

REGULACIÓN

DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO

REVISTA No. 15



COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO – CRA

Álvaro Uribe Vélez – Presidente de la República de Colombia

MIEMBROS DE LA COMISIÓN

Ministro de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Juan Francisco Lozano Ramirez

Viceministra de Agua y Saneamiento - MAVDT
Leyla Rojas Molano

Ministro de la Protección Social
Diego Palacio Betancourt

Directora General Departamento Nacional de Planeación
Carolina Rentería Rodríguez

Superintendente General Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
Evamaría Uribe Tobón

EXPERTOS COMISIONADOS

José Francisco Manjarrés Iglesias – Director Ejecutivo
Cristian Stapper Buitrago
Julio César del Valle Rueda
Clara Lucía Uribe Payares

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL – CRA

Pedro Luis Bohorquez Ramírez – Subdirector Administrativo y Financiero
Cristina Morales Buitrago – Jefe Oficina Asesora de Planeación
Lida Ruiz Vásquez - Subdirectora Técnica
Beatriz Elena Cárdenas Casas - Jefe Oficina Asesora Jurídica

PRESENTACIÓN

La revista *Regulación de Agua Potable y Saneamiento* es un espacio que busca exponer posturas académicas que permitan orientar las decisiones relacionadas con estos servicios públicos. Promover un debate que se caracterice por su profundidad y rigor científico, permitirá contar con elementos sólidos para la adopción de acciones apropiadas, que conduzcan al incremento del bienestar que la sociedad deriva de la provisión de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo.

Los artículos que se presentan en esta revista, no buscan establecer postulados inamovibles, ni poner el punto final sobre los temas abordados. Al contrario, a pesar de ser desarrollados con el máximo cuidado, utilizando las mejores recursos de los que dispone la Comisión, son una invitación a la formulación de propuestas alternativas y a la elaboración de nuevos documentos que enriquezcan el debate, lo que en última instancia conllevará a la adopción de decisiones participativas, que en última instancia se manifiesten a través del mejoramiento en el suministro de los servicios públicos del sector.

Este debate cobra la mayor relevancia a lo largo de este año, teniendo en cuenta que actualmente se realiza la revisión de la metodología tarifaria actual. En la medida que se cuente con argumentos robustos, contruidos a partir de una discusión profunda y participativa, será posible adoptar decisiones adecuadas para el desarrollo del país.

De esta forma, y como un primer paso para estimar el efecto que tiene la prestación de los servicios que forman parte del sector

sobre el bienestar, de manera que sea posible ahondar sobre las lecciones aprendidas, planteando interrogantes orientados específicamente al servicio de acueducto, Daniel Revollo, Juan Andrés Ramírez y José Francisco Manjarrés presentan el artículo *Una Primera Aproximación para Cuantificar los Beneficios Económicos Asociados a Incrementos en Cobertura y Calidad en el Sector de Acueducto y Alcantarillado en Colombia*, adoptando un enfoque de costo-beneficio.

Los servicios de acueducto y alcantarillado por sus características de prestación son considerados como un monopolio natural. Esto se debe a que los costos de producción son menores cuando el productor es único, en virtud de las características de su infraestructura y tecnologías intrínsecas. Por tales circunstancias, no existe competencia para regular el comportamiento o conducta del monopolista, ya que los consumidores no pueden acceder a fuentes de suministro alternativos si el servicio es de calidad inadecuada o las tarifas son elevadas. En consecuencia, es evidente la necesidad de la regulación tanto en la estructura como en el comportamiento de las empresas prestadoras de dichos servicios.

En tal sentido, una de las herramientas básicas que requiere el regulador para adelantar de manera adecuada su actividad es la contabilidad regulatoria la cual permite conocer de manera más detallada a los regulados, y tratar de tener información del sector homogénea, con el fin de disminuir unos de los problemas a los que se enfrenta, conocido como asimetría de información, tema estudiado por Lida Ruíz.

El tercero y cuarto artículo escritos por Juan Andrés Ramírez y Carolina Marín, Daniel Revollo, Julio César del Valle y Nelly Irreño respectivamente, tienen como objetivo estructurar y analizar información relacionada con las inversiones en infraestructura de los servicios de acueducto y alcantarillado, desarrollar funciones de costo para cada uno de los componentes de dichos servicios y estudiar en la parte teórica el manejo eficiente de ellos. Los trabajos realizados son un insumo importante para la situación del Sector en cuanto a inversiones. Dicha información, debe servir para tratar de incluir mayores señales para generar un comportamiento eficiente en la adopción de los costos asociados al componente de inversiones.

Con relación al efecto que tuvo la regulación sobre los servicios públicos del sector de agua potable y saneamiento, se presenta una evaluación del bienestar de los agentes colombianos frente a la labor regulatoria, elaborado por Enrique Aristizabal y Lina Wedefort Álvarez, la cual se realiza a través de modelos de equilibrio general. Este trabajo expone algunos de los resultados de la Consultoría para

determinar el Impacto del Marco Regulatorio, realizada en los términos del inciso 2° del Artículo 13 del decreto 2696 de 2004.

Por otra parte, dentro del desarrollo de estudios que permitan ajustar los parámetros usados dentro de la metodología tarifaria de aseo, de forma que se cuente con una mejor aproximación de los costos eficientes de la prestación de los mismos, se presentan dos estudios que buscan aportar información adicional sobre la forma como se relacionan los factores de producción de acuerdo con el estrato socio económico y que permiten caracterizar la composición de los residuos sólidos y el efecto de esta tipología sobre la metodología tarifaria. Estos artículos fueron realizados por Geovanis Arrieta Bernate y presentan los resultados de las consultorías contratadas para tal efecto.

Consideramos que estos documentos son de gran utilidad para los diferentes agentes del sector, en la medida de generar conocimiento científico y estudios que pueden servir de base con la finalidad de enriquecer y dar soportes para futuras medidas o políticas sectoriales.

JOSÉ FRANCISCO MANJARRÉS IGLESIAS

Director Ejecutivo

TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN

3

1.- UNA PRIMERA APROXIMACIÓN PARA CUANTIFICAR LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS ASOCIADOS A INCREMENTOS EN COBERTURA Y CALIDAD EN EL SECTOR DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN COLOMBIA

Daniel Revollo Fernández. Asesor Subdirección Técnica.
 Juan Andres Ramirez. Asesor Subdirección Técnica.
 José Francisco Manjarres. Experto Comisionado.

7

2.- CONTABILIDAD REGULATORIA: EL CASO COLOMBIANO

Lida Ruiz Vásquez. Subdirectora Oficina Técnica.

64

3.- METODOLOGIAS PARA LA REGULACION DE INVERSIONES EN EL SECTOR DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

Juan Andrés Ramírez. Asesor Subdirección Técnica.

86

4.- ESTUDIO DE ESTRUCTURACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE INVERSIONES DE LOS PRESTADORES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

Carolina Marín López. Asesora Subdirección Técnica.
 Daniel Revollo Fernández. Asesor Subdirección Técnica.
 Julio César del Valle. Experto Comisionado.
 Nelly Irreño. Asesora Experto Comisionado.

Grupo de Apoyo

Eduardo Patarroyo. Consultor.

Jenny Paola Molina. Practicante Subdirección Técnica.

Manuel Antonio Serna. Asesor Subdirección Técnica.

William Henao. Asesor Subdirección Técnica.

104

5.- EVALUACIÓN DEL BIENESTAR DE LOS AGENTES COLOMBIANOS FRENTE A LA LABOR REGULATORIA. EL CASO DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO.

Enrique Aristizabal. Consultoría Colombiana S.A - CONCOL.

Lina Wedefort Álvarez. Consultoría Colombiana S.A - CONCOL. **134**

6.- ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA DETERMINAR FACTORES DE PRODUCCIÓN DE LOS USUARIOS RESIDENCIALES Y CATEGORIZACIÓN DE USUARIOS NO RESIDENCIALES.

Geovanis Arrieta Bernate. Consultor Servicios Públicos (GAB). **157**

7.- GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CONTEXTO LOCAL Y LATINOAMERICANO.

Geovanis Arrieta Bernate. Consultor Servicios Públicos (GAB). **174**

UNA PRIMERA APROXIMACIÓN PARA CUANTIFICAR LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS ASOCIADOS A INCREMENTOS EN COBERTURA Y CALIDAD EN EL SECTOR DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN COLOMBIA¹

Daniel Revollo Fernández. Asesor Subdirección Técnica.

Juan Andres Ramirez. Asesor Subdirección Técnica.

José Francisco Manjarres. Experto Comisionado.

RESUMEN

Existen limitaciones en la información que no han permitido aproximarse de manera adecuada a los beneficios relacionados con la evolución del Sector de Acueducto y Alcantarillado en Colombia. A pesar de contar con estimaciones confiables sobre el cambio en el bienestar social, establecido a partir del incremento en la sostenibilidad de estos servicios y el esfuerzo realizado por los diferentes agentes del Sector, éstas no consideran de manera cuantitativa los beneficios económicos asociados a mejoras en la prestación de los Servicios, específicamente los que se refieren a incrementos en calidad y cobertura, ni su relación con la aplicación del marco regulatorio expedido por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA). Este documento busca complementar los análisis citados, de forma que se cuente con un panorama integral sobre el impacto que ha tenido la evolución del sector sobre el bienestar social de la población colombiana.

A través de escenarios contrafactuales que se desarrollaron, se evidenció que el actual nivel de cobertura de acueducto generó beneficios económicos para la sociedad en aproximadamente \$5.6 billones de pesos de 2005 para el periodo 1995-2005, si se considera reducciones en tasas de morbilidad y natalidad en niños menores de cinco años como consecuencia de enfermedades diarreicas agudas (EDA), menores tiempos en búsqueda de otra fuente de acceso a agua y disminuciones en gastos por compra de agua en bolsa y en carrotanque. Pero, de la misma manera, se evidenció que dichos beneficios podrían haber sido mayores, si los actuales niveles de cobertura hubieran sido más altos.

Palabras Clave: Acueducto, Alcantarillado, EDA, Costo de Oportunidad, Regulación Económica.

1 Las opiniones del autor se hacen a título personal y no comprometen en nada la posición institucional de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.

INTRODUCCIÓN

A fines de los ochenta y en la década de los años noventa, la mayoría de países se caracterizan por presentar cambios en el papel que desempeña el Estado en la prestación de los servicios públicos domiciliarios. Durante este periodo, se pasó de una figura de monopolios estatales a estructuras con participación de capitales privados, buscando la competitividad en los diferentes sectores, planteando un rol más regulatorio y de vigilancia por parte del Estado.

Colombia no fue la excepción en este caso. Por medio de la implementación de la Constitución Política de 1991 se esbozó un nuevo enfoque en la prestación de los servicios públicos, posteriormente desarrollado por la Ley 142 de 1994. Dicha Ley ha promovido avances Regulatorios en los diferentes servicios, que en el caso de los servicios de Acueducto y Alcantarillado actualmente se encuentran incorporados en la Resolución CRA N° 287 de 2004.² Este nuevo enfoque, originó un cambio en los actores y en las tareas que deben prestar los agentes económicos en di-

cho Sector, lo que originó mejoras importantes en términos de coberturas, calidad y tarifas.

Existen limitaciones en la información que no han permitido aproximarse de manera adecuada a los beneficios relacionados con la evolución del Sector. A pesar de contar con estimaciones confiables sobre el cambio en el bienestar social, establecido a partir del incremento en la sostenibilidad de estos servicios y el esfuerzo realizado por los diferentes agentes del Sector, éstas no consideran de manera cuantitativa los beneficios económicos asociados a mejoras en la prestación de los servicios de Acueducto y Alcantarillado, específicamente los que se refieren a incrementos en calidad y cobertura, ni su relación con la aplicación del marco regulatorio expedido por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA).³ Este documento busca complementar los análisis citados, de forma que se cuente con un panorama integral sobre el impacto que ha tenido la evolución del sector sobre el bienestar social de la población colombiana.

2 Ley 142 del 11 de Julio de 1994 “Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones”.

• Resolución CRA N° 287 del 25 de Mayo de 2004 “por la cual se establece la metodología tarifaria para regular el cálculo de los costos de prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado”.

3 Por ejemplo, entre algunos de los trabajos se puede citar:

• ConCol, (2007). Consultoría para determinar el impacto del marco regulatorio en sus conjunto, teniendo en cuenta la sostenibilidad, viabilidad y dinámica de los sectores de acueducto y alcantarillado y aseo, en los términos del inciso 2° del Artículo 13 del decreto 2696 de 2004. Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA).

• Domínguez C. y Uribe E., (2005). Evolución del servicio de acueducto y alcantarillado durante la última década. Documento CEDE, ISS 1657-7191 (Edición Electrónica), Universidad de los Andes. Bogotá – Colombia.

• Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, (2006). Estudio Sectorial Acueducto y alcantarillado 2002 – 2005. Bogotá – Colombia.

• Fernández, Diego (2004). Colombia: Desarrollo Económico Reciente en Infraestructura. Balanceando las necesidades sociales y productivas de infraestructura. Documento del Banco Mundial N° 32088. Sector Agua Potable.

En tal sentido, la pregunta a resolver es “¿Cuál es el efecto cuantitativo sobre el bienestar de los usuarios de acueducto y alcantarillado que se origina por el aumento de cobertura y calidad?”. Se considera que es una contribución al conocimiento, en la medida que las investigaciones que intentan medir los beneficios económicos asociados a incrementos en coberturas y mejoras de calidad en los servicios de acueducto y alcantarillado, presentan limitaciones.

El documento se desarrolla en cuatro secciones: la primera realiza una descripción del

sector de Acueducto y Alcantarillado en términos de cobertura del servicio, seguida de la descripción en términos de calidad; posteriormente, se cuantifica los beneficios económicos asociados a incrementos en cobertura y calidad del servicio mediante un planteamiento de escenarios hipotéticos que se comparan con los resultados observados. En la sección tres, se consolidan los resultados de las estimaciones y finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones en la sección cuarta.

I. DESCRIPCIÓN DEL SECTOR DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

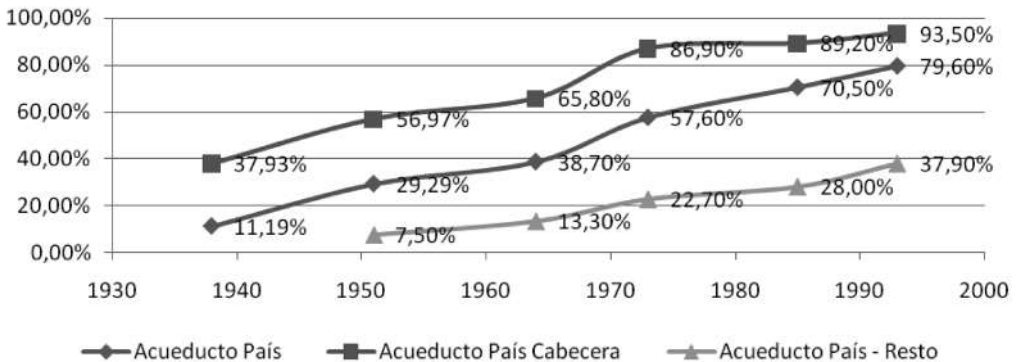
I.1. COBERTURA ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

El nivel de coberturas para los servicios de acueducto y alcantarillado, definido en términos del porcentaje del total de hogares que tiene acceso a una conexión, presentó un aumento progresivo, como consecuencia de las inversiones que se han realizado en el sector. Este comportamiento se evidencia en los Gráficos 1 - 3, en donde también es posible observar que se requiere un esfuerzo

para el cumplimiento de las metas del milenio, las cuales se presentan en el Cuadro 1.

Para el caso de las coberturas en acueducto para el país, se presentó un crecimiento de 68,41 puntos porcentuales entre el año 1938 y 1993 (Cuervo et al., 1993). Este incremento se concentra principalmente en las cabeceras en las cuales para el servicio de acueducto; por ejemplo, la variación, dentro de la serie en discusión, es igual a 55,57 puntos porcentuales.

GRÁFICO 1. EVOLUCIÓN COBERTURA DE ACUEDUCTO (1938 - 1993)



Fuente: Cuervo et al., 1993.

CUADRO I. METAS 2015 EN COBERTURAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

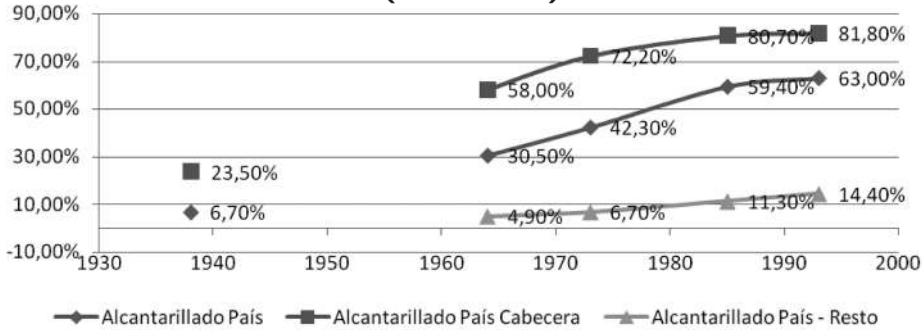
SECTOR	1993	2003	META 2015
Urbano			
Acueducto	94,6	97,4	99,4
Alcantarillado	81,8	90,2	97,6
Rural			
Acueducto	41,1	66	81,6
Alcantarillado	51	57,9	70,9

Fuente: DNP, 2005.

En el caso de coberturas de alcantarillado, la variación entre los años 1938 y 1993 para el total del país corresponde a un incremento de 56,3 puntos porcentuales. Nuevamente,

se presenta un mayor incremento a nivel de alcantarillado en cabeceras, en donde la variación es igual a 58,3 puntos porcentuales.

GRÁFICO 2. EVOLUCIÓN COBERTURA DE ALCANTARILLADO (1938 - 1993)

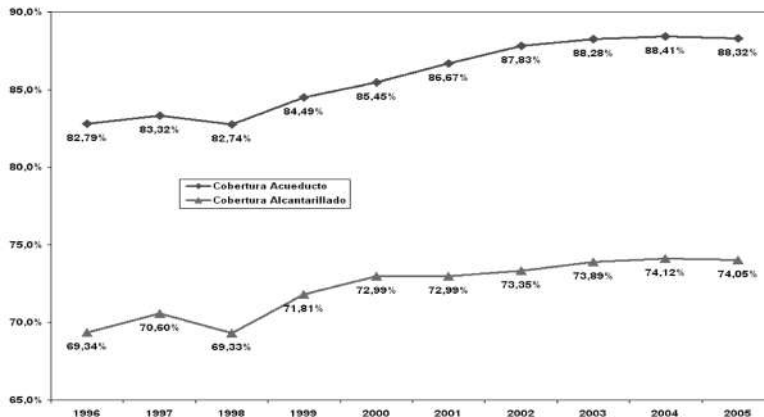


Fuente: Cuervo et al., 1993.

El Gráfico 3 presenta la evolución de las coberturas en acueducto y alcantarillado para los años 1996 y 2005. Adicionalmente, es necesario precisar que para el año 2005 la cobertura en el área urbana ascendía a 97,9%, mientras que el área rural es igual al 59,2% (CRA, 2007b).

es posible señalar que las etapas iniciales tenían como principal objetivo el fortalecimiento del sector de forma que se garantizaran las inversiones necesarias para mejorar calidad y cobertura, al mismo tiempo que se debía asegurar la suficiencia financiera de los prestadores. De esta forma, cuando se analiza este periodo, se observa, en lo que al servicio de acueducto se refiere, por ejemplo, un incremento en la cobertura del 5,53 puntos porcentuales, mientras que en el caso de alcantarillado el incremento es igual a 4,71 puntos (Gráfico 3).

GRÁFICO 3. EVOLUCIÓN COBERTURAS ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO (1996 - 2005)

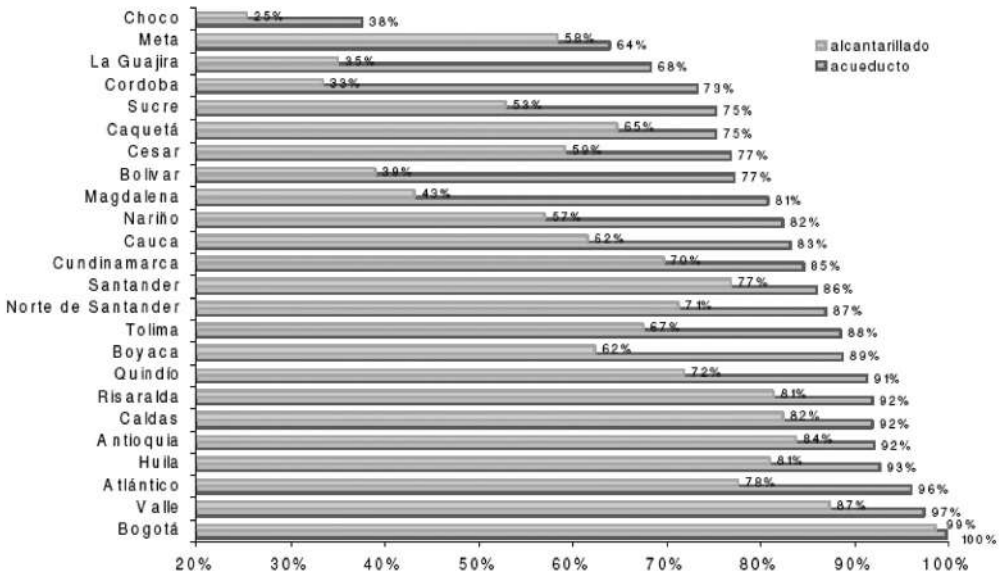


Fuente: CRA, 2007.

Cuando se analizan las coberturas de acueducto y alcantarillado por Departamento para el año 2003 (ver Gráfico 4), se evidencia que Bogotá presenta el mayor nivel de cobertura para el servicio de acueducto, igual a 100%; en otro extremo de la serie se en-

cuentra el departamento de Chocó con una cobertura de sólo el 38%. En el caso de cobertura de alcantarillado, Bogotá presenta la mayor cobertura siendo igual a 99%; igualmente el departamento de Chocó presenta la menor cobertura con un 25% (DNP, 2005).

GRÁFICO 4. COBERTURAS ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO POR DEPARTAMENTO (2003)



Fuente: DNP, 2005 (Datos ENH. DANE – 2003).

1.2. CALIDAD ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

En términos de la calidad de acueducto y alcantarillado, los prestadores todavía enfrentan problemas por resolver. En el tema de calidad del servicio, es importante estudiar algunos parámetros que permitan aproximarse a su medición, entre los cuales se tiene el consumo de agua promedio, el valor de las tarifas, capacidad de producción de agua potable, agua potable tratada, continuidad del servicio, índice de agua no contabilizada y, quejas y reclamos.

En lo que respecta al “consumo de agua promedio mensual por suscriptor”, se evidencia una reducción con el paso de los años. En el

siguiente Cuadro se muestra la tendencia para los diferentes estratos, tanto para las principales ciudades (Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla) como a nivel nacional. El estrato dos, en el promedio nacional es el grupo que presenta la mayor reducción, de 23,53 metros cúbicos por suscriptor mensual entre los años 2003 - 2005 (promedio ponderado). Mientras que el estrato cinco con una reducción de tres metros cúbicos aproximadamente es el de menor reducción en dichos años. Si se tiene en cuenta que dentro de este mismo periodo se presentó un incremento en el valor de las tarifas en términos reales (ver Gráfico 5), se concluye que en general, los estratos más bajos tienen una mayor elasticidad precio de la demanda para estos servicios.

CUADRO 2. CONSUMO DE AGUA PROMEDIO POR SUSCRIPTOR MENSUAL

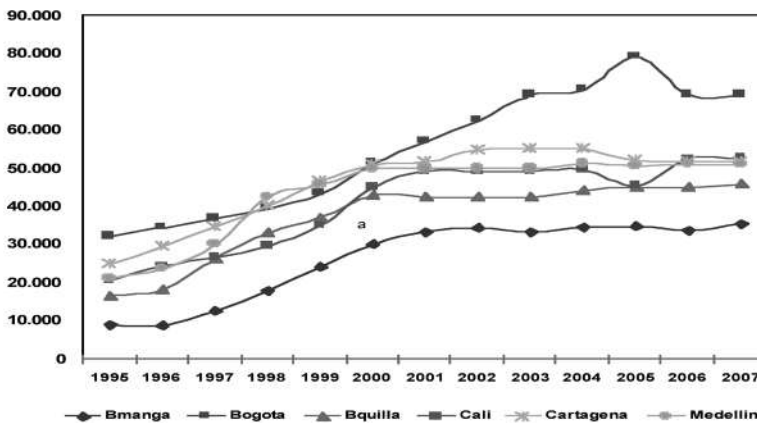
	AÑO	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	ESTRATO 4	ESTRATO 5	ESTRATO 6
PRINCIPALES CIUDADES	1997	20,04	23,18	22,68	21,63	25,74	30,46
	1998	18,30	20,43	20,53	20,74	25,20	27,88
BOGOTÁ	1999	17,34	19,66	20,76	21,81	25,51	27,17
	2000	16,23	17,73	19,24	20,47	23,43	26,26
CALI	2001	15,78	16,69	16,75	17,69	21,05	25,02
MEDELLÍN	2003	29,01	37,90	38,04	28,21	22,14	26,39
NACIONAL	2004	13,14	14,77	14,38	15,54	17,68	21,55
	2005	13,52	14,37	14,69	15,70	19,07	21,97

Fuente: CRA, 2007.

Las tarifas descritas en el Gráfico 5 se refieren al estrato cuatro; éste representa los costos del servicio sin subsidios o contribuciones, lo cual refleja el verdadero cambio en las tarifas. La pregunta que debe hacerse el regulador, formulada en términos del incremento en el bienestar social, es si el aumento en las tarifas se ha visto compensado por los beneficios económicos asociados a los incrementos en la calidad y cobertura de estos servicios.⁴

Cuando se observa el valor de la factura media básica⁵ a nivel nacional (ponderada por el número de suscriptores de cada sistema), se observa que el crecimiento en el nivel de tarifas se encuentra altamente asociado al aumento experimentado en el nivel de cobertura (Gráfico 6). Inferencias similares pueden ser establecidas con relación a la variable que refleje la calidad del servicio.

GRÁFICO 5. EVOLUCIÓN DE LA TARIFA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO PARA EL ESTRATO 4 (PRECIOS DE DICIEMBRE DE 2005)

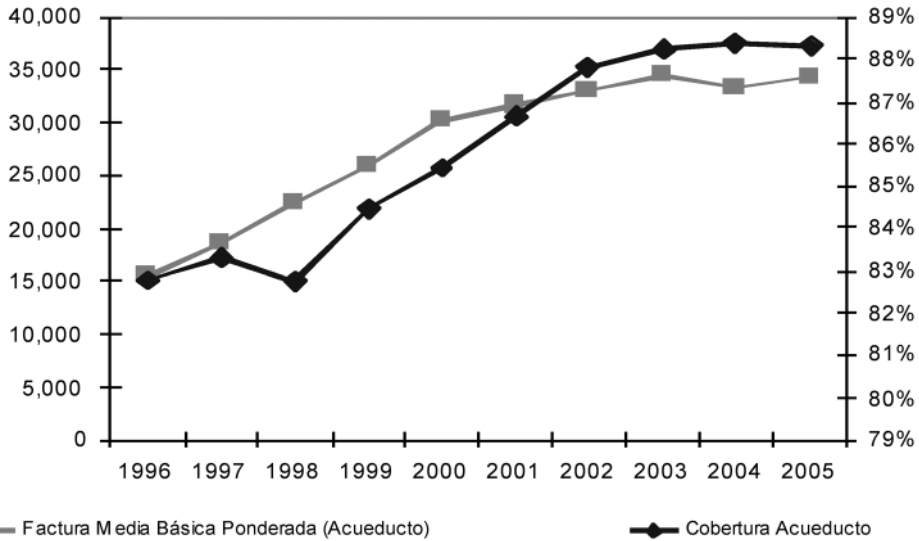


Fuente: CRA, 2007.

⁴ Beneficios económicos como los derivados de la conservación de los recursos hídricos a través de su uso racional, que en parte, de acuerdo con lo observado en las tendencias del consumo, se explican por la definición de una adecuada señal económica sobre el valor del servicio, no son abordados dentro del presente estudio.

⁵ Corresponde a aquella factura con un nivel de consumo de 20m³/mes.

GRÁFICO 6. EVOLUCIÓN DE LA TARIFA PARA EL ESTRATO CUATRO Y COBERTURA EN ACUEDUCTO

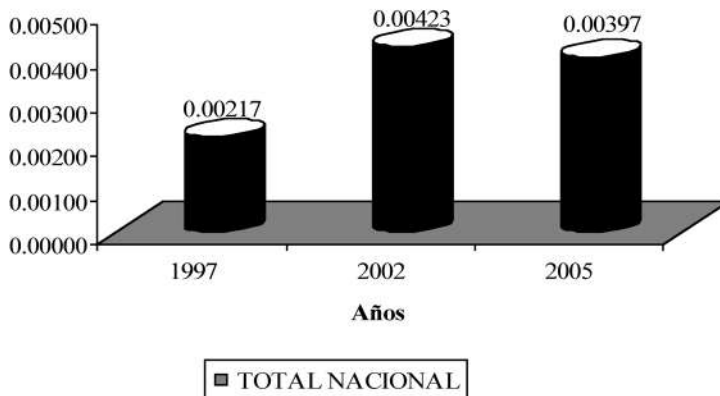


Fuente: CRA, 2007.

Por otra parte, la capacidad de producción de agua potable per cápita, por segundo, presenta una tendencia positiva para el periodo

1997-2005 (ver Gráfico 7), la cual refleja un incremento en la infraestructura disponible.

GRÁFICO 7. EVOLUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE PER CÁPITA



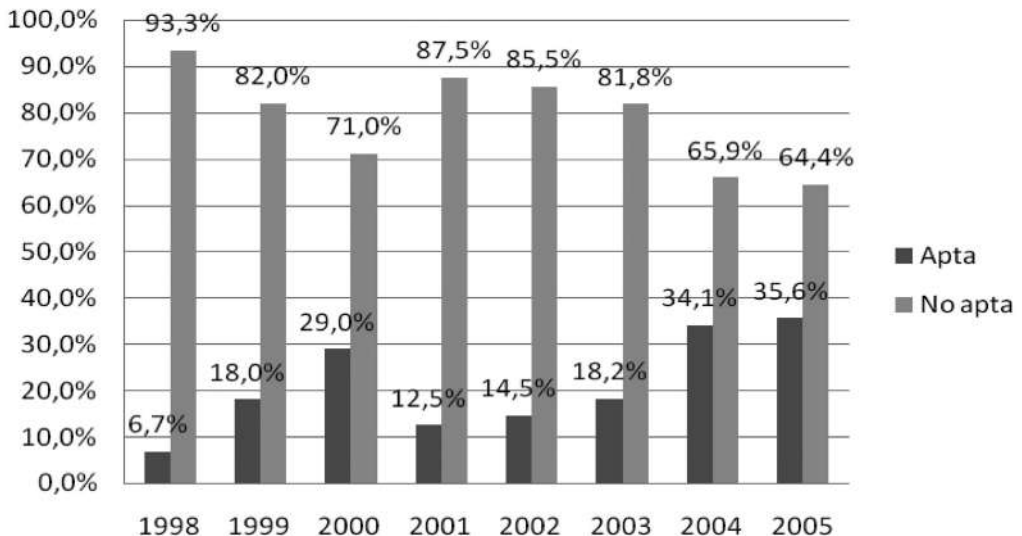
Fuente: CRA, 2007.

Asimismo, en relación con la evolución del agua potable tratada según el Decreto 475 de 1998 (Gráfico 8), se evidencia una evolución positiva para el periodo 1998-2003. Para el año 1998 el agua potable no apta para consumo humano abarcaba un 93% de los municipios, mientras que, de acuerdo con esta información, la cual se fundamenta principalmente en los resultados obtenidos por las secretarías locales de salud, para el año 2005 el agua no apta para el consumo humano es igual al 64,4%. Es decir, una reducción de 28,6 puntos porcentuales. Es importante indicar que si bien el porcentaje en términos de municipios es alto, el porcentaje de población que recibe agua de buena calidad es elevado. A pesar de que en efecto se está mejorando el valor del indicador, estas cifras continúan siendo motivo de preocupación y demuestran la importancia de adoptar mecanismos que incrementen el nivel de calidad de agua que consumen los colombianos. En suma,

es necesario precisar que la confiabilidad de esta información ha sido constantemente cuestionada, dada la limitada capacidad técnica con que cuentan las secretarías de salud para la toma de las muestras y su respectivo análisis.

El índice de agua no contabilizada (IANC) mide el grado de control que tienen las empresas sobre el recurso; es decir, se considera como un parámetro de eficiencia técnica de los prestadores del servicio de acueducto. La normatividad regulatoria, reconoce un máximo del 30% de los costos de las pérdidas del agua producida que se incluye en las tarifas. En promedio, el IANC en Colombia se encuentra alrededor del 42% (ver Gráfico 9).⁶ Sin embargo, existen otras medidas de pérdida como por ejemplo metros cúbicos por usuario día, que muestran una tendencia favorable, como en el caso de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) (Gráfico 10).

GRÁFICO 8. EVOLUCIÓN AGUA POTABLE TRATADA

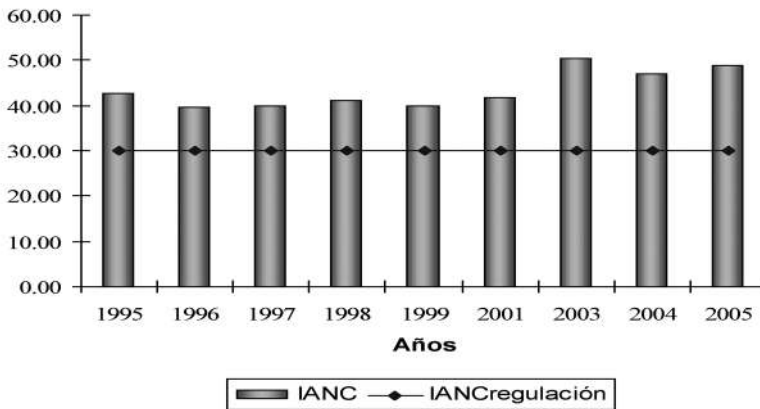


Fuente:

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, *Supercifras, Fascículo No 1, 2, 3, 5 y 6*
Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, *“Estudio sectorial – Servicios públicos de acueducto y alcantarillado – 2002-2005”*, Bogotá, 2006

⁶ El IANC es una señal regulatoria en términos de costos, pero que no se trata de un parámetro comparativo al cual deban necesariamente ajustarse los prestadores. El nivel de pérdida en cada caso, dependerá de la particularidad de cada sistema.

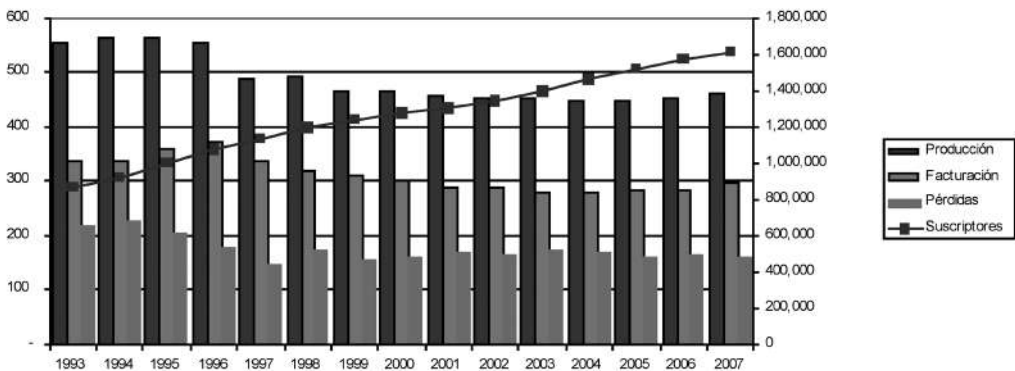
GRÁFICO 9. EVOLUCIÓN DEL IANC



Fuente:

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, *Supercifras, Fascículos No 1, 2, 3 5 y 6*
 Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, *“Estudio sectorial – Servicios públicos de acueducto y alcantarillado – 2002-2005”*, Bogotá, 2006

GRÁFICO 10. EVOLUCIÓN DE PRODUCCIÓN, FACTURACIÓN, PÉRDIDAS Y SUSCRIPTORES

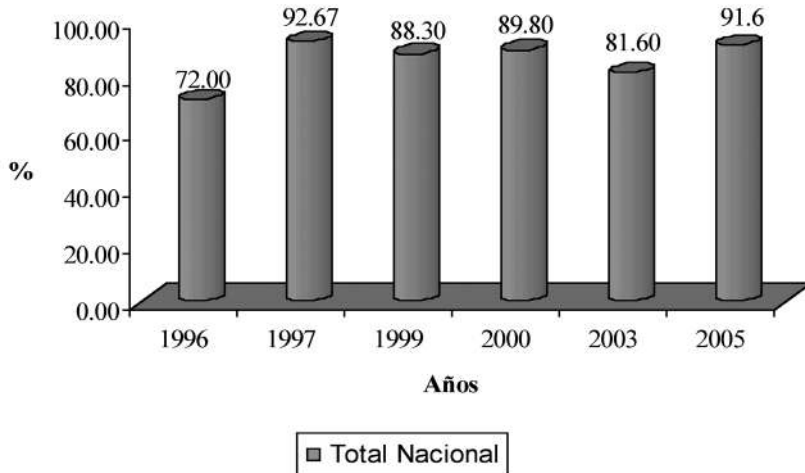


Fuente: EAAB, 2007.

La continuidad es una de las variables que tienen una mayor valoración dentro de la percepción de los usuarios. Esta variable, que ocupa un lugar preponderante dentro de las que definen la calidad del servicio, ha presentado un incremento a nivel nacional cercano al 20%, dentro del periodo de análisis comprendido entre los años 1996-2005 (Gráfico 11). De la

misma manera, se observa un crecimiento en la cantidad de horas de prestación del servicio de acueducto, pasando de 17 horas en el año 1996 a 22 horas en el 2005 (Gráfico 12). Sin embargo, los valores no son fáciles de interpretar, si se tiene en cuenta que el máximo de la serie se observa en el año 1997.

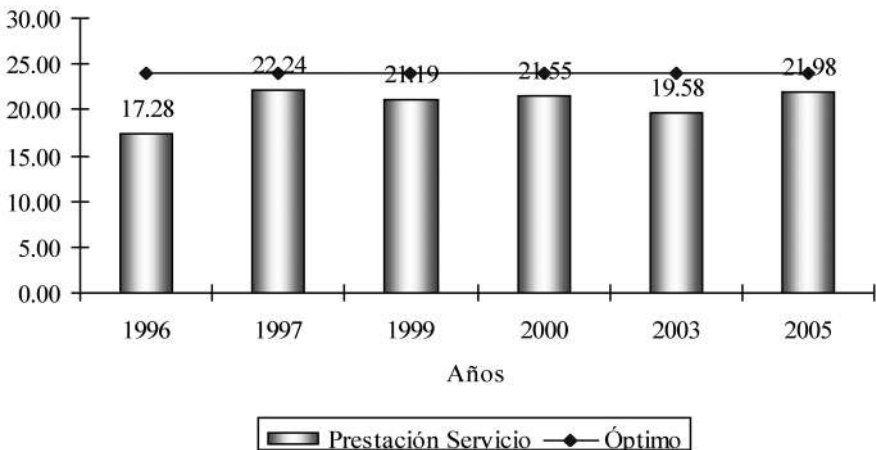
GRÁFICO 11. EVOLUCIÓN DE LA CONTINUIDAD DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO (%)



Fuente:

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Supercifras, Fascículos No 1, 2, 3 5 y 6
 Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Encuesta de Calidad de Vida, 2003
 Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Estudio sectorial de Servicios Públicos de Acueducto y Alcantarillado 2002 – 2005, Bogotá, 2006

GRÁFICO 12. EVOLUCIÓN DE LA CONTINUIDAD DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO (%)

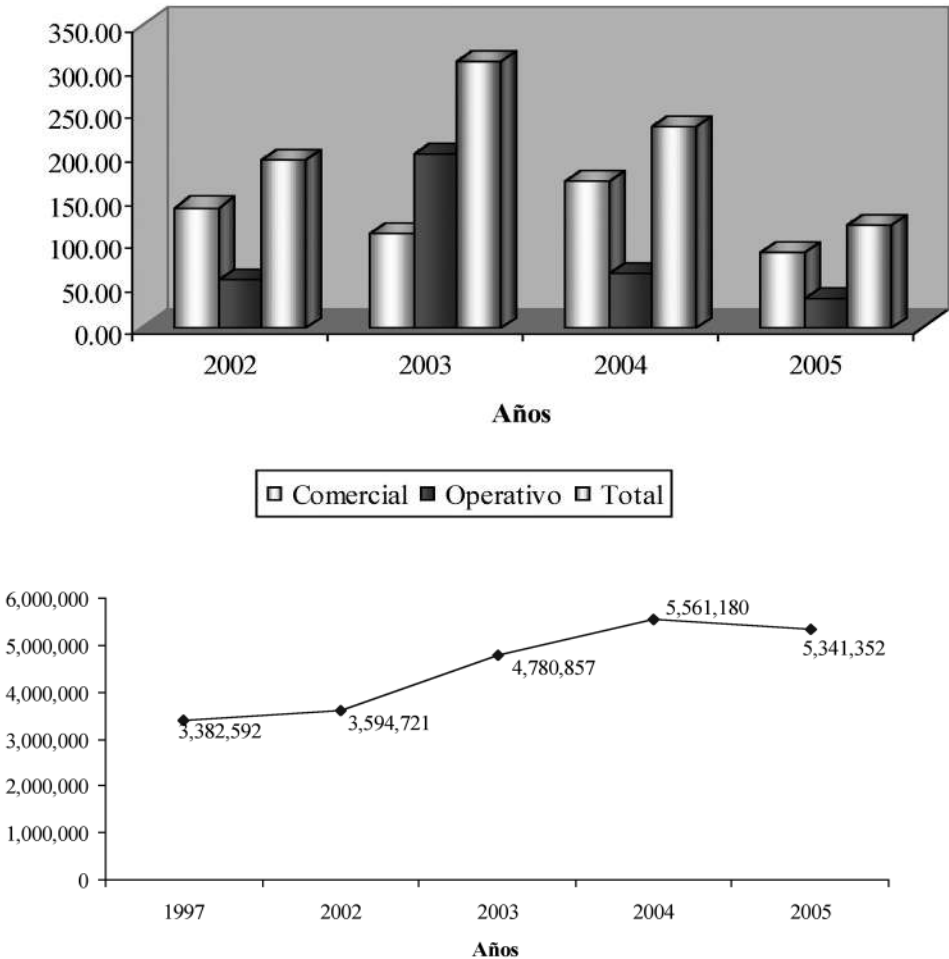


Fuente: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Supercifras, Fascículos No 1, 2, 3 5 y 6
 Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Encuesta de Calidad de Vida, 2003
 Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Estudio sectorial de Servicios Públicos de Acueducto y Alcantarillado 2002 – 2005, Bogotá, 2006

Cuando se analizan las quejas y reclamos, se evidencia una evolución positiva; por ejemplo, entre el año 2003 y 2005 las quejas y reclamos se redujeron en un 45% aproximadamente para el servicio de acueducto (Gráfico 13). En

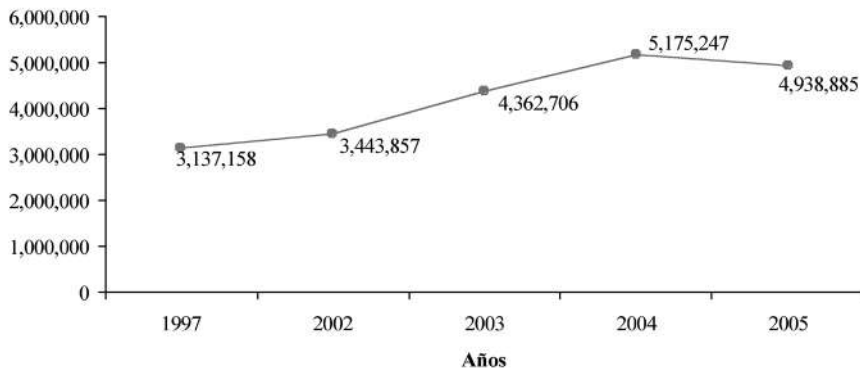
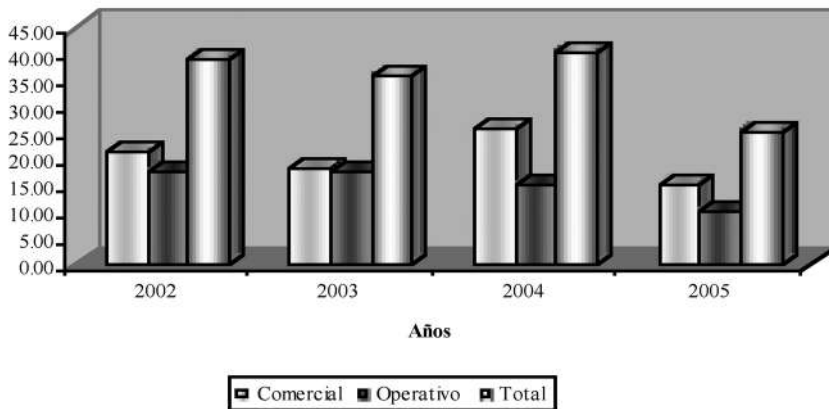
el servicio de alcantarillado, de igual forma se presentó una reducción de 29% aproximadamente en el mismo periodo, situación que de igual forma viene acompañada con un incremento en el número de usuarios atendidos.

GRÁFICO 13. EVOLUCIÓN DE LAS QUEJAS Y RECLAMOS POR 10.000 USUARIOS POR MES PARA EL SERVICIO DE ACUEDUCTO FRENTE A LA EVOLUCIÓN TOTAL DE LOS USUARIOS



Fuente: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, Supercifras, Fascículos 1 y 2 Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, SUI Cálculos CRA, 2007.

GRÁFICO 14. EVOLUCIÓN DE LAS QUEJAS Y RECLAMOS POR 10.000 USUARIOS POR MES PARA EL SERVICIO DE ALCANTARILLADO FRENTE A LA EVOLUCIÓN DE LOS USUARIOS



Así las cosas, se puede concluir que el efecto de las diferentes Políticas Públicas que ha desarrollado el Gobierno Nacional sobre las variables asociadas a la cobertura y calidad del servicio fue positivo. Sin embargo, en base a este análisis no es posible hacer inferencias sobre la efectividad de los recursos

destinados al sector. El problema que se plantea a partir de esta instancia, es identificar las ganancias económicas y de bienestar que obtuvieron los usuarios de los servicios de Acueducto y Alcantarillado, como consecuencia del mejoramiento en estas variables.

2. APROXIMACIÓN PARA CUANTIFICAR LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS ASOCIADOS A INCREMENTOS EN COBERTURA Y CALIDAD EN EL SECTOR DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

Para estimar el efecto de las Políticas Públicas sobre el bienestar de la población, en lo que respecta a los incrementos en la calidad y cobertura de los servicios de Acueducto y Alcantarillado, se realizó un análisis en el cual se determina el valor derivado de las mejoras en la prestación del servicio, mediante la construcción de escenarios hipotéticos que buscan capturar el comportamiento que hubiese tenido el Sector de no adoptarse las medidas políticas definidas en el país, manteniendo las tendencias observadas al inicio de la serie.

Los incrementos en calidad y cobertura de los servicios públicos de Acueducto y Alcantarillado generan incrementos en el bienestar de la sociedad, a través de beneficios económicos que incluyen los siguientes componentes:

a) Reducción de la morbilidad de la población, que a su vez genera una reducción en gastos económicos en términos de los tratamientos que tiene que afrontar el hogar ante la presencia de Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA); efecto que se concentra principalmente en la población infantil menor de cinco años.

b) Reducción de la mortalidad de la población, específicamente la relacionada con población infantil menor de cinco años, y costos económicos imputables a la pérdida de vidas humanas.

c) Incremento en el tiempo productivo de los usuarios de los servicios. La valoración de ganancia en tiempo derivada del acceso directo a una conexión de acueducto frente al acceso a fuentes alternativas (pozos, río, quebradas, jagüey, quebradas, carrotanque, aguatero entre otros), puede ser estimada a través del costo de oportunidad del tiempo empeñado en estas actividades.

d) Reducción en la adopción de medidas de contingencia adoptadas para el aseguramiento de la calidad, las cuales se evidencian a través de la reducción en el gasto de agua en bolsa o agua embotellada, pero que también deben considerar la reducción en los costos asociados a los tratamientos realizados por parte del usuario, dentro de los cuales se cuentan hervir el agua, usar filtros o adicionar pastillas de cloro, entre otros.

e) Por último es necesario destacar que el acceso a servicios públicos genera un incremento en el reconocimiento social de los usuarios, su dignificación e inclusión dentro de los beneficios estatales. Sin embargo, valorar este efecto es complejo y requiere del uso de herramientas que sobrepasan el alcance del presente estudio.

La información utilizada proviene de la **Encuesta de Demografía y Salud (DHS)** de los años 1990, 1995, 2000 y 2005 desarrollada por PROFAMILIA, la cual representa un estudio de cobertura nacional con representatividad urbana y rural, por regiones y subregiones del país. Adicionalmente, se considera información proveniente de la **Encuesta de Calidad de Vida** realizada en el 2003 (DANE) y el **Censo General de 2005** (DANE).

2.1. INCIDENCIA DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN LA MORBILIDAD INFANTIL

¿El sector de agua potable y saneamiento básico incide en la morbilidad infantil? Es una pregunta que tiene respuesta en la medida en que los hogares que presentan acceso a dichos servicios tengan mayores garantías en relación con la calidad del agua que consumen y la evacuación y posterior tratamiento de las aguas residuales que generan. En este sentido, es ampliamente reconocido que existe una relación entre el acceso

al servicio de acueducto y las enfermedades diarreicas agudas (EDA) en población menor a cinco años (Esrey et al, 1985 y 1991).⁷

Como se observa en el Cuadro 3, la existencia de diarrea en niños menores de cinco años, referida específicamente en hogares donde se cuenta con el servicio de acueducto, ha disminuido entre los años 1995 y 2005. Para el año 1995, de los hogares que cuentan con el servicio, el 16,14% de niños menores de cinco años presentan diarrea, mientras que para el año 2005 el porcentaje se reduce a un 10,25%. Es decir, existe una reducción del 5,89% en casos de diarrea en la población menor de 5 años en hogares con acceso a acueducto. Esta reducción podría estar directamente relacionada con el incremento en la calidad, evidenciada en la sección anterior. Es decir, el ahorro obtenido por reducción de casos de diarrea en niños menores de cinco años, dentro de grupo de población que cuenta con servicio de acueducto, puede ser explicado, al menos parcialmente, por el incremento en la calidad del servicio de agua potable.

CUADRO 3. FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE ACUEDUCTO Y PRESENCIA DE DIARREA EN MENORES DE CINCO AÑOS

FUENTE		TIENE DIARREA RECIENTEMENTE			
ACUEDUCTO	AÑO	NO	SI	NO SABE	TOTAL
	1990	86,86%	11,98%	1,16%	100%
	1995	82,07%	16,14%	1,79%	100%
	2000	85,09%	13,44%	1,47%	100%
	2005	88,35%	10,25%	1,40%	100%

Fuente: Cálculos CRA en base a información de DHS, 1990, 1995, 2000 y 2005.

De acuerdo con los resultados presentados en los Cuadros 3 y 4, y con base en las proyecciones de crecimiento de población del DANE, la reducción en el porcentaje de niños menores de cinco años que presentan casos de diarrea,

representa entre los años 2000 y 2005 una diferencia de 196.835 casos. Teniendo en cuenta que en promedio el costo de tratamiento de una EDA es igual a \$ 42.663 (precios de 2005), el ahorro entre los dos años, como consecuen-

⁷ Esta investigación analiza 67 estudios correspondientes a 28 países, donde encuentran que los beneficios en la reducción de morbilidad por diarrea eran del 25%, 22% y 16% por mejoras en la disponibilidad de agua, la disposición de excrementos y en la calidad del recurso hídrico respectivamente.

cia en la reducción en la presencia de enfermedades diarreicas agudas (EDA) ascendería a \$ 8.397 millones de pesos (precios de 2005).⁸

Se puede considerar que dicho ahorro es una mejora en términos de bien-

estar para los hogares, y un mejoramiento de las condiciones de vida para la población menor de cinco años (Cuadro 4).

CUADRO 4. COSTOS ESTIMADOS POR LA REDUCCIÓN DE EDA EN MENORES DE CINCO AÑOS (MILLONES DE PESOS)

AÑO	1990	1995	2000	2005
Niños < 5 años	5.296.909	5.550.658	5.450.619	5.226.615
Niños con diarrea	634.570	895.876	732.563	535.728
Porcentaje de niños con EDA	12,0%	16,1%	13,4%	10,2%
Costo prom. EDA (pesos)	\$42.663	\$42.663	\$42.663	\$42.663
Costo total EDA (pesos)	\$27.072	\$38.220	\$31.253	\$22.855
Ahorro		\$ -11.148	\$ 6.967	\$ 8.397

Fuente: Cálculos CRA.

Es necesario recordar que se está considerando específicamente el grupo de población que cuenta con servicio de acueducto. En consecuencia, los beneficios económicos estimados estarían asociados a incrementos en la calidad del servicio.

Por otra parte, se hace necesario explorar, además de los beneficios derivados del incremento en la calidad del servicio para aquellos hogares que cuentan con conexión, el efecto que tiene sobre la morbilidad infantil el acceso al servicio, es decir los incrementos en cobertura. Para respaldar el supuesto de que el acceso a acueducto disminuye las cantidades de EDAs en la sociedad, se realiza una regresión econométrica, la cual considera como variable dependiente si el niño menor de cinco años presenta

diarrea; el valor de esta variable es uno (1) si presenta diarrea y cero (0) en caso contrario. Como variable independiente se considera si el hogar donde habita ese niño tiene presencia de acueducto público o no. En caso de disponibilidad de acueducto, el valor de la variable será de uno (1) y cero (0) en caso contrario. En este caso, como la variable dependiente es binaria, se utiliza una regresión con un modelo probit.⁹ Se observa que el signo del coeficiente de la variable acceso acueducto es negativa para los años 1990, 1995, 2000 y 2005; en tal sentido, si el hogar donde habita el niño menor de cinco años presenta acceso a acueducto, existe menor probabilidad de que el infante presente diarrea (Anexo 1: *Diarrea y Acceso a Acueducto*).

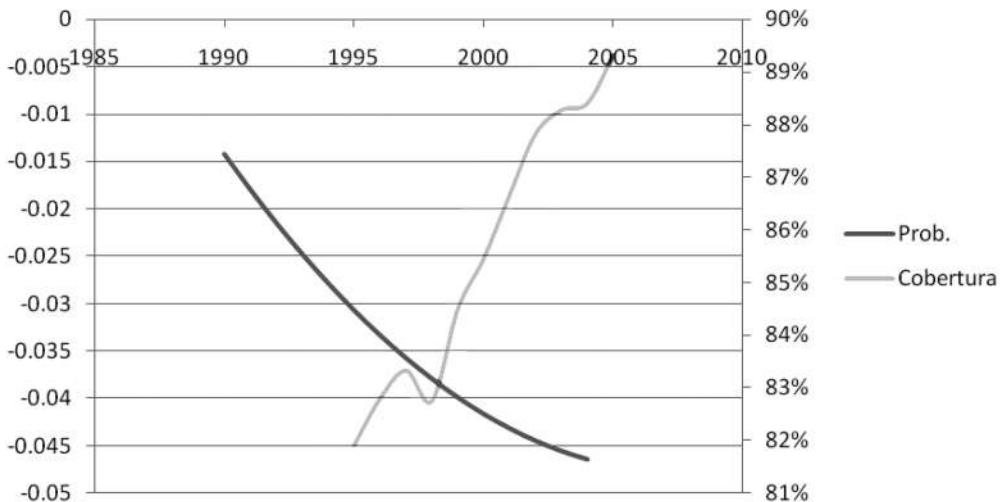
8 El dato del costo de tratamiento de una EDA se obtiene del Informe Actual de los Acueductos en el Departamento del Putumayo (Octubre de 2006, página 29) elaborado por la Contraloría General del Departamento del Putumayo. Así mismo, el documento de Hutton y Haller (2004) estiman que un tratamiento de una EDA tiene un costo promedio entre \$us. 10 y \$us. 23.

9 Como indica Gujarati (1997, pág. 557): "Las formulaciones logísticas y probit son bastantes comparables, siendo la principal diferencia que la logística tiene colas ligeramente más planas, es decir, la curva normal, o probit se acerca a los ejes más rápidamente que la curva logística. Por consiguiente, la selección entre los dos es de conveniencia (matemática) y de disponibilidad instantánea de programas de computador". En tal sentido, para el presente documento se recurrió a un modelo probit, aunque de igual forma se hubiera podido recurrir a un modelo logit.

Cuando se calculan los efectos marginales para los cuatro años, se observa que por cada conexión al servicio de acueducto disminuye la probabilidad de que los niños menores de cinco años presenten diarrea. Utilizando los efectos marginales para este periodo, se generaron las probabilidades o los efectos marginales para el período 1990 al 2005 (a través de una extrapolación de datos). Como se observa en el Gráfico 15, a medida que van pasando los años, la cober-

tura del servicio de acueducto va en aumento y de la misma manera, va en disminución la probabilidad de que los niños menores de cinco años presenten enfermedades diarreicas agudas (EDA). Por ejemplo, en el año 1990 por cada conexión al servicio de acueducto disminuye la probabilidad en un 1,5% de que niños menores de cinco años presenten diarrea. Mientras que para el año 2005, la probabilidad es del 4,5%.

GRÁFICO 15. EVOLUCIÓN DE LA COBERTURA DE ACUEDUCTO Y LA PROBABILIDAD DE PRESENCIA DE EDA EN MENORES DE CINCO AÑOS



Fuente: Cálculos CRA.

Las medidas de calidad de agua también pueden ser incorporadas en esta regresión. De esta forma se estima si la calidad de agua a la cual tienen acceso los hogares, capturada a través del “Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano”

(IRCA)¹⁰, determina la presencia o no de diarrea en los niños menores de cinco años.

Así las cosas, se realizó una regresión econométrica para el año 2005 (debido a la disponibilidad de información referente al IRCA),

¹⁰ El IRCA está definido como la probabilidad de que un individuo de una población se enferme o muera, mientras persistan las condiciones que afectan la calidad del agua para consumo humano, por el grado de influencia que tienen las características físicas, químicas y microbiológicas en el agua sobre la salud (la variable toma valor entre 0 y 100, donde de 0-5 no existe nivel de riesgo, entre 5.1-14 el riesgo es bajo, 14.1-35 el riesgo es medio, de 35.1-70 el riesgo es alto y de 70.1-100 es inviable sanitariamente) (Decreto N° 1575 de 2007 por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Ministerio de Protección Social - Colombia).

donde la variable dependiente representa la presencia de diarrea en la población menor de cinco años (si toma el valor de 1, el niño no presenta diarrea y 0 en caso contrario). Como variables independientes se determina la presencia de acueducto en el hogar donde habita el menor (si toma el valor de 1, existe acueducto en el hogar y 0 en caso contrario), el IRCA (variable continua) y finalmente se incluye una variable que indica si la madre del niño se lava las manos antes de cocinar los alimentos o después de que limpia al niño (toma el valor de 1, si la madre se lava las manos y 0 en caso contrario) (*Anexo 2: Diarrea, Acceso Acueducto, IRCA y Si se Lava las Manos año 2005*).

Se observa que los signos de las variables son los esperados:

- Existe una relación inversa entre el “acceso a acueducto público” y la “presencia de diarrea” en niños menores de cinco años. Es decir, en los hogares donde se tiene acceso a éste servicio, existe una menor probabilidad de presencia de diarrea en la población menor de cinco años.
- A mayor “Índice de Riesgo de la Calidad de Agua para Consumo Humano” (IRCA) en el municipio donde habita el hogar del niño con menos de cinco años, existe mayor probabilidad de presencia de niños menores de cinco años que “tienen diarrea”.
- El signo de la variable “lava las manos” es negativa. Éste signo puede conducir a conclusiones importantes, tales como que si la reducción en enfermedades diarreicas agudas debe ir acompañada de otras políticas además del aumento en la cobertura del

servicio; por ejemplo campañas de educación en los hogares sobre la importancia de lavarse las manos antes de cocinar o lavarse las manos después de usar el baño (en este momento el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial adelanta el Programa “Lavado de Manos”). *Es decir, si la madre se lava las manos, existe menor probabilidad de que los niños presenten diarrea.*

Otra variable que se considera importante es la referida a la educación de la madre. Como indican Tagoe (1995) o Galal (2001), en la medida en que la madre presente mayor nivel de educación, estará más consciente de las actividades o tareas que puede realizar para que los niños menores de cinco años no se enfermen, en este caso con diarrea. La educación prevé conocimientos sobre reglas de higiene, prácticas alimentarias o interpretación de síntomas.

Los resultados del modelo que considera la educación de la madre son consistentes con los obtenidos en los pasados modelos referido a las variables acceso acueducto e IRCA. Al incorporar la variable nivel de educación de la madre, se constata que a mayor nivel de educación existe menor probabilidad de que los niños menores de cinco años presenten diarrea (*Anexo 3: Diarrea, Acceso Acueducto, IRCA y Educación de la Madre año 2005*).

Por otra parte, a través de las probabilidades que reporta la Encuesta de Demografía y Salud (DHS) respecto a la probabilidad de contraer diarrea o no y cuando se tiene acceso a acueducto o no, se calcula el Riesgo Relativo (RR) que indica cuánto más probable es que ocurra un suceso en un grupo frente a otro grupo.¹¹ En este caso, para el año 1990 el Riesgo Relativo

11 El Riesgo Relativo (RR) de aparición del suceso del grupo A frente al grupo B se calcula como:

	GRUPO A	GRUPO B
Suceso	a	b
No suceso	c	d

$$RR = \frac{a}{(a+c)} \bigg/ \frac{b}{(b+d)}$$

es igual a 1.07, indicando que es más probable que se presente diarrea en niños menores de cinco años sin acceso a acueducto que con acceso. Al mismo tiempo, se observa que el Riesgo

Relativo va aumentando con el paso de los años, con lo cual se puede afirmar que el no acceso a acueducto incrementa el riesgo de contraer diarrea frente a si se tiene acceso (Cuadro 5).

CUADRO 5. RIESGO RELATIVO

	1990	1995	2000	2005
PROB. DIARREA CON ACUEDUCTO	11.98%	16.14%	13.43%	10.24%
PROB. DIARREA SIN ACUEDUCTO	12.78%	18.12%	16.60%	22.50%
RIESGO RELATIVO	1.07	1.12	1.24	2.20

Fuente: DHS, 1990, 1995, 2000 y 2005. Cálculos CRA.

Una vez estimada la relación entre enfermedades diarreicas agudas en niños menores de cinco años con la cobertura de acueducto, y estimados los costos en que incurren los hogares como consecuencia de los tratamientos correspondientes, se plantean dos escenarios contrafactuales sobre la evolución entre dichas variables frente a lo que realmente sucedió (escenario base). Para ambos escenarios contrafactuales, se estudia la evolución desde el año 1995 al 2005, debido a que en ese periodo se implementaron las principales reformas en el sector derivadas de la aplicación de la Ley de Servicios Públicos Domiciliarios (Ley 142 de 1994).

Dada la información que presenta la Encuesta Nacional de Demografía y Salud, se calcularon las ganancias o pérdidas, por cambios en los niveles de cobertura y calidad para los dos escenarios contrafactuales que se plantean mediante cambios en las probabilidades planteadas en el Cuadro 5. En el caso de la cobertura, se analizó el cambio entre el número de casos de niños menores de cinco años con diarrea con presencia y sin presencia de acueducto. Mientras que en el caso de la calidad, se revisó el cambio entre los niños meno-

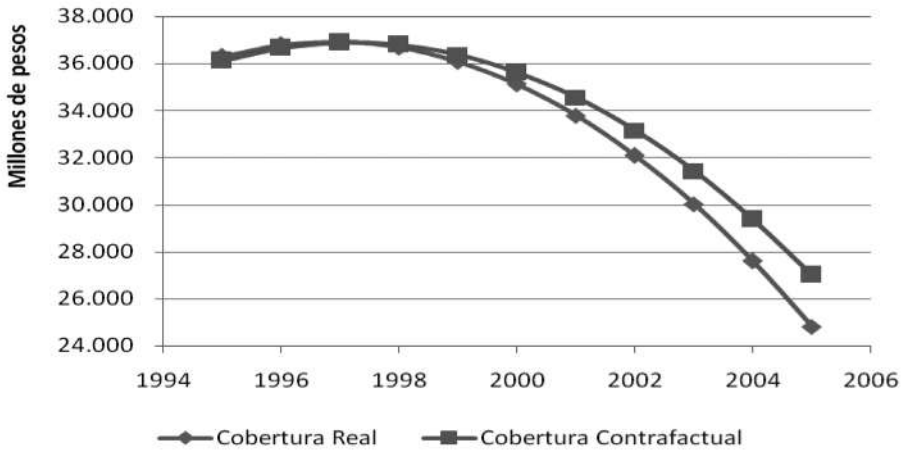
res de cinco años con y sin diarrea dentro del grupo de hogares con acceso a acueducto.

ESCENARIO 1:

El primer escenario contrafactual, considera qué hubiese ocurrido si la cobertura de acueducto, que se expresa en términos porcentuales permaneciera constante desde el año 1995 hasta el 2005. Lo que se pretendió medir es la ganancia que obtuvieron los hogares por el incremento en el nivel de coberturas; dichas ganancias medidas en reducción de casos de morbilidad de enfermedades diarreicas agudas (EDA) en niños menores de cinco años.

El Gráfico 16 presenta la evolución de las ganancias a consecuencia del aumento en el nivel de coberturas (escenario base), frente a mantener las coberturas del año 1995. Dichas ganancias fueron calculadas como la variación de los casos de diarrea con acueducto, frente a los casos de diarrea sin acueducto, con el paso del tiempo. Para cada año, se calculó el número de niños menores de cinco años con presencia de diarrea con y sin acceso a acueducto y ese número se multiplicó por el costo promedio de un tratamiento de EDA.

GRÁFICO 16. GANANCIA POR COBERTURA ENTRE EL ESCENARIO BASE Y EL CONTRAFACTUAL I



Fuente: Cálculos CRA.

Los gastos en que incurre la sociedad en el escenario base o el real, por la presencia de diarrea en niños menores de cinco años es igual a \$366.174 millones de pesos, mientras que los gastos en el escenario contrafactual ascienden

a \$373.941.344.997. Es decir, la reducción en costos de tratamiento de EDA en que incurren los hogares entre los años 1995 y 2005 a consecuencia del aumento en el nivel de coberturas es igual a \$7.767 millones de pesos.

CUADRO 6. GANANCIA POR COBERTURA ESCENARIO BASE FRENTE ESCENARIO CONTRAFACTUAL I (MILLONES DE PESOS DE 2005)

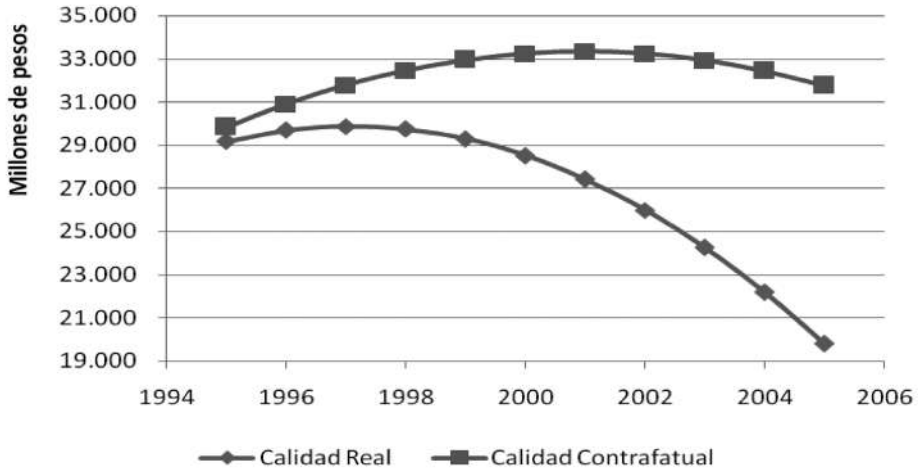
COBERTURA BASE	\$ 366.174
Cobertura Contrafactual	\$ 373.941
Ganancia Cobertura	\$ 7.767

Fuente: Cálculos CRA.

Al mismo tiempo, se estimaron las ganancias por las mejoras observadas en el nivel de calidad del consumo de agua de los hogares; en este caso, medidas como la reducción de los casos de EDA entre los niños menores de cinco años que presentan acceso a acueducto. Se calculó el número de niños menores de cinco años que pasan de tener diarrea a no tener diarrea para los diferentes años y se les multiplicó por el costo promedio de una EDA. El resultado del escenario base se compara con el resultado del escenario contrafactual para evidenciar si los hogares presentan algún beneficio.

El Gráfico 17 presenta la evolución de los costos en que incurren los hogares por tratamientos de EDA, tanto en el escenario base como en el contrafactual, teniendo en cuenta la variación de la calidad. Se evidencia que en el escenario contrafactual, los costos en que incurren los hogares son mayores a los gastos en el escenario base, debido a que en el escenario contrafactual se consideró que la calidad se mantiene constante con el paso de los años. En el escenario real, la calidad va en aumento y por tal motivo se reducen los casos de diarrea en niños menores de cinco años.

GRÁFICO 17. GANANCIA POR CALIDAD ENTRE EL ESCENARIO BASE Y EL CONTRAFACTUAL I



Fuente: Cálculos CRA.

El costo total por tratamiento de EDA en el escenario base para todo el periodo, es igual a \$295.976 millones de pesos, mientras que el costo en el escenario contrafactual es igual a \$354.847 millones de pesos.

Por lo tanto, se puede concluir que el nivel de cobertura que evidencia el país en ese momento generó unos ahorros a los hogares iguales a \$58.970 millones de pesos.

CUADRO 7. GANANCIA POR CALIDAD ESCENARIO BASE FRENTE ESCENARIO CONTRAFACTUAL I (PESOS DE 2005)

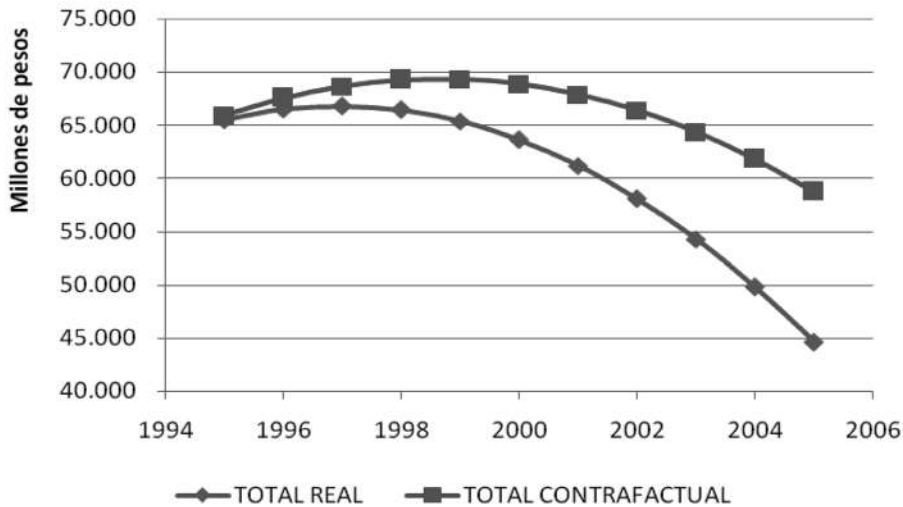
CALIDAD BASE	\$ 295.876
CALIDAD CONTRAFACTUAL	\$ 354.847
GANANCIA CALIDAD	\$ 58.970

Fuente: Cálculos CRA.

En tal sentido, se puede concluir que el ahorro total (aumento en conexiones y calidad) en que incurrieron los hogares por el nivel actual

de coberturas en acueducto frente al escenario de mantener las coberturas en el nivel del año 1995 es igual a \$66.737 millones de pesos.

GRÁFICO 18. GANANCIA POR CALIDAD Y COBERTURA ENTRE EL ESCENARIO BASE Y EL CONTRAFACTUAL I



Fuente: Cálculos CRA.

CUADRO 8. GANANCIA POR COBERTURA Y CALIDAD ESCENARIO BASE FRENTE CONTRAFCTUAL I (MILLONES DE PESOS DE 2005)

Cobertura + Calidad Base	\$ 662.050
Cobertura + Calidad Contrafactual	\$ 728.788
Ganancia Cobertura + Calidad	\$ 66.737

Fuente: Cálculos CRA.

ESCENARIO 2:

Se estimó que entre los años 1996 y 2003 se invirtieron cerca de \$11.7 billones (pesos de 2005), con lo cual, para el año 2005 se esperaba por lo menos una cobertura del 95%, superior a la que se presentó ese año (88.32%).¹² En tal sentido, el segundo escenario propuesto es confrontar los costos o ganancias en que incurren los hogares en el escenario base o el real, frente a un escenario donde la cobertura para el año 2005 hubiese sido igual al 95%.

De igual forma, se calculó el gasto en tratamiento por EDA, tanto por cambios en cobertura como por cambios en calidad. En el

caso de cambios en cobertura, se midió a través de la modificación en el tiempo (periodo 1995 – 2005) del número de niños menores de cinco años que presentan diarrea con cobertura y sin ella. En el caso de cambios en la calidad, se estimó a través de cambios en la composición de niños menores de cinco años con y sin diarrea que presentan acceso a acueducto.

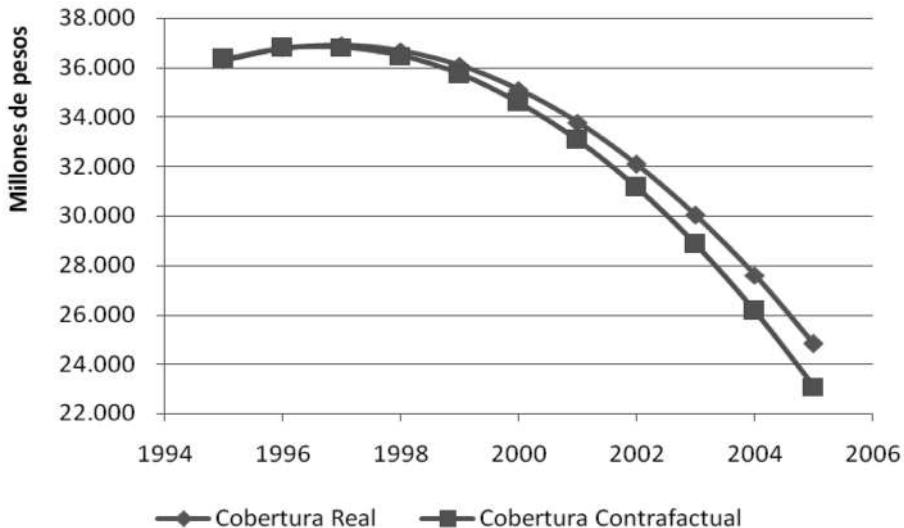
Como se observa en el Gráfico 19, los gastos en que incurren los hogares por tratamiento de enfermedades diarreicas agudas es superior en el escenario base que en el escenario contrafactual. En el caso del escenario base, los gastos en tratamiento a consecuencia de

12. Salamanca, J. y Vengoechea, J. (2005). *El Sistema General de Participaciones en el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Planeación y Desarrollo. Volumen XXXVII, Número 2, 2001-235.*

un aumento en la cobertura es igual a \$366.174 millones de pesos para el periodo 1995 - 2005. En el caso del escenario contrafactual, los gastos son iguales a \$359.075 millones de pesos. Es

decir, si la cobertura para el año 2005 hubiese sido igual al 95%, los hogares hubieran ahorrado \$7.098 millones de pesos con respecto a la cobertura que realmente se evidenció en el país.

GRÁFICO 19. GANANCIA POR COBERTURA ENTRE EL ESCENARIO BASE Y EL CONTRAFACTUAL 2



Fuente: Cálculos CRA.

CUADRO 9. GANANCIA POR COBERTURA ESCENARIO BASE FRENTE ESCENARIO CONTRAFACTUAL 2 (MILLONES DE PESOS DE 2005)

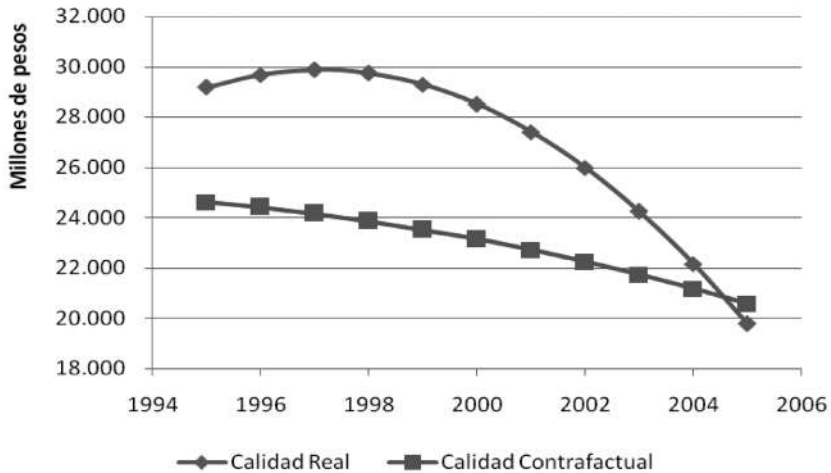
COBERTURA BASE	\$ 366.174
COBERTURA CONTRAFACTUAL	\$ 359.075
GANANCIA	\$ (7.098)

Fuente: Cálculos CRA.

Al considerar los gastos en que incurrir los hogares a consecuencia de un cambio en el nivel de calidad, se evidenció que para todos los años, hay un menor gasto por parte de los hogares dado que la calidad del agua hubiese sido la del año 2005 y pudiéndose generar menos casos de diarrea en los niños. En el caso del escenario base, los hogares han realizado

un gasto igual a \$295.876 millones de pesos. Mientras que en el escenario contrafactual, el gasto hubiese sido igual a \$252.205 millones de pesos. Es decir, si la cobertura del año 2005 fuera igual a 95%, los hogares colombianos hubieran ahorrado por mejoras en calidad, \$43.671 millones de pesos de 2005.

GRÁFICO 20. GANANCIA POR CALIDAD ENTRE EL ESCENARIO BASE Y EL CONTRAFACUAL 2



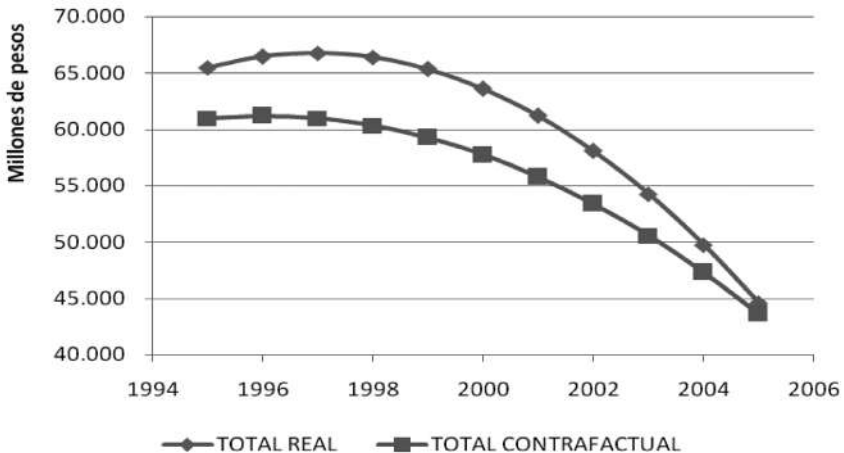
Fuente: Cálculos CRA.

CUADRO 10. GANANCIA POR CALIDAD ESCENARIO BASE FRENTE ESCENARIO CONTRAFACUAL 2 (MILLONES DE PESOS DE 2005)

CALIDAD BASE	\$ 295.876
CALIDAD CONTRAFACUAL	\$ 252.205
GANANCIA	\$ (43.671)

Fuente: Cálculos CRA.

GRÁFICO 21. GANANCIA POR CALIDAD Y COBERTURA ENTRE EL ESCENARIO BASE Y EL CONTRAFACUAL 2



Fuente: Cálculos CRA.

CUADRO 11. GANANCIAS POR COBERTURA Y CALIDAD ESCENARIO BASE FRENTE ESCENARIO CONTRAFACUAL 2 (MILLONES DE PESOS DE 2005)

Cobertura + Calidad Base	\$ 662.050
Cobertura + Calidad Contrafactual	\$ 611.281
Ganancia	\$ (50.769)

Fuente: Cálculos CRA.

Finalmente, se evidencia que los hogares podrían haber ahorrado en total (tanto en conexiones como en calidad) \$50.769 millones de pesos si la cobertura hubiera sido igual a 95% en el año 2005.

2.2. INCIDENCIA DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN LA MORTALIDAD INFANTIL

Cuando se analizan las tendencias de la mortalidad infantil, se observa un comportamiento positivo (mejora en términos relativos). Para el periodo de análisis, se encuentra una reducción en la participación de los grupos de población menor de cinco años dentro del total de defunciones observadas. El Cuadro 12, por ejemplo, presenta la evolución entre los años 2001 a 2005 del total de defunciones en meno-

res entre uno y cinco años; en ellas se evidencia que para el año 2001 el 8,28% del total de las defunciones, pertenecen a niños menores de un año, situación que se reduce para el año 2005, donde el porcentaje es igual al 6,64%. En el caso de las defunciones entre 1 y 5 años, el 1,98% de las defunciones totales pertenece a este grupo en el año 2001. Mientras que para el año 2005, este porcentaje es igual a 1,55%. Como se observa, en ambos grupos de edades se evidencia una disminución. Es importante indicar que esta reducción no se debe exclusivamente al acceso a los servicios de acueducto y alcantarillado, puesto que existen otras variables que pueden explicar este descenso, tales como campañas de vacunación, concientización de la población en el manejo de los niños, entre otras.

CUADRO 12. MORTALIDAD EN POBLACIÓN MENOR DE UN AÑO Y MENOR DE CINCO AÑOS

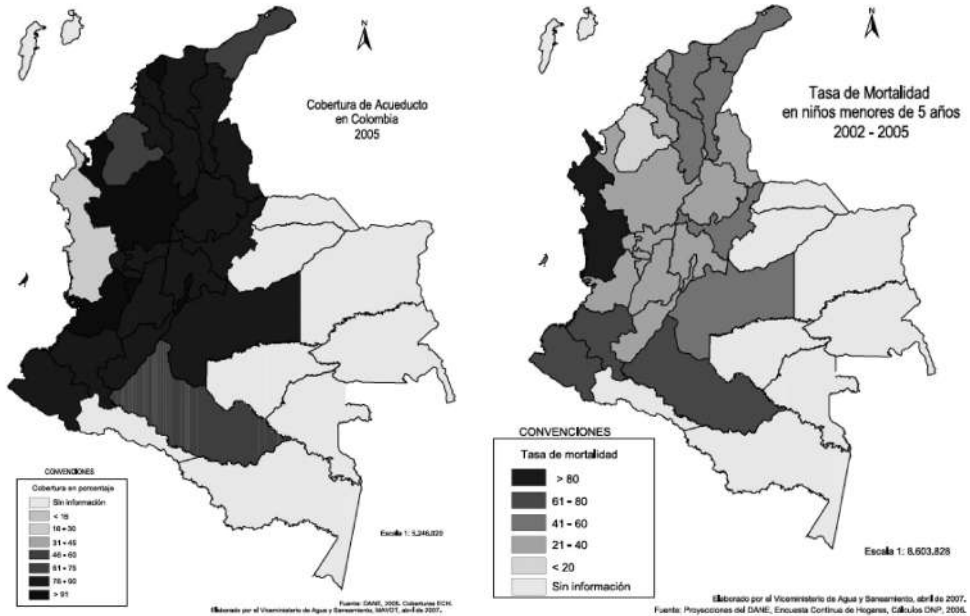
AÑO	DEFUNCIONES POBLACIÓN TOTAL	DEFUNCIONES POBLACIÓN < 1 AÑO	DEFUNCIONES POBLACIÓN ENTRE 1 Y 5 AÑOS
2001	171.210	14.178	3.395
2002	183.553	14.621	3.103
2003	187.432	15.367	3.125
2004	191.513	14.430	3.134
2005	188.489	12.511	2.913

Fuente: Datos INS – Vigilancia y Control en Salud Pública.

En el Gráfico 22, se encuentra que el departamento del Chocó presenta una tasa de mortalidad superior a ochenta niños por cada 100.000 habitantes; al mismo tiempo presenta una nivel de cobertura de acueducto para el año 2005 en un rango entre el 16% y 30%. En cambio, los departamentos del Valle del

Cauca y Antioquia presentan una tasa de mortalidad entre 21 y 40 casos por cada 100.000 habitantes, y niveles de cobertura en acueducto superiores al 91%. Bajo este entendido, se podría pensar en que existe una relación entre el acceso a acueducto y la tasa de mortalidad en niños menores de cinco años.

GRÁFICO 22. TASA DE MORTALIDAD Y COBERTURA DE ACUEDUCTO EN COLOMBIA



Fuente: DANE, 2006. Coberturas ECH.

Elaborado por el Viceministerio de Agua y Saneamiento. MAVDT. Abril de 2007.

El Cuadro 12, presenta información sobre la evolución de los casos de defunción en la población menor de cinco años. Se observa un descenso de 2.149 casos entre los años 2001 y 2005. Esta reducción de casos de defunción se podría deber a un mayor aumento en la cobertura de acueducto y alcantarillado (un supuesto que también se utilizó en el caso de morbilidad). En tal sentido, es importante conocer el valor estadístico de una vida (VEV) promedio para un ciudadano colombiano y cuánto deja de perder la sociedad por reducir la mortalidad. Es decir, la cantidad de dinero que podría generar en la vida una persona promedio en Colombia. Como indica Riera et al (2007), el valor estadístico de la vida “constituye un elemento clave del análisis coste-beneficio de la ma-

yor parte de políticas públicas que pretenden reducir el riesgo de mortalidad de los individuos”.

El valor estadístico de la vida que utiliza este documento es igual a \$884 millones de pesos para el año 2005. Dicho valor se estima tomando como fuente, el trabajo realizado por Miller (2000).¹³ Este autor estima el VEV para diferentes países en desarrollo y en vías de desarrollo, a través de la metodología de valoración económica de transferencia de beneficios. Dicha metodología trata de adecuar y usar la información sobre beneficios económicos de uno o varios estudios de valoración en un nuevo entorno económico, cuyas características son similares a la de los estudios ya realizados.

¹³ Miller (2000) estima el valor estadístico de la vida (VEV) para diferentes países a través de un modelo de transferencia de beneficios. No estima un valor para Colombia, pero estima el VEV para países similares y de la región, por ejemplo Argentina, Chile, Perú y Venezuela. Sabiendo el VEV para países similares, y tomando el PIB per cápita como una variable de referencia de comparación, se deduce el valor de VEV para Colombia igual a 884.689.327 pesos de 2005.

En tal sentido, el valor económico que se deja de perder por la reducción en el número de muertes de niños menores de cinco años entre los años 2004 y 2005, es igual a \$1.893.235 millones de pesos. Como se evidencia en el siguiente Cuadro, las pérdidas mone-

tarias por muertes en menores de cinco años (PMM) van en aumento entre los años 2001 y 2003. Posteriormente, empieza a disminuir hasta llegar al valor más bajo en el año 2005, siendo igual a \$13.645.448 millones de pesos.

CUADRO 13. AHORRO QUE OBTIENEN LOS HOGARES POR AÑO A CONSECUENCIA EN UNA REDUCCIÓN EN MORTALIDAD (MILLONES DE PESOS)

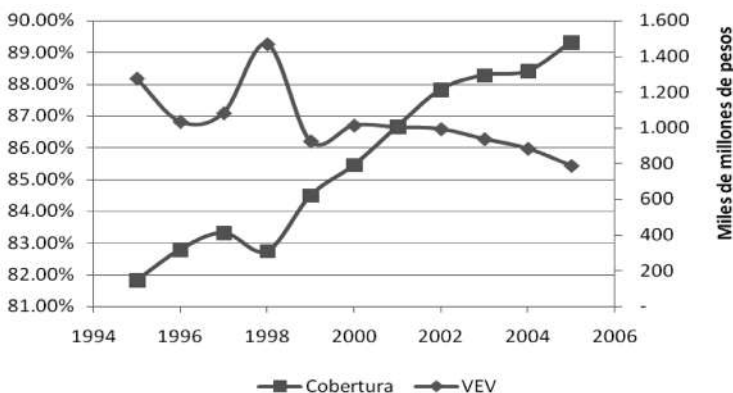
AÑO	2001	2002	2003	2004	2005
Def. < 5	17.573	17.724	18.492	17.564	15.424
PMM	\$15.546.645	\$15.680.233	\$16.359.675	\$15.538.683	\$13.645.448
Ahorro		133.588	679.441	-820.991	-1.893.235

Fuente: Cálculos CRA.

El ahorro que se observa para cada año es la diferencia entre lo que se dejaría de ganar si muere un determinado número de niños entre un año y el otro. Por ejemplo, el año 2003 presenta 18.492 casos de niños menores de cinco años muertos, originando una pérdida económica de \$16.359.675 millones de pesos; por otro lado, para el año 2004 el número de defunciones es igual a 17.564, originando una pérdida económica igual a \$15.538.683 millones de pesos. La diferencia entre ambos valores, es la ganancia que obtiene la sociedad por la reducción en la mortalidad de población menor a cinco años.

Así mismo, se evidencia una disminución de la tasa de mortalidad por enfermedad diarreica aguda, atribuible a fuentes hídricas en niños menores de cinco años en Colombia. Como se evidencia en el Gráfico 23, la mayor tasa de mortalidad se presentó en el año 1998, con 1.660 casos aproximadamente. El número de casos de mortalidad atribuibles a las características de las fuentes hídricas que se presentan cada año, sirve para estimar los cambios en el valor económico de la vida por año. Así mismo, en dicho Gráfico se evidencia una relación inversa entre el valor estadístico de la vida y el nivel de cobertura de acueducto.

GRÁFICO 23. EVOLUCIÓN DEL VALOR ESTADÍSTICO DE LA VIDA Y COBERTURA DE ACUEDUCTO



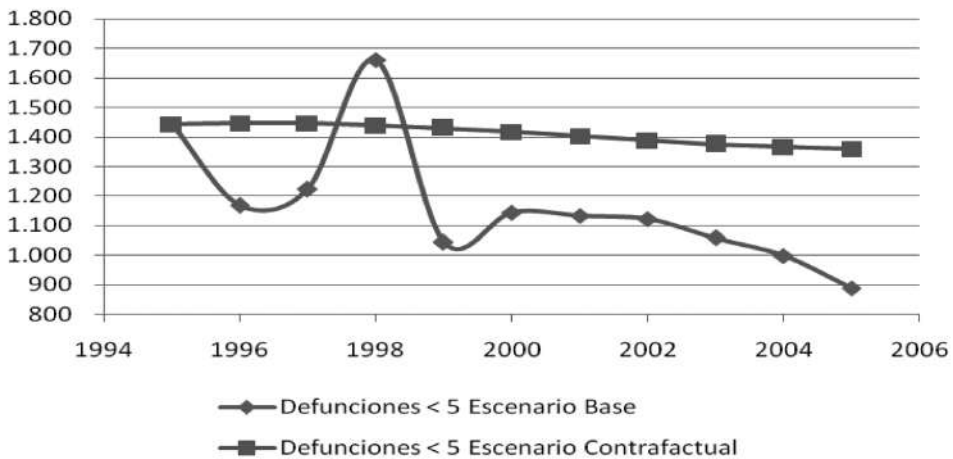
Fuente: INS - Vigilancia y Control en Salud Pública. Cálculos CRA.

La valoración económica de las pérdidas humanas a consecuencia de enfermedades diarreicas agudas (EDA) atribuibles a las características de las fuentes hídricas es igual a \$11.399.184 millones de pesos para los años 1995 al 2005. Este valor se debe comparar con otros escenarios para constatar si los hogares obtuvieron pérdidas o ganancias originadas de las variaciones en los niveles de cobertura de acueducto.

ESCENARIO 1:

El primer escenario contrafactual considera que la cobertura de acueducto del año 1995 se mantiene constante hasta el año 2005. De la misma manera, las tasas de mortalidad se mantienen constantes desde dicho año, lo que varía es el número de niños menores de cinco años de acuerdo a estimaciones y proyecciones realizadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

GRÁFICO 24. NÚMERO DE DEFUNCIONES DEL ESCENARIO BASE Y DEL CONTRAFACTUAL I



Fuente: Cálculos CRA.

Al multiplicar los casos de defunción que presenta cada escenario por el valor es-

tablecido de \$884 millones de pesos de 2005, se obtuvieron los siguientes resultados:

CUADRO 14. DIFERENCIA ENTRE VALORES ESTADÍSTICOS DE LA VIDA ENTRE EL ESCENARIO BASE Y EL CONTRAFACTUAL I (MILLONES DE PESOS DE 2005)

VEV ESCENARIO BASE	\$ 11.399.184
VEV ESCENARIO CONTRAFACTUAL	\$ 13.725.003
DIFERENCIA	\$ 2.325.819

Fuente: Cálculos CRA.

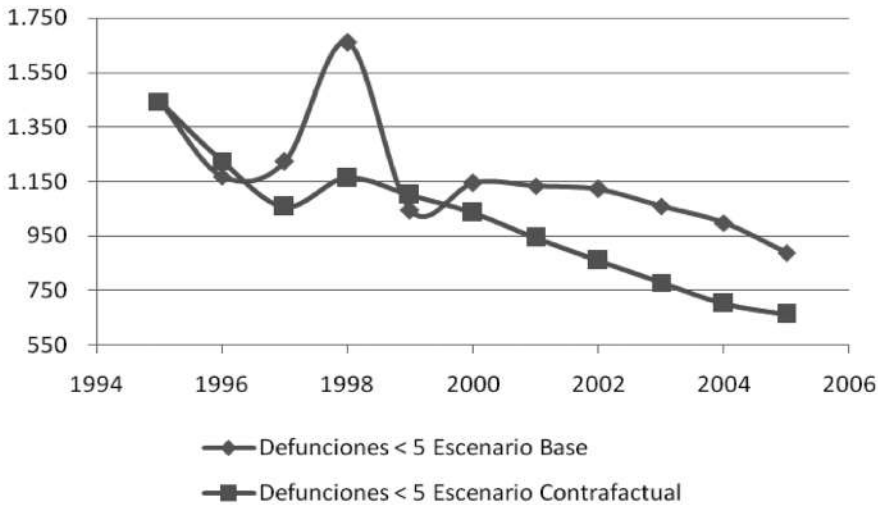
El valor monetario que se pierde por la muerte de niños menores de cinco años en el escenario base es igual a \$11.399.184 millones de pesos, mientras que en el escenario contrafactual es igual a \$13.725.003 millones de pesos. La diferencia entre ambos valores es la ganancia que obtiene la sociedad al comparar las actuales tasas de cober-

tura con lo que hubiese podido suceder al mantener las coberturas del año 1995.

ESCENARIO 2:

Este escenario considera lo que pasaría si el nivel de coberturas en el año 2005 hubiera sido igual a 95% frente al escenario base o el real.

GRÁFICO 25. NÚMERO DE DEFUNCIONES DEL ESCENARIO BASE Y DEL CONTRAFCTUAL 2



Fuente: Cálculos CRA.

En base al número de defunciones que se presentan cada año, se calculó el valor estadístico de la vida para toda la serie de años en ambos escenarios:

CUADRO 15. DIFERENCIA ENTRE VALORES ESTADÍSTICOS DE LA VIDA ENTRE EL ESCENARIO BASE Y EL CONTRAFCTUAL 2 (MILLONES DE PESOS DE 2005)

VEV Escenario Base	\$ 11.399.184
VEV Escenario Contrafctual	\$ 9.702.574
Diferencia	\$ 1.696.609

Fuente: Cálculos CRA.

Como se observa en el Cuadro 15, el valor total que se pierde debido al número de muertes en niños menores de cinco años, es menor en el escenario contrafctual que en el escenario base (un mayor nivel de cobertura de acueducto genera un menor número de muertes). En tal sentido, la sociedad estaría perdiendo un valor igual a \$1.696.609 millones de pesos, por no tener una cobertura igual al 95% en el año 2005.

2.3. INCIDENCIA DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN EL TIEMPO PRODUCTIVO DE LAS PERSONAS - COSTO DE OPORTUNIDAD

El aumento en el nivel de bienestar a consecuencia de acceso a acueducto, se puede ver reflejado en un aumento en el tiempo producti-

vo de los usuarios de los servicios, en la medida en que la presencia del servicio en el hogar reduce el tiempo en que se incurre en la búsqueda de otra fuente de agua. La búsqueda de otra fuente de agua origina un costo de oportunidad para el hogar o para el individuo que tiene que realizarla, costo de oportunidad que puede ser, por ejemplo, la pérdida de un salario mínimo. El Anexo 4 presenta la evolución del salario mínimo, del cual se derivó el salario mínimo por minuto. Se calculó el valor del salario por minuto, con la finalidad de estimar el valor monetario que las personas pierden por no tener acceso al servicio de acueducto en la vivienda, teniendo que recurrir a otras fuentes de abastecimiento que estén a su alcance; por ejemplo, el recurrir a una pila pública, a un pozo con y sin

bomba, a un río, a una quebrada, a un manantial, a un carrotaque, a un aguatero, ir a comprar agua en botella o en bolsa, entre otras.¹⁴

Para los años 1990, 1995, 2000 y 2005 se tiene el porcentaje de personas que destinan un tiempo “X” (en minutos) que invierten en ir a recoger agua de su fuente de abastecimiento principal y volver al hogar.

$$\text{Costo Oportunidad}_i = (\text{Salario Mínimo por Minuto}) * (N^\circ \text{Habitantes}_i) * (\text{TiempoMinutos}_i)$$

Para el año 1990, el número de habitantes fue igual a 34.124.535; para el mismo año, el salario mínimo por minuto fue igual a \$2,85 pesos. En tal sentido, el grupo de personas que toma un minuto en ir a recoger agua y volver de la principal fuente de abastecimiento (alrededor de 460 mil habitantes), tiene en total

Para calcular el costo de oportunidad, se multiplica el salario mínimo por minuto por el número de habitantes, que en el país gastan una cantidad de minutos específica en acceder a la fuente de agua, así como por el número de minutos que invierte en acceder a dicha fuente. En tal sentido, para calcular el costo de oportunidad se recurrió a la siguiente fórmula:

un costo de oportunidad que asciende a \$6 millones de pesos de 2005 por cada vez que realiza esa acción. En el otro extremo, para la población que se gasta tres horas (180 minutos), su costo de oportunidad es igual a \$193 millones de pesos de 2005 (Cuadro 16).

CUADRO 16. COSTO DE OPORTUNIDAD DE RECURRIR A OTRAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA – AÑO 1990

AÑO 1990 – SALARIO MÍNIMO POR MINUTO = \$2,85				
TIEMPO MINUTOS	%*	Nº HABITANTES 34.124.535	COSTO OPORTUNIDAD (PESOS 1990)	COSTO OPORTUNIDAD (PESOS 2005)
1	1,35%	460.681,22	\$ 1.312.461,61	\$ 6.925.877,95
2	2,30%	784.864,31	\$ 4.472.091,40	\$ 23.599.287,84
3	3,33%	1.136.347,02	\$ 9.712.215,90	\$ 51.251.496,86
4	1,70%	580.117,10	\$ 6.610.917,73	\$ 34.885.903,77
5	13,03%	4.446.426,91	\$ 63.338.425,00	\$ 334.237.739,79
6	1,24%	423.144,23	\$ 7.233.121,75	\$ 38.169.282,95
8	0,18%	61.424,16	\$ 1.399.959,05	\$ 7.387.603,15
10	11,47%	3.914.084,16	\$ 111.510.626,98	\$ 588.443.112,11
15	5,59%	1.907.561,51	\$ 81.518.448,75	\$ 430.173.975,16
20	5,95%	2.030.409,83	\$ 115.691.060,25	\$ 610.503.315,96
25	0,96%	327.595,54	\$ 23.332.650,81	\$ 123.126.719,19
29	0,18%	61.424,16	\$ 5.074.851,55	\$ 26.780.061,42
30	7,58%	2.586.639,75	\$ 221.076.866,39	\$ 1.166.625.664,29
36	0,28%	95.548,70	\$ 9.799.713,34	\$ 51.713.222,06
40	0,25%	85.311,34	\$ 9.721.937,84	\$ 51.302.799,66
45	0,25%	85.311,34	\$ 10.937.180,07	\$ 57.715.649,62
60	3,61%	1.231.895,71	\$ 210.577.173,53	\$ 1.111.218.640,65
90	0,53%	180.860,04	\$ 46.373.643,48	\$ 244.714.354,38
99	0,14%	47.774,35	\$ 13.474.605,84	\$ 71.105.680,33
120	1,70%	580.117,10	\$ 198.327.531,85	\$ 1.046.577.113,08
180	0,21%	71.661,52	\$ 36.748.925,02	\$ 193.924.582,72
211	0,11%	37.536,99	\$ 22.564.617,72	\$ 119.073.798,01
240	0,18%	61.424,16	\$ 41.998.771,45	\$ 221.628.094,53
252	0,18%	61.424,16	\$ 44.098.710,02	\$ 232.709.499,26
			\$ 1.296.906.507	\$ 6.843.793.474

* Porcentaje de la población total que destina algún tiempo en minutos para acceder a fuentes de abastecimiento de agua, dicho dado se obtuvo de la Encuesta de Demografía y Salud (DHS).

Fuente: Cálculos CRA.

¹⁴ El término costo de oportunidad se refiere al valor de la mejor opción no realizada, el término fue acuñado por Friedrich von Wieser en el año 1914.

Para el total de personas que dedican algún tiempo para ir y traer agua de su fuente principal de abastecimiento, el costo de oportunidad por ir una vez a dicha fuente en el año 1990 es igual a \$6.843 millones de pesos. En tal sentido, este valor calculado se debe

multiplicar por el número de veces que el individuo va a recoger agua en un día y por el número de días del año. Los Cuadros 17, 18 y 19 presentan el cálculo del costo de oportunidad para los años 1995, 2000 y 2005.

CUADRO 17. COSTO DE OPORTUNIDAD DE RECURRIR A OTRAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA – AÑO 1995

AÑO 1995 – SALARIO MÍNIMO POR MINUTO = \$8,26				
TIEMPO MINUTOS	%*	N° HABITANTES 37.489.666	COSTO OPORTUNIDAD (PESOS 1995)	COSTO OPORTUNIDAD (PESOS 2005)
1	1,02%	382.394,59	\$ 3.158.300,51	\$ 8.503.035,59
2	2,35%	881.007,15	\$ 14.552.953,33	\$ 39.180.654,18
3	2,56%	959.735,45	\$ 23.780.145,02	\$ 64.022.856,19
4	1,36%	509.859,46	\$ 16.844.269,39	\$ 45.349.523,13
5	14,57%	5.462.244,34	\$ 225.570.776,65	\$ 607.300.139,75
6	0,32%	119.966,93	\$ 5.945.036,25	\$ 16.005.714,05
7	0,15%	56.234,50	\$ 3.251.191,70	\$ 8.753.124,87
8	0,32%	119.966,93	\$ 7.926.715,01	\$ 21.340.952,06
10	12,12%	4.543.747,52	\$ 375.280.413,59	\$ 1.010.360.699,21
12	0,14%	52.485,53	\$ 5.201.906,72	\$ 14.004.999,79
13	0,11%	41.238,63	\$ 4.427.813,46	\$ 11.920.922,44
14	0,08%	29.991,73	\$ 3.467.937,82	\$ 9.336.666,53
15	6,12%	2.294.367,56	\$ 284.247.045,94	\$ 765.273.202,87
16	0,01%	3.748,97	\$ 495.419,69	\$ 1.333.809,50
20	4,88%	1.829.495,70	\$ 302.206.009,63	\$ 813.623.797,38
25	0,09%	33.740,70	\$ 6.966.839,36	\$ 18.756.696,15
30	6,85%	2.568.042,12	\$ 636.304.661,66	\$ 1.713.111.581,58
35	0,15%	56.234,50	\$ 16.255.958,51	\$ 43.765.624,35
40	0,52%	194.946,26	\$ 64.404.559,43	\$ 173.395.235,51
45	0,13%	48.736,57	\$ 18.113.782,34	\$ 48.767.409,99
60	2,41%	903.500,95	\$ 447.735.542,95	\$ 1.205.430.339,16
70	0,06%	22.493,80	\$ 13.004.766,81	\$ 35.012.499,48
80	0,03%	11.246,90	\$ 7.431.295,32	\$ 20.007.142,56
90	0,15%	56.234,50	\$ 41.801.036,17	\$ 112.540.176,89
120	0,44%	164.954,53	\$ 163.488.497,01	\$ 440.157.136,29
130	0,11%	41.238,63	\$ 44.278.134,61	\$ 119.209.224,41
180	0,10%	37.489,67	\$ 55.734.714,89	\$ 150.053.569,19
			\$ 2.791.875.723,77	\$ 7.516.516.733

* Porcentaje de la población total que destina algún tiempo en minutos para acceder a fuentes de abastecimiento de agua, dicho dato se obtuvo de la Encuesta de Demografía y Salud (DHS)

Fuente: Cálculos CRA.

CUADRO 18. COSTO DE OPORTUNIDAD DE RECURRIR A OTRAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA – AÑO 2000

AÑO 2000 – SALARIO MÍNIMO POR MINUTO = \$18,06				
TIEMPO MINUTOS	%*	N° HABITANTES 40.282.217	COSTO OPORTUNIDAD (PESOS 2000)	COSTO OPORTUNIDAD (PESOS 2005)
1	0,18%	72.507,99	\$ 1.309.675,58	\$ 1.776.810,48
2	0,64%	257.806,19	\$ 9.313.248,57	\$ 12.635.096,72
3	0,66%	265.862,63	\$ 14.406.431,38	\$ 19.544.915,24
4	0,28%	112.790,21	\$ 8.149.092,50	\$ 11.055.709,63
5	6,68%	2.690.852,10	\$ 243.017.579,88	\$ 329.697.055,09
6	0,10%	40.282,22	\$ 4.365.585,27	\$ 5.922.701,59
7	0,10%	40.282,22	\$ 5.093.182,81	\$ 6.909.818,52
8	0,19%	76.536,21	\$ 11.059.482,68	\$ 15.004.177,36
10	9,30%	3.746.246,18	\$ 676.665.716,44	\$ 918.018.746,21
15	4,14%	1.667.683,78	\$ 451.838.075,17	\$ 612.999.614,40
20	2,66%	1.071.506,97	\$ 387.081.893,71	\$ 525.146.207,51
25	0,06%	24.169,33	\$ 10.913.963,17	\$ 14.806.753,97
30	6,09%	2.453.187,02	\$ 1.329.320.713,92	\$ 1.803.462.633,68
35	0,08%	32.225,77	\$ 20.372.731,25	\$ 27.639.274,08
40	0,04%	16.112,89	\$ 11.641.560,71	\$ 15.793.870,90
45	0,44%	177.241,75	\$ 144.064.313,82	\$ 195.449.152,42
50	0,23%	92.649,10	\$ 83.673.717,62	\$ 113.518.447,11
60	2,82%	1.135.958,52	\$ 1.231.095.045,40	\$ 1.670.201.847,94
75	0,05%	20.141,11	\$ 27.284.907,92	\$ 37.016.884,93
90	0,08%	32.225,77	\$ 52.387.023,21	\$ 71.072.419,06
120	0,56%	225.580,42	\$ 488.945.549,95	\$ 663.342.577,90
180	0,09%	36.254,00	\$ 117.870.802,22	\$ 159.912.942,89
240	0,04%	16.112,89	\$ 69.849.364,28	\$ 94.763.225,41
			\$ 5.399.719.657,46	\$ 7.325.690.883

* Porcentaje de la población total que destina algún tiempo en minutos para acceder a fuentes de abastecimiento de agua, dicho dato se obtuvo de la Encuesta de Demografía y Salud (DHS)

Fuente: Cálculos CRA.

CUADRO 19. COSTO DE OPORTUNIDAD DE RECURRIR A OTRAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA – AÑO 2005

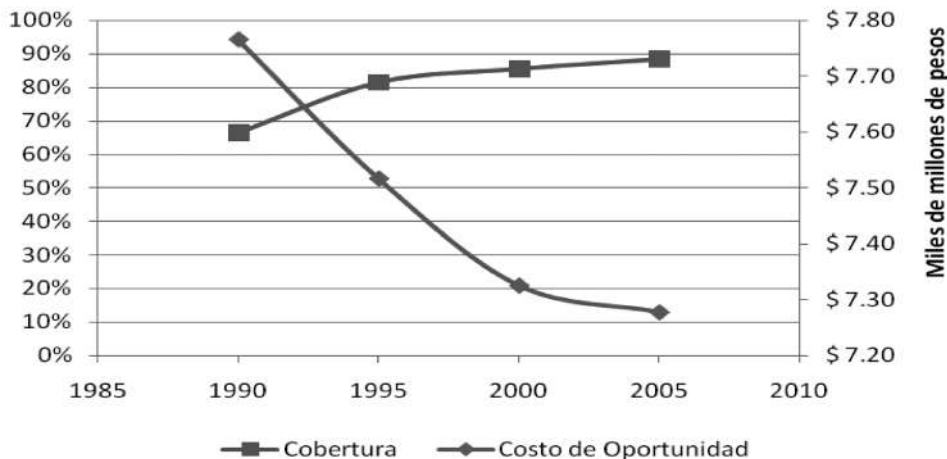
AÑO 2005 – SALARIO MÍNIMO POR MINUTO = \$26,49			
TIEMPO MINUTOS	%*	N° HABITANTES 42.888.592	COSTO OPORTUNIDAD
5	15,36%	6.587.687,73	\$ 872.639.427,75
6	0,21%	90.066,04	\$ 14.316.740,61
7	0,25%	107.221,48	\$ 19.884.361,96
8	0,02%	8.577,72	\$ 1.817.998,81
10	5,66%	2.427.494,31	\$ 643.117.078,26
12	0,23%	98.643,76	\$ 31.360.479,43
15	2,92%	1.252.346,89	\$ 497.677.173,64
20	3,02%	1.295.235,48	\$ 686.294.549,95
25	0,11%	47.177,45	\$ 31.246.854,51
30	4,58%	1.964.297,51	\$ 1.561.206.476,21
35	0,02%	8.577,72	\$ 7.953.744,78
40	0,44%	188.709,80	\$ 199.979.868,86
45	0,05%	21.444,30	\$ 25.565.608,23
50	0,13%	55.755,17	\$ 73.856.201,57
60	2,04%	874.927,28	\$ 1.390.769.087,97
90	0,26%	111.510,34	\$ 265.882.325,64
120	0,70%	300.220,14	\$ 954.449.374,10
			\$ 7.278.017.352

* Porcentaje de la población total que destina algún tiempo en minutos para acceder a fuentes de abastecimiento de agua, dicho dato se obtuvo de la Encuesta de Demografía y Salud (DHS).

Fuente: Cálculos CRA.

Finalmente, se identificó que a medida que pasan los años (entre 1990 y 2005), el costo de oportunidad (en este caso salario mínimo por minuto) de tener que ir a recoger agua y regresar a su hogar disminuye; lo cual se puede dar a consecuencia de un mayor nivel de cobertura de acueducto, puesto que los usuarios ya no tiene que invertir su tiempo en ir hasta la fuente de agua más próxima, sino que la fuente de agua llega directamente a la vivienda. Esta relación entre el nivel de coberturas y el costo de oportunidad se puede evidenciar en el Gráfico 26.

GRÁFICO 26. COSTO DE OPORTUNIDAD Y COBERTURA DE ACUEDUCTO



Fuente: Cálculos CRA.

El aumento en el nivel de coberturas genera un aumento en el nivel de bienestar de los usuarios, debido a que ya no tienen que desplazarse hasta otra fuente de agua y pueden dedicar ese tiempo a otras actividades. Al mismo tiempo, dicho tiempo que ganan al no ir a conseguir el agua lo pueden dedicar al mejor uso que esté disponible a su alcan-

ce; en este caso, pueden realizar alguna actividad que les reporte ingresos monetarios.

El aumento en el nivel de coberturas de acueducto, origina que cada año sea menor el costo de oportunidad que las personas pierden por tener que acceder a otra fuente de abastecimiento diferente a acueducto.

CUADRO 20. VARIACIONES DEL COSTO DE OPORTUNIDAD (MILLONES DE PESOS)

AÑO	1990	1995	2000	2005
Costo Oportunidad	\$ 6.843	\$ 7.516	\$ 7.325	\$ 7.278
Diferencia	-	(\$ 672)	\$ 190	\$ 47

Fuente: Cálculos CRA.

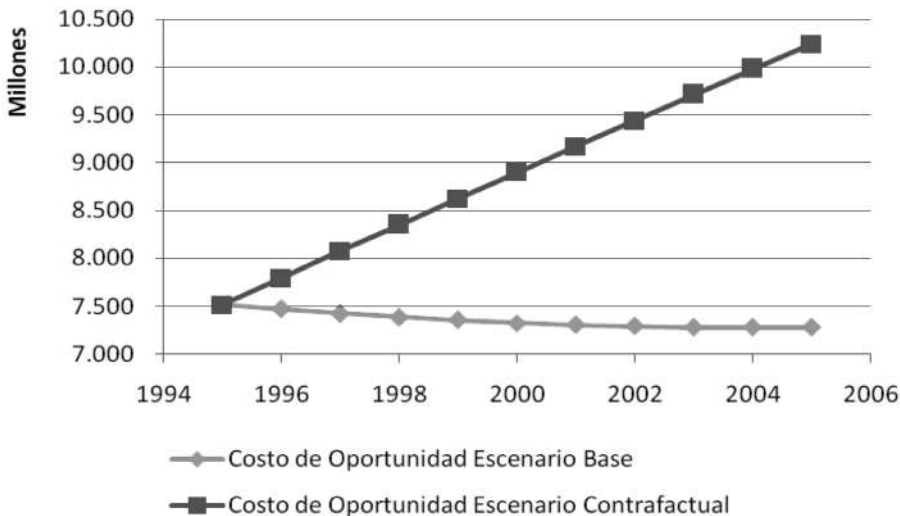
Para poder identificar las ganancias o pérdidas que sufre la sociedad por el incremento en el nivel de coberturas, específicamente el relacionado con variaciones en el costo de oportunidad, se desarrollaron dos escenarios contrafactuales.

ESCENARIO 1:

En este escenario contrafactual se supone que las coberturas del año 1995 (81,9%)

se mantienen constantes. Con este nivel de coberturas, se calculó el costo de oportunidad de los usuarios, de desplazarse hasta otra fuente de agua, y se comparó con el costo de oportunidad de la línea base o real. Se compara este escenario contrafactual para identificar las ganancias o pérdidas que reciben los usuarios por el incremento en el nivel de cobertura del servicio de acueducto.

GRÁFICO 27. COSTO DE OPORTUNIDAD ESCENARIO BASE FRENTE ESCENARIO CONTRAFACUAL I



Fuente: Cálculos CRA.

Como se evidencia en el Gráfico 27, el costo de oportunidad en el escenario base va en descenso a medida que aumenta el nivel de cobertura. Mientras que en el caso del escenario contrafactual, el costo de oportu-

nidad va en aumento debido a que la cobertura es constante a lo largo de los años y, de la misma manera, cada año la población total de la economía va en aumento.

CUADRO 21. GANANCIA DEL COSTO DEL OPORTUNIDAD DEL ESCENARIO BASE FRENTE EL ESCENARIO CONTRAFACUAL I (MILLONES DE PESOS DE 2005)

Costo de Oportunidad Escenario Base	\$ 80.897
Costo de Oportunidad Escenario Contrafactual	\$ 97.818
Diferencia	\$ 16.920

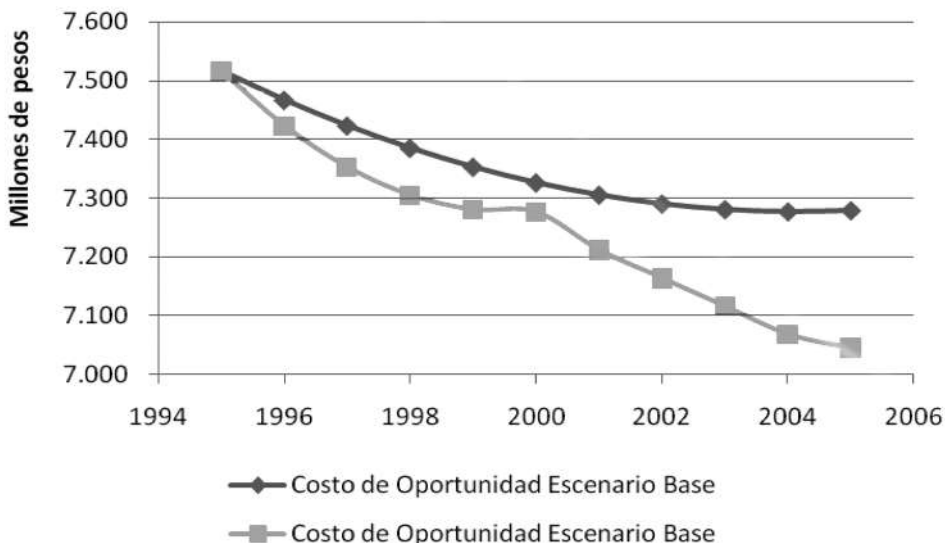
Fuente: Cálculos CRA.

El costo de oportunidad en el escenario base es igual a \$80.897 millones de pesos; mientras que el costo de oportunidad en el escenario contrafactual es igual a \$97.818 millones de pesos. La diferencia entre ambos escenarios es la ganancia o el ahorro en que incurre la sociedad por tener una mayor cobertura del servicio de acueducto, y por ende, disponer de un mayor tiempo para dedicar a otras actividades.

ESCENARIO 2:

El segundo escenario considera que las coberturas de acueducto para el año 2005 alcanzan un nivel del 95%. De la misma manera, en este escenario contrafactual se calculó el costo de oportunidad de los individuos de ir a recoger agua a otra fuente de agua y se compara con el costo de oportunidad de la línea base.

GRÁFICO 28. COSTO DE OPORTUNIDAD ESCENARIO BASE FRENTE ESCENARIO CONTRAFACUAL 2



Fuente: Cálculos CRA.

Como se observa en el Gráfico 28, el costo de oportunidad es menor en todos los años en el escenario contrafactual frente el escenario base.

Al tener mayores niveles de cobertura (escenario contrafactual), la sociedad destina menor tiempo en actividades de recolección de agua.

CUADRO 22. GANANCIA DEL COSTO DE OPORTUNIDAD DEL ESCENARIO BASE FRENTE EL ESCENARIO CONTRAFACUAL 2 (MILLONES DE PESOS DE 2005)

Costo de Oportunidad Escenario Base	\$ 80.897
Costo de Oportunidad Escenario Contrafactual	\$ 79.755
Diferencia	(\$ 1.141)

Fuente: Cálculos CRA.

El anterior Cuadro presenta el costo de oportunidad, tanto para el escenario base como para el escenario contrafactual. En el caso del escenario base, el costo de oportunidad es igual a \$80.897 millones de pesos. En el caso del escenario contrafactual, el costo de oportunidad asciende a un valor igual a \$79.755 millones de pesos. La diferencia en este caso es aproximadamente igual a \$1.141 millones de pesos. Este valor, corresponde a la cantidad de dinero que los hogares estarían perdiendo por ir a recolectar agua a otras fuentes y si las coberturas de acueducto fueran iguales al 95% en el año 2005.

2.4. INCIDENCIA DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN EL GASTO EN OTRAS FUENTES DE ACCESO A AGUA

2.4.1. CONSUMO DE AGUA EN BOLSA

Otra variable que se debe estudiar para observar el bienestar de la población, es la referida al consumo de agua en bolsa. Lo que se estima es el costo en que incurre la población por el consumo de agua en bolsa como una alternativa para tener acceso a este recurso.

El Cuadro 24 presenta información acerca del porcentaje de población que recurre a agua en bolsa para cocinar, según datos del Censo General 2005. Es importante resaltar que las preguntas asociadas a esta variable se refieren específicamente al uso de agua para cocinar los alimentos, como una medida de contingencia al no tener acceso al servicio de acueducto.

En este sentido es posible señalar que Departamentos con un bajo nivel de calidad y cobertura del servicio de acueducto,

son los que presentan mayores consumos de agua embotellada o en bolsa para cocinar. Por ejemplo, el Archipiélago de San Andrés es el departamento que reporta el mayor porcentaje de consumo de agua en bolsa; exactamente un 28%, seguido por el departamento Amazonas con un 10%, ambos deficitarios en calidad y cobertura del servicio.

Se calculó el gasto en agua en bolsa para el año 2005 tanto a nivel nacional como a nivel departamental, a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Gasto AguaBolsa} = \text{Pob. AguaBolsa} * 2 \text{ litros por día} * \$600 \text{ por litro} * 365 \text{ días}$$

El gasto es igual a la multiplicación del número de población que consume agua en bolsa por dos litros de consumo de agua día por \$600 pesos por litro (valor aproximado del costo de una bolsa a través de un sondeo del precio en diferentes puntos de venta) y por 365 días del año. El valor de dos litros por

día fue definido adoptando una postura conservadora, frente a las estimaciones de Gleick (1996), según las cuales el requerimiento mínimo recomendado de agua para consumo es mínimo cinco litros de agua por persona al día para satisfacer sus necesidades básicas.

CUADRO 23. REQUERIMIENTOS BÁSICOS DE AGUA RECOMENDADOS TOTALES

PROPÓSITO	MÍNIMO RECOMENDADO (LITROS POR PERSONA DÍA)	RANGO (LITROS POR PERSONA DÍA)
Agua para consumo	5	2 a 5
Servicios sanitarios	20 a 75	20 a 75
Ducha	15	5 a 70
Preparación de alimentos	10	10 a 50
Requerimientos básicos totales	50	

Fuente: Gleick, 1996.

CUADRO 24. GASTO EN AGUA EN BOLSA – AÑO 2005

DEPTO.	AGUA EN BOLSA	POBLACIÓN	POB. CONSUME AGUA BOLSA	LITROS POR DÍA PARA CONSUMO	GASTO EN AGUA EN BOLSA POR DÍA	GASTO EN AGUA EN BOLSA AÑO
Antioquia	0%	5.601.507,00	-	-	\$ -	\$ -
Atlántico	4%	2.112.001,00	84.480,04	168.960,08	\$ 101.376.048,00	\$ 37.002.257.520,00
Bogotá D.C.	0%	6.778.691,00	-	-	\$ -	\$ -
Bolívar	2%	1.836.640,00	36.732,80	73.465,60	\$ 44.079.360,00	\$ 16.088.966.400,00
Boyacá	1%	1.211.186,00	12.111,86	24.223,72	\$ 14.534.232,00	\$ 5.304.994.680,00
Caldas	0%	898.490,00	-	-	\$ -	\$ -
Caquetá	0%	337.932,00	-	-	\$ -	\$ -
Cauca	1%	1.182.787,00	11.827,87	23.655,74	\$ 14.193.444,00	\$ 5.180.607.060,00
Cesar	1%	878.437,00	8.784,37	17.568,74	\$ 10.541.244,00	\$ 3.847.554.060,00
Córdoba	6%	1.462.909,00	87.774,54	175.549,08	\$ 105.329.448,00	\$ 38.445.248.520,00
Cundinamarca	1%	2.228.478,00	22.284,78	44.569,56	\$ 26.741.736,00	\$ 9.760.733.640,00
Chocó	0%	388.476,00	-	-	\$ -	\$ -
Huila	0%	1.000.711,00	-	-	\$ -	\$ -
La Guajira	6%	655.943,00	39.356,58	78.713,16	\$ 47.227.896,00	\$ 17.238.182.040,00
Magdalena	2%	1.136.819,00	22.736,38	45.472,76	\$ 27.283.656,00	\$ 9.958.534.440,00
Meta	5%	713.772,00	35.688,60	71.377,20	\$ 42.826.320,00	\$ 15.631.606.800,00
Nariño	0%	1.498.234,00	-	-	\$ -	\$ -
N. de Santander	0%	1.208.520,00	-	-	\$ -	\$ -
Quindío	1%	518.691,00	5.186,91	10.373,82	\$ 6.224.292,00	\$ 2.271.866.580,00
Risaralda	0%	859.666,00	-	-	\$ -	\$ -
Santander	0%	1.913.260,00	-	-	\$ -	\$ -
Sucre	1%	762.263,00	7.622,63	15.245,26	\$ 9.147.156,00	\$ 3.338.711.940,00
Tolima	1%	1.312.304,00	13.123,04	26.246,08	\$ 15.747.648,00	\$ 5.747.891.520,00
V. Cauca	1%	4.052.535,00	40.525,35	81.050,70	\$ 48.630.420,00	\$ 17.750.103.300,00
Arauca	1%	153.028,00	1.530,28	3.060,56	\$ 1.836.336,00	\$ 670.262.640,00
Casanare	4%	281.294,00	11.251,76	22.503,52	\$ 13.502.112,00	\$ 4.928.270.880,00
Putumayo	0%	237.197,00	-	-	\$ -	\$ -
San Andrés	28%	59.573,00	16.680,44	33.360,88	\$ 20.016.528,00	\$ 7.306.032.720,00
Amazonas	10%	46.950,00	4.695,00	9.390,00	\$ 5.634.000,00	\$ 2.056.410.000,00
Guainía	3%	18.797,00	563,91	1.127,82	\$ 676.692,00	\$ 246.992.580,00
Guaviare	4%	56.758,00	2.270,32	4.540,64	\$ 2.724.384,00	\$ 994.400.160,00
Vaupés	2%	19.943,00	398,86	797,72	\$ 478.632,00	\$ 174.700.680,00
Vichada	2%	44.592,00	891,84	1.783,68	\$ 1.070.208,00	\$ 390.625.920,00
TOTAL		41.468.384,00		933.036,32	\$ 559.821.792,00	\$ 204.334.954.080,00

Fuente: Datos CENSO 2005. Cálculos CRA.

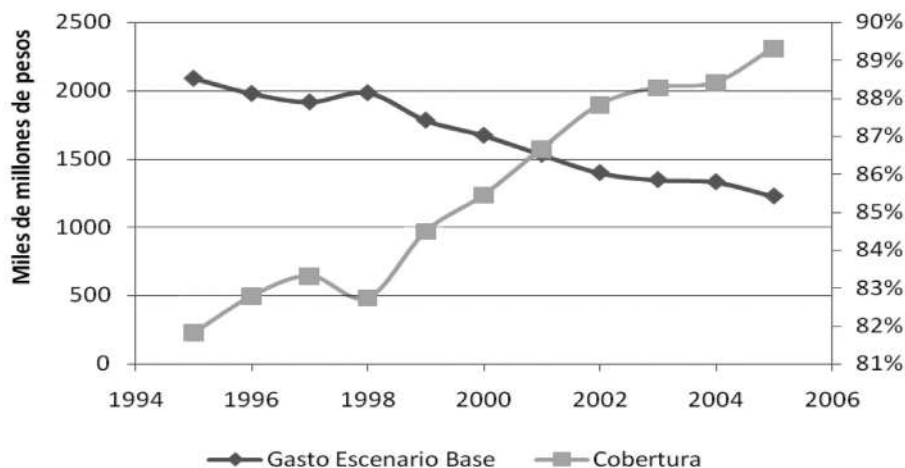
Como se observa en el Cuadro 24, Córdoba es el departamento que reporta para el año 2005 el mayor gasto en consumo de agua en bolsa, con aproximadamente \$38 mil millones de pesos, seguido por el departamento del Atlántico con \$37 mil millones de pesos. En el otro extremo, Vaupés es el departamento con menor gasto, aproximadamente \$174 millones de pesos.

Finalmente, el gasto total estimado a nivel nacional, en que incurren las personas que adquieren agua en bolsa para consumo en el año 2005 bajo el supuesto de Gleick (1996), igual a \$204.334 millones de pesos. En este punto es importante señalar que sería interesante tener información acerca del consumo de botellas y aguas en pasados años, para ver la tendencia que siguen y la relación con cambios en cobertura de acueducto. Principalmente información de aquella población que adquiere

este tipo de bien como consecuencia de no tener acceso a acueducto y tener que buscar en este medio otra forma de acceso al recurso. Los datos del pasado Cuadro, no consideran aquellas personas que compran agua en botella por pura satisfacción, teniendo acceso a acueducto; se considera únicamente aquella franja de población que recurre a este medio como una alternativa para cocinar.

Por medio de los datos de cobertura de acueducto para los años 1995 – 2005 y del valor total de gasto en agua en bolsa que realizan los individuos para el año 2005, se extrapolaron los datos del gasto para el resto de años, con la finalidad de estimar el gasto total para todo el periodo de estudio. En tal sentido, el Gráfico 29 presenta la relación inversa entre la cobertura de acueducto y el gasto en agua de bolsa que realizan los agentes económicos.

GRÁFICO 29. GASTO DE AGUA EN BOLSA Y COBERTURA DE ACUEDUCTO



Fuente: Cálculos CRA.

En este caso, el gasto total para el periodo 1995 – 2005, por consumo de agua en bolsa como fuente alterna de acceso a agua, es igual a \$18 billones de pesos de 2005. Lo importante

en este punto es indicar que con el paso de los años, el gasto va disminuyendo; por ejemplo, entre los años 2004 y 2005 se evidencia una reducción igual a \$104.463 millones de pesos.

2.4.2. CONSUMO DE AGUA DE CARROTANQUE

Otra fuente de agua a la que la población recurre para tener acceso al recurso hídrico es el referido al consumo de agua en carrotanque. El Cuadro 26 presenta información acerca del porcentaje de población en cada departamento, que consume agua de carrotanque según la información suministrada por el Censo 2005. Se evidencia que departamentos como la Guajira y Bolívar reportan los mayores porcentajes; en el caso de la Guajira con un 10% que representa 65.594 habitantes y en el caso de Bolívar con el 9% (165.297 habitantes). La tarifa en que in-

ren los habitantes por la compra de un galón de agua en carrotanque a nivel nacional es igual a \$200 pesos; es decir, un valor igual a \$52,83 pesos por litro.¹⁵ En este caso, se supone un consumo de 50 litros de agua por persona, como requerimiento básico total que incluye agua para consumo personal, servicios sanitarios, ducha y preparación de alimentos (Gleick, 1996).

Se derivó el gasto de consumo de agua en carrotanque para el año 2005, tanto a nivel nacional como departamental, a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Gasto Carrotanque} = \text{Pop. Carrotanque} * 50 \text{ litros por día} * \$2.57 \text{ por litro} * 365 \text{ días}$$

El siguiente Cuadro presenta el gasto que realizan las personas por el consumo de 50 litros de agua de carrotanque por día. El departamento que gasta la mayor cantidad de dinero es Bolívar con \$159.383 millones de

pesos al año, seguido por el departamento del Atlántico con \$142.550 millones de pesos. El gasto total que se presenta a nivel nacional es de \$613.915 millones de pesos.

CUADRO 26. GASTO EN CARROTANQUE - AÑO 2005

DEPTO.	C/TANQUE	POBLACIÓN	POB. C/TANQUE	LITROS DÍA CONSUMO	GASTO EN AGUA EN CARROTANQUE (\$ 52,83) DÍA	GASTO EN AGUA EN CARROTANQUE AÑO
Antioquia	0%	5.601.507	-	-	\$ -	\$-
Atlántico	7%	2.112.001	147.840	7.392.003	\$ 390.549.112	\$ 142.550.426.215
Bogotá D.C.	0%	6.778.691	-	-	\$ -	\$-
Bolívar	9%	1.836.640	165.297	8.264.880	\$ 436.666.669	\$ 159.383.334.520
Boyacá	0%	1.211.186	-	-	\$ -	\$-
Caldas	0%	898.490	-	-	\$ -	\$ -
Caquetá	0%	337.932	-	-	\$ -	\$-
Cauca	1%	1.182.787	11.827	591.393	\$ 31.245.684	\$ 11.404.674.725
Cesar	0%	878.437	-	-	\$ -	\$-
Córdoba	7%	1.462.909	102.403	5.120.181	\$ 270.519.669	\$ 98.739.679.320
Cundinamarca	1%	2.228.478	22.284	1.114.239	\$ 58.869.703	\$ 21.487.441.713
Chocó	0%	388.476	-	-	\$ -	\$-
Huila	0%	1.000.711	-	-	\$	- \$-
La Guajira	10%	655.943	65.594	3.279.715	\$ 173.280.462	\$ 63.247.368.743
Magdalena	6%	1.136.819	68.209	3.410.457	\$ 180.188.085	\$ 65.768.651.075
Meta	0%	713.772	-	-	\$ -	\$-
Nariño	0%	1.498.234	-	-	\$ -	\$-

¹⁵ Calculado según información obtenida de recortes de prensa.

DEPTO.	C/TANQUE	POBLACIÓN	POB. C/TANQUE	LITROS DÍA CONSUMO	GASTO EN AGUA EN CARROTANQUE (\$ 52,83) DÍA	GASTO EN AGUA EN CARROTANQUE AÑO
N. de Santander	1%	1.208.520	12.085	604.260	\$ 31.925.472	\$ 11.652.797.586
Quindío	0%	518.691	-	- \$	-	\$-
Risaralda	0%	859.666	-	- \$	-	\$-
Santander	0%	1.913.260	-	- \$	-	\$-
Sucre	5%	762.263	38.113	1.905.657	\$ 100.683.508	\$ 36.749.480.549
Tolima	0%	1.312.304	-	-	\$	\$-
V. Cauca	0%	4.052.535	-	- \$	-	- \$-
Arauca	0%	153.028	-	- \$	-	- \$-
Casanare	0%	281.294	-	- \$ -	\$	-
Putumayo	0%	237.197	-	- \$	-	\$-
San Andrés	4%	59.573	2.382	119.146	\$ 6.294.959	\$ 2.297.660.313
Amazonas	1%	46.950	469	23.475	\$ 1.240.278	\$ 452.701.524
Guainía	1%	18.797	187	9.398	\$ 496.560	\$ 181.244.527
Guaviare	0%	56.758	-	-	\$ -	\$-
Vaupés	0%	19.943	-	-	\$ -	\$-
Vichada	0%	44.592	-	-	\$ -	\$-
TOTAL			41.468.384	31.834.806	\$ 1.681.960.166	\$ 613.915.460.816

Fuente: Datos CENSO 2005. Cálculos CRA.

CUADRO 27. ESTIMACIÓN DEL GASTO EN ACUEDUCTO DE LAS PERSONAS QUE CONSUMEN AGUA DE CARROTANQUE COMO OTRA FUENTE DE ACCESO A AGUA

DEPTO.	POB. CARROTANQUE	LITROS POR DÍA PARA CONSUMO	TARIFA POR LITRO	GASTO EN AGUA CON LA TARIFA POR DÍA	GASTO EN AGUA LA TARIFA POR AÑO
Antioquia	-	-	0,88	\$ -	\$ -
Atlántico	147.840,07	7.392.003,50	1,34	\$ 9.905.284,69	\$ 3.615.428.911,85
Bogotá D.C.	-	-	2	\$ -	\$ -
Bolívar	165.297,60	8.264.880,00	1,59	\$ 13.141.159,20	\$ 4.796.523.108,00
Boyacá	-	-	0,81	\$ -	\$ -
Caldas	-	-	0,75	\$ -	\$ -
Caquetá	-	-	0,6	\$ -	\$ -
Cauca	11.827,87	591.393,50	0,63	\$ 372.577,91	\$ 135.990.935,33
Cesar	-	-	0,78	\$ -	\$ -
Córdoba	102.403,63	5.120.181,50	0,97	\$ 4.966.576,06	\$ 1.812.800.260,08
Cundinamarca	22.284,78	1.114.239,00	1,55	\$ 1.727.070,45	\$ 630.380.714,25
Chocó	-	-	1,06	\$ -	\$ -
Huila	-	-	0,58	\$ -	\$ -
La Guajira	65.594,30	3.279.715,00	0,45	\$ 1.475.871,75	\$ 538.693.188,75
Magdalena	68.209,14	3.410.457,00	1,4	\$ 4.774.639,80	\$ 1.742.743.527,00
Meta	-	-	0,11	\$ -	\$ -
Nariño	-	-	1,04	\$ -	\$ -
N. de Santander	12.085,20	604.260,00	0,83	\$ 501.535,80	\$ 183.060.567,00
Quindío	-	-	0,75	\$ -	\$ -
Risaralda	-	-	0,8	\$ -	\$ -
Santander	-	-	0,78	\$ -	\$ -

DEPTO.	POB. CARROTANQUE	LITROS POR DÍA PARA CONSUMO	TARIFA POR LITRO	GASTO EN AGUA CON LA TARIFA POR DÍA	GASTO EN AGUA LA TARIFA POR AÑO
Sucre	38.113,15	1.905.657,50	1,07	\$ 2.039.053,53	\$ 744.254.536,63
Tolima	-	-	0,78	\$ -	\$ -
V. Cauca	-	-	1,07	\$ -	\$ -
Arauca	-	-	1,21	\$ -	\$ -
Casanare	-	-	0,63	\$ -	\$ -
Putumayo	-	-	0,45	\$ -	\$ -
San Andrés	2.382,92	119.146,00	0,45	\$ 53.615,70	\$ 19.569.730,50
Amazonas	469,5	23.475,00	1,19	\$ 27.935,25	\$ 10.196.366,25
Guainía	187,97	9.398,50	0,45	\$ 4.229,33	\$ 1.543.703,63
Guaviare	-	-	0,45	\$ -	\$ -
Vaupés	-	-	0,45	\$ -	\$ -
Vichada	-	-	0,45	\$ -	\$ -
TOTAL		31.834.806,50			\$ 14.231.185,549

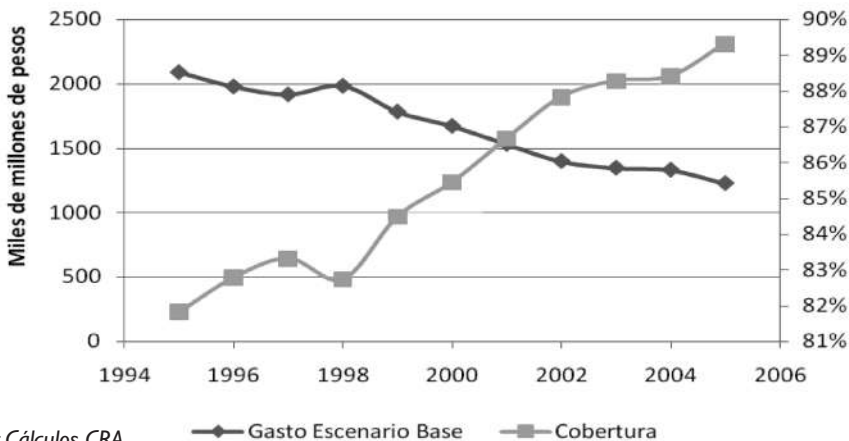
Fuente: Cálculos CRA.

En el Cuadro 27 se observa el gasto en acueducto de las personas que consumen agua en carrotanque como fuente alterna de agua; es decir, cuánto gastarían en factura de acueducto si estuvieran conectadas al servicio en vez de consumir agua de carrotanque. Si las 165.297 personas que consumen agua en carrotanque en el departamento de Bolívar estuvieran conectadas a acueducto, se tendría una reducción en los gastos por acceso a agua de \$154.383 millones de pesos y en el caso del departamento del Atlántico una reducción de

\$138.934 millones de pesos. A nivel nacional el ahorro sería de \$599.684 millones de pesos.

Los datos de cobertura de acueducto del periodo 1995-2005 y el gasto de agua en carrotanque del año 2005 fueron utilizados para extrapolar los datos de gasto en agua en carrotanque para el resto de los años. El Gráfico 30 presenta la evolución de ambas variables para el periodo de estudio. En dicho Gráfico se evidencia la relación inversa entre ambas variables; a medida que aumenta el nivel de cobertura de acueducto, disminuye el consumo de agua en carrotanque.

GRÁFICO 30. GASTO CONSUMO DE AGUA DE CARROTANQUE Y COBERTURA DE ACUEDUCTO



Fuente: Cálculos CRA.

El gasto total en que incurren los habitantes por el consumo de 50 litros por día de agua de carrotanque durante todo el periodo de análisis, es igual a \$9 billones de pesos de 2005. Como se indicó, a medida que aumenta la cobertura, disminuye el gasto en carrotanque. Por ejemplo, el aumento en el nivel de cobertura de acueducto del año 2004 al 2005 (pasar de 88.41% a 89.32%), origina una disminución de 7,85% en los gastos de consumo de agua de carrotanque.

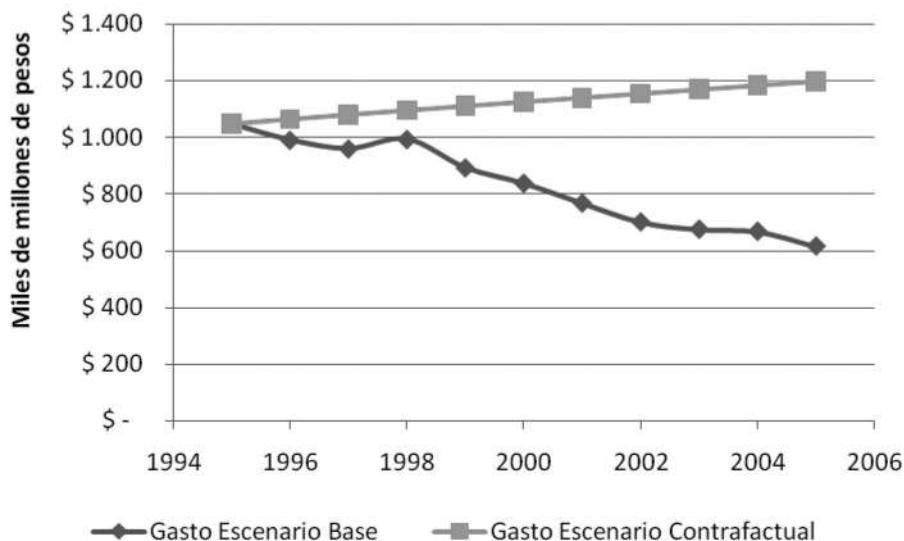
Al igual que en los anteriores casos, se plantearon dos escenarios. El primero, donde se

mantiene constante el nivel de cobertura del año 1995 para todo el periodo de análisis, y el segundo, lograr una cobertura del 95% para el año 2005.

ESCENARIO I:

Con un nivel de cobertura constante igual a 81,9% para el periodo 1995-2005, el gasto de agua en carrotanque va aumentando con el paso de los años, debido al incremento en el número de habitantes en el país, según reporta el DANE (Gráfico 31).

**GRÁFICO 31. GASTO DE AGUA DE CARROTANQUE
ESCENARIO BASE FRENTE ESCENARIO CONTRAFACtual I**



Fuente: Cálculos CRA.

Al comparar el gasto de agua de carrotanque en que incurren las personas en el periodo 1995-2005, se evidencia que obtienen unos ahorros de \$3.206.954 millones de pesos, debido a que el escenario real presenta mayores niveles

de cobertura frente el escenario contrafactual. En tal sentido, se puede concluir que los actuales niveles de cobertura generan unos beneficios económicos a la sociedad, por una reducción en los gastos de acceso a agua en carrotanque.

CUADRO 28. DIFERENCIA DEL GASTO EN AGUA DE CARROTANQUE DEL ESCENARIO BASE FRENTE EL ESCENARIO CONTRAFCTUAL I (MILLONES DE PESOS DE 2005)

Gasto Agua de Carrotanque Escenario Base	\$ 9.132.854
Gasto Agua de Carrotanque Escenario Contrafactual	\$ 12.339.809
Diferencia	\$ 3.206.954

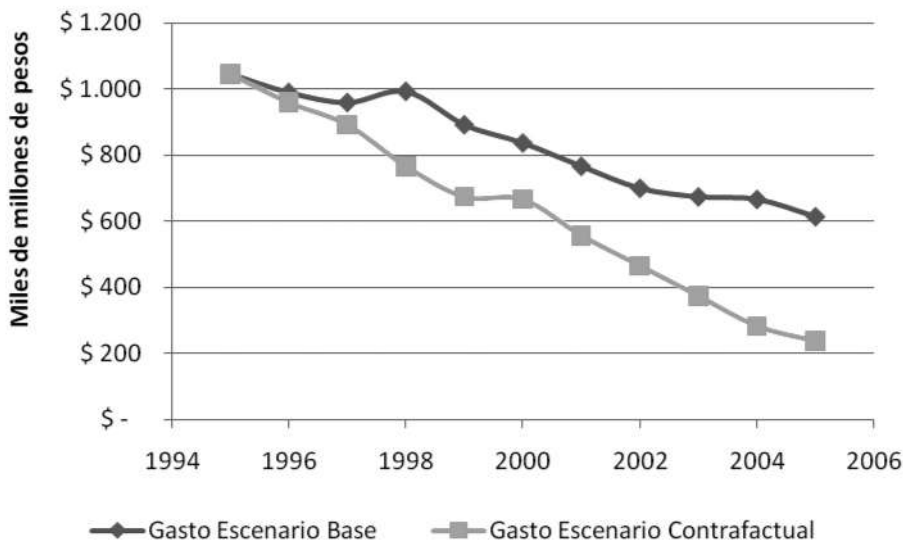
Fuente: Cálculos CRA.

ESCENARIO 2:

Este escenario estima la diferencia en el gasto de agua de carrotanque del escenario base o real, frente el escenario donde se

considera alcanzar a una cobertura del 95% para el año 2005. Como se observa en el siguiente Gráfico, el gasto es menor para todos los años del periodo 1995-2005.

GRÁFICO 32. GASTO DE AGUA DE CARROTANQUE ESCENARIO BASE FRENTE ESCENARIO CONTRAFCTUAL 2



Fuente: Cálculos CRA.

El gasto en agua de carrotanque del escenario base es aproximadamente igual a \$9 billones de pesos, mientras que el gasto, si la cobertura hubiese llegado al 95% en el año 2005 es aproximadamente igual a \$6 billones

de pesos. En tal sentido, la diferencia de \$2 billones de pesos de 2005 es lo que la sociedad hubiera podido ahorrar por una reducción en compra de agua de carrotanque si la cobertura fuera mayor a la actual (Cuadro 29).

CUADRO 29. DIFERENCIA DEL GASTO EN AGUA DE CARROTANQUE DEL ESCENARIO BASE FRENTE EL ESCENARIO CONTRAFCTUAL 2 (MILLONES DE PESOS DE 2005)

Gasto Agua en Carrotanque Escenario Base	\$ 9.132.854
Gasto Agua en Carrotanque Escenario Contrafactual	\$ 6.919.519
Diferencia	(\$ 2.213.335)

Fuente: Cálculos CRA.

3. RESUMEN DE RESULTADOS

En esta sección se presenta la cuantificación de los ahorros o las pérdidas de los hogares a consecuencia de una variación en el nivel de coberturas en acueducto para los dos escenarios que se desarrollaron.

ESCENARIO 1:

El Cuadro 30 presenta información sobre los ahorros que los hogares generan a consecuencia de comparar el escenario base o real y el escenario contrafactual uno, donde se considera que las coberturas del año 1995 se mantienen constantes a lo largo del periodo de análisis 1995-2005. El escenario buscó captar el comportamiento que hubiesen tenido los agentes económicos si las diferentes políticas de regulación de agua potable y saneamiento básico no se hubieran adelantado. En este caso, se evidencia que la sociedad en su con-

junto; logró unos ahorros iguales a \$5.6 billones de pesos aproximadamente en temas de reducción de tasas de morbilidad y mortalidad en niños menores de cinco años como consecuencia de enfermedades diarreicas agudas (EDA), tiempo en que incurren en la búsqueda de otra fuente de agua, gasto realizado en compra de agua en bolsa para cocinar y gasto de agua en carrotanque para consumo básico.

Al mismo tiempo, se calcularon los ahorros que obtendrían si sólo se consideran reducciones en morbilidad, mortalidad y costo de oportunidad, debido a que en la estimación de la otra variable se desarrolló técnicas de extrapolación de datos que pueden no ser los que realmente se presentaron. En tal sentido, los ahorros fueron aproximadamente \$2,4 billones de pesos de 2005 para todo el periodo.

CUADRO 30. CUANTIFICACIÓN ECONÓMICA DE CAMBIOS EN EL BIENESTAR DE LOS HOGARES RELACIONADOS CON VARIACIONES EN NIVELES DE COBERTURA EN EL SECTOR DE ACUEDUCTO (MILLONES DE PESOS DE 2005)

a) Morbilidad		\$ 66.737	
	a1) Cobertura		\$ 7.767
	a2) Calidad		\$ 58.970
b) Mortalidad		\$ 2.325.819	
c) Costo de Oportunidad		\$ 16.920	
d) Gasto Agua de Carrotanque		\$ 3.206.954	
TOTAL (a+b+c+d) en pesos		\$ 5.616.432	
TOTAL (a+b+c) en pesos		\$ 2.409.477	

Fuente: Cálculos CRA.

Si dividimos el valor total de los beneficios que obtienen los usuarios de los servicios entre el número de años que presenta el periodo de análisis, se tiene un beneficio promedio igual a \$240 mil millones de pesos por año. En este punto, es necesario indicar que dichos beneficios son considerados una renta perpetua; es decir, es una serie de pagos o beneficios que se obtiene a consecuencia del aumento en el nivel de cobertura y calidad del servicio que dura y permanece en el tiempo.

ESCENARIO 2:

Si la cobertura de acueducto hubiese sido igual al 95% en el año 2005 (escenario contra-

factual dos), y se compara contra la cobertura que realmente experimentó el sector, los hogares hubieran logrado ahorrar aproximadamente \$3.9 billones de pesos por reducciones en casos de morbilidad y mortalidad de EDA, disminución en tiempos para ir a otras fuentes de acceso, gasto de agua en bolsa y carrotanque.

Si no se considera los gastos de agua de carrotanque, debido a la explicación presentada en el anterior escenario, los ahorros que la sociedad hubiera logrado por tener una cobertura del 95% serían aproximadamente de \$1.7 billones de pesos.

CUADRO 31. CUANTIFICACIÓN ECONÓMICA DE CAMBIOS EN EL BIENESTAR DE LOS HOGARES RELACIONADOS CON VARIACIONES EN NIVELES DE COBERTURA EN EL SECTOR DE ACUEDUCTO (MILLONES DE PESOS DE 2005)

a) Morbilidad		\$ 50.769	
	a1) Cobertura		\$ 7.098
	a2) Calidad		\$ 43.671
b) Mortalidad		\$ 1.696.609	
c) Costo de Oportunidad		\$ 1.141	
d) Gasto Agua de Carrotanque		\$ 2.213.335	
TOTAL (a+b+c+d) en pesos		\$ 3.961.857	
TOTAL (a+b+c) en pesos		\$ 1.748.521	

Fuente: Cálculos CRA.

Como se evidencia a través del Cuadro 30, el aumento en el nivel de cobertura del servicio de acueducto que experimentó el país entre los años 1995 y 2005 originó un aumento en el bienestar económico de la sociedad. Sin embargo, es importante indicar, que dicho aumento en el bienestar económico hubiera podido ser superior si las coberturas hubieran alcanzado mayores niveles. Por ejemplo, si los recursos asignados al sector se hubieran destinado de

forma eficiente a infraestructura, los niveles de cobertura de acueducto y alcantarillado deberían ser mayores a los presentados hasta la fecha (Salamanca y Vengoechea, 2005). Finalmente, se debe indicar que el aumento en las tarifas de acueducto que experimentaron los hogares colombianos fue acompañado con un aumento en el nivel de cobertura del servicio. Dichos aumentos generaron beneficios tanto económicos como de calidad de vida de los usuarios

4. CONCLUSIONES

Existen diferentes estudios a nivel nacional, donde se analiza la evolución de las coberturas de acueducto y alcantarillado, a partir del incremento en la sostenibilidad de estos servicios y el esfuerzo realizado por los diferentes agentes del sector.¹⁶ Sin embargo, dichos estudios no consideran de manera cuantitativa los beneficios económicos asociados a mejoras en la prestación de estos servicios.

Aumentos en cobertura y calidad en los servicios de acueducto y alcantarillado originan mejoras en el bienestar de los hogares colombianos, en la medida en que su acceso puede generar una reducción en las tasas de morbilidad y mortalidad en niños menores de cinco años. Como consecuencia de esa reducción, los hogares se vieron beneficiados en reducción de gastos en tratamientos de enfermedades diarreicas agudas (EDA), destinando esos recursos a otras actividades. Se estima que entre el año 2000 y 2005, el ahorro en gastos en tratamiento por reducción de diarrea es igual a \$ 8.397 billones de pesos (precios de 2005).

Se pensaría que dichos ahorros no se deben exclusivamente al aumento en el nivel de coberturas, sino que, al contrario, pueden influir otras medidas como campañas de concientización, nivel de educación de la madre, mejores condiciones de vida, campañas de vacunación, entre otras. En tal sentido, los escenarios propuestos demuestran que el acceso a estos servicios si genera ahorros en los hogares.

El aumento en cobertura del servicio de acueducto genera un incremento en el tiempo productivo de las personas. En pasados años, personas que dedicaban tiempo en ir a recoger agua y volver de la principal fuente de abastecimiento de agua, pueden hoy dedicar ese tiempo a buscar alguna actividad que les genere algún recurso económico o, dedicar ese tiempo a alguna actividad productiva. Se estima que para el año 2005, el costo de oportunidad, entendido como el valor de la mejor opción no realizada, que en este caso se supuso es el salario mínimo, es igual a \$7.278 millones de pesos. Al mismo tiempo, es importante indicar que dicho costo de oportunidad va disminuyendo a medida que van pasando los años y a medida que va en aumento los niveles de cobertura de los servicios.

Otra incidencia del sector de acueducto es el gasto en otras fuentes de acceso a agua. Por ejemplo, en el caso de consumo de agua en bolsa como fuente de acceso al recurso debido a que no se tiene acceso a acueducto para el año 2005, los gastos son \$204 mil millones de pesos.

Otra fuente de acceso, es el consumo de agua de carrotanque; los gastos en que incurrir las personas para el año 2005 son de \$613.915 millones de pesos. En el escenario alternativo, si estuvieran conectados al sistema de acueducto el gasto sería de \$14.231 millones de pesos. En tal sentido, el acceso a acueducto reportaría ahorros a aquellas personas que acceden a otras fuentes. En este punto, sería pertinente

¹⁶ Entre algunos estudios se puede nombrar:

- a) Torres, C. y Uribe E. 2005. *Evolución del servicio de acueducto y alcantarillado durante la última década. Documento CEDE 2005-19, Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.*
- b) Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios 2006. *Estudio Sectorial Acueducto y Alcantarillado 2002 – 2005. Bogotá, Colombia.*

acceder al porcentaje de personas que consumen agua en bolsa o carrotaques para un año diferente al 2005, con la finalidad de estudiar los cambios sufridos, y estimando así los gastos en que incurren los agentes económicos.

Se demuestra que el tema de la calidad de agua a la cual tiene acceso los hogares es importante para disminuir la probabilidad de enfermedades en niños menores de cinco años; en este caso, en la reducción de enfermedades diarreicas agudas (EDA). Al mismo tiempo, se evidencia que actividades como lavarse las manos antes de cocinar o después de limpiar al niño o el grado de educación de la madre pueden cambiar la probabilidad de la presencia de EDA. En tal sentido, además de ampliar coberturas de acueducto y alcantarillado, se deben formular políticas para concientizar a la población sobre la importancia de mantener buenos hábitos para la preparación de alimentos o para el cuidado de los infantes.

A través de los escenarios contrafactuales que se desarrollaron, se evidenció que el actual nivel de cobertura de acueducto generó beneficios económicos para la sociedad en aproximadamente \$5.6 billones de pesos de 2005, si se considera reducciones en tasas de morbilidad y natalidad en niños menores de cinco años como consecuencia de enfermedades diarreicas agudas (EDA), menores tiempos en búsqueda de otra fuente de acceso a agua y disminuciones en gastos por compra de agua en bolsa y en carrotaque. Pero, de la misma manera, se evidenció que dichos beneficios po-

drían haber sido mayores, si los actuales niveles de cobertura hubieran sido más altos.

Sería valioso complementar este primer estudio, desarrollando entre otros, algunos de los siguientes temas:

- Valorar monetariamente el aumento en la continuidad en el servicio de acueducto y alcantarillado con el paso de los años.
- Estimar en el tiempo, el cambio en el porcentaje de usuarios que a pesar de tener acceso a acueducto, recurren a alguna forma de garantizar su calidad para su consumo (por ejemplo si la hierven, le adicionan cloro, utilizan filtros, la decantan o usan filtros naturales, entre otros), valorando monetariamente esa conducta.
- Valorar monetariamente, el uso de fuentes alternas de acceso al recurso hídrico, como por ejemplo pozos con y sin bombas, jagüey, aljibe y pilas públicas.
- Reconocimiento social de las personas debido al acceso al servicio dentro de la comunidad.

A pesar de presentar limitaciones en la información, se realizó una primera aproximación para cuantificar algunos beneficios económicos que generan los incrementos en cobertura y calidad en el sector de Acueducto y Alcantarillado.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2007a. Impactos Regulatorios en los Sectores de Acueducto, Alcantarillado y Aseo. Revista Regulación de Agua potable y Saneamiento Básico, N° 12. Bogotá, Colombia.
- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2007b. Consultoría para determinar el impacto del marco regulatorio en su conjunto, teniendo en cuenta la sostenibilidad, viabilidad y dinámica de los sectores de acueducto, alcantarillado y aseo, en los términos del inciso 2° del Artículo 13 del Decreto 2696 de 2004. Bogotá, Colombia.
- Contraloría General del Departamento del Putumayo, 2006. Informe Actual de los Acueductos en el Departamento del Putumayo.
- Cuervo, L. M. et al, 1993. Economía de los servicios públicos: una visión alternativa. Centro de Investigación y Educación Popular (CINEP). Bogotá, 1998. Página 238. Departamento Nacional de Estadística. Censo de Población 1993, CRA.
- Departamento Nacional de Planeación, 2005. Metas y Estrategias de Colombia para el Logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio - 2015. Documento CONPES SOCIAL No. 91.
- Departamento Nacional de Planeación, 2005. Plan de Desarrollo del Sector de Acueducto y Alcantarillado. Documento CONPES No. 3383.
- Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), 2007. Control de Pérdidas en la EAAB. Foro Presentación y Análisis del Estudio de Reducción de Pérdidas de Agua (IANC) y Reformas al Marco Regulatorio. Diciembre 11 de 2007.
- Esrey, S.A., Feachem R.G., Hughes J.M., 1985. Interventions for the control of diarrhoeal diseases among young children: improving water supplies and excreta disposal facilities. World Health Organization Bulletin.
- Esrey, S.A., J.B. Potash, L. Roberts, y C. Schiff, 1991. Effects of Improved Water Supply and Sanitation on Ascariasis, Diarrhea, Dracunculiasis, Hookworm Infection, Schistosomiasis and Trachoma. Bulletin of the World Health Organization. Vol. 69(5), pp. 609-621.
- Galal, S., Sundaram, C., Hassan, N., Salem, K. and Lashin, S., 2001. Infections in children under 5 years old and latrine cleanliness. International Journal of Environmental Health Research 11, 337-341. Faculty of Medicine, Medinet Nasr, Cairo, Egypt.
- Gleick, P., 1996. Basic Water Requirements for Human Activities: Meeting Basic Needs. Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security. Water International 21, 83-92.
- Gujarati, D., 1997. Econometría. Tercera Edición. Mc Graw Hill.
- Hutton, G and Haller, L., 2004. Evaluation of the Costs and Benefits of Water and Sanitation Improvements at the Global Level. Water, Sanitation and Health. Protection of the Human Environment. World Health Organization. Geneva.

- Miller, T.R., 2000. Variations between Countries in Values of Statistical Life. *Journal of Transport Economics and Policy*, ISSN 0022 5258, Volume 34 Part 2, pp. 169 - 188.
- Riera, F., Ripoll, A. y Mateu, J., 2007. Estimación del valor estadístico de la vida en España: Una aplicación del Método de Salarios Hedónicos. *Hacienda Pública Española / Revista de Economía Pública*, 181-(2/2007): 29-48.
- Salamanca, J. y Vengoechea, J., 2005. El Sistema General de Participaciones en el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. *Planeación y Desarrollo*. Volumen XXXVII, Número 2, 2001-235.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, *Supercifras*, Fascículo No 1, 2, 3, 5 y 6. Bogotá, Colombia.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2006. *Estudio Sectorial – Servicios Públicos de Acueducto y Alcantarillado 2002 – 2005*. Bogotá, Colombia.
- Tagoe, E., 1995. Maternal education and infant/child morbidity in Ghana: The case of diarrhea. Evidence from the Ghana DHS, in Makinwa and Jensen. *Women's Position and Demographic Change in Sub-Saharan Africa*.

ANEXO I:

DIARREA Y ACCESO A ACUEDUCTO

a) Variable dependiente binaria:

- Presencia de diarrea en menores de cinco años.

Toma el valor de uno si presenta diarrea y cero en caso contrario.

b) Variable independiente binaria:

- Presencia de acueducto público en el hogar del niño menor de cinco años.

Toma el valor de uno si presenta acueducto y cero en caso contrario.

DIARREA Y ACCESO A ACUEDUCTO - AÑO 1990

Iteration 0: log likelihood = -1556.5987

Iteration 1: log likelihood = -1556.3762

Iteration 2: log likelihood = -1556.3761

Logit estimates	Number of obs	=	3741
	LR chi2(1)	=	0.45
	Prob > chi2	=	0.5046
Log likelihood = -1556.3761	Pseudo R2	=	0.0001

Diarrea	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Acueducto	-.0741112	.1105452	-0.67	0.503	-.2907758	.1425535
_cons	-1.706928	.0972182	-17.56	0.000	-1.897472	-1.516383

Marginal effects after logit

$$y = \text{Pr}(\text{diarrea} = 1) \text{ (predict)}$$

$$= .1461761$$

variable	dy/dx	Std. Err.	z	P> z [95% C.I.]	X
Acueducto*	-.0093877	.01421	-0.66	0.509**	-.037233.018457 .782411

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

(**) No es significativa al 1%,5% y 10%.

Fuente: Datos DHS, 1990. Cálculos CRA.

DIARREA Y ACCESO A ACUEDUCTO - AÑO 1995

Iteration 0: log likelihood = -2531.1553

Iteration 1: log likelihood = -2528.6908

Iteration 2: log likelihood = -2528.689

Logit estimates	Number of obs	=	5126
	LR chi2(1)	=	4.93
	Prob > chi2	=	0.0264
Log likelihood = -2528.689	Pseudo R2	=	0.0010

Diarrea	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Acueducto	-.1608404	.0721751	-2.23	0.026	-.3023011	-.0193798
_cons	-1.316589	.0562335	-23.41	0.000	-1.426804	-1.206373

Marginal effects after logit

$$y = \text{Pr}(\text{diarrea} = 1) \text{ (predict)}$$

$$= .19499002$$

variable	dy/dx	Std. Err.	z	P> z	[95% C.I.]		X
Acueducto*	-.0255704	.01161	-2.20	0.028**	-.04832	-.00282	.629926

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

(**) Significativa al 5% y 10%.

Fuente: Datos DHS, 1995. Cálculos CRA.

DIARREA Y ACCESO A ACUEDUCTO - AÑO 2000

Iteration 0: log likelihood = -2070.3659

Iteration 1: log likelihood = -2066.0723

Iteration 2: log likelihood = -2066.0578

Iteration 3: log likelihood = -2066.0578

Logit estimates	Number of obs	=	4666
	LR chi2(1)	=	8.62
	Prob > chi2	=	0.0033
Log likelihood = -2066.0578	Pseudo R2	=	0.0021

Diarrea	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Acueducto	-.2603247	.0876441	-2.97	0.003	-.4321041	-.0885453
_cons	-1.450556	.0739062	-19.63	0.000	-1.59541	-1.305703

Marginal effects after logit

$$y = \text{Pr}(\text{diarrea} = 1) \text{ (predict)}$$

variable	dy/dx	Std. Err.	z	P> z	[95% C.I.]		X
Acueducto*	-.0368665	.01291	-2.86	0.004**	-.062163	-.01157	.744964

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

(**) Significativa al 1%, 5% y 10%.

Fuente: Datos DHS, 2000. Cálculos CRA.

DIARREA Y ACCESO A ACUEDUCTO - AÑO 2005

Iteration 0: log likelihood = -6688.3425

Iteration 1: log likelihood = -6666.6823

Iteration 2: log likelihood = -6666.6271

Logit estimates	Number of obs	=	14621
	LR chi2(1)	=	43.43
	Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = -6666.6271	Pseudo R2	=	0.0032

Diarrea	Coef.	Std. Err.	z	P> z [95% Conf. Interval]			
Acueducto	-.2922883		.0442144	-6.61	0.000	-.3789469	-.2056297
_cons	-1.41124		.0327736	-43.06	0.000	-1.475475	-1.347005

Marginal effects after logit

 $y = \text{Pr}(\text{diarrea} | \text{predict})$

= .17002625

variable	dy/dx	Std. Err.	z	P> z	[95% C.I.]		X
Acueducto*	-.0420335	.00645	-6.51	0.000**	-.05468	-.029387	.595992

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

(**) Significativa al 1%, 5% y 10%.

Fuente: Datos DHS, 2005. Cálculos CRA.

ANEXO 2:

DIARREA, ACCESO ACUEDUCTO, IRCA Y SI SE LAVA LAS MANOS AÑO 2005

a) Variable dependiente binaria:

- Presencia de diarrea en menores de cinco años.
Toma el valor de uno si presenta diarrea y cero en caso contrario.

b) Variables independientes:

- Presencia de acueducto público en el hogar del niño menor de cinco años (variable binaria).
Toma el valor de uno si presenta acueducto y cero en caso contrario.
- IRCA (variable continua).
- Si la madre se lava las manos (variable binaria).
Toma el valor de uno si la madre se lava las manos y cero en caso contrario.

DIARREA, ACCESO ACUEDUCTO, IRCA Y LAVA LAS MANOS - AÑO 2005

Iteration 0: log likelihood = -2360.374

Iteration 1: log likelihood = -2342.8455

Iteration 2: log likelihood = -2342.6958

Iteration 3: log likelihood = -2342.6957

Logit estimates

Number of obs = 5312

LR chi2(3) = 35.36

Prob > chi2 = 0.0000

Pseudo R2 = 0.0075

Log likelihood = -2342.6957

Diarrea	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Acueducto	-.1867069	.0786043	-2.38	0.018	-.3407684	-.0326453
IRCA	.007217	.0016107	4.48	0.000	.0040601	.0103739
Lava	-.0147067	.1579557	-0.09	0.926	-.3242943	.2948808
_cons	-1.715517	.0776427	-22.10	0.000	-1.867694	-1.56334

Marginal effects after logit

y = Pr(diarrea |) (predict)

= .16070669

variable	dy/dx	Std. Err.	z	P> z	[95% C.I.]		X
Acueducto*	-.0253841	.01075	-2.36	0.018**	-.046463	-.004305	.560806
IRCA	.0009734	.00022	4.50	0.000***	.00055	.001397	23.2972
Lava*	-.001975	.02112	-0.09	0.925****	-.043367	.039417	.060617

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

(**) Significativa al 5% y 10%.

(***) Significativa al 1%, 5% y 10%.

(****) No es significativa al 1%, 5% y 10%.

Fuente: Datos DHS, 2005. Cálculos CRA.

ANEXO 3:

DIARREA, ACCESO ACUEDUCTO, IRCA Y EDUCACIÓN DE LA MADRE AÑO 2005

a) *Variable dependiente binaria:*

- Presencia de diarrea en menores de cinco años.

Toma el valor de uno si presenta diarrea y cero en caso contrario.

b) *Variables independientes:*

- Presencia de acueducto público en el hogar del niño menor de cinco años (variable binaria).

Toma el valor de uno si presenta acueducto y cero en caso contrario.

- IRCA (variable continua).

- Educación de la madre (años de estudio) (variable continua).

DIARREA, ACCESO ACUEDUCTO, IRCA Y EDUCACIÓN DE LA MADRE - AÑO 2005

Iteration 0: log likelihood = -2422.6193

Iteration 1: log likelihood = -2400.056

Iteration 2: log likelihood = -2399.8356

Iteration 3: log likelihood = -2399.8356

Logit estimates	Number of obs	=	5326
	LR chi2(3)	=	45.57
	Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = -2399.8356	Pseudo R2	=	0.0094

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Diarrea						
Acueducto	-.1167379	.0784093	-1.49	0.137	-.2704174	.0369415
IRCA	.0072004	.0015892	4.53	0.000	.0040856	.0103152
Educ. Madre	-.1513572	.0457389	-3.31	0.001	-.2410038	-.0617106
_cons	-1.286905	.1410773	-9.12	0.000	-1.563411	-1.010398

Marginal effects after logit

$y = \text{Pr}(\text{diarrea} = 1) \text{ (predict)}$

$= .16656512$

variable	dy/dx	Std. Err.	z	P> z	[95% C.I.]		X
Acueducto*	.016293	.011	-1.48	0.138	-.037844	.005258	.567968
IRCA	.0009996	.000224.55	0.000	.000569	.00143	23.148	
Educ. Madre	-.0210116	.00632	-3.32	0.001	-.033407	-.008616	2.79891

(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1

Fuente: Datos DHS, 2005. Cálculos CRA.

ANEXO 4:

EVOLUCIÓN DEL SALARIO MÍNIMO POR MINUTO

Para el cálculo del salario mínimo por minuto se consideró la siguiente fórmula:

$$\text{Salario Mínimo por Minuto} = \frac{\text{Salario Mensual}}{(30 \text{ días} * 8 \text{ horas} * 60 \text{ minutos})}$$

ANEXO 4. EVOLUCIÓN DEL SALARIO MÍNIMO

AUXILIO DE TRANSPORTE		SALARIO MÍNIMO			
AÑO	MONTO MENSUAL	MONTO DIARIO	MONTO HORA 8 HORAS	MONTO MINUTO 60 MINUTOS	MONTO MENSUAL
1985	\$ 1.350,00	\$ 451,92	\$ 56,49	\$ 0,94	\$ 13.557,60
1986	\$ 1.650,00	\$ 560,38	\$ 70,05	\$ 1,17	\$ 16.811,40
1987	\$ 2.000,00	\$ 683,66	\$ 85,46	\$ 1,42	\$ 20.509,80
1988	\$ 2.450,00	\$ 854,58	\$ 106,82	\$ 1,78	\$ 25.637,40
1989	\$ 3.062,50	\$ 1.085,32	\$ 135,67	\$ 2,26	\$ 32.559,60
1990	\$ 3.797,50	\$ 1.367,50	\$ 170,94	\$ 2,85	\$ 41.025,00
1991	\$ 4.787,00	\$ 1.724,00	\$ 215,50	\$ 3,59	\$ 51.720,00
1992	\$ 6.033,00	\$ 2.173,00	\$ 271,63	\$ 4,53	\$ 65.190,00
1993	\$ 7.542,00	\$ 2.717,00	\$ 339,63	\$ 5,66	\$ 81.510,00
1994	\$ 8.915,00	\$ 3.290,00	\$ 411,25	\$ 6,85	\$ 98.700,00
1995	\$ 10.815,00	\$ 3.964,45	\$ 495,56	\$ 8,26	\$ 118.933,50
1996	\$ 13.567,00	\$ 4.737,50	\$ 592,19	\$ 9,87	\$ 142.125,00
1997	\$ 17.250,00	\$ 5.733,50	\$ 716,69	\$ 11,94	\$ 172.005,00
1998	\$ 20.700,00	\$ 6.794,20	\$ 849,28	\$ 14,15	\$ 203.826,00
1999	\$ 24.012,00	\$ 7.882,00	\$ 985,25	\$ 16,42	\$ 236.460,00
2000	\$ 26.413,00	\$ 8.670,00	\$ 1.083,75	\$ 18,06	\$ 260.100,00
2001	\$ 30.000,00	\$ 9.533,33	\$ 1.191,67	\$ 19,86	\$ 286.000,00
2002	\$ 34.000,00	\$ 10.300,00	\$ 1.287,50	\$ 21,46	\$ 309.000,00
2003	\$ 37.500,00	\$ 11.067,00	\$ 1.383,38	\$ 23,06	\$ 332.000,00
2004	\$ 41.600,00	\$ 11.933,33	\$ 1.491,67	\$ 24,86	\$ 358.000,00
2005	\$ 44.500,00	\$ 12.716,66	\$ 1.589,58	\$ 26,49	\$ 381.500,00
2006	\$ 47.700,00	\$ 13.600,00	\$ 1.700,00	\$ 28,33	\$ 408.000,00
2007		\$ 14.456,67	\$ 1.807,08	\$ 30,12	\$ 433.700,00

Fuente: Cálculos CRA.

CONTABILIDAD REGULATORIA: EL CASO COLOMBIANO¹

Lida Ruiz Vásquez. Subdirectora Oficina Técnica.

RESUMEN

Los servicios de acueducto y alcantarillado por sus características de prestación son considerados como un monopolio natural. Esto se debe a que los costos de producción son menores cuando el productor es único, en virtud de las características de su infraestructura y tecnologías intrínsecas. Por tales circunstancias, no existe competencia para regular el comportamiento o conducta del monopolista, ya que los consumidores no pueden acceder a fuentes de suministro alternativos si el servicio es de calidad inadecuada o las tarifas son elevadas. Siendo los servicios de acueducto y alcantarillado esenciales para garantizar unas adecuadas condiciones de vida para la población, es vital para el Estado garantizar su prestación eficiente y oportuna. En consecuencia, es evidente la necesidad de la regulación tanto en la estructura como en el comportamiento de las empresas prestadoras de dichos servicios.

En tal sentido, una de las herramientas básicas que requiere el regulador para adelantar de manera adecuada su actividad es la contabilidad regulatoria, la cual le permite conocer de manera más detallada a los regulados, y tratar de tener información del sector homogénea, con el fin de disminuir unos de los problemas a los que se enfrenta, conocido como asimetría de información.

Palabras Clave: Contabilidad Regulatoria, Acueducto y Alcantarillado, Asimetría de Información.

1 Las opiniones del autor se hacen a título personal y no comprometen en nada la posición institucional de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.

I. INTRODUCCIÓN

Los servicios de acueducto y alcantarillado por medio de redes a toda la población son servicios públicos domiciliarios que por sus características de prestación son considerados, desde el punto de vista económico, como un monopolio natural. Esto se debe a que los costos de producción son menores cuando el productor es único, en virtud de las características de su infraestructura y tecnologías intrínsecas.

Por tales circunstancias, no existe competencia para regular el comportamiento o conducta del monopolista, ya que los consumidores no pueden acceder a fuentes de suministro alternativos si el servicio es de calidad inadecuada o las tarifas son elevadas. Todas estas razones producen la necesidad de la regulación.

De igual forma, siendo los servicios de acueducto y alcantarillado esenciales para garantizar unas adecuadas condiciones de vida para la población, es vital para el Estado garantizar su prestación eficiente y oportuna. En consecuencia, es evidente la necesidad de la regulación tanto en la estructura como en el comportamiento de las empresas prestadoras de dichos servicios, dado que su funcionamiento tiene consecuencias económicas y sociales importantes.

Una de las herramientas básicas que requiere el regulador para adelantar de manera adecuada su actividad es la contabilidad regulatoria, la cual le permite conocer de manera más detallada a los regulados, y tratar de tener informa-

ción del sector homogénea, con el fin de disminuir unos de los problemas a los que se enfrenta, conocido como asimetría de información.

Para el caso particular de Colombia, se expidió en el año 2004 una regulación tarifaria que exige una importante homogeneización de información por parte de las empresas reguladas. Por lo tanto, examinar la experiencia de aplicación de dicha metodología tarifaria, permite evidenciar algunas particularidades contables de los prestadores de los servicios de acueducto y alcantarillado, y el avance en cuanto a la disminución de la asimetría de información.

Con el fin de tratar los puntos mencionados, inicialmente se realiza un análisis sobre la importancia de la regulación y la asimetría de la información como obstáculo para la labor reguladora. Posteriormente, se efectúa un breve análisis teórico sobre contabilidad regulatoria. En la tercera parte, se estudia los antecedentes del sector de acueducto y alcantarillado en Colombia, en cuanto a consecución de información y la metodología tarifaria del año 2004, así como su proceso de implementación. En la cuarta sección, se analizan los inconvenientes encontrados y las particularidades del caso colombiano en dicha implementación. Finalmente, se presenta unas conclusiones en las cuales se resumirán, en opinión del autor, los logros alcanzados en la experiencia colombiana y se plantea los posibles retos.

2. EL PROBLEMA DE LA ASIMETRÍA DE INFORMACIÓN

2.1. LA IMPORTANCIA DE LA REGULACIÓN

La característica más importante de los servicios públicos domiciliarios es que para su prestación se requieren grandes extensiones de redes. Esta característica ocasiona que se presenten altos costos hundidos y subaditividad en los costos, por lo cual su prestación se considera una actividad que es un monopolio natural. Desde la perspectiva teórica, el monopolio natural existe cuando una sola empresa es capaz de producir todas las unidades del servicio a un costo menor que el que se generaría si produjeran la misma cantidad de unidades dos o más empresas.

Más específicamente, se debe analizar si las industrias de redes presentan economías de escala, de densidad o de alcance.

“Las economías de escala implican que el ahorro se produce porque el coste medio se reduce a medida que aumenta la producción. En cambio, las economías de densidad se producen porque el coste medio de un servicio se reduce cuando aumenta el número de personas que lo consumen, y las economías de alcance se producen cuando el coste medio de un servicio se reduce cuando aumenta el número de servicios que se producen a través de la misma infraestructura, o cuando se integran varias fases del proceso productivo.”²

En el caso específico de la industria del agua, es claro que se presentan economías de escala y de densidad. Esto debido a que la prestación del servicio de agua o de recolección de vertimientos líquidos en los predios del muni-

cipio, además de las actividades de captación y tratamiento, incluye la distribución hasta los hogares, lo cual hace necesaria la extensión de tuberías para el transporte del agua.

Una vez construida esa infraestructura, los costos fijos quedan enterrados y son irrecuperables. Y pensar en la prestación del servicio por una empresa a los usuarios de otra utilizando nueva infraestructura, supone una duplicación ineficiente, antieconómica y prohibitivamente cara de las redes de agua y por consiguiente una pérdida inaceptable de las economías de escala.

De igual forma, si la misma infraestructura es utilizada por más usuarios, los costos medios tanto de la construcción como del mantenimiento de esta infraestructura bajarán, con lo cual es evidente la presencia de economías de densidad.

Adicionalmente, los servicios de acueducto y alcantarillado son monopolios esencialmente locales, con una estructura fragmentada más bien que integrada en forma horizontal a nivel nacional, lo cual obedece básicamente a tres factores: ³

- Integrar las redes de agua potable y de alcantarillado a nivel nacional ocasionaría unos costos excesivamente altos.
- Por las características del agua, los costos de transporte son generalmente muy altos comparados con los costos de extracción, almacenamiento, tratamiento y distribución.

² Calzada, J. (2004, Pág. 7).

³ Jouralev, A. (2003, Pág. 58).

- Existe posibilidades de almacenamiento por lo que los beneficios de las interconexiones suelen ser reducidos.

Como puede observarse, en el caso de los servicios de acueducto y alcantarillado la generación de monopolios no es el resultado deliberado de la acción de empresarios por capturar los beneficios de la concentración, sino un simple resultado tecnológico. Es decir, los monopolios naturales, que difícilmente se encuentran en otros mercados, en el caso del agua son la norma general.

Si a esta situación se le añaden otros dos componentes, que hacen evidente la necesidad imperiosa de la regulación. El primero de ellos es considerar que así como desde el punto de vista de la oferta, la generación del servicio es un monopolio natural, desde la perspectiva de la demanda también lo es claramente.

En la economía en general, un usuario que no se sienta satisfecho con el producto o servicio recibido, o detecte que el precio es excesivamente alto, tendrá la opción de cambiar de proveedor. En cambio, en los servicios de redes, los usuarios son cautivos de la empresa suministradora, puesto que no pueden cambiar ante mala calidad del servicio o precios elevados. Esta situación puede generar abusos de posición dominante por parte del prestador del servicio público.

El otro componente que hace fundamental la regulación para las empresas que prestan los servicios de acueducto y alcantarillado es su naturaleza de servicio esencial para garantizar unas condiciones de vida adecuadas para toda la población. Si se tratara de cualquier otro producto o servicio, con facilidad de sustitución, nuevamente el mercado actuaría para regular el precio y la calidad del servicio. Pero el agua potable no tiene sustitutos. Y al ser un bien esencial, se constituye en una prioridad para el Estado garantizar su prestación de forma adecuada.

Con todas estas características, surge entonces la necesidad de la regulación, con dos ob-

jetivos específicos: sustituir el mercado y emular la competencia. Y dentro de estos dos objetivos, adquiere relevancia la función de establecer los procedimientos que fijen tarifas competitivas, es decir tarifas cercanas a los costos de oportunidad de largo plazo de proveer el servicio.

2.2. EL PROBLEMA DE ASIMETRÍA DE INFORMACIÓN

En la teoría económica, la regulación se analiza como un problema de agente-principal, en el que el principal es el gobierno o el organismo regulador y el agente es la empresa objeto de regulación.

Dentro de este proceso, un punto central a tener en cuenta es la diferencia de objetivos. Mientras el agente o la empresa regulada busca maximizar sus propios beneficios, el principal o regulador trata de inducirlo a actuar en función de la maximización del bienestar general.

Pero son los agentes los que conocen tanto los costos como el funcionamiento en general del sector, como condiciones del mercado, tecnologías, demandas actuales y proyectadas, situación actual de los activos utilizados en el Sistema para la prestación del servicio, y asociado a esto último, las necesidades de inversión en reposición y expansión. Surge allí uno de los obstáculos del regulador para desarrollar adecuadamente la labor regulatoria, denominado "Asimetría de Información".

Si el regulador tuviera la misma información, es decir si supiera exactamente cuánto le costaría a una empresa eficiente prestar el servicio, no tendría más que especificar el plan óptimo desde el punto de vista de la maximización del bienestar general y ordenar al agente que lo ejecutara. No obstante, la principal desventaja del regulador es no contar con la misma información que la empresa, por lo cual debe tomar decisiones con un alto grado de incertidumbre.

Esta incertidumbre se generará sobre los costos afectos a la prestación del

servicio, pero también sobre las proyecciones de demanda, dado que en general cualquier metodología tendrá en cuenta estas dos variables para la fijación de las tarifas.

Adicionalmente, es importante considerar que no es conveniente que el regulador intervenga directamente en la gestión interna de las empresas que regula, ni generar una gran cantidad de regulación de carácter particular, más en casos como el de Colombia, en el cual existen una gran cantidad de empresas reguladas.

Tratar de intervenir en la gestión directa de la empresa con el desconocimiento del regulador solo sirve para hacer más evidente la asimetría de información e incluso puede generar mayores ineficiencias en las empresas. Así mismo, iniciar procesos de regulación individual desborda aún más las capacidades financieras y técnicas del ente regulador.

Por lo tanto, lo que debe hacer el regulador es crear sistemas de incentivos para que las empresas se vean obligadas a brindar la información veraz y de forma oportuna y un adecuado sistema de control, así como crear sistemas de recolección de información permanente.

2.3. CAUSAS DE LA ASIMETRÍA DE INFORMACIÓN

Además de la principal causa de la asimetría de información ya mencionada de diferencia de conocimiento de las empresas entre los regulados y el regulador, se presentan otras posibles particularidades que inciden en su existencia:

- Un parámetro fundamental en el caso de Colombia es la estructura de la industria del agua. Siendo la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado esencialmente de orden local, existen en Colombia más de dos mil entidades prestadoras, caracterizadas por una alta heterogeneidad y dispersión.

Esta diversidad se intensifica al tener presente que muchas de las entidades presta-

doras se dedican, además de prestar los servicios públicos domiciliarios, a generar otro tipo de servicios o actividades que en muchos casos no son objeto de regulación.

Muchos prestadores apenas después de una década de expedida la Ley de Servicios Públicos Domiciliarios se están constituyendo como empresa, con una estructura jurídica que defina sus alcances, un sistema de contabilidad y registro de transacciones y un patrimonio.

Estas situaciones conllevan a la incapacidad de contar con sistemas de información precisos y confiables que les permitan generar información sobre los distintos procesos relacionados a la prestación de los servicios.

- Diferencia de recursos. En contraposición, el regulador es una entidad con limitaciones presupuestales y físicas, que cumple sus funciones desde el centro del país, con lo cual se encuentra alejado en muchas ocasiones de la realidad de prestación de los servicios en las diferentes zonas.

Ante esta gran desigualdad de recursos, el regulador puede caer en el error de solicitar solo alguna información de las empresas, puesto que no tiene la capacidad de procesamiento de toda la información. Es decir se ve forzado a enfocarse, principalmente, en aspectos de las conductas de las empresas reguladas que puede observar y medir con cierta facilidad, pero que puede no ser siempre la información relevante.

- Dadas las características de la infraestructura, afecta a la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado, que como ya se mencionó tienen una amplia extensión de redes de distribución y captación, el conocimiento y valoración de los activos es una tarea difícil para la misma empresa, razón por la cual lo es aún más para el ente regulador. Esta situación incrementa la asimetría de in-

formación para el componente tarifario de inversión y reposición de activos.

- Otra razón que explica la debilidad de los procedimientos de acceso a la información es que en algunos de los países en los que los procesos de privatización y regulación son relativamente recientes, la necesidad de superar la asimetría de la información no ocupó inicialmente un puesto importante en las prioridades a desarrollar. Fue más importante, en primera instancia, asegurar la eficiencia de la regulación, desconociendo que ésta no se alcanza si no se cuenta con información regulatoria de buena calidad.

En otros casos, se manifestaba la necesidad y la importancia de recoger información, pero se reconocía que esta no es una tarea fácil ni de corto plazo, por lo cual se planteaba como una meta a mediano, o incluso largo plazo.

- Diversificación de actividades. Según lo comentado, en el caso de Colombia existen prestadores que se dedican, adicional a prestar los servicios públicos domiciliarios, a otras tareas que no son objeto de regulación. Se presenta entonces la posibilidad de aplicar subsidios cruzados entre actividades, trasladando costos de actividades no reguladas a las reguladas. De esta forma, consigue que la entidad regulatoria le apruebe tarifas más altas en la actividad regulada, en la que generalmente tiene el monopolio natural y por lo tanto no tiene la preocupación de perder clientes ante un alza de precios. Al tiempo, logra disminuir costos en las actividades no reguladas con la consecuente ventaja sobre sus competidores.

O también puede presentarse el caso de las empresas que no tienen intención de establecer subsidios entre actividades, sino que por puro desconocimiento

e imposibilidades técnicas, no clasifiquen adecuadamente su información entre las actividades reguladas y las no reguladas.

2.4. PRINCIPALES CONSECUENCIAS DE LA ASIMETRÍA DE INFORMACIÓN

La principal consecuencia ya mencionada de la asimetría de la información es la posibilidad que le da a la empresa regulada de actuar estratégicamente como respuesta a las políticas establecidas por el regulador, en busca de maximizar su beneficio individual.

De hecho, la información asimétrica y la limitada posibilidad de observación del regulador, con cualquier regulación, aún cuando sea óptima, harán posible que la empresa regulada, debido a su monopolio de información, obtenga beneficios sustantivamente superiores a los normalmente esperados, con el consecuente deterioro del bienestar social.

Por lo tanto, la regulación de los precios será más eficaz cuando el grado de asimetría de la información entre el regulador y el regulado sea menor, o cuando el regulador pueda reducir la ventaja informativa adquiriendo suficiente información sin demasiadas dificultades.

Otra consecuencia de la asimetría de la información es que termina determinando el comportamiento de la entidad reguladora: *“La asimetría de la información no sólo reduce la eficiencia de la regulación sino que también condiciona la selección de los instrumentos y enfoques regulatorios. Un ejemplo de ello es la utilización del valor de renovación a nuevo y a precios de mercado de los activos existentes como base de la metodología de cálculo tarifario en Colombia. Una de las razones de esta decisión fue el hecho de que “se rechazó utilizar el valor inicial de los activos y traerlos a su valor actual, teniendo en cuenta el desgaste sufrido y las adiciones que a su valor inicial se hicieron (mantenimiento y reposiciones), por las dificultades para tener información confiable en las empresas a ese respecto” (Fernández, 2003c).”*⁴

⁴ Jouralev, A. (2003, Pág. 11).

3. CONTABILIDAD REGULATORIA

Dentro de este contexto, uno de los instrumentos que utilizan los reguladores para conseguir la información de las empresas lo más veraz y homogénea posible, es la contabilidad regulatoria.

Es decir que se requiere contar con este instrumento regulatorio, dado que entre más desarrollado sea, se logrará disminuir la asimetría de información, superando así uno de los mayores obstáculos para la actividad regulatoria.

3.1. DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

La contabilidad regulatoria es una derivación de la contabilidad general, en donde se pretende recoger toda la información necesaria para los cálculos tarifarios. En lo referente a la información contable, las clasificaciones de cuentas y los criterios de imputación se establecen de acuerdo a las necesidades del regulador.

Adicionalmente, la información contable se complementa con la consecución de otro tipo de información sobre la prestación del servicio, como por ejemplo la demanda, los suscriptores, la producción, entre otros.

De esta forma, se trata de examinar la gestión de la empresa de una manera integral, no solo desde el punto de vista financiero, sino también de acuerdo a su gestión de activos, comercial, técnica, y en general todos los aspectos que influyen en los resultados obtenidos.

El objetivo general de la contabilidad regulatoria es, por supuesto, reducir la asimetría de información, con lo cual se pretende, entre otras cosas, disminuir el riesgo al regular y mejorar la transparencia en el proceso regulatorio.

Si se cuenta con información homogénea sobre los ingresos, costos y gastos de los servicios sujetos a la regulación, así como de la demanda del servicio, de manera permanente y estandarizada, para todas las empresas reguladas, es posible hacer comparaciones y validaciones que permitan determinar los costos eficientes de la prestación del servicio.

Entre otros objetivos específicos se pueden mencionar el ayudar a revisar los niveles de riesgos de las empresas, y contribuir en la detección de comportamientos anticompetitivos, subsidios cruzados entre servicios y clasificaciones inadecuadas de la información.

3.2. BASES Y ELEMENTOS

Una de las bases fundamentales es contar con los instrumentos de captura de la información, que permitan generar una base de datos a lo largo de varios períodos de tiempo, que contenga todas las variables necesarias para los cálculos tarifarios de los servicios, de acuerdo con las metodologías establecidas por el regulador.

Estos instrumentos a su vez deben tener métodos de validación que permitan garantizar la consistencia de la información.

Como bases fundamentales para una adecuada aplicación de la contabilidad regulatoria están:

- La separación contable entre servicios, y de ser posible, entre actividades o procesos al interior de cada servicio.
- Los criterios de la asignación de los costos entre servicios, tratando en lo posi-

ble que la mayoría de costos se destinen según su uso específico a cada servicio, de tal manera que tan solo una pequeña proporción de ellos sea asignada por criterios diferentes a su objetivo directo.

- El nivel de desagregación de las cuentas de gastos que debe responder a las necesidades del regulador de acuerdo con el esquema de fijación de tarifas

Los criterios de asignación deben mantenerse:

- A través del tiempo (intertemporal) con el fin de poder comparar diferentes períodos.
- Entre diferentes empresas (interempresas) para poder efectuar comparaciones entre empresas
- Internacional (de ser posible) que permita realizar comparaciones de las empresas de diferentes países.
- Los formatos de captura y recopilación de información deben ser definidos claramente y ser lo más sencillos posible.
- Se deben establecer adecuados sistemas de auditorías y revisorías que garanticen la calidad de la información.
- En términos generales, la principal información que requiere la contabilidad regulatoria, se resume en:
- Los Estados Financieros de la empresa, clasificados por servicios y actividades de acuerdo a lo definido por el ente regulador.
- Insumos utilizados en la prestación de los servicios.
- Productos y servicios generados.
- Condiciones del mercado atendido, como número de usuarios, estrato socioeconómico al que pertenecen, clasificación entre residenciales e industriales o comerciales, etc.
- Información externa a la empresa, como tecnologías disponibles y costos de otras empresas prestadoras de los mismos servicios.

4. ANTECEDENTES DEL SECTOR DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN COLOMBIA

4.1. EN MATERIA CONTABLE

Antes de la década de los años noventa, el concepto de servicio público en Colombia se planteaba como una necesidad que debía garantizar el Estado directamente. En términos generales, no existía un sistema interconectado entre municipios, sino que cada región buscaba sus propias fuentes de abastecimiento, tratamiento y distribución.

En la mayoría de los municipios se prestaban directamente los servicios de acueducto y alcantarillado, o se contaban con empresas, pero dirigidas y parcialmente financiadas por los gobiernos locales y encargadas en muchos casos de la prestación de otros servicios públicos, e incluso de diversas actividades municipales como matadero, plaza de mercado, entre otros. Por lo anterior, con excepción de algunos pocos municipios, no se contaba con la información contable organizada y desagregada por servicios.

Ante esta situación, la Asamblea Nacional Constituyente de 1991, dedicó en la Constitución todo un capítulo a los servicios públicos domiciliarios, tratando de eliminar el monopolio estatal en su prestación y facultan-

do al Presidente de la República para regular las actividades relacionadas a estos servicios.

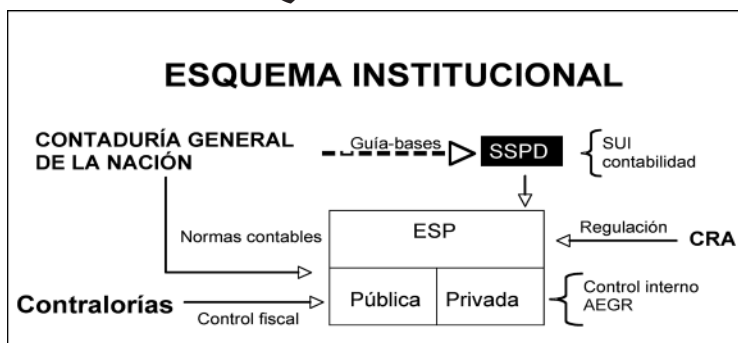
La Constitución de 1991 introdujo principios básicos en relación con la naturaleza de los servicios, el papel de los sectores público y privado, los deberes y derechos de los usuarios, los costos y los subsidios.

Como desarrollo de la Constitución, se expidió la Ley 142 de 1994, o Ley de Servicios Públicos Domiciliarios (LSPD), aplicable a los servicios de energía eléctrica, telecomunicaciones, gas natural, aseo, acueducto y alcantarillado. En ella, se establecen condiciones precisas de regulación, operación, control y vigilancia de los servicios.

Dicha Ley encargó a la Superintendencia de Servicios Públicos la labor de expedir las normas en materia contable que deben aplicar las Empresas de Servicios Públicos (ESP) y avanzó en la definición de los servicios regulados y en establecer la obligación para las empresas de separar la contabilidad por servicios.

En las siguientes gráficas se puede observar el esquema institucional actual en materia contable.

GRÁFICO I. ESQUEMA INSTITUCIONAL



Fuente: CRA, 2008.

Como puede observarse, la Contaduría General de la Nación (CGN) es la entidad rectora en materia contable en el País, encargada de dictar las normas contables generales a ser aplicadas. No obstante, directamente estas normas deben ser atendidas sólo por las entidades públicas.

En el sector de los servicios públicos, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) es la entidad encargada de establecer los sistemas uniformes de información y contabilidad que deben aplicar las entidades que presten servicios públicos domiciliarios, con sujeción siempre a los principios de contabilidad generalmente aceptados. Por lo tanto, la SSPD se basa en los principios rectores de la CGN para expedir su normatividad en materia contable.

Esta normatividad debe ser aplicada por todas las Empresas de Servicios Públicos (ESP), independientemente de su naturaleza pública o privada. De igual manera, la regulación expedida por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA), función que cumple por delegación presidencial, también debe ser aplicada por todas las ESP.

En materia de control, las ESP públicas están bajo el control fiscal aplicado por la Contraloría General de la Nación, mientras las privadas deben aplicar control interno y contar con las Auditorías Externas de Gestión y Resultados (AEGR), que es la base de la SSPD para aplicar la vigilancia y control sobre todos los prestadores de servicios.

En desarrollo de la facultad concedida en la Ley, la SSPD expidió las Resoluciones No. 1416 y 1417, del 18 de abril de 1997, mediante las cuales se adoptó el Plan de Contabilidad y el Sistema Unificado de Costos y Gastos para entes prestadores de servicios públicos domiciliarios.

La SSPD expidió dicho Plan observando las normas y la metodología establecidas en la Resolución No. 4444 del 21 de noviembre de 1995 de la Contaduría General de la Nación, en la cual se fija el Plan General de Contabilidad Pública. Así mismo, permanentemente adapta el Plan de Contabilidad de acuerdo con las modificaciones que efectúe la Contaduría General al Plan de Contabilidad Pública.

El Sistema Unificado de Costos y Gastos se basa en la metodología de costos por actividad ABC (*“Activity Based Costing”*):

*“El Sistema de **Costeo Basado en Actividades** pretende la correcta relación de los costos indirectos de producción y los gastos de administración con un producto específico o línea de negocio, mediante la identificación de cada actividad, la utilización de un conductor (driver) o base de distribución y su medición razonable.”*⁵

Finalmente, en diciembre de 2005 la SSPD actualizó el Plan de Contabilidad y el Sistema Unificado de Costos y Gastos. No obstante, la experiencia que se analiza en este documento, se basa en lo vigente hasta el año 2005, por lo cual no es pertinente profundizar en estas modificaciones.

4.2. EL SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN

La Ley 142 de 1994 contemplaba que la regulación, control y vigilancia del Estado sobre los servicios públicos domiciliarios sería ejercida por varios organismos, buscando reforzar el control y asignar responsabilidades. Pero precisamente esa existencia de múltiples agentes responsables de la planeación, regulación, vigilancia y control a nivel nacional y territorial, ocasionó una solicitud simultánea de información por parte de las entidades involucradas, sin que existiera una estandarización en los formatos de solicitud, en los períodos solicitados, en las metodologías y criterios de construcción de los

⁵ Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (1997).

formatos y en las herramientas informáticas exigidas para la presentación de la información.

Para corregir estas deficiencias, la Ley 689 de 2001 ordenó a la SSPD establecer, administrar, mantener y operar el Sistema Único de Información (SUI) y elaborar un formato único de recolección de información de los prestadores de servicios públicos domiciliarios, teniendo en cuenta las necesidades y requerimientos de información de las Comisiones de Regulación y los Ministerios.

Con la adopción de esta medida, se buscó eliminar la asimetría en la presentación de la información por las empresas reguladas y reducir la solicitud simultánea de información por parte de las entidades estatales.

Los objetivos específicos del SUI son los siguientes⁶:

- Evitar la duplicidad de funciones en materia de información relativa a los servicios públicos domiciliarios.
 - Apoyar las funciones de vigilancia, control e inspección de la SSPD.
 - Apoyar las funciones de regulación de las Comisiones de Regulación de cada sector, entre ellos el de la CRA.
 - Servir de base a las funciones asignadas a los Ministerios y demás autoridades que tengan competencia en el sector de los servicios públicos domiciliarios.
 - Apoyar las funciones para desarrollar los controles interno, fiscal y social, la revisoría fiscal y la auditoría externa.
 - Facilitar a los usuarios el acceso a la información sobre servicios públicos domiciliarios.
 - Apoyar las tareas de los comités de desarrollo y control social, y promover la participación ciudadana en la vigilancia de los servicios públicos domiciliarios.
- Mantener un registro actualizado de los prestadores de servicios públicos domiciliarios.

4.3. METODOLOGÍA TARIFARIA DE LA RESOLUCIÓN CRA 287 DE 2004

En el año 2004 la CRA expidió una metodología tarifaria que intentaba avanzar en la inclusión de criterios de eficiencia para el cálculo de las tarifas de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.

La metodología tarifaria se basa, al igual que la expedida en el año 1995, en un esquema de costos medios de prestación de los servicios, o costos de referencia, así:

- Costo Medio de Administración (CMA), calculado básicamente como los costos de administración por usuario, que es la base para el cobro de un cargo fijo mensual a cada usuario.
- Costo Medio de Operación (CMO), calculado como los costos operativos por m³ generados en la prestación del servicio.
- Costo Medio de Inversión (CMI), que se obtiene considerando las inversiones en reposición y expansión, los activos del Sistema de prestación y la demanda proyectada en un horizonte de tiempo.
- Costo Medio de Tasas Ambientales (CMT) que se deben cancelar por el uso del agua en el caso de acueducto o por la utilización directa del agua como receptor de vertimientos puntuales en el caso del alcantarillado.

La suma del CMO, CMI y CMT es la base para el cobro del cargo por consumo, es decir el valor por cada m³ de agua suministrada o vertida.

No obstante, a diferencia del año 1995, en la metodología del año 2004 se incluyó un factor de eficiencia para parte de los costos admi-

⁶ Artículo 14 de la Ley 689 de 2001.

nistrativos y operativos. En este sentido, tanto el CMA como el CMO se dividen en dos partes: una particular y que pasará directamente a la tarifa, y otra parte que se ajustará por un factor de eficiencia que se calcula mediante el modelo de eficiencia comparativa con la metodología de Análisis de Envoltante de Datos (DEA).

El modelo se estima con la información promedio de los años 2002 y 2003, y de forma independiente para dos grupos de prestadores: (i) prestadores con más de 2.500 suscriptores y hasta 25.000 suscriptores; (ii) prestadores con más de 25.000 suscriptores.

Para el cálculo del factor de eficiencia del DEA se requiere de dos tipos de información:

- La contable, en donde se debe determinar según lo establecido en la citada Resolución, los Costos Administrativos (CA) y Operativos (CO) comparables para efectos del DEA.
- La información de carácter técnico operativo necesaria para correr el Modelo de Eficiencia, entre la cual se encuentra:
 - Suscriptores acueducto.
 - Suscriptores alcantarillado.
 - Suscriptores micromedidos.
 - Suscriptores Estratos 1 y 2.
 - Suscriptores Industriales y Comerciales.
 - Peticiones, Quejas y Reclamos (PQR) resueltas a favor del usuario.
 - Densidad.
 - m³ producidos.
 - m³ vertidos.
 - Nro. plantas de tratamiento.
 - m³ bombeados.
 - Tamaño de la red.
 - Calidad del agua cruda.

Finalmente, se precisa, para el CMO, que los prestadores que cuenten con diferentes sistemas de acueducto no interconectados

entre municipios deberán desagregar la información para que la metodología sea aplicada de forma independiente. En el caso del CMA las empresas están en libertad de calcular un solo CMA para todos sus sistemas o efectuar la desagregación mencionada y calcularlo de manera independiente para cada sistema.

4.4. EL PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN DEL DEA

Para efectos de poder aplicar la metodología en lo relacionado con la parte comparable de los costos de referencia, se efectuó el siguiente procedimiento:

- Las empresas efectuaron la depuración de las cuentas de costos y gastos de acuerdo a lo establecido en la Resolución CRA 287 de 2004, con base en la información contenida en el Plan Único de Cuentas (PUC) de prestadores en el Sistema Único de Información (SUI), así:
 - Costos de Administración comparables (CA) = Gastos de administración – (Pasivos pensionales + semovientes + impuestos, tasas y contribuciones) + depreciaciones y amortizaciones de activos administrativos.
 - Costos de Operación comparables (CO) = Costos de producción – (Pasivos pensionales + multas + depreciación de infraestructura + Costos de químicos y energía de bombeo + Toma de lecturas y entrega de facturas + tasas y contribuciones).

Los pasivos pensionales se excluyen de la base para calcular la tarifa, dado que regulatoriamente se considera que estos costos no se deben recuperar vía tarifas actuales.

Por su parte, los impuestos y contribuciones, los químicos y la energía para bombeo, se excluyen del cálculo del costo comparable por hacer parte del costo no comparable, es decir que son de “paso directo” a la tarifa.

La depreciación de la infraestructura no se incluye en el cálculo del CO, puesto que este componente se recupera mediante el CMI.

Por último, se precisa que la toma de lecturas y entrega de facturas se excluye de los costos operativos dado que estas labores corresponden a la actividad comercial de la empresa, actividad esta última que se debe incluir en el CMA.

- En cuanto a las variables técnico-operativas, las empresas debieron cargar al SUI de la SSPD la información de facturación, PQR, la longitud de las redes y sus respectivos diámetros, variables de calidad de agua cruda, etc., para que con este insumo la CRA aplicara algunos algoritmos y obtuviera la información necesaria para el modelo DEA.

Al respecto, se precisa que la CRA fue enfática con las empresas en cuanto a que no servía para el ejercicio la información reportada directamente o por otra vía. La única información que utilizaría la CRA sería la contenida en el SUI. Para aquellas entidades que no contarán con la información contable o técnica en el SUI y que por esta razón no se le pudiera calcular el factor de eficiencia, se establecía en la Resolución CRA 287 de 2004 un costo medio comparable de “sanción”, consistente en el menor de la muestra menos un 10%.

- Desde la expedición de la Resolución CRA 287 de 2004 hasta abril de 2005 se trabajó arduamente en una labor conjun-

ta entre la CRA y la SSPD, para que las empresas actualizaran la información necesaria en el SUI. Así mismo, se efectuó una primera revisión para seleccionar las empresas que no habían cargado el PUC contable en el SUI, con el fin de solicitar dicho cargue. A las que si tenían el PUC, se les revisó el cálculo del CA y CO, iniciando un primer grupo de ajustes.

Producto de esta primera etapa de consecución de información se expidió el 25 de abril la Resolución CRA 327 de 2005, con la cual se presentaron los valores de las variables disponibles a esa fecha, con base en las cuales las personas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado podrían determinar y aplicar los puntajes de eficiencia comparativa DEA. Esta Resolución se expidió con el fin de permitir la participación ciudadana, iniciando un proceso de discusión con los agentes del sector y de revisión de la información de las empresas.

Con base en la información publicada en la Resolución CRA 327 de 2005, la CRA inició una serie de visitas directas a las empresas que hacían parte de la muestra de prestadores para el cálculo del DEA. De igual manera, las empresas elaboraron sus inquietudes sobre la información y la metodología en general, mediante comunicaciones escritas, telefónicas, electrónicas o presenciales. A continuación se presenta un resumen de la labor adelantada en este sentido.

GRÁFICO 2. RESUMEN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA RESOLUCIÓN 327 DE 2005

No. de radicados atendidos	119
Llamadas realizadas a empresas	227
Visitas a empresas	25
Asesorías en la sede de la CRA	36
Oficios vía Email atendidos	30

Fuente: CRA, 2008.

Durante todo este proceso, se efectuó una labor de depuración de la información entre la CRA y las ESP, en la cual se revisaba variable por variable, examinando cuidadosamente las diferencias o inconsistencias detectadas, con el fin de homogeneizar la información al máximo posible, requisito indispensable para la aplicación del DEA.

En materia contable, se revisó que la fuente de información fuera siempre el PUC del SUI, más los ajustes o traslados necesarios para que conceptualmente se contara con los costos comparables. Con relación a las variables técnicas y operativas, se revisaron las fuentes de información de las empresas y los algoritmos utilizados por la CRA, con el fin de llegar a la información lo más ajustada y depurada posible.

- Finalizada esta labor, se expidió la Resolución CRA 346 de noviembre de 2005, en la cual se publicaron los valores

definitivos a utilizar para los cálculos de los puntajes DEA.

La muestra de empresas contenidas en la citada Resolución fue:

Entre 2.500 y 25.000 Suscriptores: 25

Más de 25.000 Suscriptores: 17

Posterior a la expedición de esta Resolución, las empresas faltantes siguieron completando en lo posible la información, para evitar el costo de referencia de “sanción”. Cada empresa que iba completando su información se comparaba con la muestra contenida en la citada Resolución para efectos de obtener su puntaje de eficiencia, según el número de suscriptores.

A finales de 2006 se habían alcanzado, además de las de la Resolución CRA 346 de 2005:

Entre 2.500 y 25.000 Suscriptores: 45

Más de 25.000 Suscriptores: 9

5. LA EXPERIENCIA DE LA APLICACIÓN DEL DEA

Durante el proceso de depuración de la información para efectos del DEA se evidenciaron dificultades en la homogeneización de la información, algunas de ellas por la incorrecta clasificación y registro de los costos de las empresas en el PUC del SUI, o por errores de interpretación, pero también algunas que obedecen a la falta de precisión y facilidad tanto en la normativa contable como en las herramientas de registro de información para casos particulares. A continuación se analizan las principales de ellas.

- La dificultad de origen, como es obvio, fue la ausencia de información en el SUI. Si bien la normativa contable había sido expedida desde el año 1997, en la práctica se cuenta con un gran universo de más de 2000 empresas, de las cuales una gran cantidad se había ajustado a la norma contable expedida por la SSPD y había cargado su información oportuna al SUI, pero otro gran grupo no estaba al día en este compromiso. Y si ese era el caso de la información contable, con mucha mayor frecuencia se encontraba el incumplimiento del cargue de la información técnico operativa.

La Ley que ordenaba la creación del SUI se expidió en el año 2001, por lo que para el 2004 la implementación de SUI estaba en proceso, y las ESP aún no contaban con una adecuada “cultura” de suministro de información al SUI como única fuente válida y oficial de información establecida por la Ley.

Así mismo, hasta ese momento la SSPD no había aplicado de manera regular las san-

ciones a las empresas por el no envío de información, como es de su competencia.

- Cargue incorrecto. En materia contable, por ejemplo, se encontraban empresas que habían cargado sus Estados Financieros en diferentes unidades (en lugar de pesos, en miles o millones), de tal forma que los validadores del SUI no detectaban esta situación, puesto que los chequeos de consistencia de información desde el punto de vista contable se cumplen, pero para efectos estadísticos y de comparación se generaban unas distorsiones importantes.

En las variables técnico-operativas se presentaban permanentemente dudas en la forma correcta de cargue de información, así como también sobre los algoritmos de la CRA que se utilizaban para obtener las variables.

- Información consolidada por Sistemas: Este es uno de los casos en los cuales la responsabilidad, más que de las empresas, es de las limitaciones en el diseño del SUI y la falta de coherencia entre las necesidades de información para efectos regulatorios y para otros fines.

Por ejemplo, para las actividades de vigilancia y control, la información consolidada por empresa es suficiente. Entre tanto, para efectos regulatorios, es de vital importancia la clasificación de la información financiera entre Sistemas.

En los casos en que las empresas prestan el servicio en diferentes sistemas no interconectados, se puede suponer que los costos administra-

tivos que se generan para atender cada usuario sean similares, situación prevista en la metodología tarifaria al permitirles calcular, si lo desean, un mismo CMA para todos los sistemas.

Pero los costos operativos y de inversión son diferentes en cada sistema de prestación, y es fácil para las empresas clasificarlos. Y la tarifa debe reflejar los costos asociados a la prestación del servicio. No obstante, la información incluida en el PUC del SUI no desagrega los diferentes sistemas.

Ante tales circunstancias, para efectos del DEA fue necesario que las empresas que se encontraban en esta situación, desagregaran sus costos entre los diferentes Sistemas, sin poder efectuarse verificaciones por parte de la CRA con la información del SUI.

- Información consolidada por servicios: En este caso, si bien tanto el PUC como los reportes de información del SUI están diseñados para que las empresas reporten la información por servicios, en la práctica una gran cantidad de empresas, especialmente las de menor tamaño, no tenían clasificada la información de los años 2002 y 2003 de esta forma, o la tenían pero de manera inadecuada.

Para esta clasificación se debe utilizar como base el manual del Sistema de Costeo Basado en Actividades expedido por la SSPD. No obstante, las empresas que no lo utilizan, generan dos posibles distorsiones:

- ▶ No presentan sus costos clasificados por servicios, con lo cual no es posible establecer con base en esa información las tarifas de los servicios de acueducto y alcantarillado.
- ▶ Clasifican sus costos de acuerdo con una proporción fija en todos los rubros, sin aplicar ninguna lógica, con lo cual se generan distorsiones, como por ejemplo asignar parte de los químicos utilizados

para el tratamiento de agua a los servicios de alcantarillado y aseo, asignar a los servicios de acueducto y alcantarillado parte de los costos del desplazamiento de vehículos utilizados para la recolección de residuos sólidos, etc.

Esta situación ocasionó que fuera necesario por parte de la CRA autorizar muchos ajustes a la información del PUC, con el fin de calcular el DEA con la información que en efecto correspondiera a los costos generados en la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado.

- Determinación del Sac y del Sop. Dentro de los mismos criterios analizados en el punto anterior, se presenta el inconveniente de una incorrecta asignación de costos entre servicios, producto de los incorrectos registros contables efectuados por las empresas para el período en estudio.

Sobre el particular, se precisa que la Resolución CRA 287 establece el “Sac” como el porcentaje de costos de administración dedicados a acueducto y que se debe calcular como la proporción de los costos administrativos que el prestador asigna al servicio de acueducto en la cuenta 5 del PUC, y el Sop como la proporción de costos de operación dedicados a acueducto que se calcula de acuerdo con la cuenta 6 del PUC.

Por supuesto, si por las razones antes indicadas las empresas no tienen en el PUC adecuadamente clasificados sus costos entre servicios, estos porcentajes no van a ser los correctos.

- Inclusión y exclusión de cuentas: Durante el proceso de depuración las empresas requirieron hacer estos ajustes, entre otras cosas por:
 - ▶ La cuenta de Honorarios está excluida del cálculo de los costos comparables,

dado que en general las empresas registran allí los honorarios asociados a algún proyecto de inversión, caso en el cual se debe incluir este monto, para efectos tarifarios, dentro del cálculo del Costo Medio de Inversión (CMI). Sin embargo, muchas entidades tenían allí registrado honorarios cancelados a personal de operación y mantenimiento de los servicios, por lo cual fue necesario solicitar a la Comisión su inclusión dentro del CO.

- ▶ El parágrafo 3 del artículo 35 de la Resolución 287 de 2004, establece:

“Parágrafo 3. *En aquellos eventos en que el prestador del servicio no ostente la calidad de propietario de la totalidad de los activos del sistema, con el fin de recuperar los costos en que efectivamente incurra para la prestación del servicio, podrá incluir dentro del VA el valor de dichos activos teniendo en cuenta para el efecto, el deterioro de los mismos.*

El prestador no podrá incluir el arriendo por concepto de utilización de estos activos en ningún componente tarifario.”

Así las cosas, fue necesario que las empresas verificaran si dentro de la cuenta de costos operativos de arrendamientos tenían incluidos el arriendo por activos del Sistema para solicitar su exclusión en el cálculo de los costos operativos comparables.

- **Traslados costos comerciales:** Surge en este caso otra diferencia entre la contabilidad general y la regulatoria, que hace que la información del SUI presente obstáculos para el cálculo tarifario. Si bien los gastos y costos comerciales para la contabilidad general hacen parte de los costos de producción propios de una empresa prestadora de servicios públicos domiciliarios, para efectos regulatorios estos costos deben hacer parte del componente administrativo.

Esta fue la razón para que la metodología tarifaria estableciera que cuando los operadores utilizaran cuentas operativas para incorporar los gastos comerciales propios de los servicios de acueducto y alcantarillado, debían manifestarlo, de tal forma que se incorporaran como parte del costo total administrativo y excluirlos de los costos operacionales.

Para tales efectos, se consideró que en el PUC aplicable a los prestadores de servicios públicos se tiene un grupo de cuentas (6), en los cuales las empresas deben efectuar la asignación de costos entre servicios y dentro de cada servicio por actividad. Y dentro de este grupo para los servicios de acueducto y alcantarillado existe la subcuenta Comercialización en Costos de Ventas (Ctas: 632004 y 632504).

Sin embargo, del análisis de la información, se llegó a la conclusión que si bien estas cuentas eran indicativas de las empresas que tuvieran costos comerciales dentro de sus costos operativos, no podían servir para determinar el valor a trasladar, por dos motivos: i) Podrían incluir costos excluidos por la depuración necesaria para aplicación del DEA; ii) Algunas empresas no habían asignado correctamente los costos entre las actividades.

Ante tales circunstancias, las empresas debieron hacer la identificación de los costos comerciales que estaban incluidos en sus cuentas operativas, para efectos de efectuar el traslado. Este fue uno de los ajustes para depuración de costos comprables que se presentó con mayor frecuencia.

- **Inclusión de costos recuperados por otras vías diferentes a la tarifaria.** Dentro del PUC establecido por la SSPD existen unas cuentas especiales en las cuales las ESP deben registrar estos conceptos, que se recuperan por vías diferentes a la tarifaria, razón por la cual dichas cuentas están excluidas del cálculo de los costos comprables.

Sin embargo, al estudiar la información de costos con las empresas se evidenció que muchas de ellas tenían dentro de los costos operativos los asociados a estas actividades como medidores, instalaciones, conexiones y reconexiones. Por lo tanto fue necesario que las empresas con esta situación solicitaran su exclusión a la Comisión para efectos del cálculo tarifario.

- Costos de diferentes actividades mezclados: Por ejemplo los costos de la actividad de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) no están claramente diferenciados en la información contable, por lo cual la Resolución CRA 287 de 2004 estableció que cuando se operen PTAR, el operador deberá presentar en forma detallada los costos asociados a la misma, para descontarlos de las cuentas del PUC base del cálculo tarifario.
- Conceptos incorrectamente clasificados: El otro gran grupo de ajustes necesarios para efectos de obtener unos costos administrativos y operativos que fueran lo más uniformes posibles, se originó porque los prestadores no clasificaron sus costos de manera adecuada. Si bien se presentaron muchos casos particulares según la individualidad de cada empresa, hubo algunos que fueron recurrentes y sobre los cuales la CRA estableció la necesidad de revisarlos dada su alta frecuencia:
 - Tasas ambientales clasificadas dentro de la cuenta “tasas” que hace parte de los costos de producción generales, y que se deben excluir del cálculo del CO dado que existe otro componente tarifario para su inclusión.

- La energía para bombeo se considera para efectos tarifarios un costo directo particular, que las empresas deben incluir de acuerdo a la forma establecida en la Resolución 287. Por esta razón, la cuenta de energía como insumo no está considerada para el cálculo de los costos comparables. No obstante, fue evidente que muchas empresas incluían esta energía en la cuenta general de servicios públicos, por lo que fue necesario que solicitaran su exclusión a la CRA.
- Gastos pensionales del personal activo, es decir gastos corrientes, clasificados en las cuentas del pasivo pensional que se excluyen para efectos tarifarios.
- Personal administrativo clasificado como operativo y viceversa.
- Utilización de la cuenta de materiales que está considerada en el PUC sólo para uso de las empresas de telecomunicaciones.

Como puede observarse, fue necesaria una depuración bastante considerable de la información de costos y gastos contenida en el PUC del SUI con el fin de obtener el CA y el CO para el cálculo del factor de eficiencia del DEA, labor que se debió desarrollar empresa por empresa, dadas las particularidades de cada una, y la forma como habían efectuado los registros de sus costos y gastos en los años 2002 y 2003.

A continuación se muestra un resumen de las variaciones en los costos comparables de las empresas de más de 25.000 suscriptores, producto de la revisión dentro del proceso de participación ciudadana.

GRÁFICO 3. RESUMEN DE LAS VARIACIONES EN LOS COSTOS COMPARABLE DE LAS EMPRESAS DE MÁS DE 25.000 SUSCRIPTORES

EMPRESA	CA			CO		
	RESOLUCIÓN DE 327 2005	REVISADO PROCESO DE PARTICIPACIÓN	VARIACIÓN PORCENTUAL	RESOLUCIÓN 327 DE 2005	REVISADO PROCESO DE PARTICIPACIÓN	VARIACIÓN PORCENTUAL
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P	17.904.564.177	15.653.053.330	-12.58%	23.560.721.249	16.950.680.564	-28.6%
ACUED METROP BUCARAMANGA	17.130.207.618	13.604.172.152	-20.58%	19.263.315.819	18.713.422.812	-2.85%
EMPRESA DE ACUY ALC DE BTA	101.754.481.257	101.754.481.257	0.00%	201.008.134.630	190.248.309.874	-5.35%
EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI	38.853.014.324	38.853.014.324	0.00%	50.240.640.639	43.126.545.674	-14.16%
EMPRESAS MUNICIPALES DE CARTAGO	2.994.532.576	2.994.532.576	0.00%	2.473.643.859	2.465.122.154	-0.34%
EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN	67.066.628.867	67.067.161.317	0.00%	63.362.044.344	50.805.069.170	-19.82%
SERA QA TUNJA E.S.P.S.A	1.418.255.070	3.771.594.068	165.93%	4.113.116.358	2.348.597.556	-42.90%
AGUAS DE MANIZALES S.A. E.S.P.	5.416.633.909	5.723.282.260	5.66%	7.951.798.809	7.875.333.259	-0.96%
ACY ALC DE POPAYAN	3.037.383.678	3.867.937.155	27.34%	5.271.994.528	3.954.259.918	-24.99%
Girardot y Ricaurte	2.111.712.298	2.111.712.298	0.00%	3.291.765.286	3.239.094.709	-1.60%
EMPRESA ACY ALC DE PEREIRA S.A. ESP	4.999.612.602	8.410.483.005	68.22%	10.932.921.485	10.274.869.257	-6.02%
ACUAVIVA S.A. E.S.P.	4.224.989.877	4.270.658.938	1.08%	3.876.312.552	3.878.040.553	0.04%
EMPRESA IBAGUEREÑA DE ACY ALC.	2.833.933.076	4.855.799.728	71.34%	9.448.407.050	7.008.350.089	-25.83%
EMP INDUST CIAL DE CUCUTA E.S.P.	6.425.165.462	6.502.998.264	1.21%	7.938.668.013	7.830.025.417	-1.37%
SOCIEDAD DE AAA DE BARRANQUILLA	18.110.003.436	18.898.157.936	4.35%	44.175.837.335	39.433.753.486	-10.73%
EMPRESAS PUBLICAS DE ARMENIA E.S.P.	3.995.297.919	4.056.996.706	1.54%	4.621.309.767	5.925.822.697	28.23%
SERVICIUAD ESP	1.055.279.400	1.369.184.531	29.75%	2.395.273.699	3.933.451.585	64.22%

Fuente: CRA, 2008.

Como puede observarse, de 17 empresas incluidas en esta muestra, tan solo 5 de ellas no tuvieron que ajustar sus costos administrativos comparables (CA), producto de la revisión de consistencia con la CRA. Y en el caso de los costos operativos comparables (CO), todas presentaron variación.

Se registran variaciones importantes en el caso de empresas como SERA Q.A. Tunja, en donde debido a los ajustes básicamente en el traslado de costos comerciales, se presentó un incremento importante en el CA, acompañado como es lógico, de una disminución en el CO.

La Empresa Ibaguereña de Acueducto y Alcantarillado efectuó un ajuste importante en

sus costos, que obedeció a la combinación del traslado de costos comerciales y la exclusión de los costos de tratamiento de aguas residuales.

En el caso de la empresa de acueducto y alcantarillado de Pereira, en la visita efectuada por la CRA se detectó que en el CA calculado en la Resolución 327 de 2005 no estaban incluidos la totalidad de los costos comerciales que la ESP solicitaba trasladar, por lo cual se hizo este ajuste.

Finalmente, se observa otro grupo de empresas que presentan un porcentaje de ajuste medio. Pero tan solo 6 de ellas (35%) son las únicas que no presentan variación importante ni en el CA ni en el CO.

6. CONCLUSIONES

Los servicios de acueducto y alcantarillado tienen unas características de prestación que hacen que se constituyan en monopolios naturales, tanto desde el punto de vista de la oferta como de la demanda. Así mismo, son servicios esenciales que no tienen sustitutos, por la cual son prioridad para el Estado.

Esta situación hace que sea necesaria la regulación de estos sectores, labor que encuentra uno de sus mayores obstáculos en la asimetría de información, es decir que las empresas reguladas son las que conocen el funcionamiento del negocio.

Dentro de este contexto, uno de los instrumentos que utilizan los reguladores para conseguir la información de las empresas lo más veraz y homogénea posible, es la contabilidad regulatoria, entendida ésta como una derivación de la contabilidad general, en donde se pretende recoger toda la información necesaria para los cálculos tarifarios.

En Colombia, se había avanzado en la implementación, por parte de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) de un Plan Único de Cuentas (PUC) y un Sistema de Costeo Basado en Actividades para los prestadores de servicios públicos domiciliarios.

Así mismo, se creó en el año 2001 el Sistema Único de Información, con el fin de eliminar la asimetría en la presentación de la información por las empresas reguladas y reducir la solicitud simultánea de información por parte de las entidades estatales.

En el año 2004 la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA)

expidió una nueva metodología tarifaria para los servicios de acueducto y alcantarillado, que al utilizar un método de eficiencia comparativa, exigía una importante homogeneización de información de los prestadores de estos servicios.

El proceso de implementación de esta metodología requirió una labor de varios meses, en las que trabajaron permanentemente la CRA, la SSPD y las empresas reguladas, requiriendo múltiples ajustes tanto en la información contable como en la técnica y operativa.

Este proceso a su vez dejó ver las particularidades de los prestadores, los errores de clasificación de la información y las limitaciones en los formatos de captura de la información, todo lo cual enriquece la discusión sobre la importancia de la contabilidad regulatoria.

LOGROS

- La definición de los costos y gastos asociados a la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado vinculados al PUC de los prestadores, lo cual garantiza la uniformidad de la información.
- Se generaron incentivos a los prestadores para el registro adecuado de costos y gastos y la utilización del Sistema de Costeo Basado en Actividades, dado que se hizo evidente que el PUC será la base para los cálculos tarifarios.
- Se generaron incentivos para el cargue de información correcta al SUI, en una etapa de implementación del mismo, lo cual fue una señal apropiada para cumplir lo establecido en la Ley en cuanto al SUI como única fuente oficial de información en el sector.

- Se disminuyó de manera importante la asimetría de información tanto en la CRA, como en todo el sector de acueducto y alcantarillado en general, generando bases de datos de información contable, técnica y operativa homogéneas que permitan efectuar comparaciones entre empresas.
- Se dieron señales sancionatorias a las empresas por el no envío de información, así:
- En dinero impuestas por la SSPD.
- Regulatorias al establecer en la metodología tarifaria que las empresas que no tuvieran la información para el DEA aplicarían el menor costo medio de la muestra menos el 10%.

Estas señales generarán una mayor disciplina por parte de las empresas para el cargue oportuno y veraz de la información solicitada.

RETOS

- Es necesario evaluar la conveniencia de establecer registros contables específicamente para efectos regulatorios y su enlace con la información contable general manejada por la SSPD.
- Se debe continuar con la labor de fortalecimiento del SUI, con el fin de incentivar que permanentemente, no solo cuando se presente actualización en la

metodología tarifaria, las empresas carguen la información allí solicitada.

- Una de las grandes tareas será avanzar en la utilización de la contabilidad general y la regulatoria para efectos de definir los otros componentes tarifarios, como los costos operativos particulares y los costos medios de inversión.
- De acuerdo con lo establecido en la Resolución CRA 287 de 2004, para efectos de información al público, durante la vigencia del período regulatorio la CRA debe realizar estimaciones periódicas de la metodología DEA.

Por lo tanto, uno de las tareas a corto plazo es calcular los factores de eficiencia del DEA con la información de los años 2004-2005, no solo con la muestra de empresas contenida en la Resolución CRA 346 de 2005, sino tratando de ampliarla lo máximo posible con el grupo de empresas que después de expedida la citada Resolución han completado la información de los años 2002-2003 para efectos del DEA.

Este ejercicio permite afianzar el proceso de consecución y homogeneización de la información, además que da señales para que los prestadores avancen cada vez más en la búsqueda de la eficiencia.

7. REFERENCIAS

Calzada, J. (2004). La liberalización de las industrias de red: acceso y competencia. Barcelona.

Caridad, J. y Moreno, I. (2002). La información contable de las empresas suministradoras de agua. Partida Doble No. 132, España.

Contaduría General de la Nación. (1995). Resolución No. 4444 del 21 de Noviembre de 1995. Bogotá, Colombia.

Departamento Nacional de Planeación. (2002). Estrategia para la puesta en marcha del sistema único de información de los servicios públicos domiciliarios. Documento CONPES (Consejo Nacional de Política económica y Social) No. 3168. Bogotá, Colombia.

Espinosa Sarria, M. (2004). Asimetría de información regulador-empresa en los modelos tarifarios. Documento preliminar de Coordinadora Grupo Contabilidad Regulatoria ADERASA, Santiago de Chile.

Jouralev, A. (2003). Acceso a la información: una tarea pendiente para la regulación latinoamericana. Documento CEPAL. Serie Recursos Naturales e Infraestructura, No. 59, Santiago de Chile.

Jouralev, A. (2001). Regulación de la industria del agua potable. Volumen I: Necesidades de información y regulación estructural. Documento CEPAL Serie Recursos Naturales e Infraestructura, No. 36, Santiago de Chile.

Jouralev, A. (2001). Regulación de la industria del agua potable. Volumen II: Regulación de las conductas. Documento CEPAL Serie Recursos Naturales e Infraestructura, No. 36, Santiago de Chile.

Quispe, M. (2002). Contabilidad regulatoria para operadores de agua potable y saneamiento en el Perú. Lima, Perú.

Rodriguez, J. (2002). Contabilidad regulatoria - aplicación en el sector sanitario Chileno. II Encuentro Internacional de Entes Reguladores de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento de las Américas, Bolivia.

Rodriguez, M. (2004). Pautas de contabilidad regulatoria. Presentación de Power Point, Primera reunión del grupo de contabilidad regulatoria, Santiago de Chile.

METODOLOGÍAS PARA LA REGULACIÓN DE INVERSIONES EN EL SECTOR DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO¹

Juan Andrés Ramírez. Asesor Subdirección Técnica.

RESUMEN

El análisis del marco regulatorio colombiano hace evidente la relevancia del componente de inversiones dentro de la tarifa que enfrentan los suscriptores de los servicios de acueducto y alcantarillado. A pesar de la importancia de este componente, el regulador no cuenta con mecanismos que generen incentivos económicos que conduzcan a la adopción de costos eficientes en lo que respecta a las inversiones realizadas en los sistemas para la prestación de estos servicios. Este documento revisa los criterios económicos relacionados con la regulación de inversiones, así como antecedentes en otros países, y propone líneas de investigación que conlleven a la implementación de un esquema de regulación en las inversiones del sector.

Palabras Claves: Regulación de Inversiones, Incentivos Económicos, Agua Potable, Alcantarillado.

1 Las opiniones del autor se hacen a título personal y no comprometen en nada la posición institucional de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.

I. INTRODUCCIÓN

A partir de la revisión de impactos de la regulación realizada por la UAE-CRA², es evidente la importancia que tiene el componente de inversiones dentro del costo de referencia; alrededor del 70% del cargo por consumo de la factura típica de los servicios de acueducto y alcantarillado, corresponde al componente de inversiones. Así mismo, el citado documento permite observar que las disposiciones incluidas dentro del actual marco tarifario, definido por la Resolución CRA 287 de 2004, no produjeron cambios significativos en el costo medio de inversiones (CMI)³.

Lo anterior no significa necesariamente que las disposiciones incluidas dentro de la metodología actual no hayan sido efectivas. En efecto, el valor que reconoce la metodología a los activos correspondientes a las inversiones realizadas se redujo en alrededor del 40% como consecuencia de eliminar las disposiciones relacionadas con su valoración a nuevo. Al mismo tiempo, los planes de inversión se redujeron en un porcentaje similar a pesar de que en la metodología actual se incluyeran el valor de las reposiciones y rehabilitaciones. Sin embargo, el impacto de estos componentes sobre el CMI fue mínimo dado que el valor presente de la demanda a partir del cual se estima el costo medio de inversión se redujo aproximadamente en un 60%. Estos resultados llaman la atención sobre la forma como las empresas se aproximan a la construcción de cada uno de estos componen-

tes y generan interrogantes sobre el avance que debe tener la regulación en lo que respecta al componente de inversiones, específicamente si se tiene en cuenta que este componente recoge en gran medida las utilidades que deriva la empresa de su operación (CRA, 2007).

Los incentivos generados por la regulación, pueden conducir a incentivar las inversiones en el sector, e incluso pueden generar ineficiencias relacionadas con niveles de inversión excesivos dentro de sistemas específicos. Estos incentivos regulatorios, que en última instancia modifican la percepción de riesgo por parte de los inversionistas, tienen como objetivo garantizar la obtención de metas en cobertura y calidad, específicamente en países en desarrollo. Sin embargo, la revisión de estas medidas revela que muchas de las metas propuestas en incremento de infraestructura no se obtuvieron y la mayor parte de las ganancias derivadas del incremento en eficiencia que tuvo el sector no fueron trasladadas a los usuarios (Estache et al., 2003).

En lo que respecta a las medidas de eficiencia por comparación adoptadas dentro de la actual metodología tarifaria, contenidas en la Resolución CRA 287 de 2004, estas sólo se concentran en costos administrativos y operativos. Limitarse solamente al control de eficiencia de este tipo de costos, genera incentivos para que dentro de los componentes restantes, y específicamente sobre el nivel de inver-

² Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA). (2007). *Impactos Regulatorios en los Sectores de Acueducto, Alcantarillado y Aseo*. Revista *Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico*. Revista No. 12. Bogotá, Colombia.

³ Estos resultados se refieren específicamente a las 16 empresas incluidas en el estudio, que cuentan con más de 25.000 suscriptores, y cuyo número de suscriptores representa alrededor del 76% de los suscriptores del país.

siones por su preponderancia sobre el valor final de la tarifa, se trasladen ineficiencias.

En consecuencia, una revisión de la metodología tarifaria que actualmente se aplica a los servicios de acueducto ya alcantarillado, en lo que respecta a las inversiones debe incluir mecanismos que permitan identificar ineficiencias relacionadas con este componente. Dentro de este orden de ideas, a continuación se plantean algunos de los objetivos que deben ser considerados de forma que se generen incentivos que conduzcan a una mayor eficiencia con relación a los valores que actualmente están incluidos dentro del costo medio de inversión en el largo plazo, CMI:

- Garantizar que las inversiones proyectadas por las empresas prestadoras, destinadas a procesos de reposición, expansión y rehabilitación (VPI), sean consistentes con las metas definidas para el sector en términos de cobertura y calidad.
- Verificar que estas inversiones sean realizadas de manera eficiente. En este sentido, se deben desarrollar mecanismos de eficiencia comparativa para el componente de inversiones, de forma que para la obtención de un nivel de calidad o cobertura específico, los costos de inversión proyectados por las empresas en términos relativos, se ubiquen dentro de una región considerada eficiente.
- Evitar que los dineros incluidos dentro del CMI, y que tienen como propósito generar los recursos necesarios para el cumplimiento de los planes de inversión definidos dentro del primer objetivo, tengan una destinación diferente, y por ejemplo, entren a formar parte de las utilidades de las empresas prestadoras.
- Desarrollar metodologías que permitan evidenciar los niveles de eficiencia inherentes al valor de activos (VA) con que cuenta cada sistema. El desarrollo de este

objetivo requiere la implementación de mecanismos que conduzcan a una mayor claridad dentro de los procedimientos que actualmente utilizan las empresas para la valoración de sus activos.

- Impedir que los prestadores actuales obtengan mediante los recursos captados vía CMI, recursos generados por las inversiones, pasadas o futuras, financiadas por terceros.

La mayoría de estos objetivos están considerados dentro del actual marco tarifario. Sin embargo, es necesario profundizar las señales de eficiencia, de forma que contribuyan al desarrollo del sector, en los términos definidos por la Ley de Servicios Públicos, de manera que, además garantizar niveles de disponibilidad, continuidad y calidad adecuados, se evite el abuso de posición dominante por parte de las entidades frente a los suscriptores.

De forma preliminar, los estudios de impacto realizados sobre la metodología tarifaria, y sobre la regulación en general, indican que la inversión de entidades privadas en el sector es mínima y que las inversiones realizadas por el estado no han tenido una focalización adecuada y han conducido a ineficiencias dentro de la infraestructura del sector (CONCOL, 2007).

Teniendo en cuenta la necesidad de regular la magnitud de las inversiones que se realizan en el sector, así como la remuneración que se obtiene de las mismas, este documento pretende aportar a la discusión mediante la exposición de los principales criterios económicos que fundamentan la regulación de inversiones. En este sentido, a continuación se describen los incentivos económicos relacionados con la regulación de inversiones. Para realizar este análisis, se parte de un marco general en donde se muestran los efectos que los diferentes mecanismos de regulación tienen sobre el componente de inversiones. Dentro de esta misma sección, se señalan consideraciones específicas que buscan exponer el soporte que, desde la

teoría, se ha propuesto para el control de inversiones dentro de la prestación de Servicios Públicos. El sección número tres contiene la experiencia que han tenido otros países y discute los resultados producidos dentro de los análisis elaborados sobre el esquema regulatorio actual para el sector de agua potable y saneamiento básico en Colombia. Posteriormente, en la sección número cuatro se presentan algunas consideraciones prácticas relacionadas con la im-

plementación de mecanismos para promover la eficiencia en el componente de inversiones. Por último, se presentan recomendaciones y se proponen líneas de investigación que permitan contribuir al avance de la regulación relacionada con las inversiones, de acuerdo con cada uno de los objetivos planteados anteriormente, y utilizando como insumo las consideraciones presentadas en los capítulos anteriores.

2. METODOLOGÍAS PARA LA REGULACIÓN DE LAS INVERSIONES

Es necesario resaltar que por sí mismo el nivel de inversiones no constituye una meta desde una perspectiva de bienestar social. No obstante, en lo que se refiere a los productores, estos tienen interés en incrementar el valor de las inversiones en infraestructura sobre los cuales pueden derivar un retorno específico⁴. Los suscriptores, por su parte, se encuentran interesados principalmente en la calidad del servicio y en el precio que se encuentra asociado a un nivel de calidad específico. De esta forma, el interés de los suscriptores sobre el nivel de inversiones es indirecto y proviene del nivel de inversiones que se requiere para alcanzar el nivel de calidad por el cual están dispuestos a pagar. Por su parte, el rol del regulador consiste en balancear estos intereses, los cuales usualmente se encuentran en contraposición.

Dentro de la literatura sobre regulación de monopolios relacionados con los servicios públicos es posible identificar dos metodologías generales. La primera es la metodología de pre-

cio techo en la cual se define el máximo precio que se debe cobrar por el servicio, el cual debe incluir los costos administrativos y de operación, los costos de construcción de nuevas infraestructuras, la depreciación y el mantenimiento de la infraestructura existente, y el costo del capital. En su forma general, este precio varía como consecuencia del incremento de precios asociados con la inflación y adicionalmente se incluye un factor de ajuste asociado con el incremento de la productividad del prestador. La segunda metodología es la de tasa de retorno que especifica un retorno específico sobre la inversión y construye las tarifas en función de los costos en que incurre la compañía prestadora, de forma que se asegure a la firma la posibilidad de obtener la tasa de retorno pactada.

Recientemente, Armstrong & Sappington (2006) revisaron los desarrollos teóricos relacionados con la aplicación de estas metodologías, obteniendo los resultados mostrados en la Tabla I.

TABLA I. REGULACIÓN DE PRECIO TECHO VERSUS TASA DE RETORNO

	PRECIO TECHO	TASA DE RETORNO
La flexibilidad de la firma sobre los precios relativos	Si	No
Rezago regulatorio	Largo	Corto
Sensibilidad de los precios frente a los costos reales	Bajo	Alto
Criterio del regulador	Sustancial	Limitado
Incentivos a la obtención de costos eficientes	Fuerte	Limitado
Incentivos a la realización de inversiones en el largo plazo	Limitado	Fuerte

Fuente: Armstrong & Sappington (2006).

⁴ En este sentido, es evidente que los esquemas en los cuales se reconoce un valor al productor que es proporcional al nivel de inversión, generarán un mayor nivel de incentivos sobre la inversión.

Con relación a la flexibilidad de los precios relativos, la metodología de precio techo sólo especifica los precios unitarios que la firma puede ofrecer por un determinado servicio. En consecuencia, los prestadores tienen la libertad para determinar el comportamiento de los precios. Incluso en los casos en donde se ofrece más de un servicio, las empresas tienen la capacidad de definir precios relativos dentro de los servicios regulados. Dentro de un esquema de tasa de retorno, el regulador define los precios y en términos generales la firma tiene muy poca capacidad para alterar estos precios.

La segunda diferencia entre los dos esquemas analizados se refiere a la manera como la metodología es implementada y revisada a lo largo del tiempo. En este sentido, la metodología de precio techo define la tasa a la cual los precios deben ser incrementados para un periodo definido de tiempo. En contraposición, cuando se asume el esquema de tasa de retorno, los precios son ajustados continuamente de forma que se asegure la tasa de retorno que efectivamente reciben los inversionistas se aleje lo menos posible del nivel de la tasa de retorno objetivo.

La tercera dimensión analizada es la capacidad que tienen los precios regulados de reflejar los costos que efectivamente están siendo causados dentro de la prestación del servicio. La metodología de precio techo no implica en términos efectivos que los precios en un determinado momento estén vinculados directamente con los costos involucrados en el suministro de un servicio, mientras que cuando se reconoce una tasa de retorno al inversionista los precios son ajustados continuamente para reflejar cambios en costos.

Así mismo, se observa que los esquemas de precio techo permiten enriquecer de manera más amplia el criterio del regulador: una vez terminado el periodo de regulación, el regulador cuenta con un mejor nivel de información que le permitirá adoptar políticas más eficientes en periodos posteriores. Bajo el es-

quema de tasa de retorno, la presencia constante del regulador es necesaria para que la firma tenga la posibilidad de obtener la tasa establecida y no es posible obtener información adicional sobre la eficiencia de los sistemas a través de la aplicación de la regulación.

En cuanto a los incentivos generados, dado que dentro de la metodología de precio techo los precios no se encuentran vinculados directamente con los costos, las firmas tienen un gran incentivo a reducir sus costos operativos, de forma que puedan percibir las diferencias entre el precio techo y los costos eficientes. Por el contrario, teniendo en cuenta que dentro de la metodología de tasa de retorno existe una alta posibilidad de obtener la tasa de retorno autorizada como contraprestación a la inversión que realizan las empresas, existe un incentivo importante a la inversión de largo plazo. El incentivo a sobredimensionar la inversión como consecuencia de la adopción de un esquema de regulación por tasa de retorno se conoce como el efecto Averch – Johnson (Burns & Riechmann, 2004).

Cuando se analiza el efecto sobre el tipo de inversión, la regulación de precio techo y tasa de retorno tienen efectos diferentes. Dado que dentro de la regulación de tasa de retorno los precios están directamente vinculados a los costos causados dentro del suministro del servicio, es muy poco probable que se realice un nivel importante de inversiones intangibles, tales como esfuerzo gerencial en busca de reducción de costos. No obstante, este tipo de regulación puede promover el incremento de inversiones en infraestructura, teniendo en cuenta que se limita el riesgo asociado al retorno de las inversiones. En contraposición, la regulación de precio techo promueve principalmente las inversiones intangibles que tienen como objetivo la reducción de precios.

Por lo tanto, la elección de cualquiera de estas formas de regulación, depende de la importancia relativa que se confiera a cada una

de las formas de inversión y específicamente de las metas que persigue el regulador teniendo como objetivo la maximización del bienestar social. De acuerdo con el análisis realizado Armstrong & Sappington (2006), en sistemas que cuentan con niveles de infraestructura aceptables, en los cuales la prioridad es inducir la eficiencia en los costos administrativos y operativos por parte de la firma regulada, es recomendable la adopción regímenes de precio techo. Por otra parte, en sistemas en donde es necesario transformar una tendencia histórica en donde los niveles de inversión se encuentran por debajo del óptimo, es preferible la adopción de esquemas en los cuales se garantice una tasa de retorno sobre las inversiones.

En cualquiera de los esquemas seleccionados es importante tener en cuenta que, tal como lo señala Klein (1996), el punto clave para una regulación efectiva de la compañías prestadoras de servicios de agua potable es la construcción de información confiable que permita al regulador adoptar disposiciones adecuadas, con el mayor nivel de transparencia posible, de forma que todos los agentes puedan verificar que la conveniencia de las decisiones adoptadas por el regulador. La mejor manera de generar esta información es introducir múltiples jugadores dentro del sector, de forma que exista una muestra suficiente que permita realizar comparaciones de desempeño o incluso que algunos procesos específicos se puede generar una competencia directa entre los prestadores.

Otras consideraciones señaladas por Klein (1996), y que son relevantes dentro del contexto de regulación de inversiones, se refieren al hecho de que en la medida que las empresas prestadoras hayan realizado inversiones de recursos propios existen mayores incentivos a la competencia y a la adopción de medidas que redunden en un desempeño eficiente. De esta forma, la regulación debe adoptar disposiciones que promueva la entrada de recursos por parte de inversionistas privados, y en el caso de los operadores públicos generar las condiciones

apropiadas para que estos sean auto sostenibles y respondan por su desempeño individual.

Lo interesante de este análisis es establecer los impactos que tienen en bienestar la aplicación de cada una de estas metodologías en términos generales y cuales son las consideraciones que se deben evaluar dentro de su implementación en un entorno particular.

Dentro de la discusión específica sobre las inversiones y la pertinencia e impacto de la regulación sobre este componente de la estructura tarifaria, von Hirschhausen et al. (2004) realizaron una revisión donde señalan en primera instancia una percepción global que destaca la necesidad de poner un mayor énfasis en la regulación de las inversiones, en busca de un desarrollo sostenible de los diferentes sectores relacionados con la provisión de servicios públicos.

De acuerdo con estos autores la revisión de la relación entre la regulación y las inversiones permitió obtener las siguientes conclusiones:

- No parece existir una relación específica entre el tipo de propiedad del sistema (propiedad pública o privada) y los niveles de inversión; es decir el tipo de propiedad no genera por si misma un niveles de inversión por debajo del óptimo. Lo que realmente importa es la especificación del esquema regulatorio: es necesario combinar las ventajas de la regulación basada en incentivos económicos, con incentivos adecuados que estimulen la inversión. Así mismo, es aconsejable la adopción de instrumentos alternativos como regulación con consideraciones de escala variable y otros mecanismos que permiten compartir riesgo y utilidades.
- La separación vertical de los sistemas puede generar nuevos mecanismos de coordinación, que pueden resultar complejos, pero que no necesariamente van en detrimento de la inversión. En este sentido, es recomendable la aplicación de instrumentos

que definan las condiciones dentro del sector como contratos del tipo *take or pay*.

- La inversión no es en si misma un objetivo que debe buscar la regulación. La comparación de diferentes modelos organizacionales y los esquemas de regulación, los efectos sobre el bienestar causados por la sobre- o sub-inversión deben ser valorados junto con las pérdidas y ganancias generadas sobre los incentivos a los objetivos de corto plazo, el incremento de la complejidad regulatoria y otros objetivos.
- Los resultados de los modelos existentes difieren drásticamente de los esperados de una regulación óptima. Estos resultados sugieren que la regulación debe ser diferenciada para sectores y mercados específicos. Pero los problemas asociados a esta clase de fragmentación, dentro de los cuales se cuenta la necesidad de identificar cada situación particular, la capacidad de adoptar decisiones particulares por parte de reguladores y políticos, así como los incentivos estratégicos para cambiar las condiciones pactadas, deben ser estudiados con una mayor profundidad.
- Esclarecer las variables que afectan las decisiones sobre inversión y una evidencia sólida en términos cuantitativos es necesaria antes de que puede definirse una política específica en busca de obtener niveles de inversión eficientes. De acuerdo con estos autores los “modelos empíricos sobre mercados” son indispensables para este propósito.

Por otro lado Burns & Riechmann (2004), profundizan en las implicaciones teóricas que existen entre los instrumentos regulatorios y el comportamiento de las inversiones dentro de los servicios públicos.

Estos autores señalan que existen dos alternativas que permiten minimizar las ineficiencias incorporadas al componente de inver-

siones. La primera de ellas implica la adopción de mecanismos que permitan al regulador, dentro de su propio criterio, eliminar algunas de las inversiones de una manera no oportunista. En los casos en donde estos mecanismos no se encuentran disponibles es posible que los reguladores se vean avocados a la adopción de estrategias para verificar que los planes de inversión que realiza la empresa son realizados de manera eficiente, en un proceso que en cualquier caso se vuelve difuso y requiere de un gran esfuerzo por parte del regulador.

Sin embargo, se señalan una serie de lecciones que han sido generadas dentro del proceso de regulación de inversiones mediante incentivos económicos. De esta forma, propone algunas consideraciones clave en relación con la eficiencia de los costos de capital:

- Los objetivos de la regulación deben enfocarse en la obtención de productos específicos para cada servicio - el nivel de cobertura o calidad, por ejemplo - en lugar de desgastarse en la regulación de los insumos necesarios para alcanzar dichos productos, y especialmente debe evitar la formulación de planes de inversión específicos.

El supuesto implícito en esta observación es que, dadas unas metas específicas señaladas por el regulador en términos de calidad, las empresas deben adoptar los niveles de inversión necesarios que les que conduzcan la obtención de dichas metas. Para obtener estas metas de calidad el regulador puede recurrir a esquemas en donde el ingreso de la empresa dependa de su desempeño, el cual puede ser establecido mediante indicadores. De esta manera, con base en este incentivo económico, una empresa que busca alcanzar las metas de calidad para apropiarse de los ingresos que esto le representa, implementará con base en su criterio particular las inversiones necesarias para la obtención de este objetivo.

- Es necesario implementar mecanismos que aseguren un balance entre la eficiencia de los costos operativos⁵ y los costos de inversión. Cuando se implementa metodologías de eficiencia comparativa en los costos operativos solamente, en esquemas regulatorios de precios con revisiones periódicas, y donde los ingresos de las firmas están ligados a sus costos, se generan incentivos muy fuertes para que las empresas transfieran ineficiencias de los costos operativos a los costos de inversión o de capital.

En particular, este efecto se ve reforzado por la diferencias que en términos tiempo se encuentran asociados a las ganancias por eficiencia derivadas de cada uno de estos insumos: las empresas pueden disfrutar los beneficios de reducir costos de operación en el corto plazo, mien-

tras que los beneficios de las reducciones en los costos de capital se tienden a ver más en el mediano o largo plazo, tiempo en el que la firma puede ajustar sus ingresos al nuevo nivel de costos.

- El último efecto descrito por Burns & Riechmann (2004), se refiere a las externalidades generadas por la aplicación de regulaciones con incentivos diferentes a productos que dependen de un mismo nivel de costos. Bajo estas condiciones se observará una mayor transferencia de costos - e ineficiencias en general - al producto en el cual la regulación sea menos exigente.

Las aproximaciones presentadas reflejan lecciones comunes que deben ser consideradas dentro de la implementación, en términos prácticos, de incentivos necesarios para la regulación de inversiones.

⁵ Dentro del contexto de la regulación colombiana, estos costos incluirían los costos administrativos y operativos. En la medida que se citen únicamente los costos operativos se debe entender que se refiere a los dos tipos de costos.

3. EXPERIENCIA SOBRE LA REGULACIÓN DE INVERSIONES: REFERENCIAS INTERNACIONALES Y EL CASO COLOMBIANO

LATINOAMÉRICA

En el año 2003 Estache et al. realizaron una revisión importante sobre las implicaciones de la regulación de los servicios públicos en América Latina (incluyendo acueducto y alcantarillado, transporte, energía y telecomunicaciones). Específicamente se centraron en las implicaciones de las reformas realizadas a principios de la década de los 90's, a través de las cuales se adoptaron principalmente esquemas de precio techo y se promovió la entrada de capital privado al sector.

De manera específica, se presentan las siguientes observaciones:

- Las inversiones realizadas por agentes privados fueron significativamente menores a las expectativas, y no permitieron cumplir con las necesidades de inversión a nivel regional. Adicionalmente, los gobiernos mantuvieron la operación en sistemas que tenían asociados altos niveles de riesgos y altos costos; es decir que hubo un efecto de descreme, que condujo a que los inversionistas privados se concentraran únicamente en sectores altos flujos de efectivo, y la operación y transacción fuera claramente viable desde el punto de vista financiero.
- Como se indicó antes, los esquemas de precio techo promueven la introducción de medidas de eficiencia en los costos operativos de corto plazo, pero generan incentivos muy limitados a la inversión de largo plazo. De acuerdo con la revisión de

Estache et al. (2003) este es precisamente lo evidenciado en los casos analizados en Latinoamérica, donde las reducciones en costos operativos no fueron suficientes para compensar la disminución observada en los niveles de inversión.

- Las ganancias de eficiencia no fueron transferidas a los usuarios; no se evidenciaron reducciones en las tarifas y los incrementos en cobertura y calidad no tuvieron las dimensiones esperadas.
- La adopción de esquemas contractuales no se constituyó en una herramienta de regulación tan predecible y estable como se suponía. Alrededor del 30% de los contratos fueron renegociados y en la mayoría de los casos (dos de cada tres) la solicitud de renegociación provino de los operadores.

Con base en estos hechos, estos autores indican que, dado el alto nivel de incertidumbre y la débil capacidad institucional que caracteriza las economías latinoamericanas, las ganancias de eficiencia derivadas de la adopción de metodologías de precio techo fueron capturadas en su gran mayoría por los gobiernos y las firmas, y solo una mínima proporción fue transferida a los usuarios.

Por otra parte, cuando se observa específicamente el caso de la regulación de los servicios de Agua Potable y Saneamiento Básico en Argentina, se encuentra que en este caso fue necesario recurrir a los esquee-

mas de franquicia, en los cuales las firmas compiten por el derecho a prestar el servicio; es decir, compiten por el mercado y no en el mercado (Chávez & Quiroga, 2002).

En este caso, los planes de inversión constituían un elemento primordial dentro de la asignación de la concesión. En consecuencia, dentro de la regulación Argentina, la verificación de los compromisos de inversión tiene la mayor preponderancia y está a cargo de una entidad encargada para tal fin, denominada Ente Tripartito de Obras de Servicios de Saneamiento (ETTOS).

El caso chileno, también se encuentra enmarcado dentro de la regulación por concesión (Chávez & Quiroga, 2002). En lo que respecta específicamente a las inversiones, cuando se requiere ampliar la capacidad del sistema, es necesario calcular un costo incremental por desarrollo, el cual es definido de la siguiente manera:

“aquel valor equivalente a un precio unitario constante que, aplicado a la demanda incremental proyectada, genera los ingresos requeridos para cubrir los costos incrementales de explotación eficiente y de inversión de un proyecto de expansión optimizado del prestador, de tal forma que ello sea consistente con un valor actualizado neto del proyecto de expansión igual a cero” (SISS, 1998).

De esta forma, este esquema requiere establecer con el mayor grado de exactitud posible, la relación existente entre la capacidad instalada y la demanda proyectada.

Si esta expansión no es necesaria, las tarifas son estimadas a partir del costo marginal de largo plazo. A su vez este costo es estimado con base en el costo total de largo plazo, el cual es definido como el valor anual requerido para cubrir los costos operacionales y eficientes de inversión en reposición. Dentro de este esquema, el valor presente neto establecido para un proyecto específico que debe atender la demanda estimada debe ser igual a cero y considerar un horizonte de tiempo superior a 35 años.

CASO COLOMBIANO

El caso colombiano contiene particularidades que lo diferencia de otros países de América Latina, en donde la implementación de los procesos de modernización de los prestadores de los servicios de acueducto ha implicado principalmente la adopción de esquemas de concesión. En estos casos los regímenes tarifarios forman parte del contrato de concesión, así como la calidad y en algunos casos las inversiones. Sin embargo, gran parte de las consideraciones señaladas antes para América Latina tienen vigencia; los niveles de inversión del sector privado no han permitido aliviar en una medida importante las necesidades de inversión del sector y la mayor proporción de los recursos para inversiones proviene de fuentes estatales. Adicionalmente, en algunos casos el esfuerzo que han realizado los suscriptores en términos de tarifas no se ha visto reflejado en incrementos significativos en términos de calidad y cobertura.

Las disposiciones actuales sobre el componente de inversiones y para el marco tarifario en general, contienen incentivos que pueden conducir a la sobre dimensión de las inversiones. Estos incentivos han sido señalados con anterioridad e incluyen:

i) El reconocimiento retorno que depende directamente del nivel de inversiones sin tener consideraciones de eficiencia que permitan relacionar el nivel de inversiones con objetivos específicos de calidad y cobertura;

ii) La inexistencia de sistemas de información que permitan verificar que las inversiones proyectadas por la empresas sean en efecto realizadas o, de manera alternativa, en el caso de que éstas no se lleven a cabo hagan posible la introducción inmediata de ajustes en los costos de referencia, que eviten que este rubro entre a formar parte de las utilidades de la empresa; y

iii) La implementación de medidas de eficiencia comparativa que se limitan exclusivamente a los costos de operación y no evalúan posibles transferencias de ineficiencias de los costos operativos a los costos de inversión.

Asimismo, los cambios observados entre los costos de referencia definidos antes y después de la implementación de las medidas de eficiencia comparativa sobre costos operativos contenidas en el actual marco tarifario (Resolución CRA 287 de 2004), indican que en efecto es muy posible que los incentivos resaltados antes estén conduciendo a ineficiencias en el componente de inversiones reconocido por la estructura tarifaria: Dentro de los costos de referencia definidos mediante la metodología actual, los componentes comparables presentaron reducciones significativas, específicamente en lo relacionado con los costos administrativos, mientras que, a pesar de la introducción de medidas que pretendían ajustar los costos de inversión mediante disposiciones que eliminaban el reconocimiento del valor a nuevo de los activos, el costo medio de inversión en el largo plazo, que representa alrededor del 70% del cargo por consumo, aumento su valor. La principal explicación para el incremento en el costo de las inversiones se fundamenta en la reducción del valor presente de la demanda que fue cercano al 30%.

REINO UNIDO

La autoridad regulatoria de agua y saneamiento del Reino Unido (OFWAT) define la eficiencia en el capital como la proporción entre los productos y los costos de inversión necesaria para alcanzar esos productos. Las mejoras en eficiencia son los ahorros en los costos de inversión con base a un estimativo de costos para el mismo nivel de productos.

Desde que inició el proceso de privatización a finales de la década de los 80's, se han tratado de establecer medidas de eficiencia relativa en los costos relacionados con inversión o gastos de capital. Cuando se realizan

las revisiones quinquenales de tarifas, estas medidas de eficiencia son tenidas en cuenta dentro de la definición de los tarifas límites que deben ser aplicadas en un periodo determinado. En última instancia, el objetivo de estas medidas es permitir la definición de los precios techo de una forma tal que se creen incentivos para que las empresas mejoren su eficiencia en el componente de inversiones y se generen beneficios reales en términos de reducción de tarifas para los suscriptores.

OFWAT utiliza tres herramientas para derivar las eficiencias en los costos de inversión. Estas tres herramientas incluyen:

- (1) la base de costos;
- (2) los modelos econométricos de inversiones en mantenimiento y rehabilitación;
- (3) y las mejoras continuas en eficiencia del sector.

Las dos primeras herramientas evalúan la eficiencia del capital relativa entre empresas, mientras que la tercera herramienta evalúa las mejoras en eficiencia del sector en general (Allan, 2006).

OFWAT establece la eficiencia relativa de los costos de capital utilizando una base de costos unitarios (para las inversiones de expansión y mejoras) y modelos econométricos (para las inversiones en rehabilitación y mantenimiento). La base de costos unitarios se construye recolectando anualmente información de las empresas sobre costos unitarios de proyectos estándar en el sector de agua y saneamiento.

Debido a que la actividad de mantenimiento de capital varía anualmente, y para evitar modelos econométricos que fluctúen de un año a otro, los costos de inversión se modelan durante un periodo de tiempo de 6 años (este enfoque es diferente al utilizado para los costos de operación). Finalmente, combinando el promedio de la base de costos y los modelos

econométricos se establecen unas bandas de intervalos del 10% frente a la firma de referencia (la firma con el menor residuo válido).

Los dos métodos comparan cada compañía con contrapartes que se estima están ubicadas sobre la frontera eficiente. De esta forma, se establecen las diferencias relativas entre la empresa eficiente y la compañía analizada, las cuales son utilizadas para definir los precios límites, así como los incentivos a la eficiencia (factores X de productividad).

Adicionalmente, la OFWAT hace una estimación de las mejoras que debería realizar el sector como un todo. Según este organismo, la eficiencia global, o mejoramiento continuo del sector, se refiere a qué tanto las empresas más eficientes pueden ser aun más eficientes en el futuro. Para esto, se definen unas metas de eficiencia, y se establece que las firmas pueden alcanzar al menos el 50% de estas metas.

De esta forma, en la medida que los incentivos a la eficiencia en los costos de inversión son incorporados en la tarifa, promueven el incremento en la productividad y, mediante la realización de las revisiones quinquenales, estas ganancias de eficiencia pueden ser transferidas, al menos parcialmente, a los suscriptores. A pesar de que, como ya se explicó estas medidas constituyen una herramienta que puede afectar de manera directa los ingresos de las empresas, algunas críticas al proceso de revisión en 2004 enfatizan el la necesidad de introducir medidas más efectivas, en el sentido que logren reducción más significativas sobre los costos que son imputados a los suscriptores (Ballance, 2006).

Ballance (2006) plantea una serie de observaciones sobre el proceso de revisión de eficiencia que realiza la OFWAT, las cuales incluyen:

- Enfocarse en menor medida en la regulación de los insumos (costos operativos y de inversión) y dar una mayor prioridad a la obtención de objetivos específicos, aumentando de esta forma la flexibilidad del paquete tecnológico.
- Determinar con claridad metas en el largo plazo para prevenir las presencia de picos de inversión.
- Explorar mecanismos que permitan una mayor compatibilidad dentro de todo el esquema de definición de precios.
- Implementar métodos de análisis costo beneficio que tengan una mayor validez teórica, los cuales permitan determinar los niveles de costos de operación e inversión que la empresa debe tener para obtener los objetivos previamente señalados.
- Diseñar incentivos más fuertes que conduzcan a las compañías a generar planes de negocios e inversión más robustos y cercanos a las necesidades reales. En este sentido, se recomienda depender en una menor proporción de los incentivos generados a través de las medidas de eficiencia comparativa.

Cuando se analizan estas observaciones, se observa que coinciden en gran medida con las consideraciones teóricas presentados por Burns & Riechmann (2004). En este sentido, la implementación de las medidas de eficiencia sobre inversiones que actualmente aplica la OFWAT y su complemento con estas consideraciones antes señaladas, constituirían un avance significativo dentro del esquema metodológico para la regulación de las inversiones en los sistemas de acueducto y alcantarillado.

4. CONSIDERACIONES PRÁCTICAS

De acuerdo con Burns y Estache (1999), para prevenir eventualidades, conflictos, engaños y errores, los reguladores deben ser capaces de:

- Comparar los resultados de desempeño de las empresas con los resultados esperados.
- Evaluar los costos de posibles eventualidades negativas.
- Evaluar los casos en los cuales la reducción en los costos esperados son causadas por un mejor desempeño o por una reducción en el volumen producido.
- Evaluar la base de activos y las imposiciones que por concepto de costos de capital se transfieren a los suscriptores.

Si el regulador tiene la capacidad de desarrollar cada una de estas actividades, habrá avanzado en gran medida en la obtención de los objetivos planteados en la introducción, y que en general buscan crear incentivos que permitan aproximarse a niveles eficientes de inversión.

De acuerdo con Burns y Estache (1999), lo primero sobre lo cual el regulador puede establecer mecanismos de control, es sobre los ingresos que pueden ser permitidos a las empresas. Hay dos mecanismos equivalentes: el método tradicional basado en cuentas bancarias y la aproximación usando el flujo de caja.

En el primero, se espera que durante el periodo de control de precios los ingresos permitan cubrir los siguiente compo-

nentes: Costos operativos + Depreciación + Retorno sobre el capital. En el flujo de caja los ingresos deben ser iguales a: Valor presente de los gastos operativos y de capital + el valor presente del cambio en el valor de los activos, a lo largo del periodo de control.

En cualquier caso, es necesario que los reguladores desarrollen mecanismos que les permitan identificar de manera confiable los siguientes componentes:

- Costos operativos.
- Costos de inversión.
- La valoración de los activos y su variación en el tiempo.
- Depreciación.
- Costo de Capital.

¿Cómo establecer los costos operativos?

El objetivo en este caso es evaluar el nivel de costos que actualmente presenta una empresa frente al nivel eficiente de costos operativos.

Sin embargo, la consideración relevante desde el punto de vista de las inversiones es la forma como los incentivos a la eficiencia afectan los gastos operativos y al mismo tiempo el desarrollo de inversiones. Si existen incentivos a la eficiencia en los costos operativos pero no se tiene ningún control sobre los costos de inversión, y estos son incluidos directamente en la tarifa, se crean distorsiones para los incentivos de eficiencia y desproporciones entre ambos componentes.

En consecuencia, para que el efecto sobre la eficiencia de costos totales que tiene la empresa tenga un carácter práctico, es necesario que el regulador tenga controles tanto en costos operativos como en costos de inversión, de forma que no se afecte la distribución de los costos que realizan las empresas utilizando criterios que pueden ser arbitrarios.

¿Cómo establecer inversiones?

Los problemas relacionados con inversiones implican dos dimensiones: Cómo establecer los planes de inversión y cómo manejar las diferencias entre los gastos en capital esperados y reales dentro de cada periodo de revisión. El supuesto en este caso es que las divergencias entre los planes y las ejecuciones reales son inevitables y lo importante desde el punto de vista del regulador es la definición de los mecanismos que permiten generar los incentivos correctos frente a la posibilidad de que los planes de inversión se encuentren sub o sobre estimados.

¿Cómo valorar activos?

La valoración y la depreciación de activos son elementos sobre los cuales el regulador debe hacer el máximo esfuerzo para establecer criterios claros.

En este caso, el término clave es el “perfil de depreciación” (*depreciation profile*), definida como su productividad histórica desde el momento de su instalación hasta su retiro.

¿Cómo medir el costo de capital?

Este término debe ser entendido como el retorno que se reconoce sobre el capital. En este caso se cuenta con un costo total de capital, sin embargo, se debe diferenciar el costo del capital propio y el costo de capital con recursos de terceros. En principio el costo de la deuda puede ser estimado a partir de información publicada por las empresas, mientras que el costo de capital propio puede ser estimado a partir de datos de mercado.

De nuevo, la solución para el problema de establecer un rango razonable

para la tasa de retorno permitida proviene de mecanismos de comparación y análisis de las bases de datos disponibles.

¿Cómo monitorear inversiones?

Dentro de un esquema ex-ante, los incentivos a la eficiencia deben ser mantenidos durante el periodo tarifario. Si una vez realizada la evaluación de un periodo específico, se observa que las compañías tienen unas ganancias desbordadas como consecuencia de sus incrementos en eficiencia, parte de estas ganancias pueden ser transferidas a los suscriptores mediante una reducción en precios.

Sin embargo, el tratamiento de los gastos en inversión durante el periodo tarifario puede ser más complejo. El caso típico implica posponer las inversiones programadas como consecuencia de la sobreestimación de la demanda. El incentivo en estos casos es transferir a los accionistas de las compañías el dinero que debería haber sido usado en inversiones, para aumentar el valor de su negocio.

La pregunta que surge entonces es: ¿De qué forma y bajo qué circunstancias es necesario devolver el capital que no ha sido gastado en inversiones?.

En principio, la devolución de dineros que no han sido gastados es contraria a la filosofía general de incentivos basados en la regulación. En la medida que las reducciones en inversión no impliquen el incumplimiento en las metas de producción, es decir, si los ahorros en términos de inversión son generados por un incremento en la eficiencia de los activos instalados, sería difícil justificar las devoluciones de dinero por parte de las empresas. Al contrario, si las inversiones no fueron realizadas por una decisión unilateral de la compañía, existe una mayor justificación para la devolución de los dineros.

En cualquier caso la devolución de los dineros que no han sido gastados en inversión puede generar incentivos perversos para las compañías. Ante la expectativa de la devo-

lución de dineros generada por la sobreestimación de los planes de inversión, las compañías tendrán como incentivo la realización de estos planes sin considerar las pérdidas de eficiencia que esto involucra. Las compañías realizarán la totalidad de las inversiones proyectadas, sin importar que estas se ajusten a los requerimientos de cada sistema.

La alternativa adoptada por el Reino Unido para el tratamiento de este problema es buscar un mecanismo para que las compañías

reporten anualmente las inversiones desarrolladas, de forma que se cuente con suficiente información que permita determinar los niveles, y en lo posible las causas, que explican las diferencias con las proyecciones de inversión. Es decir, acumular información suficiente que permita tomar decisiones justas y efectivas, frente a la posibilidad de que las compañías se apropien de cantidades que no fueron gastadas en inversión o al contrario la creación de incentivos que conduzcan a sobredimensionar los sistemas de prestación del servicio.

5. RECOMENDACIONES

Con base en la discusión anterior, es posible proponer la siguiente hipótesis sobre el desarrollo de las inversiones en el sector de acueducto y alcantarillado en el país:

Los incentivos contenidos en la regulación han conducido a la introducción de ineficiencias en el componente de inversiones, bien sea por deficiencias en las metodologías de valoración de activos o por el diseño inadecuado de los planes de inversión, de forma que los niveles de inversión no son consistentes con los productos obtenidos de estas. Adicionalmente, recursos destinados a proyectos de inversión han sido incluidos dentro de las utilidades de las empresas, teniendo en cuenta que no existen mecanismos que permitan verificar que los dineros captados vía tarifa, efectivamente sean destinados a las inversiones que requiere el sector para el cumplimiento de las metas en términos de calidad y cobertura.

En concordancia con esta hipótesis y con los objetivos señalados en la sección inicial es posible plantear las siguientes líneas de investigación:

- Es inminente la necesidad de introducir factores de eficiencia que cubran no solamente los costos operativos, sino adicionalmente los costos de inversión. De tal manera, la primera línea de investigación consiste en determinar mediante modelos empíricos, de costos unitarios y económicos, el nivel de eficiencia y productividad que tienen las inversiones del sector, específicamente la forma como se relacionan la magnitud de las inversiones causadas y proyectadas con la capacidad del sistema para atender su correspondiente demanda, con niveles aceptables de calidad.
- A partir de este diagnóstico, es necesario establecer metodologías que permitan la definición de planes óptimos de inversión, teniendo como principal criterio de decisión objetivos específicos que deben ser definidos por la comisión en el largo plazo.
- La validación del modelo depende de la calidad de la información. En este sentido es necesario profundizar en metodología que fortalezcan la capacidad de la Comisión para aproximarse al valor real de las inversiones.
- Dado que las tarifas reconocen un rendimiento sobre las inversiones proyectadas, es necesario investigar qué mecanismos permiten monitorear la implementación de estas inversiones. Así mismo, es importante determinar los rendimientos que las empresas obtienen de aquellas inversiones que constituyen, o constituirán, aportes de terceros. La implementación de este sistema de monitoreo evitaría que las empresas se apropien de recursos que fueron suministrados a por la comunidad vía tarifas, con el objetivo de implementar los planes de inversión y que no fueron utilizados para tal fin. Adicionalmente, un sistema de esta naturaleza permitiría evitar la obtención de rentas privadas por recursos que fueron suministrados por el estado.
- Las revisiones periódicas es el principal mecanismo que tiene el regulador para transferir eficiencias a los suscriptores. En este sentido, es necesario formular lineamientos de largo plazo sobre los procesos de revisión de tarifas, que incluyan los mecanismos para la estimación y transferencia de eficiencias.

6. REFERENCIAS

- Armstrong M., Sappington D.E.M. (2006). *Recent Developments in the Theory of Regulation en Handbook of Industrial Organization (Vol. III)*, editado por M. Armstrong and R. Porter.
- Allan G., 2006. Assessing capital efficiency in the water and sewerage industry in England and Wales: Ofwat's approach. *Utilities Policy*, 14, pp. 224-233.
- Ballance, A. (2006). The regulation of capex in water, *Utilities Policy*, 14, 4, 234-239.
- Burns, P; Estache, A. (1999). *Infrastructure Concessions, Information Flows, and Regulatory Risk*. Public Policy for the Private Sector, World Bank, Note No. 203.
- Burns, P; Riechmann, C. (2004). Regulatory instruments and investment behaviour, *Utilities Policy*, 12, 4, 211-219.
- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico – CRA (2007), *Análisis comparativo de los costos de referencia para acueducto y alcantarillado. Resoluciones CRA 151/01 Y CRA 287/04*, en prensa.
- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico - CRA (2007), *Impactos Regulatorios en los Sectores de Acueducto, Alcantarillado y Aseo*. Revista Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. Revista No. 12. Bogotá, Colombia.
- Consultoría Colombiana – CONCOL (2007) *Consultoría para determinar el impacto del marco regulatorio en su conjunto, teniendo en cuenta la sostenibilidad, viabilidad y dinámica de los sectores de acueducto y alcantarillado y aseo, en los términos del inciso 2° del Artículo 13 del decreto 2696 de 2004*
- Chavez C.A., Quiroga M.A., 2002. *Regulatory schemes for water provision in theory and practice*. Second Meeting on Tariff Reform in Urban Water Sector Reform.
- Estache, A. Guasch, J.L.; Trujillo, L. (2003). *Price caps, efficiency payoffs, and infrastructure contract renegotiation in Latin America*, The World Bank, Policy research working paper 3129.
- Klein, M. (1996). *Economic regulation of Water companies*. Policy research working paper 1649.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios de Chile - SISS (1998) Ley de Tarifas de los Servicios Sanitarios Decreto con Fuerza de Ley N° 70 del Ministerio de Obras Públicas.
- Von Hirschhausen, C.; Beckers, T.; Brenck, A. (2004) *Infrastructure regulation and investment for the long-term—an introduction*, *Utilities Policy*, 12, 4, 203-210.

ESTUDIO DE ESTRUCTURACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE INVERSIONES DE LOS PRESTADORES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO¹

Carolina Marín López. Asesora Subdirección Técnica.
Daniel Revollo Fernández. Asesor Subdirección Técnica.
Julio César del Valle. Experto Comisionado.
Nelly Irreño. Asesora Experto Comisionado.

Grupo de Apoyo

Eduardo Patarroyo. Consultor.
Jenny Paola Molina. Practicante Subdirección Técnica.
Manuel Antonio Serna. Asesor Subdirección Técnica.
William Henao. Asesor Subdirección Técnica.

RESUMEN

El objetivo del proyecto es estructurar información relacionada con las inversiones en infraestructura de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado, así como, desarrollar funciones de costo para cada uno de los componentes de dichos servicios, que sirvan como insumo para estimar rangos eficientes de inversión y apoyar la revisión del componente de inversiones dentro del proceso de revisión tarifaria quinquenal 2009-2014. El presente estudio se desarrolló en torno a cinco etapas: i) Diseño de la base de datos; ii) Definición de la muestra; iii) Recolección de información; iv) Cargue de información a nivel de costos unitarios y especificaciones técnicas; y v) Análisis de la información consolidada.

Palabras Clave: Inversión, Acueducto y Alcantarillado.

1 Las opiniones del autor se hacen a título personal y no comprometen en nada la posición institucional de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.

I. ANTECEDENTES

Las metodologías tarifarias que expide la Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA), se fundamentan en tres (3) costos que representan la dinámica de los prestadores del sector: operativos, administrativos y de inversiones. En cuanto a los dos primeros, se cuenta con información y mecanismos relevantes para el apoyo de los procesos de regulación y asesoría que la CRA desarrolla. Sin embargo, para el último de ellos, la información

disponible es limitada lo que ha dificultado en algunos casos el desarrollo de dichos procesos.

Debido a lo anterior, se identificó la necesidad de mejorar la información disponible en relación con las inversiones en infraestructura de acueducto y alcantarillado y para esto, se inició el estudio de estructuración y análisis de la información disponible.

2. OBJETIVO

Estructurar información relacionada con las inversiones en infraestructura de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado, así como desarrollar funciones de costo para cada uno de los componentes de dichos servicios, que sirvan como insumo para estimar rangos eficientes de inversión y apoyar la revisión del componente de inversiones dentro del proceso de revisión tarifaria quinquenal 2009-2014.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar una base de datos de inversiones en infraestructura realizadas para una muestra de prestadores de los servicios de acueducto y alcantarillado, a nivel de proyectos, contratos, componentes y variables².
- Desarrollar funciones de costo unitario de los diferentes componentes y elementos que constituyen la base de datos.
- Estimar rangos eficientes de inversión a nivel componente de acuerdo a especificaciones técnicas relevantes.
- Desarrollar herramientas de análisis para evaluar los planes de inversión y la valoración de activos.
- Apoyar la revisión del componente de inversiones dentro del proceso de revisión quinquenal del marco tarifario de acueducto y alcantarillado 2009-2014.

² Cuyo fundamento se expone en el numeral 4.1.

3. METODOLOGIA

El presente estudio se desarrolló en torno a cinco (5) etapas: i) diseño de la base de datos; ii) definición de la muestra; iii) recolección de información; iv) cargue de información a nivel de costos unitarios y especificaciones técnicas; y v) análisis de la información consolidada. Las actividades específicas y los lineamientos básicos mediante los cuales se desarrollaron cada una de ellas, se describen en la Figura 1.

3.1. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

Para la definición de necesidades se partió de discusiones preliminares al interior del grupo de trabajo, revisión de estudios y modelos de proyección existentes (Waterplan), así como análisis del componente de inversiones en la metodología tarifaria vigente.

Una vez definida la intencionalidad del modelo de datos, se estructuró a partir de un diseño conceptual y lógico, así como el modelo físico. Sus ajustes fueron resultado de un pro-

ceso dinámico durante las fases de Recolección, Cargue y Análisis de la información.

3.2. DEFINICIÓN DE LA MUESTRA

3.2.1. DEFINICIÓN DE LA MUESTRA DE PRESTADORES Y/O DE FUENTES DE INFORMACIÓN

La información sobre inversiones en infraestructura de los servicios de acueducto y alcantarillado incluye las siguientes fuentes:

1. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).
2. Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo (FONADE).
3. Prestadores de Servicios Públicos.

En este sentido, se definió una muestra de veinte y un (21) prestadores, teniendo en cuenta el tamaño del mercado, su naturaleza jurídica e incluyendo, cuando la disponibilidad de información lo permitio, áreas de prestación de diferentes regiones geográficas del país (Tabla 1).

FIGURA I. PLAN DE TRABAJO DESARROLLADO

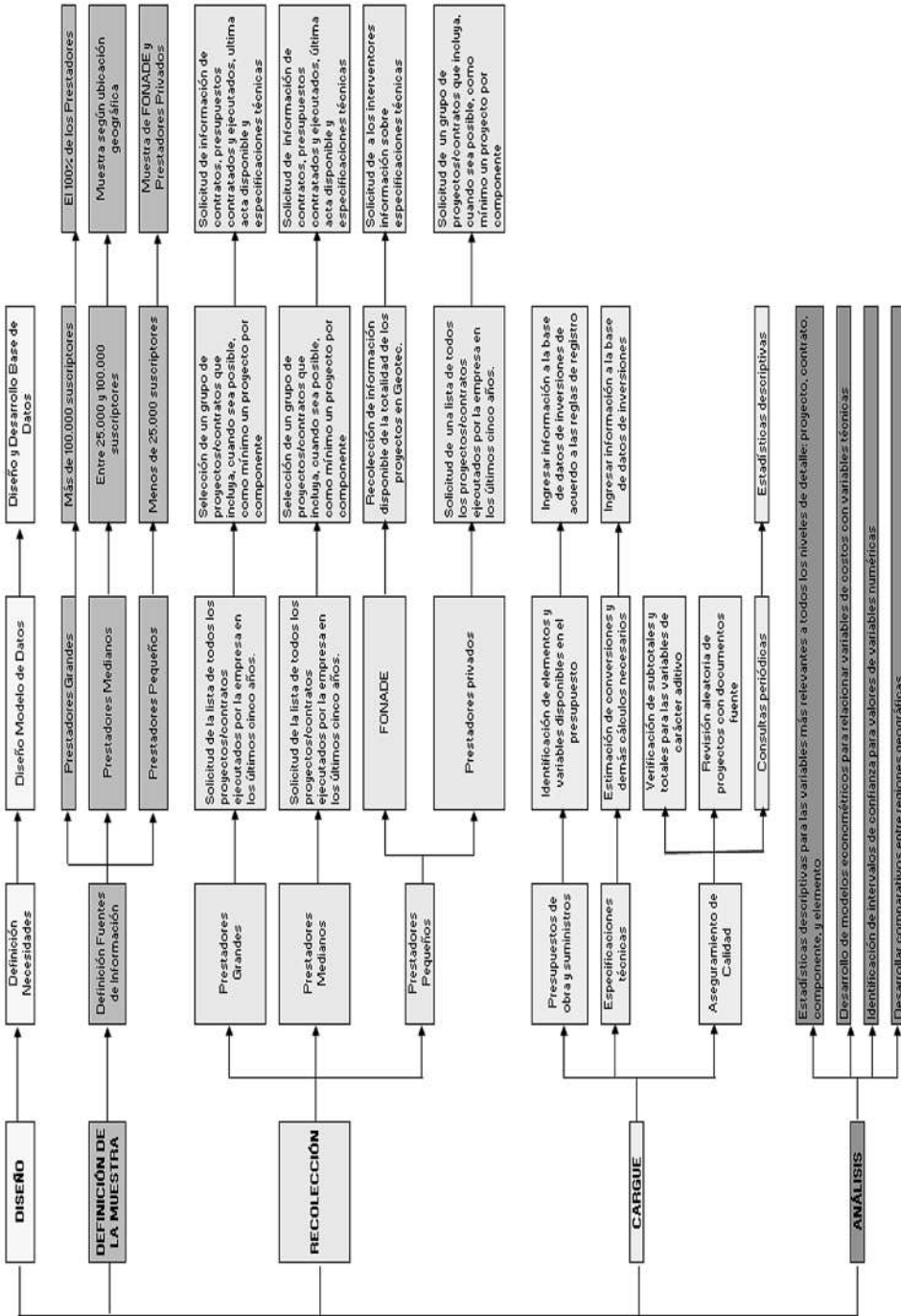


TABLA I. MUESTRA DE PRESTADORES GRANDES

	ID	Prestador	Departamento	Municipios Atendidos	Suscriptores*	
					Acueduc	Alcanta
1	70	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogota ESP - EAAB	Cundinamarca	Bogotá Gachancipa Soacha Bogotá	1'558.429	1'496.248
2	564	Empresas Publicas de Medellín ESP - EPPPM	Antioquia	Barbosa Bello Caldas Copacabana Envigado Girardota Itagüí La Estrella Medellín Sabaneta	796.514	761.961
3	443	Sociedad de Acueductos y Alcantarillados del Valle del Cauca SA ESP - ACUAVALLE I I.	Valle del Cauca	Alcala Andalucia Ansermanuevo Argelia Bolívar Bugalagrande Caicedonia Candelaria Dagua El Aguila El Cairo El Cerrito El Dovio Florida Ginebra Guacarí Jamundi La Cumbre La Unión La Victoria Obando Pradera Restrepo Riofrío Roldanillo San Pedro Sevilla Toro Trujillo Ulloa Vijes Yotoco Zarzal	132.607	104.829
4	341	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga SA ESP	Santander	Bucaramanga Floridablanca Girón	192.195	-
5	20012	Sociedad de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, Triple A ESP	Atlántico	Barranquilla Galapa Puerto Colombi Soledad	308.591	278.809
6	56	Aguas de Cartagena SA ESP – ACUACAR	Bolívar	Cartagena	156.986	120.979

	ID	Prestador	Departamento	Municipios Atendidos	Suscriptores*	
					Acueduc	Alcanta
7	2075	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira SA ESP.	Risaralda	Dosquebradas Pereira	104.306	100.314
8	2438	Empresas Municipales de Cali EICE ESP - EMCALI	Valle del Cauca	Cali Candelaria Palmira Puerto Tejada Yumbo	468.104	458.235
9	1781	Aguas de Manizales SA	Caldas	Manizales	84.698	80.321
10	2092	Empresas Públicas de Neiva ESP	Huila	Neiva	74.203	74.203
11	243	Compañía de Acueducto y Alcantarillado Metropolitano de Santa Marta	Magdalena	Santa Marta	69.140	60.768
12	260	Empresa de Obras Sanitarias de Pasto - EMPOPASTO	Nariño	Pasto	60.466	60.466
13	680	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Villavicencio ESP.	Meta	Villavicencio	60.393	60.393
14	2058	ACUAVIVA SA ESP.	Valle del Cauca	Palmira	57.365	56.514
15	121	Acueducto y Alcantarillado de Popayán SA. ESP.	Cauca	Popayán	56.357	52.702
16	3320	Hydros Chia	Cundinamarca	Chia	44.464	39.316
17	1847	Sera.QA.Tunja ESP SA	Boyacá	Tunja	33.478	32.978
18	2323	Aguas de Buga SA ESP	Valle del Cauca	Buga	26.837	26.837
19	3352	Aguas del Alto Magdalena SA ESP.	Cundinamarca	Agua de Dios	3.594	2.874
20	2419	Cooperativa de Servicios Públicos de Acueducto y Alcantarillado de Parcelación de Jardín LTDA – COPJARDIN.	Cundinamarca	Bogotá	400**	ND
21	2989	Operadores de Servicio de La Sierra SA ESP.	Magdalena	Cienaga	15.233	8.690

ND = Dato no disponible.

* Datos reportado por el SUI, Diciembre 2006.

** Información suministrada directamente por la empresa vía telefónica

Fuente: Sistema de Información Único de la Superintendencia de Servicios Públicos – SUI.

Por otro lado, para complementar dicha muestra se trabajó con información de proyectos supervisados por FONADE, los cuales cuentan con aportes financieros del Gobierno Nacional a través del programa de ventanilla única liderado por el Viceministerio de Agua Potable y

Saneamiento Básico. En este sentido, de los doscientos trece (213) proyectos registrados hasta Diciembre de 2006 en el sistema GEOTEC³, se escogió una muestra de cincuenta y dos (52) proyectos (24.41%), con los cuales se logró obtener información de 33 prestadores pequeños (Tabla 2).

TABLA 2. MUESTRA DE PRESTADORES PEQUEÑOS

	ID	Prestador	Departamento	Municipio	Suscriptores*	
					Acuedu	Alcanta
1		Municipio de Piamonte.	Cauca	Piamonte	100	ND
2		Municipio de Tarira	Vaupés	Tarira	100	ND
3		Empresa Municipal de Servicios Públicos de Morroa ESP.	Sucre	Morroa	359	ND
4		Oficina de Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Tello.	Huila	Tello	400	ND
5	20392	Administración Pública Cooperativa de Acueducto Alcantarillado y Aseo de Argelia Cauca APCOAR E.S.P.	Cauca	Argelia	448	ND
6	20852	Administración Pública Cooperativa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de La Sierra	Cauca	La Sierra	500	ND
7		Oficina de Servicios Públicos Municipio de Alvarado.	Tolima	Alvarado	647	ND
8	4933	Unidad de Servicios Públicos Municipio de Calamar.	Guaviare	Calamar	820	ND
9		Empresa Asociativa de Suscriptores del Servicio de Agua Potable del Municipio de San Cristóbal.	Bolívar	San Cristóbal	1.140	ND
10		Acueducto Veredal Morrosecó.	Caquetá	Puerto Rico	1.368	ND
11	569	Empresa Municipal de Servicios Públicos Industrial y Comercial del Estado de Cartagena del Chairá ESP.	Caquetá	Cartagena del Chairá	1.550	ND
12		Junta Administradora Acuabijao ESP.	Córdoba	Puerto Libertador	2.000	ND
13		Empresas Municipales de Villa Rica ESP.	Cauca	Villa Rica	2.206	ND
14	1460	Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios de Rovira ESP.	Tolima	Rovira	2.360	ND
15	141	Empresa de Servicios Públicos de La Paz ESP.	Cesar	La paz	2.649	ND
16		Empresa de Agua Potable y Saneamiento Básico de Orito - EMPORITO ESP	Popayán	Orito	2.865	ND
17	2639	Empresa Prestadora de los Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo del Municipio de Yondó.	Antioquia	Yondó	3.018	ND

3 Banco de Proyectos en Línea del Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo (FONADE).

	ID	Prestador	Departamento	Municipio	Suscriptores*	
					Acuedu	Alcanta
18	2206	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de San José del Guaviare - EMOPOAGUA ESP.	Guaviare	San José del Guaviare	5.226	ND
19		Aguas de Abibe ESP.	Antioquia	Carepa	5.929	ND
20	325	Empresas Municipales de Servicios Públicos Domiciliarios de Los Patios ESP.	Norte de Santander	Los Patios	10.718	ND
21	2950	Aguas de La Península SA ESP.	Guajira	Maicao	15.217	5.439
22	60	Unidad Municipal de Servicios Públicos de Magangué Bolívar.	Bolívar	Mangué	16.217	ND
23	3137	Aguas de La Guajira SA ESP.	Guajira	Riohacha	17.271	12.497
24	738	Empresa de Servicios Públicos de Ocaña S.A.	Norte de Santander	Ocaña	19.766	18.990
25	3233	Aguas del Sur de La Guajira SA ESP.	Guajira	Barrancas Distracción Molino Fonseca Hatonuevo Riohacha San José del Cesar Villanueva	23.188	18.879
26		Secretaria De Servicios Públicos Domiciliarios De Cisneros.	Antioquia	Cisneros	ND	ND
27		Aguas del Puerto SA ESP.	Antioquia	Puerto Berrio	ND	ND
28		Junta de Servicios Públicos del Municipio de Rosas.	Cauca	Rosas	ND	ND
29		Servicios Públicos del Guainía.	Guainía	Inárida	ND	ND
30	571	Empresa de Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Aseo del Municipio de Palermo ESP.	Huila	Palermo	ND	ND
31	1090	Empresa de Servicios Públicos de Agua Potable, Alcantarillado y Aseo del Municipio de Hobo	Huila	Hobo	ND	ND
32		Junta Administradora del Servicio del Acueducto del Municipio de Argelia.	Huila	La Argelia	ND	ND
33		Empresa Municipal de Servicios Públicos de Puerto Rico Meta.	Meta	Puerto Rico	ND	ND

ND = Dato no disponible.

* Datos reportado por el SUI, Diciembre 2006 y en las fichas de evaluación de proyectos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Fuente: Sistema de Información Único de la Superintendencia de Servicios Públicos – SU, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT.

3.2.2. DEFINICIÓN DE LA MUESTRA DE PROYECTOS Y/O CONTRATOS.

Para la definición de la muestra de proyectos y/o contratos de las empresas prestadoras del servicio de acueducto y alcantarillado, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Seleccionar un grupo de proyectos que incluya, cuando sea posible, como mínimo un proyecto por componente.
2. Los montos promedio de contratación de los proyectos y/o contratos.

3. Disponibilidad de la información por parte de las empresas.

Para seleccionar los proyectos y/o contratos de FONADE, se seleccionaron teniendo en cuenta los siguientes criterios:

1. Disponibilidad de la información, a nivel de presupuestos contratados, en los archivos de FONADE.
2. Región geográfica.
3. Componentes del servicio.
4. Los montos promedio de contratación de los proyectos y/o contratos.

3.3. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La recolección tuvo un tratamiento diferenciado entre la que provenía directamente de los prestadores del servicio y la proveniente de FONADE.

3.3.1. EMPRESAS PRESTADORAS

En el caso de la información que provenía directamente de las empresas, la etapa de recolección incluyó solicitar a cada una de ellas información sobre los proyectos y/o contratos de interés para el estudio, a través de cartas oficiales y llamadas, siguiendo el siguiente procedimiento:

1. Envío de una carta explicando el proyecto, la participación de la empresa en la muestra y solicitando una lista de proyectos ejecutados en los últimos cinco (5) años.
2. Llamada de seguimiento a las cartas y establecer un punto de contacto.
3. Seleccionar la muestra de proyectos.
4. Solicitar copias de los contratos y adiciones, actas de liquidación, y otra información de costos y de carácter técnico.
5. Llamada de seguimiento a las cartas, explicando las dudas que pudiesen producirse.
6. Verificación de que la información enviada estuviera completa, en caso contrario solicitar la faltante.

3.3.2 FONADE

La recolección de información de la muestra de FONADE, se realizó a través de

visitas a las instalaciones de la entidad, en donde fue posible tener acceso a la totalidad de la base de datos de GEOTEC, en la cual son almacenados, de manera digital, todos los documentos de soporte de los proyectos financiados por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) a través de su programa de Ventanilla Única. Entre la información recolectada se encuentra:

1. Convenios FONADE-MAVDT - Entes Territoriales.
2. Términos de las licitaciones (cuando fuese el caso).
3. Contratos.
4. Presupuestos Contratados.
5. Documentos de seguimiento (informes de interventoría).
6. Actas de contrato (inicio, pagos, modificaciones, prólogas, terminación, entrega y liquidación).
7. Presupuestos ejecutados.

3.4. CARGUE DE INFORMACIÓN

El cargue de información a la base de datos se realizó de manera paralela a su recolección, siguiendo un procedimiento definido previamente para asegurar la calidad de los datos ingresados.

1. Identificar elementos y las variables que los caracterizan en cada uno de los rubros de los presupuestos a ingresar.
2. Realizar las conversiones necesarias para ingresar a la base de datos, la información en las unidades estandarizadas.
3. Ingresar información de elementos y variables elementos en el formulario general.
4. Verificación de subtotales y totales para las variables de carácter aditivo.
5. Ingresar variable a nivel componente del presupuesto ingresado.
6. Consultas periódicas de revisión a los datos cargados.
7. Estadísticas descriptivas e identificación de intervalos de confianza para valores de las variables numéricas.

8. Revisión aleatoria de proyectos con documentos fuente.

Adicionalmente, la base de datos cuenta con reglas de integridad referencial que evitan la duplicidad de registros y limitan la introducción de elementos y variables a las definidas en la etapa de diseño.

3.5. ANALISIS DE INFORMACIÓN

Una vez construida la base de datos, se procedió a realizar consultas para cada uno de los componentes y elementos que la conforman, permitiendo de esta manera determinar para cada uno de ellos, su costo total, costo unitario y las principales características o variables que lo describen, tales como longitud, área, diámetro, volumen, material, entre otras.

Con dichas consultas, se procedió a realizar estadísticas descriptivas y modelos económicos (funciones de costo) para las variables más relevantes a nivel componente y elemento. Así mismo, en los casos donde la disponibilidad

de información lo permitió, se elaboraron análisis comparativos entre regiones geográficas.

3.5.1. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN A NIVEL COMPONENTE

En este nivel de detalle, para el sector de acueducto (AC), se analizaron los componentes de captación, aducción, tratamiento, almacenamiento, conducción y distribución. Para todos, el análisis consideró, tanto el costo total⁴ del componente, como el costo total por usuario.

Para estimar la cantidad de posibles usuarios beneficiados con los diferentes proyectos, se clasificaron, cada uno de ellos, según el nivel de complejidad del sistema, definido en el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS). Para esto, se tomó en cuenta el número de habitantes en la zona urbana del municipio, su capacidad económica o el grado de exigencia técnica que se requiere para adelantar el proyecto, tal y como se establece en la siguiente Tabla:

TABLA 3. NIVELES DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA

NIVEL DE COMPLEJIDAD	POBLACIÓN URBANA (HAB)	CAPACIDAD ECONÓMICA DE LOS USUARIOS
Bajo	< 2.500	Baja
Medio	2.5001 a 12.500	Baja
Medio Alto	12.501 a 60.000	Media
Alto	> 60.000	Alta

Fuente: RAS.

Una vez clasificado el proyecto, se estima la población posiblemente beneficiada a través de la dotación neta mínima y

máxima de agua requerida para satisfacer las necesidades de un habitante las que se encuentran establecidas en el RAS.

TABLA 4. DOTACIÓN NETA MÍNIMA Y MÁXIMA – ACUEDUCTO

NIVEL DE COMPLEJIDAD	DOTACIÓN NETA MÍNIMA (L/HAB-DÍA)	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB-DÍA)
Bajo	100	150
Medio	120	175
Medio Alto	130	-
Alto	150	-

Fuente: RAS.

⁴ Todos los costos de la base de datos se trabajan a diciembre de 2007

A partir de esta información (nivel de complejidad del sistema y la dotación de acueducto), más el caudal de diseño, se estima la cantidad de población que puede ser beneficiada por el proyecto.

En el caso del sector de alcantarillado (AL), se analizaron los componentes de recolección, tratamiento y disposición final. Para este caso, se tomó en cuenta únicamente el costo total del componente, ya que para este servicio es más dispendioso identificar el número de posibles beneficiarios del proyecto.

3.5.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN A NIVEL ELEMENTO

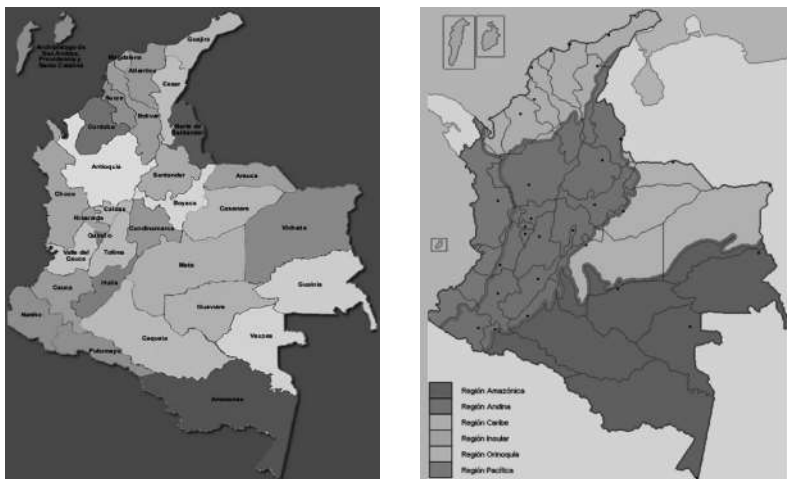
El análisis por elemento comprende la identificación de las principales variables que determinan el costo unitario o costo total de cada elemento involucrado en un proyecto de inversión en el sector de agua potable y saneamiento básico. El análisis por componente permite establecer el comportamiento global de costos de un proyecto, pero las particularidades que definen este costo están dadas por los elementos que conforman cada componente.

De igual manera, el análisis por elementos permite en cierta medida comparar los costos de inversión de cada componente, pues muchos de los elementos, tales como tuberías, accesorios y otros materiales de construcción, se encuentran en los presupuestos de cada proyecto, los cuales están asociados a un componente.

En este sentido, para cada elemento se construyeron curvas de costos en función de las variables descriptivas. La definición del tipo de variables a utilizar fue función directa de la calidad y cantidad de información disponible.

Por otro lado, y respondiendo a la recomendación manifiesta del grupo de trabajo del Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, sobre la necesidad de realizar análisis discriminados a nivel regional⁵, se realizó un análisis a nivel elemento, tomando en cuenta las diferentes regiones que existen en el país; es decir, Región Amazónica, Región Andina, Región Caribe, Región Orinoquía y Región Pacífica. Éste análisis, debido a la disponibilidad de información, se realizó para los siguientes elementos: concreto, redes y relleno.

FIGURA 2. MAPA DE COLOMBIA POR REGIONES



Fuente: http://www.yv5fih.org.ve/pronostico/accu_Suramerica_Norte.html, recuperado el 09 abril de 2008; <http://www.dansocial.gov.co/dansocial/lmapa.asp>, recuperado el 09 abril de 2008.

⁵ El grupo de trabajo del Viceministerio, argumenta haber evidenciado durante el proceso de selección de proyectos a ser beneficiados por ventanilla única, variaciones importantes en los costos de construcción de este tipo de obras entre una región del país y otra.

4. RESULTADOS

4.1. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

A partir del análisis inicial de las necesidades de información de la Comisión, en relación con las inversiones realizadas en los sistemas de acueducto y alcantarillado, se pudo establecer como principios indispensables del presente estudio los siguientes tópicos:

- La base de datos debía suministrar un nivel de detalle amplio.
- Para determinar los costos reales de las inversiones, era necesario contar con información de los presupuestos de obra y suministros ejecutados, o en su defecto contratados.
- La información registrada en la base de datos debería ser representativa de diferentes zonas geográficas y tamaños de mercado.

Teniendo en cuenta que la principal intencionalidad del modelo de datos es el suministro de información relacionada con inversiones en infraestructura de los operadores de los servicios de acueducto y alcantarillado, el modelo de datos está compuesto por dos partes interrelacionadas, cuyo sustento teórico se encuentra en el anexo A:

1. El modelo conceptual y lógico.
2. El modelo físico.

La base de datos se diseñó a partir de cinco (5) jerarquías de detalle:

1. *Proyecto*: Proyecto de inversión en infraestructura física para la prestación de servicios públicos de acueducto y alcantarillado. Pueden ser financiados directamente

por el operador, o a través de convenios con el Gobierno Nacional o Regional.

2. *Contrato*: Acto jurídico por medio del cual se desarrolla un proyecto. Un proyecto de inversión puede incluir varios contratos.
3. *Componente*: Procesos o actividades asociados a la prestación de los servicios. Un contrato puede contener varios componentes. La base de datos contiene nueve (9) componentes definidos.
4. *Elemento*: Unidades de suministro o actividades necesarios en la construcción, ampliación, rehabilitación, mejoramiento, optimización o reposición de los componentes. Los componentes se dividen en elementos para caracterizar sus costos y dimensiones. La base de datos cuenta con ciento cinco (105) elementos de interés.
5. *Variable*: Características que permiten dimensionar los elementos y componentes, las cuales se pueden determinar para cada uno de los anteriores niveles de detalle. A nivel componente se cuenta con cincuenta y cuatro (54) variables, mientras que a nivel elemento ciento sesenta y seis (166).

Adicionalmente, teniendo en cuenta que en un término con el que se denomina un elemento o variable elemento, puede ser interpretado de manera diferente según la zona geográfica del área de prestación, se construyó un diccionario de los inventarios de componentes, elementos y sus respectivas variables de caracterización.

4.2. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Aún cuando la muestra de prestadores consistía en veinte y un (21) empresas, más la

recopilada a través de FONADE, no fue posible completar el proceso de recolección de información de cinco (5) de ellas⁷, lo que redujo la muestra a diez y seis (16) prestadores de los servicios de acueducto y alcantarillado, más FONADE. De esta manera, se completó información de cincuenta y un (51) prestadores y doscientos setenta y seis (276) proyectos de inversión en infraestructura de estos servicios.

4.3. CARGUE DE INFORMACIÓN

Para el cargue de información se diseñaron reglas de registro, que unificaron la manera de ingresar la información a la base de datos.

En la siguiente tabla, se relaciona la cantidad de proyectos – contratos ingresados a la base de datos.

TABLA 5. INFORMACIÓN RECOLECTADA E INGRESADA A LA BASE DE DATOS

EMPRESA	Proyectos	Contratos	Componentes
Sociedad De Acueducto, Alcantarillado y Aseo, Triple A Esp	13	24	38
Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogota	15	38	168
Aguas De Buga E.S.P	11	11	11
Sociedad De Acueductos y Alcantarillados Del Valle Del Cauca - Acuavalle S.A. E.S.P.	11	11	11
Empresa De Acueducto y Alcantarillado De Cali S.A. E.S.P. - EMCALI	17	17	24
ACUACAR	11	11	28
Hydros Chia S. En C.A. E.S.P.	9	9	9
Aguas De Manizales S.A. E.S.P.	14	14	22
Empresas Publicas De Medellín Esp	28	32	47
Empresas Publicas De Neiva E.S.P.	12	12	14
Acuaviva S.A. E.S.P.	10	10	10
Empresa de Obras Sanitarias de Pasto - Empopasto S.A. E.S.P.	18	18	22
Aguas y Aguas De Pereira E.S.P	13	26	26
Acueducto y Alcantarillado De Popayán S.A. E.S.P.	9	9	9
Ingeniería Total Servicios Públicos SA ESP.	10	10	11
Compañía De Acueducto y Alcantarillado Metropolitano De Santa Marta - Metroagua S.A. E.S.P.	10	10	19
Sera Q.A.Tunja E.S.P.S.A.	10	10	10
FONADE	55	56	147
TOTAL	276	328	626

Fuente: CRA, 2008.

En este sentido, la base de datos cuenta con información de doscientos setenta y seis (276) proyectos, que corresponden a trescientos

veinte y ocho (328) contratos, que a su vez contienen información de seiscientos veinte y seis (626) componentes, distribuidos así:

⁷ Aguas de Alto Magdalena, Coopjardín, Operadores de la Sierra, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Villavicencio y Acueducto Metropolitano de Bucaramanga.

TABLA 6. PARTICIPACIÓN DEL TOTAL DE COMPONENTE INGRESADOS A LA BASE DE DATOS, SEGÚN TIPO COMPONENTE

COMPONENTE	CANTIDAD	PARTICIPACIÓN
Aducción AC	19	3,04%
Almacenamiento AC	36	5,75%
Captación AC	30	4,79%
Conducción AC	47	7,51%
Disposición final AI	3	0,48%
Distribución AL	186	29,71%
Recolección AL	224	35,78%
Tratamiento AC	61	9,74%
Tratamiento AI	20	3,19%
TOTAL	626	100

5. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

El análisis de información considera dos (2) niveles de detalle; el primero es un análisis a nivel de elemento y el segundo es a nivel componente.

Como se indicó anteriormente, a nivel elemento la base de datos cuenta con ciento siete (107) elementos. Sin embargo, aún cuando se realizaron consultas de la totalidad, solo se le realizó análisis a cincuenta y cinco (55) de ellos, debido a que se cuenta con información suficiente para realizar el análisis. Dichos elementos se enumeran a continuación:

1. Acople.
2. Adaptador.
3. Arborización.
4. Bombas.
5. Buje.
6. Cajas.
7. Cámara de Quebre.
8. Canales, Canaletas y Cunetas.
9. Cañuela.
10. Cerramiento.
11. Codos.
12. Collarín.
13. Compuerta.
14. Concreto.
15. Construcción Pavimentos.
16. Cruz.
17. Demolición Pavimentos.
18. Demolición Estructuras Existentes.
19. Desmonte y Retiro de Redes y Accesorios.
20. Entibados.
21. Entresuelo.
22. Estabilización Taludes.
23. Excavaciones.
24. Geomembrana.
25. Hidrante.
26. Limpieza y Descapote.
27. Localización y Replanteo.
28. Materiales Obra.
29. Medio Filtrante.
30. Metales de Refuerzo.
31. Niples.
32. Obra Auxiliar.
33. Obra Complementaria.
34. Pasamuro.
35. Perforación.
36. Pisos.
37. Pozo de Inspección.
38. Reparación, Instalación y empalme Redes y Accesorios.
39. Recolección, Transporte y Disposición Final de Residuos Obra.
40. Redes.
41. Rejillas.
42. Relleno.
43. Sellantes.
44. Señalización.
45. Sistema Medición.
46. Sistema Control.
47. Soporte.
48. Sumidero.

49. Tapas.
50. Tapones.
51. Tees.
52. Uniones.
53. Válvulas.
54. Vertederos.
55. Yees.

Cabe señalar, que los cincuenta y dos (52) elementos restantes no contaban con un número de observaciones suficientes para realizar un análisis robusto.

5.1. CURVAS DE COSTOS UNITARIOS

Dichas curvas fueron construidas en función de las variables descriptivas más relevantes para cada uno de los elementos.

En este proceso, la calidad y cantidad de información disponible para cada uno de los elementos, fue de vital relevancia a la hora de definir las variables y datos a utilizar, por las siguientes razones:

1. *Información incompleta:* La información básica para construir las funciones de costos está compuesta por una variable dependiente, que en todos los casos se refiere a los costos, y una o más variables independientes.

Sin embargo, en muchos de los datos (observaciones) analizados por cada elemento, se presentó ausencia de información. A manera de ilustración, se muestra un ejemplo típico de ausencia de información, para el caso de un accesorio unión de las redes de alcantarillado, conocido como Yee:

TABLA 7. EJEMPLO DE CARENCIA DE INFORMACIÓN

DIAMETRO PRINCIPAL	MATERIAL REDES Y ACCESORIOS	UNIDADES	COSTO TOTAL
			4.454,37
	POLIVINILO DE CLORURO (PVC)	35.00	1.173.254,67

Fuente: CRA, 2008.

Teniendo en cuenta que en la curva de costos construida para este elemento, se definió como variable dependiente el costo unitario (derivado de dividir el costo total entre el número de unidades) y como variables independientes el diámetro principal del accesorio y su material (se construye una curva por cada material), las dos (2) observaciones presentadas en el ejemplo no pueden ser utilizadas para algún tipo de análisis.

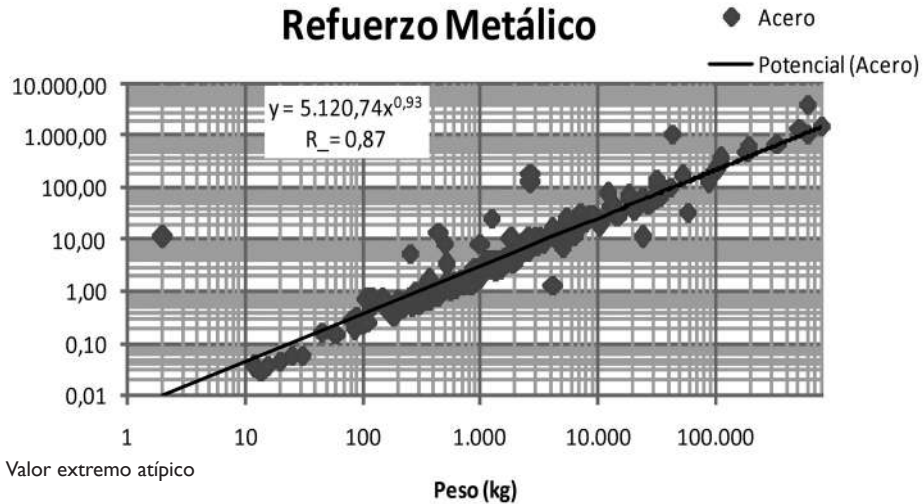
2. *Información inconsistente:* Debido a que el formato en el cual fue enviada la información por parte de las empresas, generó en algunos casos problemas de identificación durante el proceso de alimentación de la base de datos, es posible que se presenten errores de inconsistencia en la información técnica que describe cada elemento.

Este tipo de errores pueden comprender el uso de unidades diferentes para identificar una misma variable o errores de transcripción que generan datos inconsistentes (por ejemplo diámetros de tuberías muy grandes que no existen en el mercado comercial, o caudales de agua elevados que difícilmente pueden ser manejados en un componente de acueducto o alcantarillado).

Sin embargo, estos problemas se vieron minimizados por una acción de identificación y verificación de valores atípicos, que el equipo de trabajo realizó constantemente, lo cual ayudó a corregir este tipo de errores.

Valores extremos: En la construcción de cada curva de costos se presentan valores extremos que afectan la determinación de una función de costos. Durante el análisis realizado se presentó esta situación, tal como se muestra en la siguiente figura:

FIGURA 3. VALOR EXTREMO IDENTIFICADO EN LAS CURVAS DE COSTOS

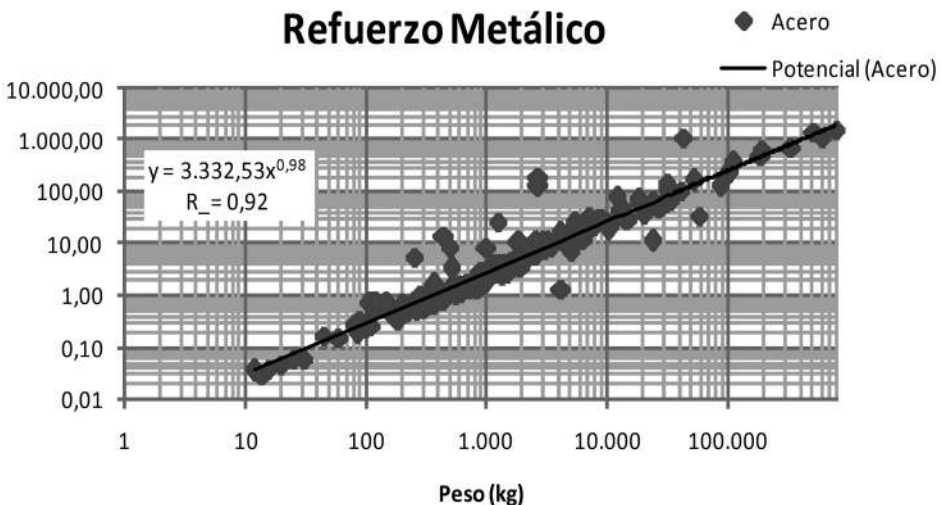


Fuente: CRA, 2008.

La figura señala la curva de costos construida para el elemento “Refuerzo Metálico”, para el material Acero. Inicialmente se genera una línea de tendencia de tipo potencial, con un coeficiente de correlación (R^2) de 0,87, el cual podría significar que las variables tienen un buen nivel de explicación entre ellas.

Sin embargo, como se observa en la figura, se identifica claramente un valor atípico con respecto al comportamiento de la mayoría de observaciones representadas en la curva. Al eliminar dicho punto (Valor extremo atípico) se obtiene el siguiente resultado:

FIGURA 4. CURVA ELIMINANDO VALOR ATIPIDO



Fuente: CRA, 2008.

Es claro el efecto que tiene la eliminación de un valor extremo sobre la ecuación de costos determinada (cambia considerablemente el valor del coeficiente de la ecuación potencial y, en menor medida, el valor del exponente) y sobre el coeficiente de correlación entre los datos (en este caso aumentó de 0,87 a 0,92).

En consecuencia, este tipo de ajuste se realizó para cada una de las curvas de costos construidas por cada elemento, lo cual, como era de esperarse, hizo necesario que se filtrara aún más la base de datos inicial.

En general, para cada curva de costos se probaron diferentes tipos de regresiones (lineal, exponencial, potencial, logarítmica, polinomial) con el fin de determinar aquella que arroja

el mejor ajuste, con base en el coeficiente de correlación (R^2).

Se debe aclarar que en muchos casos analizados, los datos no se ajustaron de forma adecuada a alguno de los tipos de regresión utilizados, por lo que no se determinó ninguna función de costos.

De igual manera, el tipo de función que mejor describió el comportamiento de los costos de cada elemento fue la función *POTENCIAL*, aunque todas las gráficas se presentan con formato log-log, lo cual suaviza la dispersión de los datos, haciendo más clara su presentación.

Por otro lado, las variables independientes que se utilizaron en este análisis fueron las siguientes:

TABLA 8. VARIABLES INDEPENDIENTES UTILIZADAS EN EL ANÁLISIS A NIVEL ELEMENTOS

VARIABLE	UNIDAD
Diámetro	Pulgadas
Área	m ²
Potencia	kW
Espesor	m
Peso	kg
Caudal	L/s
Longitud	m
Altura	m
Volumen	m ³
Profundidad	m

Fuente: CRA, 2008.

Adicionalmente a las variables independientes mencionadas, se generaron funciones con base en variables no numéricas como tipo de material del elemento, tipo de accesorio y tipo de elemento.

Las principales conclusiones y consideraciones de dichos análisis son:

a) De los cincuenta y cinco (55) elementos que fueron analizados con el fin de determinar funciones de costo, sólo con veinte (20) se obtuvieron regresiones

con coeficientes de correlación elevados: Acoples, Adaptadores, Arborización, Bombas, Bujes, Codos, Compuertas, Cruz, Entibados, Entresuelo, Excavación, Geomembrana, Localización y replanteo, Material de Obra, Refuerzo Metálico, Obra Complementaria, Pisos, Relleno, Sellantes y Yees.

b) En general los costos unitarios varían de forma *POTENCIAL* creciente con respecto a las variables geométricas definidas en el presente estudio.

c) Para algunos elementos no se tiene una muestra considerable de información, debido a que no son tan comunes dentro de los proyectos de inversión en acueducto y alcantarillado. Por tal razón, se recomienda que en el futuro se concentren esfuerzos en los elementos y componentes que tienen, desde el punto de vista de costos, un mayor peso dentro de los proyectos, tales como tuberías, equipos de medición, equipos de bombeo, válvulas, entre otros.

5.2. ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS Y REGRESIONES ECONOMÉTRICAS

A continuación se presentan algunos resultados y conclusiones más relevantes del análisis de las estadísticas descriptivas y de las funciones de costo elaboradas para todos los componentes y elementos.

a) Los resultados obtenidos en el sector de acueducto muestran ligeros cambios cuando se considera como variable dependiente el costo total (CT) o el costo total per cápita (CT por potencial beneficiario), frente al resto de variables. En tal sentido, para los análisis en este sector, los resultados son más exactos si se considera el costo per cápita, ya que de esta manera se puede constatar si la inversión que realiza alguna empresa presenta sobre costos frente al resto de inversiones hechas por otras empresas (la comparación entre empresas es más eficiente). Por ejemplo, en el caso del componente de captación, cuando se considera como variable de análisis el costo total de Empresas Públicas de Medellín (EPPM), ésta presenta un costo superior al que reportan los proyectos de FONADE; situación inversa en el caso de considerar el costo total per cápita. Al mismo tiempo, se puede observar que el municipio de Morroa presenta el mayor costo total y el mayor costo total per cápita en dicho componente. Por otro lado, se observa que el componente de conducción es el que reporta el mayor costo (3.200 millones de pesos de 2007), mientras que el componente que reporta el menor costo es captación (58 millones de pesos).

Al realizar los modelos econométricos o funciones de costo, a través de una forma funcional tipo Cobb-Douglas, se identifica que las variables longitud, diámetro y número de conexiones son variables que explican el costo total del sector de acueducto. Por ejemplo, se puede indicar que un aumento del 10% de la variable longitud origina un aumento de los costos en un 6,7%. En el caso de un aumento del 10% en la variable diámetro origina un aumento del 5,5% en los costos y si el aumento fuera para la variable número de conexiones, el costo aumentaría en un 2,5%.

En el caso de la variable caudal diseño, un incremento del 10%, origina una disminución del 7,04% en los costos unitarios. En tal sentido, se podría evidenciar la presencia de economías de escala para dicha variable en el sector de acueducto.

b) En el caso del sector de alcantarillado, se debería estimar un costo total por usuario potencial como el que se realizó para el sector de acueducto, para constatar si los resultados encontrados son consistentes a los hallados a través de los costos totales.

Las variables longitud, diámetro y número de conexiones son las que mejor explican la variable costo total. Ante un aumento del 10% en la longitud, los costos aumentan en un 7,6%. En el caso del aumento del 10% en el diámetro, el costo aumenta en un 5,6%. Finalmente, si el aumento del 10% fuera en la variable número de conexiones, el costo total aumentaría en un 3,7%.

Para lograr identificar si los costos varían a nivel regional y determinar cuáles son las características más importantes que determinan el costo en cada una de ellas (Amazónica, Andina, Caribe, Orinoquía y Pacífica), se utilizaron tres (3) elementos que presentan la mayor cantidad de información (redes, concreto y relleno).

Al analizar el elemento redes por regiones, se observa que la región Amazónica presenta un costo unitario promedio igual a \$88.421

pesos, la región Andina igual a \$107.567 pesos, la región Caribe igual a \$303.786 pesos, la región de la Orinoquía igual a \$82.708 pesos y finalmente la región del Pacífico con un costo promedio igual a \$100.907 pesos. Como se puede evidenciar, la región Caribe es la que presenta el mayor costo, mientras que la región Amazónica presenta el menor costo (el costo de la región Amazónica representa el 29% del costo de la región Caribe).

En la región Amazónica, las variables que mejor explican los costos totales unitarios son el diámetro, el componente de conducción, distribución, recolección y tratamiento. En el caso de un aumento del 10% en el diámetro de las redes, el costo aumenta en un 9,6%. La región Andina presenta a la variable presión nominal y diámetro como las que mejor explican la variable costo. En el caso de la variable presión nominal, un aumento de ésta en un 10%, aumenta el costo total unitario en un 2,3%, mientras que el diámetro aumenta en un 17,7%. Para la región Caribe, un aumento del 10% en el diámetro, origina un aumento del 9,32%, mientras que en la región del Pacífico, el costo aumenta en un 9,4%. Como se puede observar, los costos unitarios totales para el elemento redes varían dependiendo de la región donde se analice. Ante un aumento del 10% en el diámetro de las redes, la región que presenta un mayor aumento en los costos unitarios es la zona Andina, mientras que en el otro extremo se encuentra la región Pacífica. Al mismo tiempo, se evidencia que el costo de las redes ante un aumento del 10% en el diámetro está alrededor del 9,6%; llama mucho la atención el caso de la región Andina.

Al analizar los otros dos (2) elementos (concreto y relleno) se evidencia variaciones en los costos dependiendo de la región donde se analice como los que se presentan en el elemento redes.

c) Finalmente, indicar que el cargue de datos y el análisis de información que se realizó es de mucha importancia en la medida de obtener conocimiento de la situación del Sector

en el campo de inversiones. Una vez se cuente con información consolidada, se deberán incluir mayores señales para generar un comportamiento eficiente en la adopción de los costos asociados al componente de inversiones.

En tal sentido, se considera que esta etapa proporciona algunos elementos, ejercicios estadísticos y econométricos relevantes para el análisis de información en inversiones del Sector. De la misma manera, a medida que la información que se tenga disponible vaya en aumento en la base de datos, se puede pensar en desarrollar funciones de costo más complejas (por ejemplo se puede pensar en estimar economías de escala a nivel de componente o de regiones a través de funciones translogarítmicas).

5.3. RANGO TÍPICOS DE INVERSIÓN POR COMPONENTE

Dentro de los análisis por componentes del presente estudio, se ha recolectado información para construir curvas de costo preliminares para siete (7) de ellos: Aducciones, Tanques de Almacenamiento, Conducciones, Redes de Distribución, Redes de Recolección, Captaciones y Plantas de Tratamiento de Agua Potable.

En todos los casos se utilizaron curvas del tipo Cobb-Douglas (logarítmicas) de una variable, es decir, funciones de tipo potencial, pues dicho tipo de curvas representan de una mejor manera las elasticidades de los costos, y a su vez, las economías o deseconomías de escala para cada uno de los componentes. Su forma función es la siguiente:

$$C = Ax^b$$

Donde:

C: Costo del componente (Costo total o costo unitario)

A: Coeficiente de la función potencial

b: Exponente de la función potencial

x: Variable física del componente (caudal, diámetro, volumen, etc)

De igual forma, utilizando los mismos datos, se construyeron curvas potenciales adicionales que representan los límites mínimo y máximo de cada uno de los componentes, con ayuda de los análisis de regresión logarítmica, los cuales sirven para hallar ecuaciones para este tipo de curvas. Se utilizaron tres (3) diferentes intervalos de confianza con respecto a la curva central, de 10%, 25% y 50%, los cuales, muestran una gama de valores suficiente para ser analizada posteriormente, y proporcionan un rango de validez mayor o menor, según el caso.

Mediante esta metodología se calcularon los coeficientes y exponentes mínimos, centrales y máximos para los componentes analizados, como se muestra en la Tabla 11. Como se observa, los valores centrales siempre son los mismos, sin importar el intervalo de confianza, ya que estos valores representan a la curva de regresión propiamente dicha, mientras que las otras dos (2) son curvas límite.

TABLA 9. FUNCIONES SEGÚN INTERVALOS DE CONFIANZA DEFINIDOS POR COMPONENTE

RESUMEN DE FUNCIONES (COSTOS EN PESOS DE DICIEMBRE DE 2007)									
COMPONENTE	VARIABLE	UNIDAD	UNIDAD COSTOS	COEF MIN	EXP MIN	COEF CEN	EXP CEN	COEF MAX	EXP MAX
Captación (10%)	Caudal	Lt/s	Col\$-Dic2007	5.704.218,74	0,7311	6.776.059,94	0,7924	8.049.303,57	0,8537
Captación (25%)	Caudal	Lt/s	Col\$-Dic2007	4.369.880,12	0,6362	6.776.059,94	0,7924	10.507.150,55	0,9486
Captación (50%)	Caudal	Lt/s	Col\$-Dic2007	2.629.286,25	0,4554	6.776.059,94	0,7924	17.462.909,68	1,1294
Aducciones (10%)	Caudal	Lt/s	Col\$-Dic2007/m	33.935,76	0,4281	38.737,89	0,4556	44.219,55	0,4831
Aducciones (25%)	Caudal	Lt/s	Col\$-Dic2007/m	27.650,79	0,3855	38.737,89	0,4556	54.270,57	0,5257
Aducciones (50%)	Caudal	Lt/s	Col\$-Dic2007/m	18.712,22	0,3044	38.737,89	0,4556	80.194,90	0,6069
Tratamiento AC (10%)	Caudal	Lt/s	Col\$-Dic2007	34.795.918,50	0,756	36.881.126,34	0,7742	39.091.293,99	0,7925
Tratamiento AC (25%)	Caudal	Lt/s	Col\$-Dic2007	31.810.369,77	0,7278	36.881.126,34	0,7742	42.760.190,76	0,8206
Tratamiento AC (50%)	Caudal	Lt/s	Col\$-Dic2007	26.888.606,19	0,6751	36.881.126,34	0,7742	50.587.132,34	0,8733
Almacenamiento (10%)	Capacidad	m ³	Col\$-Dic2007	5.463.945,67	0,5963	5.974.799,51	0,6098	6.533.415,83	0,6234
Almacenamiento (25%)	Capacidad	m ³	Col\$-Dic2007	4.762.178,59	0,5754	5.974.799,51	0,6098	7.496.197,07	0,6443
Almacenamiento (50%)	Capacidad	m ³	Col\$-Dic2007	3.689.767,18	0,5367	5.974.799,51	0,6098	9.674.927,28	0,683
Conducción (10%)	Diámetro	mm	Col\$-Dic2007/m	1.237,31	0,8506	1.690,76	0,908	2.310,40	0,9654
Conducción (25%)	Diámetro	mm	Col\$-Dic2007/m	765,3	0,7623	1.690,76	0,908	3.735,35	1,0537
Conducción (50%)	Diámetro	mm	Col\$-Dic2007/m	313,26	0,5982	1.690,76	0,908	9.125,62	1,2178
Distribución (10%)	Diámetro	mm	Col\$-Dic2007/m	219,36	1,2949	241,54	1,3161	265,96	1,3373
Distribución (25%)	Diámetro	mm	Col\$-Dic2007/m	189,18	1,2623	241,54	1,3161	308,38	1,3699
Distribución (50%)	Diámetro	mm	Col\$-Dic2007/m	143,94	1,2021	241,54	1,3161	405,3	1,4301
Recolección (10%)	Diámetro	mm	Col\$-Dic2007/m	8.214,34	0,5461	9.579,31	0,5737	11.171,10	0,6014
Recolección (25%)	Diámetro	mm	Col\$-Dic2007/m	6.486,43	0,5037	9.579,31	0,5737	14.146,94	0,6438
Recolección (50%)	Diámetro	mm	Col\$-Dic2007/m	4.193,20	0,4253	9.579,31	0,5737	21.883,82	0,7222

Fuente: CRA, 2008.

6. CONCLUSIONES

1. Se diseñó e implementó un modelo de datos para representar de forma estructurada, la información de proyectos de inversión en infraestructura física para los servicios de acueducto y alcantarillado. Se desarrolló teniendo en cuenta, tanto las consideraciones temáticas y técnicas propias de inversiones en los distintos componentes de los servicios, como las consideraciones de diseño de sistemas de información. El modelo cuenta con un diseño vertical que permite integrar la complejidad propia de la información y de las distintas fuentes, con los requerimientos de escalabilidad, flexibilidad y estandarización.
2. El análisis por elementos permite un conocimiento más detallado de los costos involucrados en un proyecto de inversión del sector de agua potable y saneamiento básico. A través de éste, es posible, en primera medida, identificar los elementos de mayor relevancia, en cuanto a costos, dentro de un presupuesto de este tipo. Asimismo, se identifican las características de cada elemento que mayor incidencia tienen sobre los costos unitarios, dentro de las cuales se destacan variables geométricas como diámetros, longitudes y volúmenes, así como otras características particulares como material, tipo de tecnología, etc.
3. La definición de curvas y funciones de costos unitarios se efectuó para cincuenta y cinco (55) elementos diferentes, logrando resultados aceptables en el 36,36% de éstos, los cuales varían en forma potencial creciente, con respecto a las variables de caracterización definidas para cada uno de ellos en el presente estudio.

Sin embargo, para el porcentaje de elementos restantes, no fue posible definir funciones de costos unitarios, ya que hasta la fecha no se ha logrado estructurar un muestra considerable de información debido a que no son comunes dentro de los proyectos de inversión en acueducto y alcantarillado.

4. Al realizar el análisis de los datos, se verificó que se debe tener en cuenta costos per cápita en el caso de los componentes, con el fin de estudiar la cantidad de inversión que cada proyecto destina a los potenciales beneficiarios, además de generar un patrón para poder comparar las inversiones que realizan las empresas.
5. A través de los análisis regionales, realizados para los elementos concreto, redes y relleno, se pudo confirmar la hipótesis del grupo de trabajo del Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, quienes argumentaban la existencia de variaciones importantes en los costos de construcción de infraestructura para los servicios de acueducto y alcantarillado, según la zona geográfica del área de prestación donde se realizan dichos proyectos y/o contratos.

En este sentido, se puede afirmar que los costos unitarios de estos elementos varían si se toma en cuenta la dimensión regional. Es decir, los costos unitarios se diferencian entre la región del Amazonas, Andina, Caribe, Orinoquía y Pacífica. Hacia futuro, se hace necesario incluir otras variables regionales tales como clima, altura y distancias desde el sitio de obra hasta los centros de abastecimiento. Dichas variables a pesar de ser aje-

nas al control de las empresas en las inversiones, pero pueden generar diferencias de costos en las diferentes zonas del país.

6. A través de análisis de regresión logarítmica, se construyeron funciones de costos para las variables de caracterización más representativas en cada componente. Con respecto a la curva central identificada, se definieron intervalos de confianza (límite inferior y superior) de 10%, 25% y 50%, los cuales muestran rangos de valores dentro de los cuales se podría definir una inversión de infraestructura en cada uno de los componentes de los servicios de acueducto y alcantarillado, según el rango de eficiencia que se defina.

7. El trabajo que se realizó (diseño de la base de datos, definición de la muestra, recolección, cargue y análisis de la información) es un insumo importante, para la situación del Sector en cuanto a inversiones. Al mismo tiempo, dicha información puede servir para

tratar de incluir mayores señales para generar un comportamiento eficiente en la adopción de los costos asociados al componente de inversiones. Se deben continuar los esfuerzos de validación de información, tanto técnica como de costos, con el fin de evitar distorsiones en los resultados, los cuales se pueden ver afectados en menor magnitud en la medida en que se tenga una base de datos más robusta.

8. Se considera importante continuar con el cargue y análisis de información, para tratar de validar los resultados que se obtuvieron y desarrollar análisis adicionales más complejos, donde se puedan incluir variables adicionales. Este primer esfuerzo por recolectar información de inversiones de los prestadores de acueducto y alcantarillado, debe ser alimentado constantemente para generar una base de datos sólida y confiable, utilizable en futuros estudios que pretenda realizar la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) u otra institución.

ANEXO A - SUSTENTO TEÓRICO DEL MODELO DE DATOS

A.1 INTRODUCCIÓN

Este anexo documenta la construcción del modelo de datos, desarrollado para estructurar la información de inversiones de las empresas de servicios públicos de acueducto y alcantarillado.

A.2 MODELO DE DATOS

Para desarrollar el modelo, se partió del análisis de los requerimientos de información de la CRA y de la naturaleza de los proyectos de inversión en infraestructura de servicios públicos de acueducto y alcantarillado, así como la disponibilidad de dicha información.

Considerando la naturaleza de los proyectos de inversión y su información, el diseño del modelo y su correspondiente base de datos debe tener en cuenta los requerimientos y consideraciones listadas a continuación:

1. *Flexibilidad:* Es necesario que el modelo sea flexible debido a las distintas fuentes y los distintos niveles de detalle. El modelo debe facilitar ajustes, pero al mismo tiempo garantizar que los mismos no alteran el diseño conceptual, lógico y físico que conforma la estructura esencial del mismo.
2. *Escalabilidad:* La base de datos y su modelo se deben diseñar de forma tal que permita el crecimiento tanto del volumen de datos como del modelo.
3. *Calidad e Integridad:* Aunque la calidad de la información depende en gran medida de las fuentes consultadas, es necesario desarrollar sistemas de carga, validación de información y reglas de integridad que las garanticen.
4. *Enfoque Incremental:* Debido a la naturaleza de la información y de las fuentes, el desarrollo del modelo y su consolidación de la información deben realizarse de forma incremental para asegurar

su viabilidad y relevancia con la información adquirida de las diferentes fuentes.

5. *Estandarización e Integración:* Es necesario tener en cuenta que la información no sólo se va a cargar o utilizar aisladamente. La información de inversiones se puede integrar a sistemas existentes y compartir con sus mismas fuentes. Se deben tener en cuenta dimensiones de análisis de distintas áreas temáticas de la información sobre la prestación de los servicios (Ej., empresa, geografía, tiempo).
6. *Documentación:* Debido a que el modelo conceptual implica una representación de componentes complejos tal como una planta de potabilización, y que los elementos y las variables de costos, dimensionamiento y caracterización; se construyen de acuerdo con definiciones técnicas y comerciales que implican supuestos e interpretaciones, se documenta el modelo y las decisiones para que éste y la información que se derive del mismo, puedan ser relevantes y útiles en el largo plazo.

Así las cosas, el modelo de datos se estructuró en dos partes interrelacionadas:

1. *El modelo conceptual y lógico:* Define el modelo de datos con base en la naturaleza técnica y comercial de las inversiones, así como las necesidades de información de la CRA.

2. *El modelo físico:* En el cual se define el diseño de la base de datos para que refleje el modelo conceptual y lógico.

A.2.1 MODELO CONCEPTUAL Y LÓGICO

El modelo lógico es una representación estructurada de la información en términos de entidades, atributos y relaciones; integra la abstracción sistémica y conceptual necesaria para desarrollar la representación

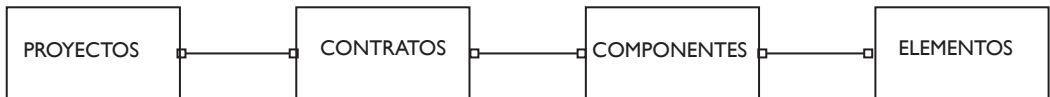
estructurada de la información, que servirá de base para el modelo físico y/o la base de datos. A continuación se incluye una breve descripción de los elementos del modelo:

1. *Entidades*: Son los elementos del modelo que se utilizan para representar personas, lugares, conceptos o eventos sobre los cuales se pretende obtener información. Para efectos del modelo de inversiones, las entidades son los proyectos, los cuales se puede desagregar en *contratos*, *componentes* y *elementos*.

2. *Atributos*: Son aquellos elementos del modelo que identifican y/o describen las entidades. En el modelo de inversiones estos atributos están representados por las variables de costos, caracterización y dimensionamiento.

3. *Relaciones*: Son cien (100) elementos del modelo que representan conexiones o asociaciones entre entidades. En el modelo de inversiones, estas relaciones están dadas por la combinación de un proyecto con varios contratos, de un contrato con varios componentes, y/o de un componente con varios elementos.

FIGURA A.1. MODELO BASE



A.2.1.1 INVENTARIOS

El modelo de la Figura A.1 es una simplificación de la información de inversiones, ya que sobre las entidades y atributos no sólo es necesario obtener información, sino que también asociarla en inventarios que se derivan del diseño conceptual.

Los inventarios fueron definidos a partir de las siguientes fuentes de información:

1. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2005. Manual de Aplicación para la Recolección de Información de Proyectos de Inversión en Infraestructura – SUI.
2. Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2004. Documento de Trabajo Resolución 287.
3. Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico, 2000. Resolución 138. Por la cual se establece el nivel de consumo para grandes consumidores vinculados al Servicio Público Domiciliario de acueducto o de alcantarillado para los efectos del Decreto 302 de 2000.
4. Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000.
5. Ley 142 de 1994.
6. Presupuestos de obra y suministros de FONADE.
7. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, 1991. Normas Generales de la Construcción de Sistemas de Acueducto y Alcantarillado. Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Secretaría Técnica.
8. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogota SA ESP – EAAB, 2004. Normas Técnicas de Construcción.
9. Empresas Públicas de Medellín SA ESP – EPPM, 2000. Normas y Especificaciones Generales de la Construcción.
10. Romero Rojas J.A., 1999. Tratamiento de Aguas Residuales, Teoría y principios de diseño.
11. Pliegos de condiciones publicados en la web.

Para el caso de *elementos* y *componentes*, los inventarios se desarrollaron de acuerdo con consideraciones técnicas y comerciales. Estos

inventarios son de carácter fijo, es decir, no varían considerablemente en el tiempo, pues están diseñados de forma tal que permitan estandarizar, independiente de la fuente, la representación de un proyecto de inversión mediante los componentes definidos y sus elementos asociados.

Una vez generados los inventarios de elementos y componentes, se definieron las variables de costos, dimensionamiento y caracterización, y se desarrollaron inventarios de variables de elemento y de variables de componente.

La inclusión de inventarios de elementos, componentes y variables hace parte del *diseño vertical* que se aplica en el modelo.

A.2.1.2 DISEÑO VERTICAL

La base de datos cuenta con un diseño vertical, que permite lograr un modelo flexible y escalable, acercándolo a la naturaleza de los datos, ya que éstos provienen de diversas fuentes y representan procesos complejos.

El diseño vertical hace necesario diferenciar dos tipos de entidades:

1. *Entidades de inventario:* Compuestas por inventarios predeterminados y básicamente contienen dos atributos (identificador⁸ y nombre).

2. *Entidades elemento y componente:* El diseño vertical de los inventarios permite tener un número, se puede decir, ilimitado de variables (atributos) para los elementos y los componentes (entidades).

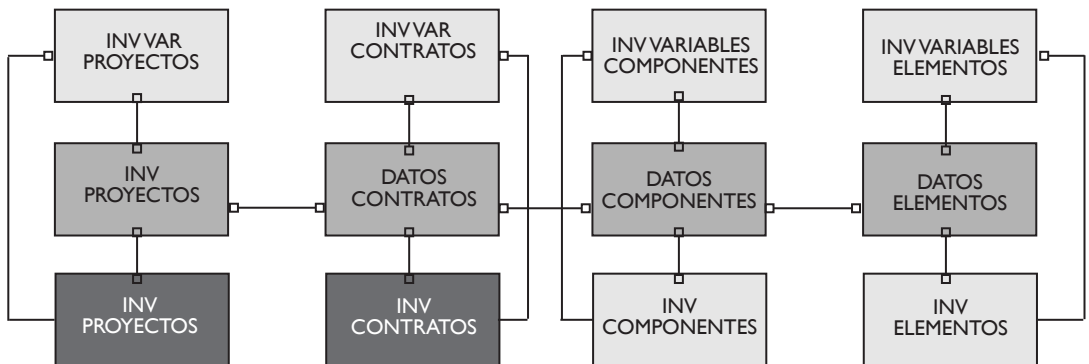
Lo ideal es tener pocos atributos por entidad y más entidades. Lo anterior no sólo tiene implicaciones en el número de entidades y sus atributos, sino también en las relaciones entre entidades.

En principio, la parte relacionada con las entidades proyecto y contrato se desarrolló de forma horizontal, pues el número de atributos se consideraba limitado, y no aplicaba el concepto de inventario “fijo”⁹. Sin embargo, y a pesar de que los inventarios no son fijos, se decidió que era más flexible, y acorde con el diseño global, desarrollar las entidades contrato y proyecto de forma vertical.

El diseño vertical implica un nivel de complejidad mayor, pero permite desarrollar un modelo flexible y escalable, que facilita ajustes incrementales, teniendo en cuenta las consideraciones de estandarización, integración, calidad e integridad.

El modelo lógico obtenido se presenta en la Figura A.2.

FIGURA A2. MODELO LÓGICO Y CONCEPTUAL VERTICAL



8 Número secuencial que sirve para identificar cada uno de los componentes, elementos o variables.
 9 Inventarios fijos hacen referencia a aquellos en los cuales, una vez definido el diseño no se necesita

1. Los *elementos en amarillo* (INV VAR PROYECTOS, INV VAR CONTRATOS, INV VARIABLES COMPONENTE, INV VARIABLES ELEMENTO, INV COMPONENTES Y INV ELEMENTOS) representan los inventarios que son de carácter fijo como los inventarios de variables para los cuatro niveles y los inventarios de componentes y elementos.

2. Los *elementos en morado* (INV PROYECTOS Y INV CONTRATOS) representan los inventarios que son variables, pues no están predefinidos en el diseño inicial y dependen de las muestras de empresas, proyectos y contratos que se definen.

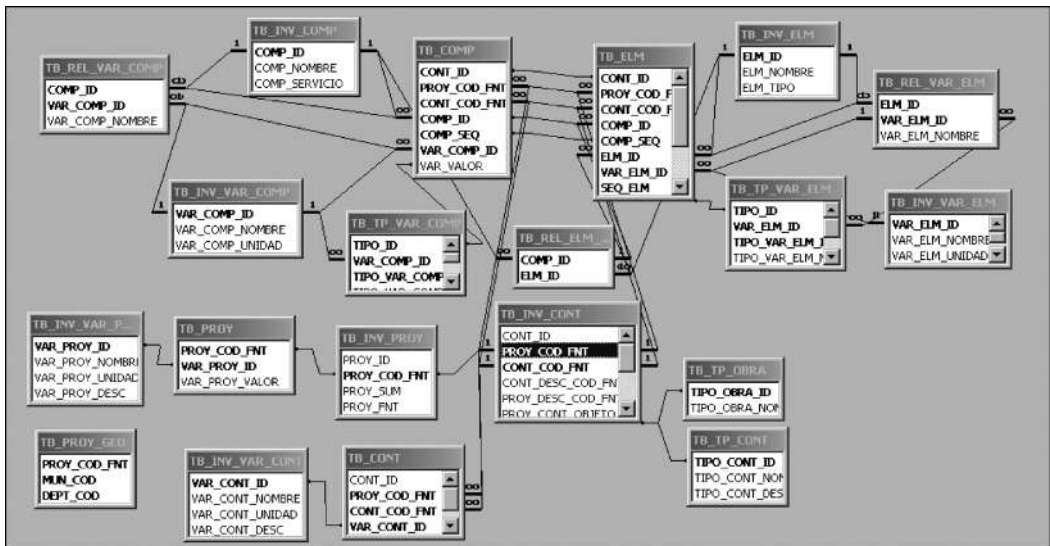
3. Los *elementos en azul* (DATOS PROYECTOS, DATOS CONTRATOS, DATOS

COMPONENTES Y DATOS ELEMENTOS) representan los elementos donde se almacenan los datos a cada nivel de detalle y se caracterizan por tener llaves compuestas. Estas llaves compuestas tienen varios campos que van aumentando de proyecto hasta elemento, con lo cual se determinan reglas de integridad referencial que buscan minimizar las posibilidades de error durante el cargue de los datos.

A.2.2 MODELO FÍSICO

Una vez se desarrolló el modelo conceptual y lógico, se diseñó el modelo físico o base de datos y se implementó utilizando MS Access (Figura A.3).

FIGURA A.3. MODELO FÍSICO



En este orden de ideas, la base de datos quedo compuesta por:

1. Tablas.
2. Llaves.
3. Relaciones.
4. Formularios.
5. Consultas.

Las tres primeras se derivan del modelo conceptual y lógico; sin embargo para

garantizar la integridad de la información se establece un tipo de tabla adicional que representa las relaciones existentes entre elementos y componentes; de esta manera se trabaja sobre tres (3) tipos de tablas:

1. *Tablas de inventarios:* Listas predeterminadas de componentes, elementos y variables. Adicionalmente, para variables categóricas, se desarrollaron listas de valores predefinidos.

2. *Tablas de datos o hechos:* Tablas de almacenamiento de información.
3. *Tablas de Relaciones:* Representan de forma física las relaciones entre los inventarios de variables y elementos, inventarios de variables y componentes, e inventarios de componentes y elementos, y las tablas de lista de tipo de variables. En este sentido, se diferencian dos (2) tipos de tablas de relaciones:

a. Tablas de Relaciones de Integridad Referencial: Esta relación garantiza que cada valor especificado en una columna de clave externa coincide con un valor existente en la columna de clave principal relacionada.

b. Tablas de Relaciones de Opcionalidad: En la base de datos se aplicaron únicamente dos (2):

1. La relación entre las tablas de hechos de elementos y componentes, ya que el diseño vertical no permite índices únicos que se puedan relacionar entre las dos.
2. La relación entre las tablas de lista de variables y las tablas de hechos de componente y elemento

Por otro lado, la base de datos cuenta con un *formulario* de cargue principal, a través del cual se almacena la información de componentes y elementos con sus respectivas variables de costos, caracterización y dimensionamiento (Figura A.4) y uno de cargue para las especificaciones técnicas a nivel componente (Figura A.5). El formulario se desarrolló a partir de subformularios anidados y menús, buscando facilitar el cargue de información por parte de los usuarios y minimizando la posibilidad de error.

FIGURA A.4. VISTA DEL FORMULARIO DE CARGUE PRINCIPAL.

The screenshot displays a software interface for data entry. It features several input fields for contract information (ID, Project, Contract, NO, Object, Type) and a nested 'FORMULARIO COMPONENTES' section. Below this is the 'FORMULARIO ELEMENTO' section, which includes a table with columns for contract ID, project, contract, component, sequence, element, element sequence, and variable. The table lists various construction elements like 'OBRAS COMPLEMEN', 'EXCAVACIONES', and 'CONCRETO' with their associated variables such as 'COSTO OBRA', 'UNIDADES', 'MATERIAL EXCAVACIONES', 'RESISTENCIA', and 'VOLUMEN'. Navigation buttons and a record count are visible at the bottom of the table.

CONT.ID	PROYECTO	CONTRAT	COMP	SEQ COME	ELEMENTO	SEQ ELEM	VARIABLE
1161	2043736	1	11	1	OBRAS COMPLEMEN	1	COSTO OBRA
1161	2043736	1	11	1	OBRAS COMPLEMEN	1	UNIDADES
1161	2043736	1	11	1	EXCAVACIONES	1	TIPO EXCAVACIONES
1161	2043736	1	11	1	EXCAVACIONES	1	MATERIAL EXCAVACIONES
1161	2043736	1	11	1	EXCAVACIONES	1	PROFUNDIDAD INICIAL
1161	2043736	1	11	1	EXCAVACIONES	1	VOLUMEN
1161	2043736	1	11	1	EXCAVACIONES	1	COSTO OBRA
1161	2043736	1	11	1	CONCRETO	1	RESISTENCIA
1161	2043736	1	11	1	CONCRETO	1	VOLUMEN
1161	2043736	1	11	1	CONCRETO	1	COSTO OBRA

FIGURA A.5. VISTA DEL FORMULARIO DE CARGUE PARA ESPECIFICACIONES TÉCNICAS A NIVEL COMPONENTE.

ID CONTRATO: 2312
 PROYECTO: 0
 CONTRATO: 139-04
 NO CONTRATO:
 OBJETO: Cambio de lecho filtrante, cambio de falso, adecuación de suministro de sulfuro líquido, división del suministro de carbón activado, reparación de fisuras y protección de paredes de los filtros en la planta de tratamiento, municipio de
 TIPO_OBRA_ID: REPOSICIÓN TIPO CONTRATO: SUMINISTRO Y DE

CONT_ID	PROY_COD_FNT	CONT_COD_FNT	COMP_ID	COMP_SEC	VAR_COMP_ID	VAR_VALOR
2312	0	139-04	TRATAMIENTO AC	1	TIPO OBRA	86.00
2312	0	139-04	TRATAMIENTO AC	1	COSTO TOTAL	46,784,181.00
2312	0	139-04	TRATAMIENTO AC	1	COSTO ADMINISTRACION	6,081,943.00
2312	0	139-04	TRATAMIENTO AC	1	AREA PLANTA	12,000.00
2312	0	139-04	TRATAMIENTO AC	1	CAUDAL DISEÑO	150.00
2312	0	139-04	TRATAMIENTO AC	1	COSTO UTILIDAD	2,339,209.00
2312	0	139-04	TRATAMIENTO AC	1	COSTO IMPREVISTOS	935,684.00
2312	0	139-04	TRATAMIENTO AC	1	TIPO PRESUPUESTO INGRESADO	107.00
2312	0	139-04	TRATAMIENTO AC	1	TIPO TRATAMIENTO AC	86.00
2312	0	139-04		0		0.00

En cuanto al cargue de la información a nivel de proyectos y contratos, cabe mencionar que se realizó a través de un cargue de carácter masivo es decir, se cargan varios registros al mismo tiempo. Los pasos a seguir para hacerlo por fuente (empresa o entidad):

I. Tablas de Inventario:

1. Editar a formato plano.
2. Importar tabla a Ms.Access.
3. Realizar consulta de datos sobre la tabla importada.

II. Tablas de Datos:

1. Editar a formato plano.
2. Codificar campos de acuerdo con el inventario de variables.
3. Reestructurar tabla a diseño vertical.

4. Realizar consulta de datos sobre la tabla importada.

Para lo anterior hay que tener en cuenta las reglas de integridad referencial en las consultas de datos. Es necesario realizar los cargues en un entorno de prueba antes de realizarlos en la base de datos.

Finalmente, la base de datos cuenta con *consultas* de inserción y actualización. La primera permite agregar datos a los inventarios a través de las consultas, mientras que la segunda es una herramienta de actualización de información es decir, permite multiplicar datos o adicionar información a ciertos atributos a través de las consultas.

EVALUACIÓN DEL BIENESTAR DE LOS AGENTES COLOMBIANOS FRENTE A LA LABOR REGULATORIA. EL CASO DE LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO¹

Enrique Aristizabal. Consultoría Colombiana S.A - CONCOL.

Lina Wedefort Álvarez. Consultoría Colombiana S.A - CONCOL.

RESUMEN

Este artículo presenta el análisis de la variación del bienestar de los principales agentes relacionados con los sectores de acueducto, alcantarillado y aseo. El análisis de bienestar cualitativo desarrollado es un análisis empírico que determina los ganadores o perdedores frente a la acción regulatoria de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA). Se evalúa la situación de los agentes involucrados con y sin regulación y se detalla si esta tuvo en efecto positivo (aumento del bienestar) o negativo (disminución del bienestar).

Palabras Clave: Contabilidad Regulatoria, Acueducto y Alcantarillado, Asimetría de Información.

1 Las opiniones del autor se hacen a título personal y no comprometen en nada la posición institucional de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.

I. INTRODUCCIÓN

Hacia finales de la década de los ochentas e inicios de los noventas la esencialidad de los servicios públicos domiciliarios entre los que se encuentran los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo se estaba viendo seriamente afectada, ya que dicho sector enfrentaba una profunda y considerable crisis. La crisis originó que la dinámica del sector chocara con el carácter de vital importancia de los servicios públicos para mejorar la vida de los habitantes y para asegurar una calidad de vida aceptable (CRA, 1995).

A raíz de esta crisis, y desde la óptica de bienestar, los principales agentes relacionados con los sectores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo (consumidores, empresas y Estado) no estaban ganando, por el contrario, presentaban pérdidas de bienestar. Desde el punto de vista de los consumidores se observaba insatisfacción, ya que recibían un servicio de baja calidad. Desde el punto de vista de las empresas, estas no habían desarrollado las capacidades para suministrar un servicio de calidad a bajo costo y ganando eficiencias por una buena gestión administrativa, financiera y operativa. Al no estar funcionando adecuadamente los sectores, no se cumplían las metas y objetivos esperados de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. Entonces, el Estado como directo responsable de la provisión de los servicios públicos domiciliarios, al igual que los otros agentes, perdía por cuanto debía entrar a solventar estas deficiencias y asumir el costo político que implicaba esta situación.

Esta crisis originó que se definiera e implementara una reestructuración del sector de los servicios públicos domiciliarios cuyo pilar central fue la Ley 142 de 1994 (Régimen de los

Servicios Públicos Domiciliarios), en la cual el gobierno colombiano definió y plasmó los nuevos lineamientos en cuanto al régimen de los servicios públicos. En el marco de los fines de la esta Ley, se ordenó la creación de las comisiones de regulación, incluida la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA). A estas comisiones, la Ley les asignó unas obligaciones orientadas a mejorar la dinámica, crecimiento, desarrollo, eficiencia, regulación y control del sector de los servicios públicos domiciliarios. En general, a las comisiones se les encomendó la labor de estructurar y establecer unas “reglas de juego” para la prestación de los servicios públicos domiciliarios, o sea, de servir como medio para instaurar y salvaguardar unas condiciones que permitieran asegurar la prestación eficiente de los servicios públicos y generar los beneficios previstos en la nueva Ley..

Desde la promulgación de la Ley 142 de 1994 y la creación de la CRA han transcurrido más de 10 años. A lo largo de este periodo, la CRA, de manera general, ha focalizado su gestión en los siguientes aspectos:

- Se evidencia un énfasis notorio en la regulación tarifaria, lo cual es justificable dado que el sistema de precios es el mecanismo más poderoso para transmitir señales a los participantes de los mercados. En los modelos tarifarios se observa una evolución progresiva al desarrollo de los modelos de costos en el sentido de involucrar incentivos a las empresas para mejorar su eficiencia.
- En el caso de los costos de referencia de acueducto y alcantarillado, la CRA lo intro-

dujo en 2004 como un esquema de competencia indirecta mediante un sistema de "yardstick competition". Mediante dicho esquema los costos reconocidos a los operadores se calculan, en parte, con base en la comparación de costos entre operadores mediante la aplicación de un modelo DEA ("Data Envelopment Analysis") que permite la identificación de mejores prácticas en el uso de los recursos.

- En cuanto al servicio de aseo, la CRA ha mantenido un enfoque de tarifa tope, si bien en la nueva versión de 2005 incluyó un factor de incremento de la productividad a ser transferido a los usuarios, mediante una reducción de la tasa de actualización de las tarifas. Igualmente introdujo un mecanismo de medición del volumen de producción de residuos sólidos de modo que el cobro a los usuarios refleje su producción.
- En cuanto a la promoción de la competencia, la CRA ha implementado instrumentos tanto en el régimen tarifario, que reconoce los costos de la prestación de los servicios incluida una tasa de retorno a la inversión, como en la exigencia a garantizar la concurrencia de oferentes para seleccionar los prestadores de servicios en una zona determinada en condiciones de exclusividad (competencia por el mercado), o hacer labores que forman parte de los servicios (competencia directa por servicios específicos), o que quieran prestar el servicio en alguna zona (competencia en el mercado); a la vez que limita los alcances de las áreas de servicio exclusivo.
- Respecto al tema de la organización institucional del sector, la labor de la Comisión recoge el mandato de los artículos 5 y 6 de la Ley 142 de 1994 y ha establecido en sus resoluciones las características de las entidades que pueden prestar servicios públicos, la manera como los municipios asumirían la pres-

tación directa de los servicios públicos y las formas de participación del estado.

- Con relación a la administración de las empresas, la Comisión ha definido dos aspectos importantes, los regímenes de contratación basados en el principio de concurrencia de oferentes, con la autorización en ciertas circunstancias de cláusulas exorbitantes y los mecanismos de control de gestión y resultados.
- Respecto a las relaciones comerciales entre empresas y usuarios. La CRA se ha concentrado fundamentalmente en los contratos de servicios públicos de condiciones uniformes y enmarcado en los principios generales al respecto de la Ley 142 de 1994 y con los procedimientos del Código Contencioso Administrativo fue reforzado mediante la emisión de la Resolución CRA 413 de 2006.
- La CRA toma una actitud más activa en defensa de los usuarios y define con mayor precisión los criterios para definir el abuso de posición dominante, que hasta ese momento no se había desarrollado de manera más explícita.
- En aspectos de calidad de los servicios, la Comisión ha enfocado el tema en términos de disponibilidad de los servicios. En efecto, la regulación considera descuentos a los usuarios por no prestación de los servicios; pero no prevé compensaciones por calidad deficiente del producto entregado a los usuarios.

Con este panorama resulta significativo visualizar la situación, en términos de bienestar, para los principales agentes relacionados con los sectores de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo frente a la influencia del ejercicio de las responsabilidades de la CRA. Para ello, el presente trabajo, mide en términos monetarios de ingresos y gastos el efecto que ha tenido la implantación del nuevo régimen ta-

rifario, entendido este como el principal instrumento utilizado por la CRA para intervenir en el funcionamiento de los mercados de los servicios de acueducto y saneamiento básico.

El enfoque de la medición, se basa en un modelo de equilibrio general computable (MEGC) que busca explicar todos los pagos registrados en la matriz de contabilidad social (MCS o SAM en inglés: "Social Accounting Matrix"). Dicha matriz representa el flujo de pagos entre los diversos agentes de la economía. Cada columna contiene los gastos y pagos mientras que los ingresos se listan en las filas de la matriz. El valor obtenido de la suma de los ingresos (filas) debe ser igual a la suma de los gastos (columnas), de tal forma de la matriz está balanceada; mostrando el equilibrio existente entre las ofertas y las demandas de los diferentes mercados y los ingresos y egresos de los agentes (Prada, 2002). La matriz MCS está desagregada en factores, actividades, bienes y servicios e instituciones, por lo que el modelo sigue esta desagregación.

El MEGC es una metodología que ha sido aplicada para la evaluación del bienestar (Chisari y Romero, 1997; Sánchez y Prada, 2004), aunque existen otras formulaciones en términos de las mediciones de la variación compensada, la variación equivalente, excedente del consumidor y del productor mediante la estimación de las respectivas curvas de demanda y oferta (Mas Collé y Whinston, 2002; Varian, 1992). Sin embargo, estos enfoques presentan limitaciones para su aplicación dentro del estudio del impacto de la regulación de la CRA debido principalmente a la insuficiente disponibilidad de información para el periodo de análisis (1995 – 2005); la cual es muy agregada, discontinua por la implantación de diferentes sistemas de recopilación de información de la Superintendencia de Servicios Públicos y por un horizonte temporal limitado; lo cual no permite obtener resultados estadísticamente significativos ni coherentes. De ahí que el modelo de equilibrio general computable haya sido la opción implementada por cuanto se basa en el sistema de cuentas nacionales que tiene una metodología estable y con continuidad en su consolidación.

2. MODELO PROPUESTO

2.1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO

El modelo de MEGC consiste en un conjunto de ecuaciones simultáneas, muchas de ellas no lineales; que definen el comportamiento de los diferentes actores. En efecto, el modelo asume que los productores maximizan ganancias sujetos a las funciones de producción, con factores primarios como argumentos; mientras que los hogares maximizan su utilidad sujetos a restricciones presupuestarias. Tanto para la tecnología del productor como para la función de utilidad del consumidor se utilizan funciones “Cobb-Douglas”, de las cuales se derivan las demandas de factores y bienes.

El factor trabajo es móvil entre actividades, al tiempo que el capital es específico por actividad; ambos factores están disponibles en cantidades fijas. Los factores son demandados por los productores a precios rígidos según actividad, lo que hace que estos mercados se equilibren por la cantidad, permitiendo la existencia de desempleo en el caso de trabajo. Los pagos factoriales se distribuyen entre las familias, el gobierno e instituciones sin ánimo de lucro que proveen bienes y servicios a las familias. Los bienes son demandados por los hogares a los precios que equilibran el mercado para los bienes diferentes de acueducto, alcantarillado y aseo; para estos servicios, los precios corresponden a los fijados por la aplicación del régimen tarifario definido por la CRA.

Para considerar el ahorro-inversión se asume que el ingreso disponible de las familias es destinado en proporciones fijas a ahorro, (es decir, tasa media de ahorro constan-

te), y consumo. Así mismo, se asume que la inversión depende del ahorro, es decir, que el valor total del gasto en inversión es establecido por el valor de los ahorros.

La inclusión del gobierno considera que sus ingresos provienen de los impuestos netos de subsidios (a las ventas, al ingreso de las familias, a la producción y al comercio exterior), más los ingresos factoriales en calidad de propietario de empresas públicas. Este ingreso es utilizado para cubrir el costo del consumo de las entidades oficiales, transferencias a las familias y ahorro – desahorro. Debe anotarse que parte del consumo del gobierno y sus pagos a sus empleados no aparecen explícitamente. Estos empleados pueden ser visualizados como trabajando para una actividad de servicios gubernamentales que produce un bien que es comprada que por el mismo gobierno.

El último conjunto de transacciones consideradas corresponde al resto del mundo (RoW), lo cual toma la forma de importaciones, exportaciones y transferencias. Para los consumidores, se asume que los bienes importados son sustitutos imperfectos de bienes nacionales y, similarmente, se asume imperfecta transformabilidad entre producción para exportación y producción para consumo interno. También se tiene en cuenta que los pagos del resto del mundo a ahorro-inversión (ahorro externo) equivalen al déficit de la cuenta corriente.

Se tienen las restricciones que debe satisfacer la economía como un todo sin ser considerados por los agentes individuales. Estas restricciones se refieren al equilibrio en el mercado

de factores, en el cual la oferta se asume fija; al balance de la cuenta corriente que se equilibra ya sea por la tasa de cambio o el nivel de ahorros externos y el balance entre ahorros e inversión, el cual incluye el superávit/déficit del gobierno. La nomenclatura y formulación matemática del MEGC se detalla en el Apéndice.

Como se mencionó anteriormente, el sector de acueducto y saneamiento básico por su naturaleza regulada no fija sus precios de manera endógena como resultado de la interacción de la oferta y la demanda, sino que estos son establecidos exógenamente con base en la regulación emitida por la CRA. Por ello, en la formulación del modelo, descrita en el apéndice, se incluye una ecuación para estimar los precios al productor en función de los costos de producción, dentro de los cuales se considera la remuneración a la inversión teniendo en cuenta la tasa de rentabilidad reconocida por la CRA.

Como supuesto básico que motivó la adopción del nuevo régimen tarifario a partir de 1995, se tenía el hecho de que las tarifas cobradas a los usuarios no garantizaban la suficiencia financiera de la prestación de los servicios, es decir, que los precios enfrentados por los consumidores eran inferiores a los costos de producción. Esta circunstancia se consideró en el modelo mediante el parámetro “*prd*”, el cual determina el precio al consumidor. Con este parámetro se busca, igualmente, capturar el mandato del legislador expresado en la Ley 142 de 1994 de hacer que las tarifas cobradas reflejaran los costos de prestación de los servicios, para lo cual fijó un periodo de transición que terminó en 2005.

2.2. FORMULACIÓN EVALUACIÓN DEL BIENESTAR

Para el análisis y cuantificación del bienestar, con base en el modelo MEGC, se estructuran dos escenarios. En el primer escenario, se busca capturar el comportamiento real que tuvieron los diferentes agentes de acuerdo con la situación de la economía re-

flejada mediante las matrices de contabilidad social. Este escenario se denomina “Real”.

Para el segundo escenario, se busca capturar el comportamiento que hubiesen tenido los agentes si la CRA no hubiera desarrollado ni ejercido ningún tipo de labor regulatoria, es decir, si se hubiese continuado con el mismo régimen tarifario vigente en el año 1995. Dicho escenario se denomina “Contrafactual”.

La evaluación del bienestar de los agentes se realiza sobre los indicadores puntuales que se señalan a continuación y que se obtienen a partir de la solución del sistema de ecuaciones simultáneas que conforman el MEGC.

- Consumidores
 - ▶ Gasto de los consumidores

$$GASTO(C) = PD(C) * QD(C) \quad (1)$$

Donde:

GASTO(C): Gasto de los hogares en bienes de acueducto y alcantarillado o aseo.

PD(C): Precio al consumidor final en bienes de acueducto y alcantarillado o aseo.

GDC(C): Cantidad de producción nacional vendida domésticamente en bienes de acueducto y alcantarillado o aseo

- Ingreso de los consumidores

$$YH(H) \quad (2)$$

Donde:

YH(H): Ingreso de los hogares

- Empresas prestadoras de los servicios de acueducto, alcantarillado, aseo y el gobierno

Menor ingreso de las empresas, medido

mediante la variable *Ajuste(C)* que se obtiene directamente del modelo y que corresponde al déficit de ingreso por la venta de los bienes

de acueducto y alcantarillado o aseo facturados a un precio menor a los costos de producción. Esta variable correspondería a los requerimientos de recursos que se deberían transferir a las empresas para garantizar la suficiencia financiera de la prestación de los servicios.

- Sector de los servicios de acueducto y saneamiento básico
 - ▶ Inversión en capital

$$INV(C) = \frac{VI(C, Cap) * TD(C)}{0,14} \quad (3)$$

Donde:

INV(C): Valor de la inversión de capital para producir los bienes de acueducto y alcantarillado o aseo implícito en el régimen tarifario implantado.

VI(C, Cap): Valor de los activos productivos utilizados para la producción de los bienes de acueducto y alcantarillado o aseo.

TD(c): Tasa de descuento (remuneración) de los activos empleados en la producción de los bienes de acueducto y alcantarillado o aseo.

0,14: Valor máximo de la tasa de descuento o remuneración del capital reconocido por CRA para el diseño de la estructura tarifaria hasta 2005.

Estos indicadores se estiman anualmente tanto para el escenario real (desde 1995 hasta 2005) como el contrafactual (desde 1996 hasta 2005). En el escenario contrafactual, a lo largo del período de análisis se considera que la inversión de capital (variable “stock”) no fluctúa sino que permanece en los niveles en los que se encontraba en 1995.

Debido a los largos plazos de desarrollo y construcción, en la práctica la infraestructura de acueducto y alcantarillado se construyen con capacidades superiores a la demanda inmediata de manera que mantengan una reserva de capacidad durante un horizonte determinado. El supuesto sobre la inversión de capital implica asumir que el crecimiento de la demanda observado en el periodo 1996 - 2005 fue suplido con la reserva de capacidad de los sistemas. Para aseo, el efecto de no inversión se reflejaría en la provisión de un servicio de calidad deficiente, circunstancia que no captura el modelo considerado.

Con las variables señaladas anteriormente se evalúan las variaciones de los gastos de los consumidores, ingresos de los consumidores y menores ingresos de las empresas comparando el escenario real frente al contrafactual. Una vez se tienen las variaciones anuales se realiza una sumatoria simple de dichas variaciones (ver Tabla 1 y Tabla 2) con el fin de obtener el efecto agregado sobre el bienestar de cada uno de los agentes.

TABLA 1. CÁLCULO DE LAS VARIACIONES ANUALES DE BIENESTAR PARA LOS SERVICIOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

AGENTE	ASPECTO	OPERACIÓN
Consumidores	Gasto	$\sum_{i=1996}^{2005} Gasto_i(Ac_Al)$
	Ingreso	$\sum_{i=1996}^{2005} YH_i(H)$
Empresas - Gobierno	Déficit	$\sum_{i=1996}^{2005} PG_i(Ac_Al)$
Sector	Valor de la inversión	$\sum_{i=1996}^{2005} \Delta INV_i(Ac_Al)$ <p>ΔINV_i = Variación del valor de la inversión del año i con relación al año i-1</p>

Fuente: Consultor, 2007.

TABLA 2. CÁLCULO DE LAS VARIACIONES ANUALES DE BIENESTAR PARA EL SERVICIO DE ASEO

AGENTE	ASPECTO	OPERACIÓN
Consumidores	Gasto	$\sum_{i=1996}^{2005} Gasto_i(Aseo)$
	Ingreso	$\sum_{i=1996}^{2005} YH_i(H)$
Empresas - Gobierno	Déficit	$\sum_{i=1996}^{2005} PG_i(Ac_Al)$
Sector	Valor de la inversión	$\sum_{i=1996}^{2005} \Delta INV_i(Aseo)$ <p>ΔINV_i = Variación del valor de la inversión del año i con relación al año i-1</p>

Fuente: Consultor, 2007.

El impacto de la regulación en el gobierno no se obtiene directamente del modelo, por cuanto el diseño de las cuentas nacionales publicadas por el DANE no distingue la propiedad de las empresas entre públicas y privadas ni explicita las transferencias del Estado al sector. El impacto en el Gobierno se puede establecer

de manera indirecta al considerar que, al ser deficientes los ingresos de las empresas por insuficiencia tarifaria, al Estado le correspondería transferir recursos para mantener la operación y financiar la expansión, ya que ningún agente privado aceptaría asumir el faltante.

3. RESULTADOS

3.1. TENDENCIAS

A partir de las diversas simulaciones del MEGC tanto para el escenario contrafactual como para el escenario real se obtuvieron los valores de gasto e ingreso de los consumidores, el déficit (menor ingreso) de las empresas y el

valor de la inversión remunerada para los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. Al comparar estas variables entre los dos escenarios (escenario real frente al escenario contrafactual) se evidencia que han seguido una tendencia marcada tal como se señala en la Tabla 3.

TABLA 3. TENDENCIA DEL IMPACTO DE LA REGULACIÓN EN LOS AGENTES

AGENTE	VARIABLE	DIFERENCIA PRESENTADA	COMENTARIOS
Consumidores	Gasto	Positiva	El gasto es mayor en el escenario real.
	Ingreso	Positiva	El ingreso es mayor en el escenario real.
Empresas – Gobierno	Déficit de ganancia	Negativa	Los déficits son menores en el escenario real.
Sector	Valor de la inversión	Positiva	La tendencia expresada corresponde al hecho de que la evolución del valor de la inversión en capital es mayor en el escenario real que en contrafactual.

Fuente: Cálculos consultor, 2007.

Al observar el comportamiento de las variables señalado en la Tabla 3, se evidencia que en el escenario real, donde la CRA ha ejercido una labor regulatoria activa, las empresas prestadoras de los servicios de saneamiento básico, y de manera indirecta el Estado, se han consolidado en el sentido que se ha visto una reducción de sus déficits, definidos estos como la diferencia entre los ingresos por facturación frente a los costos de producción. Sin embargo, esta situación fue financiada con un mayor gasto de los usuarios, los cuales vieron crecer su gasto.

3.2. EVALUACIÓN CUANTITATIVA DEL BIENESTAR

Una vez vislumbradas las evoluciones esbozadas en la sección precedente, es importan-

te detallar el efecto agregado sobre el bienestar para cada uno de los agentes y el efecto global sobre el conjunto de la economía. La cuantificación del bienestar se presenta en la Tabla 4 y Tabla 6 para los servicios de acueducto y alcantarillado mientras que la Tabla 5 y Tabla 7 muestran los resultados para el servicio de aseo.

Al observar los resultados relacionados con el efecto sobre el bienestar de cada uno de los agentes se aprecia que tanto los consumidores del servicio de acueducto y alcantarillado, como los del servicio de aseo, han experimentado un sacrificio de bienestar debido al aumento del gasto por pagar mayores tarifas; lo cual, no obstante, debe compensarse con un aumento de la cobertura y garantía de la disponibilidad

futura del servicio al montarse un esquema orientado a la autosuficiencia financiera.

Por su parte, las empresas prestadoras de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo han experimentado un incremento de bienestar, ya que han visto un aumento de sus ingresos, lo cual se ha reflejado remuneración creciente de la inversión.

Al tomar los diferentes agentes como un todo es evidente que a lo largo del periodo comprendido entre 1996 y 2005 se puede deducir una ganancia de neta de bienestar. En millones de pesos de 2005 para el sector de los servicios de acueducto y alcantarillado fue de \$5.5 millones de pesos y para el sector del servicio de aseo fue de \$2.1 millones de pesos.

TABLA 4. EVALUACIÓN CUANTITATIVA DEL BIENESTAR DE LOS AGENTES RELACIONADOS CON EL SECTOR DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

AGENTE	ASPECTO	ESCENARIO		DIFERENCIA (REAL VS CONTRACTUAL)	EFECTO AGREGADO BIENESTAR	GANADOR EN CUANTO A BIENESTAR
		REAL	CONTRACTUAL			
Consumidores	Gasto	8.876.931	5.748.722	3.128.206	-2.239.526	SI
	Ingreso	2.149.270.034	2.148.381.354	888.680		
Empresas - Gobierno	Déficit	2.766.210	10.605.197	-7.838.986	-7.838.986	SI
EFECTO TOTAL SOBRE EL BIENESTAR					5.599.458	SI

Nota: cifras en millones de pesos de 2005.

Fuente: Cálculos consultor, 2007.

TABLA 5. EVALUACIÓN CUANTITATIVA DEL BIENESTAR DE LOS AGENTES RELACIONADOS CON EL SECTOR DE ASEO

AGENTE	ASPECTO	ESCENARIO		DIFERENCIA (REAL VS CONTRACTUAL)	EFECTO AGREGADO	GANADOR EN CUANTO A BIENESTAR
		REAL	CONTRACTUAL			
Consumidores	Gasto	2.735.274	1.841.441	893.833	-5.153	NO
	Ingreso	2.149.270.034	888.680	888.680		
Empresas - Gobierno	Déficit	1.055.730	1.055.730	-2.139.275	-2.139.275	SI
EFECTO TOTAL SOBRE EL BIENESTAR					2.134.122	SI

Nota: cifras en millones de pesos de 2005.

Fuente: Cálculos consultor, 2007.

Las empresas prestadoras de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo bajo las condiciones supuestas en el escenario contrafactual hubieran presentado una situación bastante delicada en el sentido de que el déficit o menores ingresos se habría incrementado año a año y esto se hubiera manifestado en que las empresas no habrían tenido la capacidad de realizar inversiones en los sectores de agua y saneamiento básico para efectos de ampliar la cobertura.

De ahí la consideración sobre el hecho de que el valor de la inversión prácticamente se hubiera estancado a los niveles presentados en 1995, por lo cual variación de dicho valor que se estima a partir de las cifras de simulación del modelo es casi nula. Con esta situación, el Estado se habría visto obligado a tomar medidas con el fin de contenerla, es decir, le hubiese tocado destinar mayores recursos para los servicios de saneamiento básico con el fin de compen-

sar la no inversión y el déficit de las empresas; pero sin obtener retribución alguna a cambio, ya que las empresas de todas formas hubiesen continuado con ingresos insuficientes para cubrir los costos de prestación del servicio.

Este tipo de hechos hubieran perjudicado a los consumidores, las empresas prestadoras de los servicios y el Estado, por cuanto hubieran contribuido a ahondar las crisis de viabilidad del sector, que motivó las reformas impulsadas por la Ley 142 de 1994.

Sin embargo, el escenario real presenta una perspectiva contrastante a esta situación; por ello, al detallar la variación del valor del capital en este escenario frente a la variación del capital del escenario contrafactual, se observa que para el sector tanto de acueducto y alcantarillado, como de aseo, hay una ganancia neta de bienestar, es decir, el valor de la inversión ha crecido en cifras acumuladas del orden \$7.3 millones de pesos de 2005 para el sector de acueducto y alcantarillado (ver Tabla 6) y \$3 millones de pesos de 2005 para el sector de aseo (ver Tabla 7).

TABLA 6. EVALUACIÓN CUANTITATIVA DEL BIENESTAR REFERENTE AL VALOR DE LA INVERSIÓN PARA EL SECTOR DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

AGENTE	ASPECTO	ESCENARIO		DIFERENCIA (REAL VS CONTRACTUAL)	EFECTO AGREGADO	GANADOR EN CUANTO A BIENESTAR
		VARIACION REAL	VARIACION CONTRACTUAL			
Sector	Valor de la inversión	7.391.319	0	7.391.319	7.391.319	SI
EFECTO TOTAL SOBRE EL BIENESTAR					7.391.319	SI

Nota: cifras en millones de pesos de 2005.

Fuente: Cálculos consultor, 2007.

TABLA 7. EVALUACIÓN CUANTITATIVA DEL BIENESTAR REFERENTE AL VALOR DE LA INVERSIÓN PARA EL SECTOR DE ASEO

AGENTE	ASPECTO	ESCENARIO		DIFERENCIA (REAL VS CONTRACTUAL)	EFECTO AGREGADO	GANADOR EN CUANTO A BIENESTAR
		VARIACION REAL	VARIACION CONTRACTUAL			
Sector	Valor de la inversión	3.033.575	0	3.033.575	3.033.575	SI
EFECTO TOTAL SOBRE EL BIENESTAR					3.033.575	SI

Nota: cifras en millones de pesos de 2005.

Fuente: Cálculos consultor, 2007.

3.3. CONCLUSIÓN

La evaluación cuantitativa del bienestar indica que, en el caso de los servicios de acueducto y saneamiento básico, la reforma impulsada por la Ley 142 de 1994 y la labor desarrollada por la CRA para los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo ha tenido un impacto positivo en el fortalecimiento de la capacidad financiera que haga viable la sostenibilidad de la prestación de los servicios. No obstante, el modelo no captura el impacto en términos de la calidad del servicio ni la extensión de la cobertura. De hecho, cabe de esperar que el nuevo regulatorio promulgado de 2005 introduzca los incentivos para que los recursos se utilicen de manera eficiente, es decir, se reflejen en la universalización de los servicios dentro de un estándar de calidad adecuada.

nibilidad de la prestación de los servicios. No obstante, el modelo no captura el impacto en términos de la calidad del servicio ni la extensión de la cobertura. De hecho, cabe de esperar que el nuevo regulatorio promulgado de 2005 introduzca los incentivos para que los recursos se utilicen de manera eficiente, es decir, se reflejen en la universalización de los servicios dentro de un estándar de calidad adecuada.

3.4. REFERENCIAS

- Chisari Omar, Antonio Estache, y Carlos Romero, "Winners and Losers from the Privatization and Regulation of Utilities: Lessons from a General Equilibrium Model of Argentina", *The World Bank Economic Review*, Vol. 13, No. 2: 357–78, 1997.
- Chisari Omar, Antonio Estache, y Carlos Romero, "Lessons From Computable General Equilibrium Models Applied to Regulatory Economics", Policy Research Working Paper 1824, World Bank, Policy Research Department, Washington, D.C, 1997.
- Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, Revista No 1 "Ley 142/94 Régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios", Ponencia para primer debate - Cámara de Representantes, Bogotá, 1995.
- Consultoría Colombiana S.A, "Consultoría para determinar el impacto del marco regulatorio en su conjunto, teniendo en cuenta la sostenibilidad, viabilidad y dinámica de los sectores de acueducto y alcantarillado y aseo", Informe de Fase II, Tomo I y V, 2007.
- Galal, Ahmed, Leroy Jones, Pankaj Tandon y Vogelsang, 1994, "Welfare Consequences of Selling Public Enterprises: An Empirical Analysis", Nueva York, Oxford University Press.
- GAMS ("The General Algebraic Modeling System", aplicativo), el cual es un sistema de modelamiento de alto nivel para programar problemas matemáticos. Disponible en la página "Web" www.gams.com.
- Haggarty Luke, Penelope Brook y Ana Maria Zuluaga, "Thirst for Reform? Private Sector Participation in Mexico City's Water Sector", World Bank.
- Hernández Gustavo, "Construcción de una Matriz de Contabilidad Social Financiera para Colombia", Departamento Nacional de Planeación, 2003.
- Houston Greg, Hayden Green, "Assessing the Impact of Competition Policy Reforms on Australia's Infrastructure Performance", NERA, 2007.
- Löfgren Hans, "Exercises in General Equilibrium Modeling Using GAMS", International Food Policy Research, 2003.
- Löfgren Hans, "Key to Exercises in CGE Modeling Using GAMS", International Food Policy Research, 2003.
- Mas – Collet Andreu, Michael D. Whinston, Jerry R. Green, "Microeconomic Theory", New York, Oxford University Press, 1995.
- Prada S, "Desarrollo de un Modelo para la Construcción de Matrices de Contabilidad Social con Base en el Sistema de Cuentas Nacionales". Departamento Nacional de Planeación, Mimeo, 2002.
- Sánchez Fabio, María Fernanda Prada, "The 1997 Social Accounting Matrix (SAM) for Colombia", Universidad de los Andes, 2004.
- Shirley Mary M, L. Colin Xu y Ana Maria Zuluaga, "Reforming Urban Water Supply: The Case of Chile", World Bank, 1999.
- Varian Hal R., "Análisis Microeconómico", Tercera Edición, Antoni Bosch, 1992.

APÉNDICE: NOMENCLATURA Y PLANTEAMIENTO DEL MEGC**CONJUNTOS**

$a \in A$	Actividades productivas. Se definen tres: actividades DANE 1 a 10 y 12 a 60 (agrega la producción de todas las actividades de producción diferentes a las reguladas por CRA); acueducto-alcantarillado y aseo
$c \in C$	Bienes. Se consideran tres: bienes DANE 1 a 10 y 12 a 60 (agrega los bienes y servicios diferentes de los servicios regulados por CRA); acueducto-alcantarillado y aseo
$c \in CM (C \subset C)$	Bienes importables. Incluye bienes que provienen del exterior
$c \in CNM (C \subset C)$	Bienes no importables. Involucra bienes y servicios que se proveen exclusivamente con producción nacional
$c \in CE (C \subset C)$	Bienes exportables. Corresponde a bienes y servicios nacionales que se pueden exportar
$c \in CNE (C \subset C)$	Bienes no exportables. Son los bienes y servicios nacionales que solo tienen consumo doméstico
$c \in CR (C \subset C)$	Bienes regulados por CRA. Los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo
$c \in CNR (C \subset C)$	Bienes no regulados por CRA
$f \in F$	Factores. Se asumen dos: trabajo y capital
$h \in H (C \subset I)$	Hogares. Consumidores residenciales
$i \in I$	Instituciones. Hogares, entidades sin ánimo de lucro, gobierno y resto del mundo

PARÁMETROS

ad_a	Parámetro de eficiencia de la función de producción
aq_c	Parámetro de desplazamiento para la función de oferta compuesta
at_c	Parámetro de desplazamiento para la función de transformación de la producción (CET)
cpi	Índice de precios al consumidor
$cwts_c$	Ponderación de los bienes en CPI
ica_{ca}	Cantidad de c como insumo intermedio por unidad de actividad a
$mpps_h$	Proporción del ingreso disponible de los hogares para el ahorro
prd	Factor de ajuste de tarifa por regulación de CRA
pwe_c	Precio de exportación en divisa extranjera

pwm_c	Precio de importación en divisa extranjera
qg_c	Demanda de bienes del gobierno
$qinv_c$	Demanda de inversión en año base
$shry_{hf}$	Participación del ingreso del factor f en el hogar h
te_c	Tarifa de impuesto a las exportaciones
tm_c	Tarifa de impuesto a las importaciones
tq_c	Tarifa de impuesto a las ventas
tr_{ii}	Transferencia de la institución i' a la institución i
ty_h	Tasa de impuesto a la renta
α_{fa}	Participación del valor agregado por el factor f en la actividad a
β_{ch}	Participación del bien c en el consumo del hogar h
δ_c^q	Parámetro de participación de la función de oferta compuesta
δ_c^t	Parámetro de participación de la función de transformación de la producción (CET)
θ_{ac}	Cantidad del bien c producida por una unidad de actividad a
ρ_c^q	Exponente ($-1 < \rho_c^q < \infty$) de la función de oferta compuesta
ρ_c^t	Exponente ($1 < \rho_c^t < \infty$) de la función de transformación de la producción (CET)
σ_c^q	Elasticidad de sustitución de la función de oferta compuesta
σ_c^t	Elasticidad de transformación de la función de transformación de la producción (CET)

VARIABLES

AJUSTE _c	Déficit de ingreso por la producción del bien c
EG	Gasto del gobierno
EXR	Tasa de cambio (moneda local por unidad de moneda extranjera)
FSAV	Ahorro externo
IADJ	Factor de ajuste de la inversión
PA _a	Precio de la actividad
PD _c	Precio interno de producción nacional
PE _c	Precio de exportación (moneda local)
PM _c	Precio de importación (moneda local)
PQ _c	Precio de bien compuesto
PVA _c	Precio del valor agregado

PX_c	Precio de productor
QA_a	Nivel de actividad
QD_c	Cantidad de producción nacional vendida domésticamente
QE_c	Cantidad de exportaciones
QF_{fa}	Cantidad demanda del factor f por la actividad a
QFS_f	Oferta del factor f
QH_{ch}	Cantidad de consumo del bien c por el hogar h
$QINT_c$	Cantidad consumo intermedio del bien c por la actividad a
$QINV_c$	Cantidad de demanda de inversión
QM_c	Cantidad de importaciones
QQ_c	Cantidad ofrecida a consumidores nacionales (oferta compuesta)
QX_c	Cantidad de producción nacional
TD_c	Tasa de descuento (remuneración) de los activos empleados en la producción del bien c
VI_{cf}	Valor de los activos productivos utilizados para la producción del bien c
WALRAS	Variable “dummy” variable (cero en equilibrio)
WF_f	Remuneración media del factor f
$WFDIST_{fa}$	Factor de distorsión de la remuneración de factor f en la actividad a
YF_{hf}	Transferencia de ingreso al hogar h del factor f
YG	Ingreso del gobierno
YH_h	Ingreso de los hogares

ECUACIONES

Las ecuaciones se organizan por bloques: precios, producción y bienes, institucional y restricciones del sistema.

- Bloque de precios
Precio de importación

$$PM_c = (1 + tm_c) * EXR * pwm_c(4)$$

$$\begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{importación} \\ \text{(moneda local)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{ajuste por} \\ \text{aranceles} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \text{tasa de} \\ \text{cambio} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{importación} \\ \text{(moneda extranjera)} \end{bmatrix}$$

- Precio de exportación

$$PM_c = (1 + tm_c) * EXR * pwm_c(5)$$

$$\begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{exportación} \\ \text{(moneda local)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{ajuste por} \\ \text{aranceles} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \text{tasa de} \\ \text{cambio} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{exportación} \\ \text{(moneda extranjera)} \end{bmatrix}$$

En la definición de los precios de bienes transables, se asume una economía de un país pequeño en el cual los precios internacionales son exógenos.

Valor de la producción doméstica de bienes no regulados

$$PX_c \cdot QX_c = PD_c \cdot QD_c + (PE_c \cdot QE_c)_{c \in CE} \quad (6)$$

$$\begin{bmatrix} \text{valor} \\ \text{producción} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{valor venta} \\ \text{producto} \\ \text{doméstico} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{valor venta} \\ \text{producto} \\ \text{exportado} \end{bmatrix}$$

Para los bienes no regulados, el valor de la producción nacional a precios de productor es igual a la suma del valor de la producción nacional vendida internamente y valor de las exportaciones expresadas en moneda local.

Valor de la producción doméstica de bienes regulados por CRA

$$\begin{aligned} PX_c \cdot QX_c &= \sum_{a \in A} \theta_{ac} \cdot QINT_{ca} \cdot PD_c \\ &+ \sum_{a \in A} \theta_{ac} \cdot WF_{lab} \cdot WFDIST_{lab,a} \cdot QF_{lab,a} \\ &+ TD_c \cdot VI_{c,cap} \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{bmatrix} \text{valor} \\ \text{producción} \\ \text{bienes regulados} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{costo consumo} \\ \text{intermedio} \end{bmatrix} + [\text{costo trabajo}] + [\text{costo capital}]$$

A partir de esta fórmula se puede deducir el valor implícito de la inversión o de la dotación de capital remunerada por el régimen tarifario ($VI_{c,cap}$) que es utilizada para la producción de los servicios regulados por la CRA.

Precio a los consumidores de los bienes regulados por CRA

$$PD_c = (1 - prd_c) \cdot PX_c \quad (8)$$

$$\begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{consumidor final} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{factor acción} \\ \text{regulador} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{productor} \end{bmatrix}$$

Con estas las dos últimas ecuaciones se reproduce el mecanismo de fijación de precios adoptados en el sistema regulatorio; en el cual, el valor de la producción refleja los costos incurridos reconociendo un nivel de rentabilidad por el capital invertido. De otra parte, por decisiones políticas previas a la reforma regulatoria iniciada a partir de la Ley 142 de 1994 no se cobraba a los consumidores la totalidad del costo de provisión del servicio, este efecto se captura con el parámetro “ prd_c ”. Por mandato de la legislación, este parámetro debía llegar a cero a la terminación del periodo de transición tarifaria en 2005.

Parámetro prd_c

$$prd_j = 1 - IPS_j \quad (9)$$

Donde:

$$IPS_j = \frac{IPS_{j+1}}{\Delta PMR_{j+1}} \quad (10)$$

$$\Delta PRM = \frac{\Delta PM}{1 + \frac{IPC}{100}} \quad (11)$$

$$\Delta PM = \frac{\Delta DF_{\$corrientes}}{\Delta DF_{\$constantes}} \quad (12)$$

$\Delta DF_{\$corrientes}$ = Variación anual del valor de la demanda a pesos corrientes del bien c.

$\Delta DF_{\$constantes}$ = Variación anual del valor de la demanda a pesos constantes de 1994 del bien c.

IPC = Variación anual precio medio del bien c.

IPC = Variación IPC del bien c.

ΔPRM = Variación anual precio real medio del bien c.

IPS_j = Índice de precio servicio c en el año j

Precio por actividad

$$PA_a = \sum_{c \in C} PX_c * \theta_{ac} \quad (13)$$

$$\begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{actividad} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{ponderación} \\ \text{precios productor} \end{bmatrix}$$

Precio de valor agregado

$$PVA_a = PA_a - \sum_{c \in C} PQ_c * ica_{ca} \quad (14)$$

$$\begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{valor agregado} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{actividad} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \text{costo insumos} \\ \text{unidad de actividad} \end{bmatrix}$$

- Bloque de producción y bienes
Función de producción por actividad

$$QA_a = ad_a * \prod_{f \in f_a} QF_{fa}^{\alpha_{fa}} \quad (15)$$

$$\begin{bmatrix} \text{nivel} \\ \text{actividad} \end{bmatrix} = f[\text{factores}]$$

Demanda de factores

$$WF_f * WFDIST_{fa} = \frac{\alpha_{fa} * PVA_a * QA_a}{QF_{fa}} \quad (16)$$

$$\begin{bmatrix} \text{costo marginal} \\ \text{factor} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{ingreso marginal} \\ \text{factor en actividad} \end{bmatrix}$$

Demanda intermedia

$$QINT_{ca} = ica_{ca} * QA_a \quad (17)$$

$$\begin{bmatrix} \text{demanda} \\ \text{intermedia} \end{bmatrix} = f \begin{bmatrix} \text{nivel} \\ \text{actividad} \end{bmatrix}$$

Volumen de producción doméstica

$$QX_c = \sum_{a \in A} \theta_{ac} * QA_a \quad (18)$$

$$\begin{bmatrix} \text{producto} \\ \text{doméstico} \end{bmatrix} = f \begin{bmatrix} \text{nivel} \\ \text{actividad} \end{bmatrix}$$

Volumen de oferta doméstica de bienes importables (oferta agregada)

$$QQ_c = aq_c * \left(\delta_c^q * QM_c^{-\rho_c^q} + (1 - \delta_c^q) * QD_c^{-\rho_c^q} \right)^{\frac{1}{\rho_c^q}} \quad (19)$$

$$\begin{bmatrix} \text{oferta} \\ \text{compuesta} \end{bmatrix} = f \begin{bmatrix} \text{producción importada,} \\ \text{producción doméstica} \end{bmatrix}$$

Los bienes agregados son usados por todos los consumidores nacionales. La sustitución imperfecta entre bienes nacionales e importados es capturada mediante una función de agregación CES (“constant elasticity of substitution”, elasticidad constante de sustitución) en la que el bien ofrecido domésticamente es producido por bienes nacionales e importados que entran como insumos.

Relación de cantidad demandada de bienes importados a producción doméstica

$$\frac{QM_c}{QD_c} = \left(\frac{PD_c \cdot \delta_c^q}{PM_c \cdot (1 - \delta_c^q)} \right)^{\frac{1}{1 + \rho_c^q}} \quad (20)$$

$$\begin{bmatrix} \text{oferta} \\ \text{doméstica} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{producción doméstica} \\ \text{para consumo interno} \end{bmatrix}$$

Esta ecuación define la combinación óptima entre importaciones y producción nacional para bienes que son importables.

Oferta de bienes no importables

$$QQ_c = QD_c \quad (21)$$

$$\begin{bmatrix} \text{oferta} \\ \text{doméstica} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{producción doméstica} \\ \text{para consumo interno} \end{bmatrix}$$

Para bienes que no se importan, la oferta es igual a la producción nacional para el consumo interno.

Función de transformación de la producción

$$QX_c = at_c * \left(\delta_c^t * QE_c^{-\rho_c^t} + (1 - \delta_c^t) * QD_c^{-\rho_c^t} \right)^{\frac{1}{\rho_c^t}} \quad (22)$$

$$\begin{bmatrix} \text{producción} \\ \text{doméstica} \end{bmatrix} = f \begin{bmatrix} \text{volumen exportado,} \\ \text{producción consumo interno} \end{bmatrix}$$

Esta ecuación captura la imperfecta transformabilidad entre la producción nacional destinada al consumo interno y a la exportación, por lo que se asume una formulación tipo CES con elasticidades de sustitución negativas.

Relación de cantidad exportada a producción doméstica de consumo interno

$$\frac{QE_c}{QD_c} = \left(\frac{PE_c \cdot (1 - \delta_c^t)}{PD_c \cdot \delta_c^t} \right)^{\frac{1}{\rho_c^t - 1}} \quad (23)$$

$$\begin{bmatrix} \text{relación cantidad} \\ \text{exportada / consumo interno} \end{bmatrix} = f \begin{bmatrix} \text{relación precio} \\ \text{exportado / nacional} \end{bmatrix}$$

Con esta ecuación se obtiene la combinación óptima entre exportaciones y ventas internas. Volumen producido de bienes no exportables

$$QX_c = QD_c \quad (24)$$

$$\begin{bmatrix} \text{producción} \\ \text{doméstica} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{volumen} \\ \text{consumo interno} \end{bmatrix}$$

Para bienes que no son exportables, se impone la igualdad entre la producción nacional vendida internamente con la totalidad de la producción doméstica.

- Bloque institucional

Ingreso factorial para los hogares

$$YF_{hf} = shry_{hf} * \sum_{a \in A} WF_f * WFDIST_{fa} * QF_{fa} (25)$$

$$\begin{bmatrix} \text{ingreso factorial} \\ \text{hogares} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{participación} \\ \text{hogares} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \text{ingreso} \\ \text{factor} \end{bmatrix}$$

Ingreso de los hogares

$$YH_h = \sum_{f \in F} YF_{hf} + tr_{h,gov} + EXR * tr_{h,row} (26)$$

$$\begin{bmatrix} \text{ingreso} \\ \text{hogares} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{ingreso} \\ \text{factorial} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{transferencias} \\ \text{gobierno, ROW} \end{bmatrix}$$

Demanda de consumo de los hogares

$$QH_{ch} = \frac{\beta_{ch} * (1 - mps_h) * (1 - ty_h) * YH_h}{PQ_c} (27)$$

$$\begin{bmatrix} \text{demanda hogares} \\ \text{de bien } c \end{bmatrix} = f \begin{bmatrix} \text{ingreso disponible hogares,} \\ \text{precio bien } c \end{bmatrix}$$

Demanda de inversión

$$QINV_c = \overline{qinv}_c * IADJ (28)$$

$$\begin{bmatrix} \text{demanda inversión} \\ \text{por bien } c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{inversión año base,} \\ \text{por factor ajuste} \end{bmatrix}$$

Ingreso del gobierno

$$YG = \sum_{h \in H} ty_h \cdot YH_h + EXR \cdot tr_{gov,row} + \sum_{c \in C} tq_c \cdot (PD_c \cdot QD_c + (PM_c \cdot QM_c)_{|c \in CV}) + \sum_{c \in CM} tm_c \cdot EXR \cdot pwm_c \cdot QM_c + \sum_{c \in CR} te_c \cdot EXR \cdot pwe_c \cdot QE_c (29)$$

$$\begin{bmatrix} \text{ingreso} \\ \text{gobierno} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{impuestos} \\ \text{directos} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{transferencias} \\ \text{ROW} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{impuesto} \\ \text{ventas} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{impuestos} \\ \text{importaciones} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{impuestos} \\ \text{exportaciones} \end{bmatrix}$$

Gasto del gobierno

$$EG = \sum_{h \in H} tr_{h,gov} + \sum_{c \in C} PQ_c * qg_c(30)$$

$$\begin{bmatrix} \text{ingreso} \\ \text{gobierno} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{transferencias} \\ \text{hogares} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{consumo} \\ \text{gobierno} \end{bmatrix}$$

Déficit de productores de bienes regulados por CRA

$$AJUSTE_C = prd_c \cdot PX_c \cdot QD_c(31)$$

$$\begin{bmatrix} \text{déficit de} \\ \text{productores} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{factor acción} \\ \text{regulador} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \text{valor} \\ \text{producción} \end{bmatrix}$$

Remuneración de capital utilizado para producción de bienes regulados por CRA

$$AJUSTE_C + \sum_{a \in A} \theta_{ac} \cdot WF_{cap} \cdot WFDIST_{cap,a} \cdot QF_{cap,a} = TD_c \cdot VI_{c,cap}(32)$$

$$\begin{bmatrix} \text{déficit de} \\ \text{productores} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{ingreso efectivo} \\ \text{por uso capital} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{costo} \\ \text{capital} \end{bmatrix}$$

Estas dos últimas ecuaciones incorporan el impacto que tiene la decisión política de no cobrar los servicios regulados a sus costos de producción; lo cual implica que las empresas productoras presenten déficit. La suma de este déficit más el monto efectivamente recibido que permite el régimen tarifario es igual a la remuneración que correspondería por el uso de capital.

- Bloque de restricciones

Mercado de factores

$$\sum_{a \in A} QF_{fa} = QFS_f(33)$$

Para considerar la existencia de desempleo y la especificidad del capital según la actividad productiva, se asume que las remuneraciones reales de los factores son fijas y propias de la actividad. Esto se logra fijando las variables $WFDIST_{lab,a}$, WF_{lab} , $QF_{cap,a}$ y WF_{cap} a los valores base que se obtienen de la matriz MCS.

Mercado compuesto de bienes

$$QQ_c = \sum_{a \in A} QINT_{ca} + \sum_{h \in H} QH_{ch} + qg_c + QINV_c(34)$$

$$\begin{bmatrix} \text{oferta} \\ \text{compuesta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{demanda compuesta:} \\ \text{suma demandas intermedia,} \\ \text{hogares, gobierno e inversión} \end{bmatrix}$$

Esta condición de equilibrio impone igualdad en el mercado agregado de bienes por el lado de la demanda, representada por los diferentes usos.

Balance de cuenta corriente (moneda extranjera)

$$\sum_{c \in C} pwe_c * QE_c + \sum_{i \in I} tr_{i,row} + FSAV = \sum_{c \in M} pwm_c * QM_c \quad (35)$$

$$\begin{bmatrix} \text{ingreso} \\ \text{exportaciones} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{transferencias} \\ \text{externas} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{ahorro} \\ \text{externo} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{gasto} \\ \text{importaciones} \end{bmatrix}$$

La ecuación anterior exige igualdad entre los ingresos y gastos por el intercambio con el exterior. Los ahorros externos equivalen al déficit de cuenta corriente. Para considerar que las variaciones de la tasa de cambio equilibran la cuenta corriente, se asume que el ahorro externo (FSAV) es fijo.

Balance inversión-ahorro

$$\sum_{h \in H} mps_h * (1 - ty_h) * YH_h + (YG - EG) + EXR * FSAV$$

$$= \sum_{c \in C} PQ_c * QINV_c + WALRAS \quad (36)$$

$$\begin{bmatrix} \text{ahorro} \\ \text{hogares} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{ahorro} \\ \text{gobierno} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{ahorro} \\ \text{externo} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{gasto} \\ \text{inversión} \end{bmatrix} + [\text{dummy}]$$

La inversión es la suma de los ahorros de los diferentes agentes. Se anota que debido a que la tasa de cambio se asume flexible, el impacto de los ahorros externos no afecta el cierre del balance de ahorro-inversión el cual básicamente depende de los ahorros de los agentes internos. Se agrega una variable “dummy” que toma un valor de cero para igualar el número del variables con el de ecuaciones.

Normalización de precio

$$\sum_{c \in C} PQ_c * cwts_c = cpi \quad (37)$$

$$\begin{bmatrix} \text{precios por} \\ \text{ponderación} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{índice precios} \\ \text{consumidor} \end{bmatrix}$$

Esta ecuación se incluye para expresar los precios en términos relativos y asegurar que exista solución al sistema de ecuaciones

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA DETERMINAR FACTORES DE PRODUCCIÓN DE LOS USUARIOS RESIDENCIALES Y CATEGORIZACIÓN DE USUARIOS NO RESIDENCIALES¹

Geovanis Arrieta Bernate. Consultor Servicios Públicos (GAB).

RESUMEN

La Ley 142 de 1994 prevé como derecho de los usuarios a que los consumos de los usuarios sean medidos, para el caso del servicio de aseo, dadas sus características especiales, tal medición involucraba un procedimiento que representaba un alto costo y que debía ser asumido por el usuario, ya que las tarifas deben reflejar los costos asociados a la prestación del mismo, por lo que la Comisión, teniendo en cuenta los hábitos de consumo de los usuarios de cada estrato determinó por medio de la Resolución 15 de 1997, incorporada en la Resolución CRA 151 de 2001, los factores de producción aplicados a la producción per cápita por usuario de 0,12 toneladas o 120 kilos al mes de residuos, con un factor de 1 para los usuarios de los estratos 1, 2, 3 y 4, y para los usuarios de los estratos 5 y 6, dichos factores corresponden a 1,48 y 1,66 respectivamente. Se identificó la necesidad de cambiar los factores de producción para la estimación del consumo en el marco de la prestación del servicio público de aseo, bajo argumentos económicos y técnicos.

Palabras Clave: Residuos Sólidos, Factores Producción, Categorización, Usuarios Residenciales y No Residenciales.

1 Las opiniones del autor se hacen a título personal y no comprometen en nada la posición institucional de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la regulación permite que se efectúe el aforo a los usuarios grandes productores, multiusuarios residenciales y multiusuarios no residenciales, y los pequeños productores para el caso de Bogotá D.C. que lo soliciten, según los procedimientos de aforo fijados por el regulador para el servicio público domiciliario de aseo, con el fin de dar cumplimiento a lo determinado por la Ley 142 de 1994 sobre la medición del consumo del usuario y el derecho que tiene éste sobre el particular, para que el consumo o en el caso de aseo la generación de residuos sea un elemento principal del precio que se cobre por el servicio, con las adaptaciones de la naturaleza de este servicio. Esa ley, indicó que la Comisión de Regulación – CRA, debe definir los parámetros adecuados para determinar la generación de residuos.

Sin embargo, es claro que si bien la Ley prevé como derecho de los usuarios a que los consumos de los usuarios sean medidos², para el caso del servicio de aseo, dadas sus características especiales, tal medición involucraba un procedimiento que representaba un alto costo y que debía ser asumido por el usuario, ya que las tarifas deben reflejar los costos asociados a la prestación del mismo³, por lo que la CRA, teniendo en cuenta los hábitos de consumo de los usuarios de cada estrato determinó por medio de la Resolución 15 de 1997, incorporada en la Resolución CRA 151 de 2001, los factores de producción aplicados a la producción per cápita por usuario de 0,12 toneladas o 120 kilos al mes de residuos, con un factor de 1 para los usuarios de los estratos 1, 2, 3 y 4, y para los

usuarios de los estratos 5 y 6, dichos factores corresponden a 1,48 y 1,66 respectivamente.

Para los usuarios no residenciales pequeños productores, es decir aquellos cuya generación de residuos es hasta de un metro cúbico, el regulador estableció en la metodología tarifaria la aplicación de un costo integral por tonelada, una densidad de residuos particular y la facturación de un volumen máximo correspondiente a un metro cúbico.

La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico – CRA, por medio de la Resolución 120 de 2000, reglamentó la realización de aforos de residuos sólidos a los usuarios Grandes Productores por parte de las Entidades Prestadoras del Servicio Público Domiciliario Ordinario de Aseo.

Esa normatividad establece que el resultado de los aforos ordinarios realizados por la empresa tiene una vigencia de un año, contado a partir de la primera factura en firme en el que se emplee ese resultado, cuyo valor se factura al servicio de este tipo de usuarios. Este período se prorroga automáticamente por un año más, salvo que la empresa o el usuario decidan realizar aforos permanentes o solicitar aforos extraordinarios. Una vez realizado el aforo extraordinario se ajusta la facturación del servicio y este resultado de generación de residuos queda vigente hasta una nueva actualización.

Adicionalmente, el Decreto 1713 de 2002, reglamentario de la Ley 142 de 1994 para el servicio de aseo, definió a los multiusuarios de

² Artículo 146 Ley 142 de 1994

³ Artículo 87 Ley 142 de 1994.

dicho servicio, como todos aquellos usuarios agrupados en unidades inmobiliarias, centros habitacionales, conjuntos residenciales, condominios o similares bajo el régimen de propiedad horizontal vigente o concentrados en centros comerciales o similares, que se caracterizan porque presentan en forma conjunta sus residuos sólidos a la persona prestadora del servicio en los términos del presente decreto o las normas que lo modifiquen, sustituyan o adicionen y que hayan solicitado el aforo de sus residuos para que esta medición sea la base de la facturación del servicio ordinario de aseo. Para el caso de los multiusuarios, la persona prestadora del servicio debe facturar a cada inmueble en forma individual.

En desarrollo de la norma transcrita, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, expidió la Resolución 233 de 2002, “Por la cual se establece una opción tarifaria para los multiusuarios del servicio de aseo, se señala la manera de efectuar el cobro del servicio ordinario de aseo para inmuebles desocupados y se define la forma de acreditar la desocupación de un inmueble”, la cual da como resultado una medición más ajustada a la producción de cada usuario, dependiendo de los valores del cargo fijo y del cargo variable, calculados a partir de la densidad, peso y volumen de los residuos sólidos aforados, según la aplicación de las fórmulas contenidas en el Artículo 5 de la Resolución CRA 236 de 2002, “Por la cual se establece la metodología para la realización de aforos a multiusuarios y se modifica la Resolución 233 de 2002”.

Para el caso de los multiusuarios, la presentación conjunta de residuos sólidos constituye una economía de escala para la medición de residuos sólidos, es decir, que a través de un procedimiento puntual de aforo (medición), es posible determinar la producción de varios usuarios al mismo tiempo.

Cabe aclarar que para determinar el cargo variable de los multiusuarios se estima de antemano la densidad media (δ) de residuos

sólidos (ton/m^3) y el volumen (V), en metros cúbicos mensuales que corresponde a cada usuario individual que pertenece al multiusuario, resultante de distribuir la cantidad de residuos sólidos aforada, de acuerdo con la alternativa de distribución escogida en la solicitud respectiva por los usuarios. Estos valores se obtienen como resultado de la realización del aforo, de acuerdo con la Resolución CRA 236 de 2002, “por la cual se establece la metodología para la realización de aforos a multiusuarios y se modifica la Resolución 233 de 2002”.

Por todo lo anterior, el valor de la factura del servicio domiciliario de aseo para los multiusuarios que así lo soliciten, dependerá por una parte, de los valores del cargo fijo y del cargo variable, calculados a partir de la densidad, el volumen de los residuos sólidos y por otra, del porcentaje de subsidio o de contribución correspondiente al estrato en el cual se encuentre clasificado.

En conclusión y según lo indicado a los usuarios grandes productores, multiusuarios residenciales y multiusuarios no residenciales, y algunos pequeños productores en donde las empresas prestadoras o el municipio crearon criterios particulares de estimación y categorización de residuos por debajo del metro cúbico, se les aforan los residuos generados según los procedimientos fijados por el regulador.

Transcurrido el período de vigencia de las metodologías tarifarias del servicio público domiciliario de aseo y en cumplimiento de la Ley de Servicios Públicos, la Comisión de Regulación inició un proceso de modificación de las mismas para lo cual, en el mes de marzo de 2005, expidió las resoluciones CRA 321 y 322 de 2005, en la que inicia el proceso de discusión directa con los usuarios y agentes del sector, el nuevo régimen de regulación tarifaria que deben aplicar las personas prestadoras del servicio público de aseo de acuerdo con los diferentes tipos de residuos objeto del servicio y la metodología que se debe utilizar para el cálculo de las tarifas de prestación del servicio.

En diciembre de 2005 la Comisión expidió las nuevas metodologías tarifarias para el servicio de aseo a partir de las resoluciones CRA 351 y 352 de 2005, cuya aplicación inició en el mes de enero de 2007, determinando unos costos máximos para los componentes de barrido y limpieza, recolección y transporte, transporte por tramo excedente, tratamiento y disposición final, costo de manejo de recaudo fijo y variable, con los cuales se determinan cada una de las tarifas de los componentes de prestación del servicio, las cuales a excepción de la tarifa de barrido y limpieza de vías y áreas públicas, dependen del cálculo de la cantidad de

residuos sólidos presentados para recolección por suscriptor, a partir de los residuos ordinarios totales recolectados, sustrayéndoles los residuos de barrido, dividido entre el número de suscriptores que no tiene la posibilidad de medición de residuos con lo cual se obtienen un Factor de Ponderación por Suscriptor (FPS) en toneladas por suscriptor al mes.

A este Factor de Ponderación por Suscriptor particular de cada municipio se le aplican los factores de producción (Fu) de residuos fijados por la Comisión.

TABLA I. FACTORES DE PRODUCCIÓN (FU)

TIPO DE USUARIO/ESTRATO	FACTOR DE PRODUCCION (FU)
1	F1 = 0.95
2	F2 = 0.95
3	F3 = 0.95
4	F4 = 1
5	F5 = 1.9
6	F6 = 1.54
Pequeño productor no residencial que produce menos de 1 m ³	F7 = 3.12
Grandes suscriptores no residenciales que producen entre 1 y 6 m ³	F8 = 9.37
Lotes desocupados	F9 = 0

Fuente: Consultoría GAB, Geovani Arrieta Bernate – CRA 2007. Análisis de la Producción de Residuos Sólidos de Pequeños y Grandes Productores en Colombia.

En consecuencia, con la nueva metodología tarifaria expedida por la CRA se logra una estimación más acertada a la generación de residuos sólidos por parte de los usuarios del servicio, sin embargo, las dificultades de este tipo de servicios en cuanto a los excesivos costos de la medición individual de residuos en comparación con la tarifa para el caso de los usuarios individuales que no pueden acce-

der a la opción tarifaria de multiusuarios, se definen igualmente parámetros para la distribución de los residuos generados, por lo que es importante determinar adecuados factores de producción por estrato y tipo de usuarios para esta distribución con base en la generación real de residuos y la medición de usuarios por estrato en condiciones similares.

2. ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE PRODUCCIÓN DE LOS USUARIOS RESIDENCIALES

En Bogotá D.C., por condiciones contractuales del proceso de contratación de las áreas de servicio exclusivo en la concesión de aseo (septiembre de 2007 – septiembre de 2010), el Distrito le impuso obligaciones a los prestadores para el desarrollo de campañas masivas para que usuarios con acceso potencial a la opción tarifaria de multiusuarios solicitaran la medición de sus residuos, lo que implicó que el porcentaje de reducción de la tarifa en comparación con la tarifa promedio por estrato fuera del 60%, con un total de 287.361 multiusuarios acogidos a 31 de agosto de 2007, fecha en la cual se solicitaron los datos, siendo lo anterior un 70,89 % de usuarios acogidos a la opción tarifaria del potencial total estimado de 405.386, con una tasa de crecimiento mensual del 3.5%.

En las demás ciudades del país, con excepción de Bogotá y Medellín el avance sobre el caso de multiusuarios ha sido mínimo.

De una muestra de 1.609.389 suscriptores en Bogotá D.C. a agosto de 2007, solo el 21% son usuarios con posibilidad de acceso a opciones tarifarias con medición de sus residuos (265.892 multiusuarios residenciales), 7.933 corresponden a grandes productores, 16.233 pequeños productores multiusuarios, 47.478 pequeños productores reclasificados en rangos inferiores al metro cúbico.

Por lo anterior, el mayor porcentaje de suscriptores aforados en Bogotá D.C. corresponde a los multiusuarios residenciales con un 78,77%, un 18,88% de pequeños productores y un 2,35% de grandes productores.

Con información de volumen y densidad de los usuarios residenciales acogidos a la opción tarifaria de multiusuarios, se utilizó el método de distribución de frecuencias por medio del agrupamiento en categorías mutuamente excluyentes, y medidas de tendencia central, como son, la media aritmética, mediana y moda, así como la eliminación de valores extremos en un 5%, y escogiendo la medida más confiable, se estimaron los factores de producción en toneladas de los suscriptores en cada estrato para cada una de las ciudades analizadas.

A nivel de ejemplo se muestra la estimación de los parámetros de producción de residuos de los suscriptores residenciales del estrato 4 para el servicio público de aseo en Bogotá D.C., acogidos a la opción tarifaria de multiusuarios y por tanto con aforo.

Para este estrato se tiene un total de 68.118 suscriptores en estas condiciones, de los cuales se tiene información de volumen y densidad para toda esta muestra, y una vez realizados los análisis estadísticos se tienen las siguientes conclusiones:

TABLA 2. RESUMEN DE LAS CONCLUSIONES DE TONELADAS GENERADAS PARA EL ESTRATO 4 DE BOGOTÁ D.C.

TONELADAS GENERADAS EN BOGOTÁ D.C. PARA EL ESTRATO 4 A PARTIR DE VOLUMEN Y DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS				
		VOLUMEN (M³)	DENSIDAD (TON/M³)	TONELADAS
Conclusión 1	Mayor frecuencia de datos	0,4473	0,123	0,0550
Conclusión 2	Media	0,2055	0,1979	0,0407
Conclusión 3	Mediana	0,2055	0,199	0,0409
Conclusión 4	Moda	0,4473	0,123	0,0550
Conclusión 5	Media recortada al 5%	0,1994	0,1972	0,0393

Fuente: Consultoría GAB, Geovani Arrieta Bernate – CRA 2007. Análisis de la Producción de Residuos Sólidos de Pequeños y Grandes Productores en Colombia

A partir de los resultados anteriores, se concluyó que la medida más confiable para determinar la generación de residuos de los suscriptores del estrato 4 es la estimada a partir de la media recortada, por lo que los valores finales de volumen, densidad y toneladas para este estrato son 0,1994 metros cúbicos, 0,1972 toneladas por metro cúbico y por tanto, 0,0393 toneladas de residuos al mes, descartándose los resultados de volumen y densidad basados en la frecuencia relativa, al ser solo un 1,95% de observaciones, y por tanto se descarta a su vez la moda, al igual que la mediana, dado que se tiene un gran número de observaciones y la mediana solo indica el corte de los datos donde el 50% de las observaciones quedan por encima o por debajo de este corte, mientras que la media establece el promedio de los datos por lo que el valor medio es una medida confiable de tendencia central, sin embargo, con el fin de eliminar los valores extremos, se ajusta la media y se basa la conclusión definitiva en la media recortada.

Este método fue empleado para todos los estratos de las ciudades analizadas en donde se contó con información.

La composición de usuarios de la base de datos suministrada a agosto de 2007 muestra que la totalidad de usuarios de Barranquilla

es de 224.599, de los cuales 219.756 corresponde a usuarios sin posibilidad de aforo.

Los suscriptores aforados en la base de datos suministrada para la ciudad de Barranquilla son de 4.842 usuarios, de los cuales 2.157 corresponden a grandes productores, 1.108 pequeños productores multiusuarios y 1.577 multiusuarios residenciales.

La composición de usuarios de la base de datos suministrada a agosto de 2007 muestra que la totalidad de usuarios de Medellín es de 642.043, de los cuales 597.437 corresponde a usuarios sin posibilidad de aforo.

Los suscriptores con aforo, según la base de datos suministrada es de 44.606 usuarios, de los cuales existen 615 pequeños productores multiusuarios y 43.991 multiusuarios residenciales, por lo que el mayor porcentaje de suscriptores aforados en Medellín corresponde a los multiusuarios residenciales.

Una vez obtenidos los resultados de las toneladas generadas por suscriptor a partir de los datos de los aforos de multiusuarios acogidos en las ciudades de Bogotá D.C., Barranquilla y Medellín, y teniendo en cuenta que se descartaron los resultados efectuados a partir de los análisis generación de residuos por microrutas de los usuarios residenciales, se determinaron

los factores de producción de los usuarios residenciales del servicio público domiciliario de aseo, el cual corresponde a 311.459 según las bases de datos suministradas por las empresas de aseo de las tres ciudades mencionadas, los cuales se encuentran divididos por estrato, así:

TABLA 3. TOTAL MUESTRA DE MULTIUSUARIOS POR ESTRATO

	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6
Bogotá D.C.	699	23.714	104.254	68.118	35.554	33.552
Barranquilla			36	395	817	329
Medellín			2.054	7.099	16.005	18.833
TOTAL	699	23.714	106.344	75.612	52.376	52.174

Fuente: Consultoría GAB, Geovani Arrieta Bernate – CRA 2007. Análisis de la Producción de Residuos Sólidos de Pequeños y Grandes Productores en Colombia

Los resultados de las toneladas aforadas para este tipo de usuarios se presentan a continuación:

TABLA 4. RESULTADO DE TONELADAS DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS POR MULTIUSUARIOS

SÓLIDOS GENERADOS POR MULTIUSUARIOS			
	Bogotá D.C.	Barranquilla	Medellín
ESTRATO 1	0.0259		
ESTRATO 2	0.0307		
ESTRATO 3	0.0311	0.0427	0.0130
ESTRATO 4	0.0393	0.0517	0.0143
ESTRATO 5	0.0445	0.0568	0.0161
ESTRATO 6	0.0518	0.0831	0.0180

Fuente: Consultoría GAB, Geovani Arrieta Bernate – CRA 2007. Análisis de la Producción de Residuos Sólidos de Pequeños y Grandes Productores en Colombia

A partir de la revisión de 37 Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS sobre producciones per-cápita se tomaron 13 PGIRS con producciones per-cápita por estrato socioeconómico, de los cuales se obtuvo la siguiente información:

TABLA 5. PPC POR ESTRATO SOCIOECONÓMICO SEGÚN 13 PGIRS

ESTRATO	Kg/hab/día	Kg/hab/día Promedio
1	0,20 - 0,43	0,30
2	0,20 - 0,41	0,33
3	0,34 - 0,55	0,40
4	0,18 - 0,63	0,40
5	0,16 - 0,68	0,52
6	0,27 - 1,16	0,73

Fuente: Consultoría GAB, Geovani Arrieta Bernate – CRA 2007. Análisis de la Producción de Residuos Sólidos de Pequeños y Grandes Productores en Colombia

Con esta muestra nacional de generación de residuos por estrato y convirtiéndose los resultados a toneladas por usuario⁴ al mes, se obtienen los siguientes resultados:

TABLA 6. PROMEDIO DE TONELADAS DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS POR USUARIOS EN LAS TRES CIUDADES CAPITALES Y REVISIÓN DE 13 PGRS

	Bogotá D.C.	Barranquilla	Medellín	PIGRS	Promedio
ESTRATO 1	0.0259			0.0405	0.0332
ESTRATO 2	0.0307			0.0446	0.0376
ESTRATO 3	0.0311	0.0427	0.0130	0.0540	0.0352
ESTRATO 4	0.0393	0.0517	0.0143	0.0540	0.0398
ESTRATO 5	0.0445	0.0568	0.0161	0.0702	0.0469
ESTRATO 6	0.0518	0.0831	0.0180	0.0986	0.0629

Fuente: Consultoría GAB, Geovanis Arrieta Bernate – CRA 2007. Análisis de la Producción de Residuos Sólidos de Pequeños y Grandes Productores en Colombia.

Observando los resultados se concluye que los datos de Medellín son atípicos por lo que se eliminan del análisis, para tener un mayor grado real de representatividad, y se obtiene el promedio nacional definitivo con el cual se estiman los factores de producción:

TABLA 7. PROMEDIO DE TONELADAS DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS POR USUARIO Y SEGÚN 13 PGRS AJUSTADOS

	BOGOTÁ D.C.	BARRANQUILLA	PIGRS	PROMEDIO
ESTRATO 1	0.0259		0.0405	0.0332
ESTRATO 2	0.0307		0.0446	0.0376
ESTRATO 3	0.0311	0.0427	0.0540	0.0426
ESTRATO 4	0.0393	0.0517	0.0540	0.0484
ESTRATO 5	0.0445	0.0568	0.0702	0.0572
ESTRATO 6	0.0518	0.0831	0.0986	0.0778
TOTAL				0.0495

Fuente: Consultoría GAB, Geovanis Arrieta Bernate – CRA 2007. Análisis de la Producción de Residuos Sólidos de Pequeños y Grandes Productores en Colombia.

Se pudo constatar el aumento de la generación de residuos sólidos a medida que aumenta el estrato socioeconómico, es decir, a mayor estrato, mayor es la capacidad económica y por lo tanto el consumo familiar.

Finalmente y según el análisis de los resultados, se obtienen los siguientes factores de producción de residuos sólidos por estrato en el sector residencial a nivel nacional:

⁴ Para efectos de conversión de habitante a usuario se tomó un factor de 4.5

Tabla 8. Factores de Producción de Residuos Sólidos por Estrato para el Sector Residencial

ESTRATOS	FACTORES DE PRODUCCIÓN RESOLUCIÓN CRA No. 352/05	FACTORES DE PRODUCCIÓN CONSULTORIA CRA
1	0,95	0,69
2	0,95	0,78
3	0,95	0,88
4	1,00	1,00
5	1,09	1,18
6	1,54	1,61

Fuente: Consultoría GAB, Geovani Arrieta Bernate – CRA 2007. Análisis de la Producción de Residuos Sólidos de Pequeños y Grandes Productores en Colombia.

Como conclusión de los factores de producción y según los datos obtenidos podemos observar que para el estrato 1, 2 y 3 son menores a los contemplados en la resolución 352 de 2005 y para el caso del estrato 5 y 6 son ligeramente superiores a los contemplados por la misma.

3. ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE PEQUEÑOS Y GRANDES PRODUCTORES Y DETERMINACIÓN DE TIPOLOGÍAS

Con los resultados de los aforos realizados (351 aforos) en 18 ciudades para 21 empresas de servicios públicos domiciliarios prestadoras del servicio de aseo en el país, de donde se obtuvo un volumen y densidad para pequeños y grandes productores por actividad económica según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme – CIIU del Departamento Nacional de Estadística – DANE, revisión 3.1., a partir del cruce de los identificadores de las bases de datos suministradas por las Cámaras de Comercio de Bogotá y Barranquilla con las cuentas contrato de los usuarios del servicio público domiciliario de aseo de estas dos ciudades, se procedió a determinar la generación de residuos para los pequeños y grandes productores y la clasificación en tipologías,

por medio de métodos de distribución de frecuencias por medio del agrupamiento en categorías mutuamente excluyentes, y medidas de tendencia central, como son, la media aritmética, mediana y moda, así como la eliminación de valores extremos en un 5%, escogiendo la medida más confiable, para los factores de producción y el procedimiento de comparación de varianzas de volumen y densidad de las diferentes Clasificaciones Industrial Internacional Uniforme – CIIU del Departamento Nacional de Estadística – DANE, con base en la distribución probabilística F (ANOVA).

A partir de la consolidación de una base de datos 1.881 datos de pequeños productores y 1.313 grandes productores se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 9. RESUMEN DE LAS CONCLUSIONES DE VOLUMEN, DENSIDAD Y TONELADAS GENERADAS POR LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES - BASE DE DATOS CONSOLIDADA

	PEQUEÑOS PRODUCTORES	GRANDES PRODUCTORES
Volumen (m ³)	0.27	7,6
Densidad (ton/m ³)	0.16	0.15
Toneladas	0,045	1,1

Fuente: Consultoría GAB, Geovani Arrieta Bernate – CRA 2007. Análisis de la Producción de Residuos Sólidos de Pequeños y Grandes Productores en Colombia

Se evidencia el comportamiento del volumen generado, el cual es mucho mayor para los grandes productores. La densidad, si bien es menor para los grandes productores, no existe

una diferencia marcada entre estos dos tipos de usuarios, según el análisis de promedio en este ejercicio. En consecuencia, la variación de las toneladas y por tanto de su facturación en-

tre este tipo de usuarios se da por efecto del volumen de residuos sólidos generados.

Se concluyó que no existe diferencia entre las densidades promedio de los grandes y pequeños productores, aspecto establecido en la regulación donde se determinó una diferencia de densidades para este tipo de usuarios de 0,25 y 0,2 toneladas por metro cúbico, muy superiores a los resultados arrojados por el presente estudio.

Una vez observado el comportamiento de los promedios de volumen, densidad y toneladas para los usuarios pequeños y grandes productores de la totalidad de la muestra obtenida, se tomó una base de datos de usuarios no residenciales con 1.079 grandes productores y 1.723 pequeños productores con información referente al servicio público domiciliario de aseo a partir del catastro de usuarios presentado por las empresas consultadas con datos de volumen de residuos generados, cruzado con la base de datos de las Cámaras de Comercio de Bogotá D.C. y Barranquilla para obtener las diferentes clasificaciones industriales internacional uniforme – CIU.

A los datos se les aplica una metodología estadística para la determinación de tipos de usuarios según la comparación de varianzas de volumen y densidad de las diferentes Clasificaciones Industrial Internacional Uniforme – CIU del Departamento Nacional de Estadística – DANE, con base en la distribución probabilística F, con el fin de probar si los datos proceden de poblaciones con varianzas iguales para dos o más clasificaciones, en cuyo caso no habría diferencias entre los promedios de la generación de residuos, o si los datos proceden de poblaciones con diferentes varianzas y de esta manera conformar las diferentes categorías o tipologías. Esta metodología de comparación simultánea de varias medias muestrales se denomina análisis de varianza (ANOVA). Este método permite comparar las medias de los sectores industriales de forma simultánea.

Para lo anterior, se realiza una prueba de contraste de medias de volumen y densidad de residuos de los usuarios no residenciales, cuya clasificación viene dada por sectores industriales, la cual se considera la variable independiente, entonces se quiere probar si existe diferencia entre el promedio del volumen de residuos sólidos generados entre los sectores industriales de las diferentes clasificaciones. Esta verificación se realiza igualmente para determinar si existe diferencia entre el promedio de la densidad de residuos sólidos según las CIU.

Si las poblaciones son las mismas, entonces no existe diferencia de medias entre sectores industriales, por lo que los promedios de generación de residuos de dos o más sectores son iguales y por tanto se agrupan en una sola tipología, en caso contrario se establecen varias tipologías.

Para la tipología de grandes productores se plantea la hipótesis nula indicando que las medias del volumen y la densidad de los residuos generados para los diferentes sectores industriales CIU de los grandes productores son las mismas:

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n$. No hay diferencia de medias entre el volumen o densidad de residuos generados por los usuarios grandes productores de los sectores industriales I al n.

$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \neq \mu_n$. Las medias entre los volúmenes o densidad de residuos generados por los usuarios grandes productores de los sectores industriales I al n no son todas iguales.

Si se acepta la hipótesis nula, se concluye que no hay diferencia entre los volúmenes (o densidad) de residuos sólidos generados por los usuarios grandes productores de los sectores industriales de análisis. Si se rechaza H_0 , se concluye que hay diferencia entre las medias en al menos un par de sectores industriales a partir de los volúmenes (o densidades) de residuos sólidos generados, para lo cual se pueden clasificar en tipologías.

Se selecciona el nivel de significancia para lo cual se elige el nivel 0,05.

Cuanto mayor sea la F de la prueba y menor el grado de significación, existe una mayor probabilidad que existan diferencias significativas entre los grupos. Los resultados demostraron que existen algunas diferencias significativas en el número promedio de los volúmenes de residuos sólidos generados, así como en la densidad de residuos presentados por los grandes productores, según la clasificación internacional industrial uniforme – CIU, ya que se tienen probabilidades de 0 para ambas las características. Una de las principales reglas de decisión es si la probabilidad de la F es menor a 0,05 entonces existen diferencias entre las medias del volumen y densidad de residuos.

3.1. TIPOLOGÍAS GRANDES PRODUCTORES

Teniendo en cuenta los resultados se concluyó la existencia de tipologías, estableciéndose de esta manera cinco tipologías por volumen y cuatro por densidad de residuos sólidos generados, a partir de las agrupaciones de CIU.

Complementando las cinco tipologías definidas anteriormente para los grandes productores a partir del volumen de generación de residuos sólidos y los CIU, se presenta a continuación un análisis para determinar si el tamaño de empresa tiene influencia sobre el volumen de residuos generados a partir de la comparación de medias del volumen de los residuos generados para los diferentes tamaños de empresa, establecidas por las Cámaras de Comercio es decir, micro (1), pequeña (2), mediana (3) y gran empresa (4), para los grandes productores.

En consecuencia, se propone que a cada una de las cinco tipologías se les aplique el criterio adicional del tamaño de empresa, tomándose cada tipología determinada y se incluye un límite superior y un límite inferior, adicional al promedio definido para esa tipología, donde se aplique finalmente el promedio de esa tipología si las empresas analizadas son micro, pequeña o mediana empresa, mientras que se debe tomar el límite superior si la empresa es grande.

TABLA 10. TIPOLOGÍAS POR VOLUMEN PARA LOS GRANDES PRODUCTORES AJUSTADO POR TAMAÑO DE EMPRESA

TIPOLOGIA	CIU	N	VOLUMEN	PROMEDIO (M³)	LIMITE INFERIOR (M³)	LIMITE SUPERIOR (M³)
1	292	7	1,79	4.76	4.16	5.36
	742	10	2,58			
	503	20	3,03			
	743	5	3,67			
	505	32	3,79			
	453	15	4,03			
	514	19	4,59			
	515	12	4,69			
	801	11	4,83			
	512	45	4,85			
	804	15	5,08			
	749	22	5,16			
	702	15	5,26			
	651	11	5,52			
	174	15	5,73			
	502	20	5,95			
	181	35	5,99			
	524	20	6,04			
	155	13	6,32			
	552	88	6,39			

TIPOLOGIA	CRU	N	VOLUMEN	PROMEDIO (M³)	LIMITE INFERIOR (M³)	LIMITE SUPERIOR (M³)
2	930	26	6,88	7,23	6,59	7,86
	361	17	6,91			
	701	68	7,45			
	452	28	7,68			
3	291	12	7,72	10,57	9,28	11,85
	522	17	8,04			
	523	39	8,06			
	602	11	8,30			
	604	11	9,18			
	516	13	10,25			
	158	18	10,59			
	12	6	11,32			
	289	13	12,10			
	802	16	12,59			
	659	14	12,75			
	271	7	12,88			
	851	56	13,59			
	4	501	18			
642		16	15,38			
252		40	16,20			
154		9	19,10			
222		8	19,22			
171		10	19,32			
242		46	21,01			
521		54	23,68			
151		10	24,98			
551		32	26,40			
513		16	37,04			
921	9	47,80				
5	152	9	91,31	91,31	na	na

Fuente: Consultoría GAB, Geovani Arrieta Bernate – CRA 2007. Análisis de la Producción de Residuos Sólidos de Pequeños y Grandes Productores en Colombia

En conclusión, se toma el promedio de metros cúbicos de residuos sólidos generados de cada tipología si los usuarios grandes productores analizados son micro, mediana o pequeña empresa, y se les aplica el límite superior definido si la empresa es grande, asociado a su vez al sector industrial que pertenece.

A partir de lo anterior, se debe tomar el dato del usuario gran productor analizado y determinar a qué sector industrial pertenece según el CIU y el tamaño de empresa según las clasificaciones de la Cámara de Comercio y a partir de esto, determinar un volumen de residuos sólidos a facturar.

A manera de ejemplo se supone el análisis de un gran productor de residuos con un CIU 743 y pequeña empresa, por tanto, a este usuario se le debe facturar 4,76 metros cúbicos

de residuos, mientras que si es una gran empresa se le aplica 5,36 metros cúbicos.

Para la definición de los diferentes subgrupos homogéneos de acuerdo con la existencia de diferencias significativas o no entre las medias de los sectores industriales para los grandes productores a partir de la densidad de residuos, se emplea el mismo proceso de comparación de medias indicado anteriormente, determinándose ocho tipologías por densidad residuos sólidos generados, a partir de las clasificaciones de CIU, sin embargo, se agrupan en cuatro tipologías definitivas, analizándose igualmente si el tamaño de empresa tiene influencia sobre la densidad de residuos. Se concluyó que se puede establecer un solo grupo según el tamaño de las empresas, es decir, que no hay diferencias significativas entre el promedio de la densidad de residuos generado de las micro, pequeña, medianas y grandes empresas.

En consecuencia, se propone no aplicar un criterio adicional de ajuste por tamaño de empresas, por tanto, tomar el promedio de cada tipología para efectos de facturación del servicio.

TABLA 11. TIPOLOGÍAS POR DENSIDAD PARA LOS GRANDES PRODUCTORES

TIPOLOGIA	CIU	N	DENSIDAD	PROMEDIO (TON/M ³)
1	513	6	0,029	0,088
	523	3	0,053	
	604	4	0,055	
	502	11	0,058	
	602	5	0,068	
	749	8	0,080	
	930	5	0,108	
	851	7	0,112	
	503	7	0,115	
	802	15	0,122	
	181	28	0,123	
158	9	0,127		
2	505	13	0,140	0,164
	514	12	0,145	
	512	16	0,155	
	524	3	0,165	
	521	20	0,168	
	361	8	0,182	
551	18	0,192		
3	552	47	0,216	0,227
	522	11	0,226	
	271	4	0,226	
	742	10	0,238	
4	252	5	0,56	0,56

Fuente: Consultoría GAB, Geovani Arrieta Bernate – CRA 2007. Análisis de la Producción de Residuos Sólidos de Pequeños y Grandes Productores en Colombia.

Dado lo anterior, se toma el promedio de toneladas por metro cúbico de residuos sólidos para cada tipología asociado al sector industrial que pertenece.

A partir de lo anterior, se debe tomar el dato del usuario gran productor analizado y determinar a qué sector industrial pertenece según el CIU, independientemente del tamaño de empresa y a partir de esto, determinar una densidad de residuos sólidos a facturar.

A manera de ejemplo se supone el análisis de un gran productor de residuos con un CIU 512 y pequeña empresa, por tanto, a este usuario se le debe facturar 4,76 me-

tros cúbicos de residuos según la tabla 10 y 0,164 toneladas por metro cúbico según la tabla 11, es decir, 0,78 toneladas. Si el usuario es una gran empresa se le aplica para efectos de facturación 5,36 metros cúbicos según la tabla 10 y 0,164 toneladas por metro cúbico según la tabla 11, es decir, 0,88 toneladas.

En conclusión, se proponen cinco opciones para la determinación de la generación de residuos sólidos a facturar a los grandes productores, así:

OPCIÓN 1: Uso de las tablas 10 y 11 para facturar a los grandes productores según el

sector industrial al que pertenece y el tamaño de empresa.

OPCIÓN 2: Realización de aforo por volumen de residuos sólidos generados y uso de de la tabla II para facturar a los grandes productores a partir del parámetro de densidad según el sector industrial al que pertenece.

OPCIÓN 3: Realización de aforos por volumen y peso de residuos a los grandes productores, bien sea por solicitud del usuario, de oficio por parte de la empresa por variaciones significativas o en caso de no relacionarse el sector industrial en las tablas 10 o 11.

OPCIÓN 4: Realización de aforos permanentes por volumen y uso de la tabla II para fijar el valor de densidad de residuos.

OPCIÓN 5: Aplicar los promedios de volumen y densidad para grandes productores fijados en la tabla 9.

3.2. TIPOLOGÍAS PEQUEÑOS PRODUCTORES

Se plantea igualmente la metodología estadística de comparación de medias aplicado para la determinación de las tipologías para los grandes productores, con el fin de establecer las tipologías los usuarios pequeños productores.

TABLA 12. TIPOLOGÍA POR VOLUMEN PARA LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES AJUSTADO POR TAMAÑO DE EMPRESA

TIPOLOGIA	CIU	N	DENSIDAD	PROMEDIO (TON/M ³)	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1	921	60	0,13	0,21	0,18	0,24
	525	14	0,18			
	452	345	0,19			
	659	6	0,22			
	701	79	0,22			
	516	14	0,23			
	742	64	0,24			
	702	25	0,24			
	553	39	0,25			
2	524	92	0,26	0,28	0,27	0,29
	369	8	0,26			
	930	59	0,27			
	453	48	0,27			
	741	18	0,27			
	851	27	0,28			
	271	6	0,28			
	523	95	0,29			
	924	29	0,29			
281	25	0,30				
3	642	38	0,31	0,33	0,32	0,34
	514	17	0,31			
	521	156	0,31			
	749	27	0,32			
	289	12	0,32			
	517	11	0,33			
	242	5	0,33			
	503	10	0,34			
	502	30	0,34			
	513	37	0,34			
455	8	0,35				
712	8	0,36				
4	252	8	0,38	0,41	0,40	0,42
	223	6	0,38			
	372	9	0,40			
	361	19	0,41			
	181	17	0,41			
	343	5	0,41			
	222	7	0,41			
633	11	0,42				

TIPOLOGIA	CIUU	N	VOLUMEN	PROMEDIO (M³)	LIMITE INFERIOR(M³)	LIMITE SUPERIOR(M³)
5	519	7	0,42	0,56	0,43	0,68
	515	12	0,43			
	512	19	0,44			
	522	57	0,45			
	527	10	0,48			
	158	13	0,51			
	155	27	0,59			
	801	15	0,65			

Fuente: Consultoría GAB, Geovani Arrieta Bernate – CRA 2007. Análisis de la Producción de Residuos Sólidos de Pequeños y Grandes Productores en Colombia.

En conclusión, se toma el promedio de metros cúbicos de residuos sólidos generados de cada tipología si los usuarios pequeños productores analizados son pequeñas o grandes empresas, se les aplica el límite superior definido si la empresa es micro y se les aplica el límite inferior si la empresa es mediana, asociado a su vez al sector industrial que pertenece.

A partir de lo anterior, se debe tomar el dato del usuario pequeño productor analizado y determinar a qué sector industrial

pertenece según el CIUU y el tamaño de empresa según las clasificaciones de la Cámara de Comercio y a partir de esto, determinar un volumen de residuos sólidos a facturar.

A manera de ejemplo se supone el análisis de un pequeño productor de residuos con un CIUU 289 y mediana empresa, por tanto, a este usuario se le debe facturar 0,32 metros cúbicos de residuos, si es una pequeña o gran empresa se le aplica 0,33 metros cúbicos y si es micro se le aplica 0,34 metros cúbicos.

TABLA 13. TIPOLOGÍAS POR DENSIDAD PARA LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES AJUSTADOS POR TAMAÑO DE EMPRESA

TIPOLOGIA	CIUU	N	VOLUMEN	PROMEDIO (M³)	LIMITE INFERIOR(M³)	LIMITE SUPERIOR(M³)
1	281	25	0,082	0,105	0,095	0,116
	181	17	0,089			
	741	18	0,090			
	742	64	0,093			
	513	37	0,113			
	921	60	0,116			
	517	11	0,116			
	659	6	0,117			
	512	19	0,118			
	851	27	0,119			
2	523	95	0,132	0,139	0,135	0,144
	924	29	0,134			
	525	14	0,134			
	930	51	0,137			
	503	10	0,138			
	505	6	0,140			
	369	8	0,143			
	514	17	0,148			
	453	48	0,149			
3	452	345	0,150	0,169	0,160	0,177
	502	30	0,157			
	223	6	0,163			
	524	92	0,163			
	522	48	0,165			
	516	7	0,166			
	701	79	0,167			
	642	38	0,172			
	527	10	0,176			
	158	13	0,182			
	633	11	0,194			

TIPOLOGIA	CIU	N	VOLUMEN	PROMEDIO (M ³)	LIMITE INFERIOR(M ³)	LIMITE SUPERIOR(M ³)
4	633	11	0,194	0,224	0,212	0,236
	155	27	0,201			
	702	25	0,211			
	521	153	0,219			
	519	7	0,223			
	515	9	0,225			
	749	27	0,226			
	553	39	0,237			
	552	55	0,247			

Fuente: Consultoría GAB - Geovanis Arrieta Bernate.

En conclusión, se toma el promedio de toneladas por metro cúbico de residuos sólidos del promedio para cada tipología si los usuarios pequeños productores analizados son micro y pequeñas empresas, se les aplica el límite superior definido si la empresa es grande y el límite inferior si es mediana, asociado a su vez al sector industrial que pertenece.

A partir de lo anterior, se debe tomar el dato del usuario pequeño productor analizado y determinar a qué sector industrial pertenece según el CIU y el tamaño de empresa según las clasificaciones de la Cámara de Comercio y a partir de esto, determinar una densidad de residuos sólidos a facturar.

A manera de ejemplo se supone el análisis de un pequeño productor de residuos con un CIU 516 y pequeña empresa, por tanto, a este usuario se le debe facturar 0,24 metros cúbicos de residuos según la tabla 12 y 0,169 toneladas por metro cúbico según la tabla 13, es decir, 0,04 toneladas. Si esta empresa fuera mediana, entonces se toma el volumen de 0,18 metros cúbicos y 0,169 toneladas por metro cúbico, facturándose entonces 0,03 toneladas.

En conclusión, se proponen cuatro opciones para la determinación de la generación de residuos sólidos a facturar a los grandes productores, así:

OPCIÓN 1: Uso de las tablas 12 y 13 del presente documento para facturar a los pequeños productores según el sector industrial al que pertenece y el tamaño de empresa.

OPCIÓN 2: Realización de aforo por volumen de residuos sólidos generados por medio de la metodología propuesta en este estudio y uso de de la tabla 13 del presente documento para facturar a los pequeños productores a partir del parámetro de densidad según el sector industrial al que pertenece.

OPCIÓN 3: Realización de aforos por volumen y peso de residuos a los pequeños productores, bien sea por solicitud del usuario, de oficio por parte de la empresa por variaciones significativas o en caso de no relacionarse el sector industrial en las tablas 12 y 13.

OPCIÓN 4: Aplicar los promedios de volumen y densidad para pequeños productores fijados en la tabla 9.

GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CONTEXTO LOCAL Y LATINOAMERICANO¹

Geovanis Arrieta Bernate. Consultor Servicios Públicos (GAB).

RESUMEN

En Colombia, la Política Nacional para la Gestión de los Residuos Sólidos se fundamenta principalmente en la Constitución Política, las Leyes 99 de 1993 y 142 de 1994, Decreto 1713 de 2002 y el Documento CONPES 2750 MINAMBIENTE-DNP-UPA (Ministerio del Medio Ambiente, 1998). Se observa que los valores de generación de residuos sólidos entre los países son muy variables, lo que se podría explicar por la diferencia presentada en cuanto a los aspectos culturales, los patrones de consumo y el grado de desarrollo de cada uno en particular. Colombia presenta un comportamiento similar al de países en desarrollo en el cual los residuos alimenticios y de jardinería (orgánicos) representan el 56% de los residuos generados.

Con la información analizada, se corrobora la idea de que los países entre mayor grado de industrialización y desarrollo tengan, generan menores residuos orgánicos. Sin embargo, estos países tienen mayor generación en otro tipo de residuos como papel y cartón.

Palabras Clave: Residuos Sólidos, Industrialización, Desarrollo.

1 Las opiniones del autor se hacen a título personal y no comprometen en nada la posición institucional de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.

I. INTRODUCCIÓN

En Colombia la Política Nacional para la Gestión de los Residuos Sólidos se fundamenta principalmente en la Constitución Política, las Leyes 99 de 1993 y 142 de 1994, Decreto 1713 de 2002 y el Documento CONPES 2750 MINAMBIENTE-DNP-UPA (Ministerio del Medio Ambiente, 1998).

La expedición del Régimen de Servicios Públicos Domiciliarios a través de la Ley 142 de 1994, decretos reglamentarios y regulación de servicios públicos, busca mejorar entre otros la calidad de vida de los ciudadanos y procurar un ambiente sano, suministrar la prestación adecuada de los servicios públicos domiciliarios, logrando la universalización de estos, brindando calidad, eficiencia, autofinanciación, para lograr un sistema de competencia que permita una mayor participación y un mejor servicio.

La Constitución de 1991 le definió a la ley que se ocupara de la reglamentación de los Servicios Públicos Domiciliarios, en el marco preciso que le fija el Estado Social de Derecho:

1. Prevalencia de los derechos fundamentales de la persona, así como de los derechos colectivos y del medio ambiente.
2. El bienestar social y el mejoramiento de la calidad de vida de la población como finalidades sociales de Estado.
3. Descentralización y autonomía de las Entidades Territoriales.
4. Participación ciudadana y comunitaria, referidas tanto a la capacidad de decidir y de controlar, como a la de gestionar los servicios públicos.

5. El Estado es responsable, en todo caso, de la regulación, el control y la vigilancia de los servicios públicos.

La Política Nacional para la Gestión de los Residuos Sólidos se fundamenta en dos ejes temáticos:

- Obligación del Estado a orientar y establecer un marco de acción para las entidades públicas con responsabilidades de la gestión de residuos sólidos, desde el punto de vista del saneamiento ambiental. Comprende los aspectos técnicos, económicos, administrativos, ambientales y sociales involucrando la prestación del servicio de aseo. Respecto a los aspectos técnicos, la política contempla líneas de acción en las diferentes etapas que componen la gestión de los residuos sólidos: generación, almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición final.
- La vinculación del sector privado en cuanto a la generación de residuos, en especial a la temática que concierne la Producción Más Limpia.

Para el cumplimiento del objetivo fundamental, la Política para la Gestión de Residuos Sólidos ha establecido tres objetivos específicos:

1. Minimización de la cantidad de residuos que se generan: Es un presupuesto evidente que la minimización de los residuos que van a los sitios de disposición final se logra si efectivamente se producen menos residuos, esto es, reducción en el origen, que es la forma más eficaz de disminuir la

cantidad y toxicidad de residuos, el costo asociado a su manipulación y los impactos ambientales que pueden generarse.

2. Aumentar el aprovechamiento racional de residuos sólidos: A corto plazo la reducción de la cantidad de residuos que van a los sitios de disposición final, esto es, la minimización de las basuras, se logra a través del impulso y fomento del aprovechamiento racional de los residuos generados.
3. Mejorar los sistemas de eliminación, tratamiento y disposición de residuos sólidos: Este objetivo se analiza desde dos perspectivas: primero, orientar el manejo de los residuos hacia su eliminación y tratamiento, en especial cuando de éste resultan subproductos aprovechables -energía, biogas, entre otros- y segundo, en los casos en que se deban disponer en el suelo, establecer una disposición final controlada.

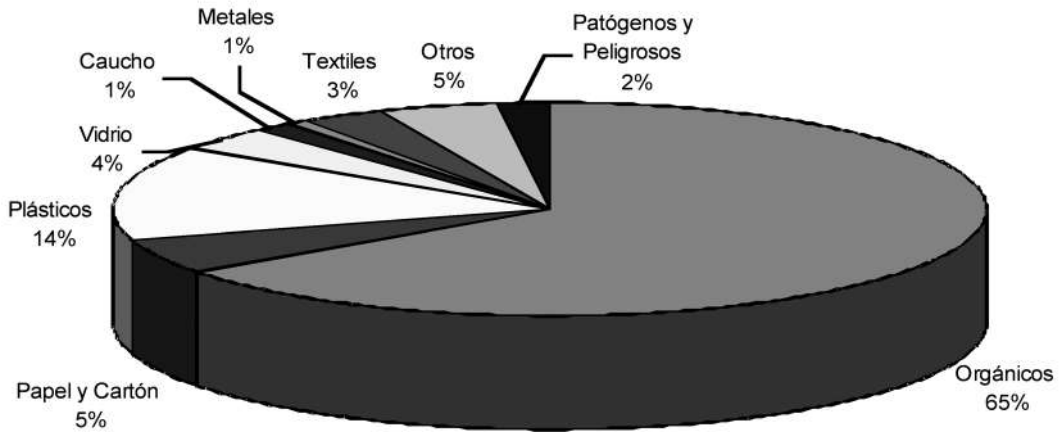
En el mismo sentido, la Política articuló el Manejo Integral de Residuos Sólidos con la prestación del servicio público de aseo, a través del Decreto 1713 de 2002, que obliga a los municipios a realizar la elaboración y constante actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS. Posteriormente se adoptó la metodología para la formulación de los planes mediante la Resolución 1045 de 2003 como una herramienta de planificación, para contribuir a minimizar los impactos que genera el manejo de los residuos sólidos,

ya que tienen gran incidencia en la protección del ambiente y en la salud pública.

De acuerdo a un análisis realizado por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios – SSPD, con información reportada por una muestra de prestadores del servicio de aseo, en el año 2002 en Colombia se generaban diariamente cerca de 27.500 toneladas de residuos sólidos, de las cuales el 40,7% (11.150 toneladas) se producían en las cuatro grandes ciudades capitales (Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla). La producción de residuos en el resto de las capitales departamentales representaba el 18,7%, del total nacional y el 40,6% se generaban en los 1.090 municipios restantes.

Según el análisis realizado para el año 2002, la producción de residuos sólidos equivale a una producción promedio diaria por habitante de 0,6 kilogramos, que varía entre 0,3 y 0,9 kilogramos dependiendo de las características socioeconómicas y tamaño de la población.

Los residuos sólidos en Colombia están compuestos principalmente por residuos de carácter orgánico, plástico, vidrio, papel y cartón, como se aprecia en el Gráfico 1. Sin embargo, estas características varían de acuerdo con las condiciones geográficas y económicas de la población, con tendencia al aumento de la fracción orgánica en las poblaciones de menores recursos y aquellas distantes a las capitales departamentales.

GRÁFICO I. COMPOSICIÓN PROMEDIO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Fuente: Sistema de Información de Residuos Sólidos – MAVDT, Año 2002.

De acuerdo con el documento de Política de Gestión Integral de Residuos, publicado por el Ministerio de Medio Ambiente en 1998, la problemática del manejo de los residuos sólidos, está asociada a la generación creciente de residuos, ocasionada por la ausencia de responsabilidades del sector productivo en la generación, manejo y disposición de residuos post consu-

mo, y la pérdida del potencial de utilización y aprovechamiento de los residuos, debido a que estos se mezclan en el origen con residuos peligrosos, a la falta de mercados para la comercialización de estos materiales, ya que no existe cultura ni motivación para realizar actividades de aprovechamiento de los residuos sólidos.

2. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

De acuerdo con información contenida en algunos manuales de Gestión de los Residuos Urbanos, la cantidad de residuos producidos por una colectividad varía en función de un gran número de parámetros. Esta producción depende principalmente:

- Del nivel de vida de la población. La cantidad de residuos crece con este de una manera proporcional. Es posible argumentar que entre mayor grado de desarrollo en los países, mayor es su producción de residuos.
- De la época del año. De forma general, para una población constante, la producción de residuos urbanos suele ser máxima en el invierno y mínima en el verano.
- Del modo de vida de la población. La necesidad de desplazamientos entre la residencia y el lugar de trabajo condiciona la producción de residuos de un municipio.
- De la movilidad de la población. Durante los períodos vacacionales, los fines de semana y los días de fiesta disminuye la producción de residuos en los lugares de origen y aumenta en los lugares de destino.
- Del clima. En función de la climatología de la zona puede existir un aumento de cenizas en invierno procedentes de las calefacciones domésticas con combustibles tradicionales de carbón y madera. También en lugares con climas poco extremos existe un aumento en las cantidades de residuos de jardín.
- De las nuevas tendencias de comercialización de mercancías. La comercialización de mercancías con embalajes y envases no retornables genera un importante volumen de residuos que en la mayoría de los casos supera en volumen e incluso en peso al que tiene el mismo producto.

En la siguiente tabla, se presentan los principales tipos de residuos sólidos urbanos en función de las fuentes que los producen.

TABLA I. ORIGEN DE LOS RESIDUOS URBANOS

DENOMINACIÓN	INSTALACIONES O ACTIVIDADES DONDE SE GENERA	TIPO DE RESIDUO URBANO
Doméstico	Viviendas aisladas y bloques de viviendas de baja, media o elevada altura.	Restos de comida, papel y cartón, plásticos, textiles, cuero, madera, vidrio, latas, metales férricos y no férricos, muebles, electrodomésticos, colchones, medicamentos caducados, aceites, pilas, baterías, productos de limpieza, residuos de jardinería (hojas, ramas, hierbas, entre otros).

DENOMINACIÓN	INSTALACIONES O ACTIVIDADES DONDE SE GENERA	TIPO DE RESIDUO URBANO
Comerciales	Tiendas, restaurantes, bares, mercados, oficinas, hoteles, farmacias, gasolineras, entre otros.	Papel y cartón, plástico, madera, vidrio, latas, metales férricos y no férricos, muebles, medicamentos caducados, aceites, pilas, baterías, residuos peligrosos, entre otros.
Limpieza	Limpieza de calles, playas, zonas verdes y áreas recreativas.	Polvo, colillas, papel y cartón, plásticos, madera, vidrio, metales férricos y no férricos, muebles, medicamentos, caducados, aceites, pilas, baterías, residuos peligrosos, entre otros.
Vía pública	Vehículos abandonados.	Neumáticos, aceites, gasolinas y gasóleos, baterías, líquidos de frenos, anticoagulantes, piezas de distintos materiales componentes de vehículos, entre otros.
Sanitarios	Hospitales, ambulatorios, clínicas, consultorios médicos, laboratorios de análisis clínicos y de investigaciones biológicas, entre otros.	Residuos asimilables a domésticos (papel/cartón, vidrio, restos de comida, entre otros), ropas de cama desechables, fundas de colchón, vendajes, algodón usado, compresas, materiales de curas, apósitos, yesos, sondas, catéteres, equipos de diálisis, agujas, jeringas, bisturís, restos de tejidos humanos, órganos, sangre, entre otros.
Construcción y demolición	Reparación de calles, derribo de edificios, construcción de nuevos edificios, obras menores de reparación de viviendas, entre otros.	Escombros, madera, hierros, piedras, grava, hormigón, ladrillos, escaloja, madera, hierros, plásticos, piezas de fontanería y electricidad.
Industriales	Artes gráficas, talleres mecánicos, textiles, curtidos, calzado, carpinterías, ebanistería, industrias metálicas, entre otros.	Papel y cartón, plásticos, textiles, cuero, madera, aserrín, vidrio, latas, pintura, lacas, barnices, grasas, hierros, metales, residuos peligrosos, entre otros.

Fuente: Elaborado por los autores del Manual basada en documentación de Luis R. Otero Canal, "Guía para la gestión ecológica de los residuos", Año 1999.

3. ANTECEDENTES DE ESTUDIOS DE LA PRODUCCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Un estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) en el año de 1997 presenta que en América Latina los estudios de producción y manejo de residuos sólidos se han desarrollado principalmente para establecer un marco de referencia en el cual se haga visible el sector de residuos sólidos, identificando sus necesidades y posibilidades dentro de un concepto de manejo integral, el cual está encaminado a mejorar la calidad de vida de las comunidades².

La situación actual de la producción de residuos sólidos es crítica en muchos países como lo demuestra el alarmante deterioro ambiental y los problemas sanitarios asociados al precario manejo de los residuos sólidos que aún representa uno de los retos más importantes que enfrentan las distintas instancias de los diferentes gobiernos.

El estudio sobre la evaluación de residuos sólidos que sobre América Latina realizaron varias entidades de carácter investigativo, confirmó los vacíos de información existentes en el tema de los residuos sólidos en los países de la región, donde prácticamente en todos ellos, las instituciones y organismos que intervienen en esta área manejan información insuficiente. La carencia de un marco regulatorio apropiado y sobre todo la falta de implementación de los mecanismos de seguimiento, control y sanción disminuyen la efectividad de los instrumentos legales actuales, aun cuando en algunos paí-

ses se están desarrollando leyes y normatividad específica sobre residuos tanto urbanos como peligrosos, como es el caso de México, Colombia, Ecuador, Perú, entre otros.

Los estudios demuestran que los costos de servicio urbano en la región fluctúan entre US\$ 15 a US\$ 105 por tonelada, con un promedio de US\$ 292 por tonelada de basura recolectada, tratada y dispuesta adecuadamente. Estos costos desglosados corresponden al barrido, recolección, limpieza en vías principales, transferencia, tratamiento y disposición final.

Las administraciones municipales en América Latina enfrentan dos grandes retos en relación con el manejo de los residuos sólidos: universalización de servicios y mejorar la calidad. Debido a la rigidez de las finanzas públicas, los alcaldes han optado por la privatización de los servicios de recolección, transferencia y disposición final, transfiriendo al sector privado la carga de las inversiones y los costos de operación.

Los volúmenes de producción y características de residuos sólidos son muy variables, ciudad por ciudad, en función de los diferentes hábitos y costumbres de la población, de las actividades dominantes, del clima y de otras condiciones locales que se modifican con el paso del tiempo. Para el caso especial de América Latina se deben tener en cuenta otros factores como la composición física de la basura (contenido de desperdicios y humedad),

² Banco Interamericano de Desarrollo (BID)-Organización Panamericana de la Salud (OPS)-1997

condiciones climáticas, consideración sanitaria y recursos disponibles para la recolección.

Estudios relevantes realizados en diversos países de América Latina han determinado que el tamaño de las ciudades y el ingreso per-cápita son factores determinantes en la generación

de residuos sólidos. El Estudio de Diagnóstico de la Situación de Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y del Caribe realizado por CEPIS/OPS/OMS de la evaluación regional años 1995-1996 y año 2000, establecieron la siguiente generación de residuos sólidos en función de los ingresos de los países:

TABLA 2. PPC POR NIVEL DE DESARROLLO

NIVEL DE DESARROLLO	PPC (Kg/habitante/día)
Ingresos bajos	0,4 – 0,6
Ingresos medios	0,5 – 0,9
Ingresos altos	0,7 – 1,8

Fuente: CEPIS, Año 2000.

Algunos países de la región han cuantificado las características y composición de sus residuos sólidos, lo que puede interpretarse como un indicador del ingreso medio

familiar y del grado de consumo existente. La caracterización de los residuos también permite estimar el espacio e infraestructura requeridos para los rellenos sanitarios

4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PRODUCCIONES PER-CÁPITA Y DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

El manejo de los residuos sólidos municipales (RSM) en América Latina y el Caribe, es complejo y ha evolucionado paralelamente a la urbanización, al crecimiento económico y a la industrialización. Aunque el problema de los residuos sólidos municipales ha sido identificado desde hace varias décadas, especialmente en las áreas metropolitanas, las soluciones parciales que hasta ahora se han logrado no abarcan a todos los países de la región ni a la mayoría las ciudades intermedias y menores.

Los datos e informaciones suministrados en las respectivas tablas, son proporcionados por distintas fuentes de los países, por lo que pueden presentarse inconsistencias, en cuanto a los valores numéricos mostrados. De hecho, la falta de un sistema de información confiable es uno de los aspectos críticos del manejo de residuos sólidos.

En resumen, para América Latina y el Caribe el adecuado manejo de sus servicios de recolección, transporte, tratamiento y disposición de los residuos sólidos sigue siendo un objetivo prioritario que debe ser complementado con programas de reducción de residuos generados y de reuso, y reciclaje de residuos desechados. Hasta la fecha, los diagnósticos realizados por algunos países, revelan que el sector de residuos sólidos se caracteriza por la falta de planes y políticas nacionales, y el escaso apoyo que se ha dado a los operadores de servicio de aseo urbano en el nivel local.

La creciente urbanización de América Latina y el Caribe es muy importante para el manejo de los residuos sólidos municipales. Por un lado se incrementa la demanda de servicios en las metrópolis y ciudades mayores, incluida la satisfacción de servicios en las áreas marginales y periurbanas y por el otro, miles de ciudades intermedias y menores que requieren asistencia técnica, financiera y gerencial, lo que constituye un gran reto para los gobiernos nacionales y municipales.

Los residuos sólidos municipales son aquellos provenientes de la generación residencial, comercial, industrial, institucional, y los residuos resultantes de los barridos de calles del conglomerado urbano y cuya gestión esta a cargo de las autoridades municipales. En América Latina y el Caribe los RSM de origen residencial representan entre el 50% y el 75% del total de los residuos generados y varían entre un 0,3 y 0,8 kg/habitante/día. Cuando a estos desechos, se les agrega otros residuos como los de comercio, industrias, barridos y otros, dicho promedio alcanza el 0,92 kg/habitante/día.

En la siguiente tabla se presenta una muestra de ciudades grandes, intermedias y pequeñas de América Latina y España, teniendo en cuenta población, temperatura, y producción per-cápita de residuos sólidos.

TABLA 3. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PER-CÁPITA EN CIUDADES GRANDES, INTERMEDIAS Y PEQUEÑAS DE AMÉRICA LATINA

PAÍS		POBLACIÓN	TEMPERATURA PROMEDIO (°C)	PPC MUNICIPAL (KG/HAB-DÍA)
REGIÓN METROPOLITANA SANTIAGO DE CHILE	ALTO	761.169	Zona Fría	1,33
	MEDIO ALTO	894.066		1,32
	MEDIO	1.614.730		1,22
	MEDIO BAJO	1.905.992		0,9
	BAJO	163.275		0,67
CHILE	Santiago de Chile	5.300.000	Zona Fría	0,87
	ALTO	16.598.074	Zona Fría	1,07
	MEDIO ALTO			0,85
	MEDIO BAJO			0,65
	BAJO			0,57
HABANA CUBA	Recinto portuario	13.033	Zona Costera	0,4
	Regla	41.115		0,33
	Habana Vieja	107.165		0,6
	San Miguel del Padrón	133.239		0,27
	Guanabacoa	3.851		0,61
	Centro Habana	134.570		0,64
	Habana	2.000.000		0,7
	10 de Octubre	131.034		0,55
PERÚ	DISTRITO SANTA ANA	154.359	Zona Costera	0,33
	PROVINCIA DE MOYAMBA	58.836		0,73
	Lima	7.500.000		0,56
	Chiclayo	300.000		0,6
	Ica	110.000	Zona Costera	0,54
BUENOS AIRES ARGENTINA	ALTO Y MEDIO ALTO	12.000.000	17,6	0,95
	MEDIO			0,9
	MEDIO BAJO			0,85
	BAJO			0,75
MÉXICO	D.F. México	15.600.000	Zona Fría	1,2
	Tolima	23.797		0,65
	Monterrey	2.800.000	Zona Templada	1,07
	Apodaca	350.000		0,3
	Linares	70.000		0,43
COSTA RICA	Región Central 3	897.779	Zona Central	0,8
	Región Central 2	1.303.760	Zona Central	0,78
	Región Central 1	511.265	Zona Central	0,66
	Región Brunca	34.621	Zona Costera	0,62
	San José	1.000.000	Zona Central	0,96

PAÍS		POBLACIÓN	TEMPERATURA PROMEDIO (°C)	PPC MUNICIPAL (KG/HAB-DÍA)
ECUADOR	Quito	1.300.000	Zona Fría	0,7
	Guayaquil	2.300.000	Zona Costera	0,7
VENEZUELA	San José	10.212		1,31
	Caracas	3.000.000	Zona Cálida	1,18
BRASIL	Sao Paulo	16.400.000	Zona Cálida	1,35
	Rio de Janeiro	9.900.000	Zona Costera	1
	Bello Horizonte	3.900.000		0,83
	Salvador	2.800.000	Zona Costera	1
	Curitiba	2.100.000	Zona Cálida	1,07
	Brasilia	1.800.000	Zona Cálida	0,89
	Buenos Aires	12.000.000		0,88
ARGENTINA	Rosario	1.100.000		0,64
	Godoy Cruz	190.000		0,53
	San Rafael	180.000		0,5
	Concordia	120.000		0,33
	Venado Tuerto	70.000		0,57
	Granadero Bergson	21.000		0,7
	COLOMBIA	Bogotá	6.800.000	Zona Fría
Cali		1.850.000	Zona Cálida	0,73
Medellín		2.300.000	Zona Cálida	0,45
Barranquilla		1.000.000	Zona Costera	0,9
Cartagena		600.000	Zona Costera	0,93
Santa Marta		210.000	Zona Costera	1,1
Buenaventura		190.000	Zona Costera	0,96
Palmira		190.000	Zona Cálida	0,63
Riohacha		80.000	Zona Costera	1
Madrid		40.000	Zona Fría	0,22
Aracataca		16.000	Zona Cálida	0,35
Calamar			Zona Cálida	0,48
Manizales			Zona Fría	0,71
Armenia			Zona Cálida	0,58
Barbosa		42.257	Zona Cálida	0,3
Bello		367.674	Zona Cálida	0,37
Caldas		67.770	Zona Cálida	0,33
Copacabana		61.144	Zona Cálida	0,41
Envigado		174.429	Zona Cálida	0,39
Girardota		42.544	Zona Cálida	0,31
Itagüí		231.925	Zona Cálida	0,37
La Estrella		51.878	Zona Cálida	0,33
Sabaneta	44.599	Zona Cálida	0,43	

PAÍS		POBLACIÓN	TEMPERATURA PROMEDIO (°C)	PPC MUNICIPAL (KG/HAB-DÍA)
REPÚBLICA DOMINICANA	Santo Domingo	2.800.000	Zona Costera	0,6
GUATEMALA	Ciudad de Guatemala	2.200.000	Zona Cálida	0,54
URUGUAY	Montevideo	1.400.000	Zona Costera	0,9
	Tacuarembó	50.000		0,4
	Rivera	80.000		0,75
	Artigas	30.000		1,2
EL SALVADOR	San Salvador	1.300.000	Zona Cálida	0,54
	Zacamil	15.000	Zona Cálida	0,5
PARAGUAY	Asunción	1.200.000	Zona Cálida	0,94
NICARAGUA	Managua	1.000.000	Zona Cálida	0,6
HONDURAS	Tegucigalpa	1.000.000	Zona Cálida	0,65
PANAMÁ	Panamá	800.000	Zona Costera	0,96
BOLIVIA	La Paz	750.000	Zona Fría	0,51
	El Alto	450.000	Zona Fría	0,44
	Oruro	190.000	Zona Fría	0,37
	Sucre	140.000	Zona Fría	0,43
	Tarija	90.000	Zona Fría	0,33
	Trinidad	60.000	Zona Fría	0,5
TRINIDAD Y TOBAGO	Puerto España	500.000	Zona Costera	1,2
ESPAÑA	Andalucía	7.040.627		0,85
	Aragón	1.221.546		0,8
	Asturias	1.098.725		0,85
	Baleares	745.944		1,52
	Canarias	1.637.641		1,27
	Cantabria	530.281		0,95
	Castilla – La Mancha	1.651.833		0,98
	Castilla y León	2.562.979		1,1
	Cataluña	6.115.579		1,1
	Valencia	323.841		0,88
	Extremadura	1.056.538		1,07
	Galicia	2.720.445		0,82
	Madrid	5.030.958		1,1
	Murcia	1.059.612		1,02
	Navarra	523.563		1,1
	País Vasco	2.109.009		0,9
	La Rioja	267.943		0,9
Ceuta	73.208		0,903	
Melilla	63.670		1,078	

Fuente: Consultoría GAB, Geovani Arrieta Bernate – CRA 2007. Análisis de la Producción de Residuos Sólidos de Pequeños y Grandes Productores en Colombia.

Lo anterior confirma que el tamaño de las ciudades y el ingreso per-cápita medido en algunos casos por nivel socioeconómico, son factores determinantes para que la generación por habitante se incremente. A esto hay que agregarle que las ciudades que tienen alguna actividad económica especializada, como el caso de ciudades portuarias como Buenos Aires, Montevideo o el caso en Colombia de

Barranquilla, Santa Marta y Buenaventura, las cuales presentan mayores promedios per-cápita que ciudades como Bogotá que a pesar de tener mayor cantidad de habitantes, presenta un promedio menor al de las ciudades anteriormente mencionadas, esto podría explicarse por la actividad portuaria y turística, lo cual conlleva a la generación de mayores residuos sólidos, y por ende a una mayor participación per-cápita.

5. ANÁLISIS, COMPOSICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Algunos países de la región han cuantificado las características y composición de sus residuos sólidos, lo que puede interpretarse como un indicador del ingreso medio familiar y del grado de consumo existente. La caracterización de los residuos también permite estimar el espacio e infraestructura requeridos para los rellenos sanitarios.

La siguiente tabla muestra los resultados de algunos análisis porcentuales de composición efectuados bajo diferentes condiciones de humedad de los residuos. Los valores de materia orgánica (entre 40% y 70%) son más altos que en los países industrializados, en tanto que el porcentaje de plásticos se va haciendo similar; en tanto el papel, metal, cartón y vidrio son inferiores. Otra característica que hace diferentes los residuos sólidos de América latina de los países desarrollados

es el mayor contenido de humedad que varía de 35 a 55%, y un mayor peso específico.

El análisis de la información sobre generación y características de residuos sólidos en la región sugieren los siguientes comentarios:

- La generación per-cápita de residuos sólidos se incrementa con el tamaño de las ciudades.
- La mayor proporción (hasta el 70%) de los residuos sólidos proviene de la generación domiciliaria o residencial.
- Existe una correlación entre la calidad de los residuos sólidos generados y las condiciones económicas de los países. Los países con menores ingresos generan menos residuos y sus componentes son menos reciclables.

TABLA 4. COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PAÍSES EN DESARROLLO

PRODUCTO	%
MATERIA ORGANICA	58 - 80,20
PAPEL	2,6 - 5,0
CARTON	1 - 4,80
PLASTICO	3,8 - 7,4
METALES, LATAS	0,7 - 1,6
VIDRIO	1 - 3,8
TRAPOS	2 - 4,1
MADERA	0,1 - 1
CUERO	0,2 - 1,4
TIERRA	6,0 - 16

Fuente: EMDELU 1999, CLISA 1999, FAO 1998, M Seoanes 1999.

La siguiente tabla presenta tiene información estadística a cerca de la composición de residuos sólidos de algunas regiones y países. Se muestran algunos casos excepcionales de algunas ciudades o regiones que incluyen el nivel socioeconómico.

Se puede observar que la composición de residuos sólidos es distinta, sobre todo a nivel

de estratos socioeconómicos, sin embargo en todos ellos existe una constante y es que en todas estas zonas o países la mayor cantidad de residuos sólidos está constituida por materia orgánica; cosa que no sucede en países desarrollados como es el caso de Estados Unidos y Francia, donde la materia orgánica se encuentra en un rango entre el 18% y 21%.

TABLA 5. CARACTERIZACIÓN DE RSM EN PAÍSES CON DIFERENTE DESARROLLO ECONÓMICO

SUBPRODUCTOS	EE.UU.	FRANCIA	MEXICO	COLOMBIA
Papel y cartón	40%	35%	14%	22%
Plástico	8%	7%	6%	5%
Metales	9%	5%	3%	1%
Textiles	-	5%	1%	4%
Vidrios	7%	12%	7%	2%
R.Alimenticios	18%	21%	32%	56%
R. Jardinería	7%	-	10%	10%
Otros	11%	15%	27%	-

Fuente: Propuesta de Manejo de RSU en Burgos-Buganvillas, 2006. Silvia Uribe Nava.

En los datos mostrados en la tabla anterior, se observa que los valores de generación entre los países son muy variables, lo que se podría explicar por la diferencia presentada en cuanto a los aspectos culturales, los patrones de consumo y el grado de desarrollo de cada uno en particular. Se puede observar que paí-

ses como Estados Unidos y Francia presentan una composición de residuos similar, los cuales tienen un alto grado de desarrollo. Colombia presenta un comportamiento similar al de países en desarrollo en el cual los residuos alimenticios y de jardinería (orgánicos) representan el 56% de los residuos generados.

TABLA 6. CARACTERIZACIÓN DE RSM EN ALGUNAS REGIONES Y PAÍSES.

TIPO DE RESIDUO	MATERIA ORGANICA	PAPEL	CARTON	PLASTICO	VIDRIO	METALES	TEXTILES	ESCOMBROS	HUESOS	OTROS
ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO	12,90%	19,30%		10,50%	2,40%	10,50%		17,10%		27,20%
REGIÓN METROPOLITANA SANTIAGO DE CHILE	VERANO	49,19%	15,20%	10,41%	4,39%	2,01%	2,07%	2,11%	0,56%	14,06%
	INVIERNO	49,20%	11,82%	9,74%	3,50%	1,59%	1,87%	6,30%	0,63%	15,36%
	ALTO	53,80%	17,50%	11,70%	0,00%	0,20%	6,80%	0,00%	0,00%	10,10%
	MEDIO ALTO	44,90%	17,00%	12,30%	0,10%	2,30%	8,20%	0,40%	0,20%	14,60%
	MEDIO	63,60%	11,70%	11,70%	4,10%	3,90%	4,40%	0,10%	0,30%	0,30%
	MEDIO BAJO	51,80%	10,10%	12,60%	2,90%	3,70%	3,90%	9,20%	0,80%	5,10%
	BAJO	55,30%	8,60%	12,50%	0,70%	5,90%	3,80%	10,30%	0,20%	2,60%

TIPO DE RESIDUO		MATERIA ORGANICA	PAPEL	CARTON	PLASTICO	VIDRIO	METALES	TEXTILES	ESCOMBROS	HUESOS	OTROS
CHILE	ALTO	48,80%		20,40%	12,10%	2,50%	2,40%	2,30%	4,90%	0,50%	6,10%
	MEDIO ALTO	41,80%		22,00%	11,50%	1,70%	2,50%	5,50%	5,80%	0,40%	8,70%
	MEDIO BAJO	54,70%		17,00%	8,60%	1,30%	2,10%	3,50%	6,10%	0,60%	6,10%
	BAJO	56,40%		12,90%	8,10%	1,00%	1,80%	6,00%	7,60%	0,40%	5,80%
DISTRITO CAJAMARCA PERU	BAJO	62,61%	4,91%	1,41%	6,79%	1,32%	1,49%	1,71%			1,71%
	MEDIO	55,23%	3,41%	2,96%	9,33%	1,46%	1,68%	1,87%			1,87%
	ALTO	52,68%	3,65%	2,20%	11,08%	2,24%	2,56%	1,70%			1,70%
DISTRITO DE SANTA ANITA - PERÚ	BAJO	71,80%	2,65%	1,40%	7,54%	1,64%	2,26%	0,94%			0,94%
	MEDIO BAJO	76,71%	2,71%	1,19%	7,11%	0,65%	2,19%	0,97%			8,41%
	MEDIO	72,34%	2,48%	2,86%	8,79%	0,64%	2,75%	0,38%			9,71%
	MEDIO ALTO	65,41%	11,69%	1,33%	7,77%	0,30%	2,80%	1,08%			9,62%
ZONA LITORAL BAHIA DE LA HABANA		75,00%	7,00%		2,00%	4,00%	5,00%	1,00%			6,00%
PROVINCIA MOYAMBA PERÚ		65,84%	1,14%	1,90%	6,29%	5,22%	1,82%	1,88%		0,00%	15,91%
ESPAÑA		42,50%	22,50%		11,50%	7,00%	3,70%	5,00%			0,95%
EE.UU.		25,00%		40,00%	8,00%	7,00%	9,00%	0,00%			11,00%
FRANCIA		21,00%		35,00%	7,00%	12,00%	5,00%	5,00%			15,00%
MÉXICO		32,60%	7,33%	12,47%	7,54%	16,36%	1,76%	0,03%	0,01%		348,59%
COLOMBIA		66,00%		22,00%	5,00%	2,00%	1,00%	4,00%			0,00%
BUENOS AIRES ARGENTINA		38,00%		24,00%	14,00%	5,00%	2,00%			2,00%	15,00%
BRASIL		-		25,00%	3,00%	3,00%	4,00%	0,00%			65,00%
COSTA RICA		58,00%		19,00%	11,00%	2,00%	0,00%	0,00%			10,00%
EL SALVADOR		43,00%		18,00%	6,10%	80,00%	80,00%	4,20%			27,10%
PERÚ		50,00%		10,00%	3,20%	1,30%	2,10%	1,40%			32,00%
CHILE		49,30%		18,80%	10,30%	1,60%	2,30%	4,30%			13,40%
GUATEMALA		63,30%		13,90%	8,10%	2,20%	1,80%	3,60%			6,10%
URUGUAY		56,00%		8,00%	13,00%	4,00%	7,00%	0,00%			12,00%
BOLIVIA		59,50%		6,20%	4,30%	3,50%	2,30%	3,40%			20,80%
ECUADOR		71,40%		10,50%	4,50%	2,20%	1,60%	0,00%			9,80%
PARAGUAY		56,60%		10,20%	4,20%	3,50%	1,30%	1,20%			23,00%
ARGENTINA		53,20%		20,30%	8,20%	8,10%	3,90%	5,50%			0,80%
TRINIDAD Y TOBAGO		27,00%		20,00%	20,00%	10,00%	10,00%	7,00%			6,00%

Fuente: Consultoría GAB, Geovani Arrieta Bernate – CRA 2007. Análisis de la Producción de Residuos Sólidos de Pequeños y Grandes Productores en Colombia.

La información anterior corrobora la idea de que los países entre mayor grado de industrialización y desarrollo tengan, generan menores residuos orgánicos, sin embargo estos países tienen mayor generación en otro tipo de residuos como papel y cartón, como ya se había acotado anteriormente.

