcantarillado*. Santiago de Chile: Naciones Unidas. [En línea]. Fecha de consulta: 20/05/2017. Disponible en: <<http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3831/lcw369e.pdf;jsessionid=0C8CC1F2175170D667710869DFB44101?sequence=1>>.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2015). *Encuesta Nacional de Programas Estratégicos 2011-2014*. Lima: INEI.

Koopmans, T. (1951). “Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities”. En: Koopmans, T., ed. (1951). *Activity Analysis of Production and Allocation, Cowles Commission for Research in Economics*. Monograph number 13. New York: Wiley-

Maddala, G. y Miller, E. (1991). *Microeconomía*. México D.F.: McGraw-Hill/Interamericana de México, S.A. de c.v.

Meza, S. (2011). “Plan Nacional de Saneamiento 2006-2015”. En: *vivienda.gob.pe*. [PDF]. Lima, octubre de 2011. Fecha de consulta: 15/08/2017. Disponible en: <<http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/2011/ayacucho/4.PLAN%20NACIONAL%20DE%20SANEAMIENTO.pdf>>.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). (2017). “Decreto Supremo N°019-2017-VIVIENDA, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N°1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento”. En: *busquedas.elperuano.pe*. [PDF]. Fecha de consulta: 25/05/2017. Disponible en: <<http://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-reglamento-del-decreto-legisl-decreto-supremo-n-019-2017-vivienda-1537155-4/>>.

Ministerio de Vivienda. (2005). “Decreto Supremo N°023-2005-VIVIENDA, Aprueban el Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento, Ley N°26338”. En: *pnsr.vivienda.gob.pe*. [PDF]. Fecha de consulta: 02/05/2017. Disponible en: <<http://pnsr.vivienda.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2014/05/DS-023-2005-VIVIENDA-Aprueban-TUO-del-Reglamento-de-la-Ley-General-de-Servicios-de-Saneamiento.pdf>>.

Organismo Técnico de la Administración de Servicios de Saneamiento (OTASS). (2015). *Informe final de resultados de evaluación de EPS 2015*. Lima: OTASS.

Presidencia de la República de Colombia. (1987). “Decreto 77 DE 1987”. En: *notinet.com.co*. Fecha de consulta: 13/05/2017. Disponible en: <<https://www.notinet.com.co/pedidos/d77-87.htm>>.

Presidencia de la República del Perú. (2016). “Decreto Legislativo N°1280, Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento”. En: *busquedas.elperuano.pe*. Fecha de consulta: 10/05/2017. Disponible en: <<http://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-legislativo-que-aprueba-la-ley-marco-de-la-gestion-y-decreto-legislativo-n-1280-1468461-1/>>.

Rodríguez, M.; Rossi, M., y Ruzzier, C. (1999). *Fronteras de eficiencia en el sector de distribución de energía eléctrica: la experiencia sudamericana*. Texto de discusión N°15, ISBN 987-519-055-1. Buenos Aires: Centro de Estudios Económicos de la Regulación, Instituto de Economía, Universidad Argentina de la Empresa.

Solow, R. (1956). “A Contribution to the Theory of Economic Growth”. En: *The Quarterly Journal of Economics*. Vol. 70, N°1, febrero de 1956.

Stiglitz, J. (2000). *La Economía del Sector Público*. Tercera Edición. España: Antoni Bosch, editor.

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass). (s.f.). “Finales - Estudios Tarifarios”. En: *sunass.gob.pe*. [PDF]. Fecha de consulta: 01/06/2017. Disponible en: <http://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/eps/estudios-tarifarios/cat_view/419-regulacion-tarifaria/28-estudios-tarifarios/301-finales>.

Verges, J. (2010). *Servicios de agua potable y alcantarillado: lecciones aprendidas de Alemania, Francia e Inglaterra*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

Nota biográfica

Alberto Carlo Alvarado Salazar

Nació en Lima el 24 de mayo de 1973, es Master of Science en Proyectos de Inversión e Ingeniero Economista por la Universidad Nacional de Ingeniería. Cuenta con más de nueve años de experiencia laborando en la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass). Actualmente se desempeña como especialista en regulación de empresas de saneamiento.

Julio Alfredo Rodríguez Bustamante

Nació en 1961, Bachiller en Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional de Ingeniería con estudios de Administración en ESAN y CEO management and senior strategic leadership Program en Northwestern University - Kellogg School of Management, Chicago, Illinois. Cuenta con más de 28 años de experiencia y ha ocupado posiciones de gerente general en una importante empresa local y multinacional. En los últimos años ha laborado en Indra Perú, empresa multinacional de orígenes español; también ha sido miembro de Directorio de una empresa perteneciente al Grupo Telefónica y representante legal de consorcios de importantes empresas locales y multinacionales, tales como Proactiva Medio Ambiente, Everis, Informática, El Corte Inglés y GMD. Actualmente se desempeña como gerente general de Invelu, empresa de su propiedad que fundó en el 2004.