

Alexandro Barbosa

Análisis de la gestión económico-financiera y universalización de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua: una aplicación empírica para Brasil

Departamento  
Contabilidad y Finanzas

Director/es  
Brusca Alijarde, María Isabel

<http://zaguan.unizar.es/collection/Tesis>

Tesis Doctoral

ANÁLISIS DE LA GESTIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA Y  
UNIVERSALIZACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE  
ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO DE AGUA: UNA  
APLICACIÓN EMPÍRICA PARA BRASIL

Autor

Alexandro Barbosa

Director/es

Brusca Alijarde, María Isabel

**UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

Contabilidad y Finanzas

2011





**UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**  
**FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA**  
**DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD Y FINANZAS**

**ANÁLISIS DE LA GESTIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA Y  
UNIVERSALIZACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE  
ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO DE AGUA: UNA  
APLICACIÓN EMPÍRICA PARA BRASIL**

**Tesis Doctoral**

**DOCTORANDO: ALEXANDRO BARBOSA**  
**DIRECTORA: Dra. MARIA ISABEL BRUSCA ALIJARDE**

Zaragoza, Octubre de 2011

**"Lo que sabemos es una gota de agua; lo que ignoramos es el océano".**

**Isaac Newton**

## AGRADECIMIENTOS

Aunque la elaboración de una tesis doctoral sea un trabajo de concentración en el que predomina la soledad, hay algunas personas e instituciones a las que deseo expresar mi más sincero agradecimiento, porque cada uno de ellos a su manera me han dedicado su apoyo y colaboración para la realización de esta Tesis Doctoral.

En primer lugar, quiero agradecer a Maria Isabel Brusca Alijarde, Directora de la tesis, por la manera extraordinaria en que me guió, orientó y animó, sin ahorrar esfuerzos para hacer posible la superación de este largo reto; gracias a todo su apoyo incondicional este trabajo ha podido realizarse.

Asimismo, agradezco a la *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nivel Superior* y a la *Universidade Federal do Rio Grande do Norte* por toda la financiación e incentivos recibidos para el desarrollo de este Postgrado.

A todos los profesores del Doctorado en Contabilidad y Finanzas de la Universidad de Zaragoza, especialmente a los profesores Ana Isabel Zardoya Alegría, Ana José Bellostas Pérez-Gruoso, Javier A. Gimeno Zuera, Jesús Broto Rubio, José Ángel Ansón Lapeña, José Luis Sarto Marzal, Paloma Apellániz Gómez y Pilar Portillo Tarragona, que a través de los conocimientos transmitidos en la asignaturas hicieron madurar mi conocimiento científico.

A mis amigos Edward Costa, José Vicente de Assis, Severino Cesário, Roberto Sergio y Tomás Criado, y a mis colegas de doctorado, Fernández Morales, Anabel Fernández, Isabel Acero y Javier García Lacalle.

Por último, quiero mostrar mi agradecimiento genérico a todas aquellas personas no mencionadas pero que de alguna forma me han apoyado durante el largo período de tiempo que he dedicado a todo mi estudio doctoral.

## ABREVIATURAS

AC	Activo circulante
ACR	Activo circulante remunerable considerado por el regulador
ACT	Territorio Capital de Australia
ADA	Águas do Amazonas S/A
ADERASA	Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas
ADI	Águas do Imperador S/A
ADL	Águas de Limeira S/A
ADN	Águas de Niterói S/A
AE	Eficiencia de Asignación
AfDB	African Development Bank
AG	Águas Guariroba S/A
AGERGS	Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Rio Grande do Sul
AGERSA	Agência Municipal de Regulação dos Serviços de Saneamento de Cachoeiro de Itapemirim
AGESPISA	Águas e Esgotos do Piauí S/A
AIR	Inversión reconocida para la remuneración por el regulador
ALC	Alcance geográfico de los servicios
ANEAS	Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento
APSA	Águas de Paranaguá S/A
AT	Activos totales
AWWA	American Water Works Association
BCC	Banker, Charnes y Cooper
BN	Beneficio neto
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
BNH	Banco Nacional da Habitação
BR	Beneficios retenidos
CAEMA	Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão
CAER	Companhia de Águas e Esgotos de Roraima
CAERD	Companhia de Águas e Esgotos de Rondônia
CAERN	Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte
CAESA	Companhia de Água e Esgoto do Amapá
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CAGEPA	Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba
CAJ/RJ	Concessionária Águas de Juturnaíba S/A
CAJ/SC	Companhia Águas de Joinville S/A
CAN	Comisión Nacional de Agua
CAO	Capital en acciones ordinarias
CAP	Águas do Paraíba S/A
CAPEX	Gastos de capital
CAPEXm <sup>3</sup>	Gastos de capital por m <sup>3</sup> facturado

CASAL	Companhia de Abastecimento D'água e Saneamento do Estado de Alagoas
CASAN	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
CCR	Charnes, Cooper y Rodhes
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos
CEF	Caixa Econômica Federal
CESAN	Companhia Espírito-Satense de Saneamento
CESBs	Companhias Estaduais de Saneamento Básico
CM	Gestión de contractos
CMC	Consumo medio por cuenta
COBA	Cobertura de los servicios de abastecimiento de agua
COBAC	Cobertura de los servicios de abastecimiento de agua ajustada a la calidad
COBS	Cobertura de los servicios de saneamiento de agua
COBSC	Cobertura de los servicios de saneamiento de agua ajustada a la calidad
CODEN	Companhia de Desenvolvimento de Nova Odessa
COLS	Métodos de Mínimos cuadrados Ordinarios Corregidos
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento
COMUSA	Companhia Municipal de Saneamento de Novo Hamburgo
CONVIRI	Commissione Nazionale di Vigilanza sulle Risorse Idriche
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
CORSAN	Companhia Rio-Grandense de Saneamento
COSANPA	Companhia de Saneamento do Pará
CPWS	Committee on Privatization of Water Services in the United States
CRS	Constant Returns to Scale
CUEA	Cuentas de abastecimiento de agua
CUES	Cuentas de saneamiento de agua
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
CWWA	Canadian Water and Wastewater Association
DAAE	Departamentos Autônomos de Águas y Esgotos
DAEJUNDIAÍ	DAE S/A - Água e Esgoto
DAWASCO	Dar es salaam Water and Sewerage Corporation
DEA	Data envelopment analysis (Análisis Envolvente de Datos)
DENA	Densidad de la red de abastecimiento de agua
DENS	Densidad de la red de saneamiento de agua
DEP	Depreciación
DESO	Companhia de Saneamento de Sergipe
DMUs	Decision Making Units
DSBM	Dynamic Slack Based Model (Modelo Dinámico Basado en Holguras)
DWD	Directorate of Water Development
DWD	Directorate of Water Development
EE	Eficiencia Económica
EF	Factores de entorno
EMASA	Empresa Municipal de Água e Saneamento Ambiental S/A



EMBASA	Empresa Baiana de Águas e Saneamento
END	Nivel de endeudamiento
EPA	Environmental Protection Agency
EPS	Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento
ERSAR	Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos
EST07	Operador estatal de alcance regional en 2007
EVA	Valor Económico Añadido
EWURA	Energy and Water Utilities Regulatory Authority
EXRE	Experiencia de la regulación económica
FA	Análisis financiero
FDH	Superficie de libre disponibilidad
FOZ	Foz de Cachoeiro S/A
G	Gobernanza
GARCH	Heteroscedasticidad autorregresiva condicional generalizada
GBEX	Total de los gastos con los insumos de la explotación
GEE	Generalized Estimating Equations (ecuaciones de estimación generalizada)
GLM	Modelos lineales generalizados
GLQ	Leontief cuadrática generalizada
GLS	Mínimos cuadrados generalizados
GMM	Método de los momentos generalizados
IBNET	International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities
ICM	Índice de cuentas medidas
IDEX	total de los ingresos directos de la explotación
IDH	Índice de Desarrollo Humano
IDI	Índice de deterioro de ingresos
IEX	Ingresos de la explotación
iid	Independientes e idénticamente distribuidas
IPF	Índice de pérdidas en la facturación
IPS	Indice de pérdidas de agua en el sistema
IRAR	Indice de recogida de aguas residuales
IST	Índice de suficiencia de tesorería
IWA	International Water Association
IWSM	Integrated Water Service Management
LGR	Regresión Logit
M	Control de gestión
MA	Análisis multivariante
MAD	desviación media absoluta
MEA	Modern equivalent asset
ML	Máxima verosimilitud
MUN07	Operador municipal de alcance local en 2007
NAWC	National Association of Water Companies
NIRS	Non-increasing Returns to Scale
NSW	Nueva Gales del Sur
NWC	Australian Government National Water Commission
NWI	National Water Initiative
O	Propiedad

OF	Formas organizativas
Ofwat	Office of Water Services
OLS	Métodos de Mínimos Cuadrados Ordinarios
OPEX	Gastos de la explotación
OPEXm <sup>3</sup>	Gastos de la explotación por m <sup>3</sup> facturado
OTAs	Áreas Territoriales Optimas
P	Productividad
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PRB	Regresión Probit
PC	Pasivo circulante
PGBEX	Porcentaje de los gastos básicos de la actividad sobre los ingresos de explotación
PI	Indicadores de Gestión
PIB	Producto Interior Bruto
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
PMSS	Programa de Modernização do Setor de Saneamento
POR	Regresión Poisson
PRA	Participación de las cuentas residenciales de abastecimiento de agua
PRI07	Operador privado en 2007
PROLAGOS	Prolagos S/A - Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto
PROP	Propiedad del operador
PRS	Participación de las cuentas residenciales de saneamiento de agua
QIC	Quasilielihood under the independence model information criterion
R	Regulación
RA	Análisis de Regresión
RCEN	Región centro-oeste
RNOR	Región nordeste
ROE	Rentabilidad del Patrimonio Neto
RPI+K	Retail Prices Index más factor de eficiencia K
RSUD	Región sudeste
RSUR	Región sur
SAAE	Serviços Autônomos de Águas y Esgotos
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SANASA	Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento
SANEAGO	Saneamento de Goiás S/A
SANEATINS	Companhia de Saneamento do Tocatis
SANECAP	Companhia de Saneamento da Capital
SANED	Companhia de Saneamento de Diadema
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SANESUL	Empresa de Saneamento do Mato Grosso do Sul S/A
SBM	Slacks-Based Measure of Efficiency
SC	Competencia por exposición
SD	Densidad
SF	Situación financiera
SFA	Análisis de Frontera Estocásticas
SFH	Sistema Financeiro da Habitação
SFS	Sistema Financeiro de Saneamento

SISS	Superintendencia de servicios sanitarios
SL	Escala de producción
SNIS/SINISA	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SP	Alcance de la producción
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
STATA	Data Analysis and Statistical Software
SUNASS	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento
SuperSBM	Slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis
SUR	Regresiones que aparentemente no estan relacionadas
SVS	Superintendencia de Valores y Seguros
SWR	Regresión Switching
TBR	Regresión Tobit
TE	Eficiencia Técnica
TMA	Tarifa media aplicada
TOTEX	Gastos totales de la explotación
TPF	Productividad Total de los Factores
UNICEF	United Nations Children's Fund
VDL	Variable dependiente limitada
Vewin	Association of Dutch Water Companies
VFA	Volumen total de abastecimiento de agua facturado
VFS	Volumen total de agua residual tratada facturada
VRS	Variable Returns to Scale
WACC	Weighted Average Cost Of Capital
WHO	World Health Organization
WSAA	Water Services Association of Australia

# ÍNDICE GENERAL

<b>ABREVIATURAS .....</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE GENERAL .....</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>XIII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>XIV</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS Y DIAGRAMAS .....</b>	<b>XV</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>XVI</b>
<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I – LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO DE AGUA: EL CASO DE BRASIL .....</b>	<b>8</b>
I.1 Introducción .....	9
I.2 Contexto de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua: importancia, ciclo operativo, funciones y cobertura .....	10
I.3 Contexto y cobertura de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil .....	18
I.3.1 Características, estructura y cobertura de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil .....	18
I.3.2 Del modelo <i>PLANASA</i> hacia un nuevo contexto para el sector de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil .....	25
I.3.3 Caracterización de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil.....	29
I.4 Importancia de la evaluación de la gestión en la prestación de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua .....	34
I.4.1 Iniciativas de implementación de sistemas de indicadores para la evaluación de la gestión.....	34
I.4.2 El Sistema Nacional de Información sobre el saneamiento brasileño y los indicadores de gestión para el sector .....	38
I.5 Conclusiones .....	41
<b>CAPÍTULO II – LA EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN EN EL SECTOR DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO DE AGUA: CONCEPTOS, TEORÍAS Y PRINCIPALES MÉTODOS .....</b>	<b>43</b>
<b>II.1 Introducción .....</b>	<b>44</b>
II.2 Principales conceptos utilizados en la evaluación de la gestión en la prestación de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua .....	45
II.3 Teorías económicas subyacentes a la propiedad y su influencia en la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua .....	51
II.3.1 La teoría de los derechos de propiedad .....	51

II.3.2 La teoría de la agencia .....	53
II.3.3 La teoría de la elección pública .....	55
II.4 Teorías económicas subyacentes a la regulación y los incentivos que conducen a una mejora de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua .....	59
II.5 La perspectiva financiera del análisis de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua .....	63
II.6 Los métodos para la evaluación de la gestión: el método <i>DEA</i> .....	74
II.6.1 Conceptos económicos que fundamentan el Análisis Envolvente de Datos – <i>DEA</i> : Modelos básicos y su evolución para los modelos aditivos .....	77
II.6.2 Modelo básico del Análisis Envolvente de Datos – <i>DEA</i> .....	81
II.6.3 Modelos aditivos de Análisis Envolvente de datos – <i>DEA</i> .....	85
II.6.3.1 Modelos de Análisis Envolvente de Datos – <i>DEA</i> no radiales, basados en holgura .....	85
II.6.3.2 Modelos intertemporales de Análisis Envolvente de datos – <i>DEA</i> .....	89
II.7 Conclusiones .....	98
<b>CAPÍTULO III - LA GESTIÓN DE LOS OPERADORES DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO DE AGUA: ANÁLISIS COMPARATIVO A NIVEL INTERNACIONAL .....</b>	<b>102</b>
III.1 Introducción .....	103
III.2 Características del sector de abastecimiento y saneamiento de agua de los países de América del Norte .....	104
III.2.1 Debate de la propiedad y niveles de regulación para los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en los Estados Unidos .....	105
III.2.2 Dominio de la propiedad pública y la eficiencia de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Canadá .....	113
III.2.3 Reforma institucional de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en México .....	113
III.3 Características del sector de abastecimiento y saneamiento de agua de los países europeos .....	115
III.3.1 Privatización y rigor regulador de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Inglaterra y Gales .....	117
III.3.2 Propiedad y entorno operativo de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en España .....	125
III.3.3 Estructura de mercado de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Alemania .....	129
III.3.4 Estructuras contractuales de gestión de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en Francia .....	132

III.3.5 Estructuración de las áreas territoriales de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Italia.....	135
III.3.6 Economías de alcance, economías de escala y regulación de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua de Portugal. ....	139
III.3.7 Competencia por exposición entre los operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua de los Países Bajos. ....	142
III.3.8 Otras evidencias empíricas y estudios comparativos en Europa. ....	145
III.4 Características del sector de abastecimiento y saneamiento de agua de los países asiáticos .....	146
III.4.1 Integración vertical y economías de la densidad de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de Japón.....	147
III.4.2 Problemas estructurales de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de India .....	150
III.4.3 Otras evidencias empíricas del sector de abastecimiento y saneamiento de agua asiáticos. ....	152
III.5 Características del sector de abastecimiento y saneamiento de agua de los países africanos.....	154
III.5.1 Incentivos financieros y eficiencia de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Tanzania y Uganda.....	155
III.5.2 Propiedad y eficiencia de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua africanos.....	157
III.6 Características del sector de abastecimiento y saneamiento de agua de los países de la Oceanía .....	159
III.6.1 Eficiencia técnica del sector de abastecimiento y saneamiento de agua en australiano. ....	159
III.7 Características del sector de abastecimiento y saneamiento de agua de los países de América del Sur y América Central .....	162
III.7.1 Privatización los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Chile y Argentina .....	163
III.7.2 Resultados de la gestión y propiedad de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil.....	166
III.7.3 Evaluación de los resultados comparativos de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Perú .....	171
III.7.4 Otras evidencias empíricas y estudios comparativos en América del Sur y Central. ....	174
III.8 Propiedad y regulación de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua y su influencia en los resultados de la gestión.....	176
III.8.1 Evidencias empíricas relacionadas con la propiedad y resultados de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua. ....	177

III.8.2 Evidencias empíricas relacionadas con la regulación y resultados de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua....	186
III.8.3 Evidencias empíricas relacionadas con otras características estructurales en los resultados de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua.....	186
III.9 Conclusiones .....	205
<b>CAPÍTULO IV – ANÁLISIS DE LA GESTIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA DE LOS OPERADORES DE SERVICIOS PÚBLICOS DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO DE AGUA BRASILEÑO EN UN PROCESO DE UNIVERSALIZACIÓN DEL ACCESO.....</b>	<b>212</b>
IV.1 Introducción .....	213
IV.2 Planteamiento del problema, objetivos e hipótesis del estudio.....	214
IV.3 Diseño del estudio y metodología .....	225
IV.3.1 Muestra y datos .....	225
IV.3.2 Variables utilizadas en la evaluación de la gestión económico-financiera en un proceso de universalización del acceso y sus medidas.....	229
IV.3.2.1 Gastos de la explotación por m <sup>3</sup> facturado – <i>OPEXm<sup>3</sup> (input 1)</i> .....	230
IV.3.2.2 Porcentaje de los gastos básicos de la actividad sobre los ingresos de explotación – <i>PGBEX (input 2)</i> .....	231
IV.3.2.3 Gastos de capital por m <sup>3</sup> facturado – <i>CAPEXm<sup>3</sup> (Free link)</i> .....	232
IV.3.2.4 Situación financiera – <i>SF (Output 1)</i> .....	236
IV.3.2.5 Cobertura de la prestación de los servicios de abastecimiento de agua - <i>COBAC (output 2)</i> y de los servicios de saneamiento de agua - <i>COBSC (output 3)</i> ajustados por la calidad.....	238
IV.3.3 Variables explicativas de los resultados de la gestión económico-financiera en un proceso de universalización del acceso. ....	242
IV.3.4 Metodología empleada para la evaluación de la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileños en un proceso de universalización del acceso .....	253
IV.3.5 Metodología empleada para la construcción de un modelo explicativo de los resultados de la gestión económico-financiera .....	259
IV.4 Análisis de resultados.....	267
IV.4.1 Gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso.....	268
IV.4.1.1 Identificación de las <i>DUMs</i> atípicas.....	269
IV.4.1.2 Análisis intertemporal de los resultados de la gestión .....	274
IV.4.1.3 Análisis de sensibilidad a través de las holguras.....	279

IV.4.1.4 Conclusiones e implicaciones relativas a los bajos resultados de la gestión económico-financiera de los operadores en un proceso de universalización del acceso.....	288
IV.4.2 Factores explicativos de la gestión económico-financiera de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso.....	290
IV.4.2.1 El efecto de la estructura de gobierno .....	293
IV.4.2.1.1 La influencia del tipo de propiedad y sus respectivos modelos de gestión .....	293
IV.4.2.1.2 La influencia del proceso electoral de 2006.....	296
IV.4.2.1.3 La influencia de la experiencia de la agencia reguladora en la regulación económica .....	297
IV.4.2.2 Los efectos de la estructura de mercado.....	299
IV.4.2.3 Los efectos de la estructura comercial .....	303
IV.4.2.4 Los efectos de la estructura de financiación.....	308
IV.4.2.5 Los efectos de la estructura de entorno .....	311
IV.4.2.6 Conclusiones e implicaciones respecto a los efectos en la gestión..	313
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>317</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>327</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>355</b>
Anexo I – Descripción, propiedad, alcance geográfico, región geográfica y agencia reguladora de los operadores utilizados en la muestra .....	356
Anexo II – Situación financiera de los operadores 2005-2008.....	359
Anexo III – Resultados de las puntuaciones <i>SuperSBM</i> (1ª vuelta).....	360
Anexo IV – Informe resumido (hoja <i>summary</i> ) <i>SuperSBM</i> (1ª vuelta) .....	361
Anexo V – Resultados de las puntuaciones <i>SuperSBM</i> (2ª vuelta) .....	365
Anexo VI – Informe resumido (hoja <i>summary</i> ) <i>SuperSBM</i> (2ª vuelta) .....	366
Anexo VII – Informe de las holguras de inputs y outputs calculadas para las puntuaciones <i>DSBM</i> .....	370
Anexo VIII – Informe de las holguras de <i>link</i> calculadas para las puntuaciones <i>DSBM</i> .....	378



# ÍNDICE DE CUADROS

## Capítulo I

Cuadro I.1 - Panorama de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil.....	19
Cuadro I.2 - Clasificación de los datos e indicadores de los sistemas de evaluación de la gestión .....	37

## Capítulo II

Cuadro II.1 - Comparativo de los puntos clave de las tres teorías económicas subyacentes a la propiedad, a la regulación y sus influencias en la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua .....	58
Cuadro II.2. Factores determinantes de los resultados de la gestión de los operadores de servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil.....	66

## Capítulo IV

Cuadro IV.1 – Variables utilizadas en la evaluación de la gestión económico-financiera en un proceso de universalización del acceso .....	241
Cuadro IV.2 – Descripción de las variables independientes del modelo econométrico .....	252
Cuadro IV.3 – Especificación y notaciones matemáticas de las matrices de correlación del modelo <i>GEE</i> .....	264

# ÍNDICE DE FIGURAS

## Capítulo I

Figura I.1 - Ciclo de los servicios urbanos de abastecimiento y saneamiento de agua	12
Figura I.2 - Cobertura de los servicios de agua potable hasta 2005 en el mundo .....	15
Figura I.3 - Cobertura de los servicios de saneamiento hasta 2005 en el mundo.....	16
Figura I. 4 - Cobertura de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil 2008.....	24
Figura I.5 - Hitos relevantes en la estructuración y utilización de indicadores de gestión en los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua .....	35

## Capítulo II

Figura II.1. Países con evidencias empíricas de evaluación de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua .....	50
Figura II.2- Estructura del <i>DEA</i> dinámico .....	90

## Capítulo III

Figura III.1 - Alcance de la participación privada de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en el mundo, en el año 2006.....	177
--	-----

## Capítulo IV

Figura IV.1 – Estructura del <i>DEA</i> dinámico utilizada en el estudio empírico-analítico	253
---	-----

# ÍNDICE DE GRÁFICOS Y DIAGRAMAS

## Presentación

Diagrama P. 1 – Planteamiento del problema, objetivos y diseño de la Tesis Doctoral. 5

## Capítulo II

Gráfico II.1. Eficiencia técnica y de asignación orientada a los insumos ..... 79

Gráfico II.2. Eficiencia técnica y de asignación orientada a los productos..... 80

## Capítulo III

Gráfico III.1 - Visión espacial en dos dimensiones de la comparación de los resultados de la gestión de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua, operados por empresas de propiedad pública versus privada. .... 183

Gráfico III. 2 - Visión espacial en dos dimensiones de los efectos de la regulación en los resultados de la gestión de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua ..... 190

Gráfico III.3 - Visión espacial en dos dimensiones de los efectos de la regulación en los resultados de la gestión de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua 193

## Capítulo IV

Gráfico IV.1 - Diagrama de caja y bigote con identificación de los datos atípicos 2005 a 2008 – 1ª vuelta ..... 271

Gráfico IV.2 - Diagrama de caja y bigote con identificación de los datos atípicos 2005 a 2008 – 2ª vuelta ..... 273

Gráfico IV.3 – Radio-X anual de la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso..... 278

Gráfico IV.4 – Evolución de las holguras con los gastos de la explotación por  $m^3$  -  $OPEXm^3$  ..... 280

Gráfico IV.5 – Evolución de las holguras en el porcentaje de los gastos básicos de la actividad sobre ingresos de explotación -  $PGBEX$  ..... 281

Gráfico IV.6 – Evolución de las holguras en la situación financiera..... 283

Gráfico IV.7 – Evolución de las holguras en la cobertura de la prestación de los servicios de abastecimiento de agua ajustado a la calidad -  $COBAC$  ..... 284

Gráfico IV.8 – Evolución de las holguras en la cobertura de la prestación de los servicios de saneamiento de agua ajustado a la calidad -  $COBSC$ ..... 285

Gráfico IV.9 – Evolución de las holguras en los gastos de capital por  $m^3$  -  $CAPEXm^3$  ..... 287

# ÍNDICE DE TABLAS

## Capítulo I

Tabla I.1 – Distribución de operadores, por tipo, en 2008 .....	33
---	----

## Capítulo II

Tabla II.1 Definiciones y relaciones conceptuales de eficiencia .....	46
Tabla II.2. Ratios financieros claves utilizados en la evaluación de la dificultad financiera .....	68
Tabla II.3. Indicadores seleccionados para la composición del índice de resultados de la gestión de las <i>CESBs</i> brasileñas .....	73

## Capítulo III

Tabla III.1 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de los Estados Unidos .....	108
Tabla III.2 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de México .....	115
Tabla III.3 - Resumen de estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de Inglaterra y Gales. ....	119
Tabla III.4 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua españoles .....	126
Tabla III.5 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua alemanes .....	131
Tabla III. 6 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua franceses .....	135
Tabla III.7 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua italianos .....	138
Tabla III. 8 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua portugueses .....	141
Tabla III.9 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de los Países Bajos .....	144
Tabla III.10 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de Japón.....	149
Tabla III.11 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de India.....	151
Tabla III. 12 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento australianos .....	161
Tabla III.13 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento brasileños .....	167
Tabla III.14 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento peruanos .....	173

Tabla III.15 – Estudios cuantitativos de la evaluación comparativa de los resultados de la gestión de los operadores públicos y privados de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua .....	179
Tabla III.16 – Estudios cuantitativos sobre la influencia de la regulación en los resultados de la gestión de los servicios prestados por operadores de servicios de abastecimiento y saneamiento de agua .....	187

## Capítulo IV

Tabla IV.1 – Resultados de la <i>Q/C</i> para cada una de las estructuras de correlación	266
Tabla IV.2 – Estadísticos descriptivos de las variables para la estimación del resultado de la gestión .....	268
Tabla IV.3 – Resumen de las <i>DMUs</i> súper-eficientes (1ª vuelta) .....	270
Tabla IV.4 – Resumen de las <i>DMUs</i> súper-eficientes (2ª vuelta) .....	272
Tabla IV.5 – Estadísticos descriptivos de las variables para la estimación del resultado de la gestión (sin casos atípicos) .....	274
Tabla IV.6 – Resultados del <i>DSBM</i> para las puntuaciones de la gestión estudiada ..	275
Tabla IV.7 – Resumen estadísticos de los resultados del <i>DSBM</i> para la gestión estudiada .....	277
Tabla IV.8 – Resumen estadístico de la variable dependiente y de las variables independientes métricas .....	291
Tabla IV.9 – Resultados del modelo econométrico <i>GEE</i> .....	292
Tabla IV.10 – Test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney para las diferencias de gestión en relación al tipo de propiedad .....	294
Tabla IV.11 – Test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney para las diferencias de los <i>inputs</i> , <i>link</i> y <i>outputs</i> en relación a cada tipo de propiedad .....	295
Tabla IV.12 – Test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney para las diferencias de gestión en relación a los <i>CESBs</i> de propiedad pública en el año de 2007 .....	297
Tabla IV.13 – Test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney para las diferencias de gestión en relación a la existencia o no de actuación en la regulación económica del operador .....	298
Tabla IV.14 – Test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney para las diferencias de gestión entre los operadores de alcance geográfico regional y los de alcance geográfico local y microregional .....	300
Tabla IV.15 – Test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney para las diferencias de los <i>inputs</i> , <i>link</i> y <i>outputs</i> y promedio de tarifa aplicada en relación a cada tipo de alcance geográfico de los operadores .....	301
Tabla IV.16 – Test de rangos de Mann-Whitney para las diferencias de los componentes de la estructura comercial en relación a cada tipo de alcance geográfico, propiedad y sometimiento a regulación económica .....	306
Tabla IV.17 – Test de rangos de Mann-Whitney para las diferencias de los componentes de la estructura de financiación en relación a cada tipo de alcance geográfico, propiedad y sometimiento a regulación económica .....	310

## PRESENTACIÓN

Desde los orígenes de la humanidad, los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua están definidos como servicios primordiales para la supervivencia humana, por estar relacionados directamente con la salud y suministro de sus necesidades básicas. En este contexto, estos servicios son caracterizados como servicios de utilidad pública de infraestructura y regulados por agentes gubernamentales, en ocasiones delegados a través de concesiones públicas a empresas que operan en una situación de monopolio natural.

En el año 1969 se iniciaron las investigaciones empíricas de evaluación de la gestión de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua con un estudio de funciones de costes para la industria de agua en Inglaterra y Gales, desarrollado por Ford y Warford (1969), y en el que ya citaban aportaciones de estudios empíricos relativos a funciones de costes del sector eléctrico. El alcance dado a este estudio fue exclusivamente la estructura de mercado, específicamente la escala de producción de los servicios.

Pero en ese momento todavía no se había considerado el efecto de las presunciones establecidas por la teoría clásica de los derechos de propiedad difundida a partir de 1959, la teoría de la elección pública desarrollada a partir de 1962 y la teoría de la agencia publicada a partir de 1972. El conjunto de incentivos explicados por estas teorías argumentaban una superioridad de la gestión de la propiedad privada en relación a la propiedad pública y con base en estos argumentos fueron justificados los procesos de privatización del sector.

Aprovechando estas discusiones teóricas, en 1976 los investigadores empezaron a comparar la eficiencia y resultados de la gestión de la propiedad pública con relación a la propiedad privada, y para los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua el primer estudio empírico con esta finalidad fue el de Mann y Mikesell (1976), para operadores de los Estados Unidos. Este mismo estudio también analizó la influencia de la regulación y de la escala de producción en los resultados de la eficiencia del sector. Los principales resultados encontrados fueron que los operadores de propiedad privada tienden a tener costes operativos más altos, posiblemente atribuidos a las diferencias de salarios, que las inversiones de capital pueden causar deseconomías de escala en algunos sistemas operados por empresas de propiedad pública y que los operadores de los servicios públicos de agua bajo

regulación de ámbito local tienen mayores costes unitarios de funcionamiento que los operadores regulados por agencias reguladoras de ámbito estatal.

Los estudios posteriores de Morgan (1977), Crain y Zardkoohi (1978) y Crain y Zardkoohi (1980), no corroboraron sin embargo que la gestión pública sea superior a la gestión privada en el caso de los operadores de los Estados Unidos, y desde entonces existen conflictos en los hallazgos empíricos de los estudios, entre quienes parecen estar de acuerdo con las explicaciones de las teorías clásicas y los que discrepan de estos planteamientos. Por ejemplo, este tipo de discusión aparece en Bruggink (1982), que al igual que Mann y Mikesell (1976), concluyó con la superioridad en la gestión pública, mientras Feigenbaum y Teeple (1983), Byrnes et al. (1986), Fox y Hofler (1986) y Hausman et al. (1986) concluyeron con la ausencia de diferencias significativas entre los resultados de la gestión para los dos tipos de propiedad. Este último resultado fue corroborado también en todos los estudios aplicados a los operadores de Inglaterra y Gales que consideraron el período de análisis posterior a la privatización de los servicios.

Esta controversia, ha recibido tanta atención que se ha convertido en la principal discusión científica para el sector, tratando de estudiar la propiedad y su influencia en los resultados de la gestión de los operadores, hasta el punto que a partir de 2003 otros investigadores se han preocupado de catalogar las evidencias empíricas que comparan los resultados de la gestión y sus relaciones con la propiedad para el sector. Inicialmente Renzetti y Dupont (2003 y 2004) catalogaron 21 estudios, en 3 de los cuales se muestra una superioridad de la gestión privada, mientras en 4 se evidencia la superioridad de la gestión pública y en 13 no se obtienen diferencias significativas entre las dos gestiones. Posteriormente, Bel y Warner (2008) analizaron 17 estudios, 3 de ellos con indicios de la superioridad de la gestión privada, mientras que 4 estudios indican lo contrario y 10 apuntaron para ausencia de diferencias significativas entre las dos gestiones.

Continuando con el análisis de esta cuestión, Abbott y Bruce Cohen (2009) revisan 24 estudios y apuntan que en 3 hay una superioridad en la gestión privada, en 5 una mejor gestión pública y 16 apuntaron hacia la ausencia de diferencias significativas. Algunos investigadores españoles también han llevado a cabo el análisis de la literatura empírica con las mismas propuestas, inicialmente García-Rubio et al. (2009a) catalogaron 32 estudios de los que 7 apuntaron a una superioridad de la gestión privada, 5 a la superioridad en la gestión pública y 20 estudios no presentaron diferencias significativas en ambos tipos de propiedad. En un segundo momento, los

mismos investigadores (García-Rubio et al., 2009b) ampliaron los análisis para 60 estudios y en 20 de ellos se muestra la superioridad de la gestión privada, en 7 la superioridad de la gestión pública y 33 estudios sin diferencias significativas.

Finalmente, un análisis más amplio con la consideración de 74 estudios, siendo 22 estudios cuantitativos y 51 estudios de casos, ha sido hecho por Pérard (2009). En los estudios cuantitativos, 4 apuntaron a una superioridad de la gestión privada, 3 a la superioridad de la gestión pública y 15 con la ausencia de diferencias significativas, mientras con relación a los estudios de caso, 27 apuntaron a una influencia positiva de la gestión privada, 13 a influencia negativa y 11 sin influencias significativas.

Un recorrido similar ha tenido lugar para los efectos de la regulación en la gestión del sector, que tal como hemos comentado también se inició por Mann y Mikesell (1976), indicando que los operadores estadounidenses bajo regulación de ámbito local tienen mayores costes unitarios de funcionamiento que los operadores regulados por agencias reguladoras de ámbito estatal, no corroborado posteriormente por Bruggink (1982). Recientemente, en el estudio de Abbott y Cohen (2009), además de abordar los efectos de la propiedad en los resultados de la gestión, también llevan a cabo un análisis de contenido de la literatura empírica, en el que investigan los efectos de la regulación de los servicios en los resultados de la gestión de los operadores en 7 estudios empíricos y todos ellos concluyeron con la existencia de efectos positivos en los resultados de la gestión del operador, convergiendo con los planteamientos de la teoría económica subyacente de la regulación para las industrias monopólicas, que determinan que los incentivos proporcionados por la regulación motiva una mejora en sus resultados de la gestión.

Sin embargo, Martins et al. (2008) obtienen una ausencia de influencia de la regulación en los resultados de la gestión de los operadores portugueses, mientras Covelli et al. (2010) indican un efecto negativo de la existencia de agencias reguladoras multisectoriales en los resultados de la gestión de los operadores de Latinoamérica, ampliando la controversia sobre los efectos positivos de la regulación del sector.

Según Berg (2010, p.135) el sistema de gobierno particular, la propiedad y regulación representan los componentes de la estructura de gobierno, y Berg y Marques (2010, p.2) indican que la estructura de mercado se refiere a la escala de producción y al alcance de la producción conjunta de los servicios. A este respecto, para la estructura de mercado, los resultados de los estudios empíricos analizados en Abbott y Cohen (2009) sufren interacciones entre la existencia de economías y



deseconomías de escala, aunque existe una mayor concentración de resultados que apuntan a la existencia de economías de escala para el sector y lo mismo cuando se trata del alcance de la producción conjunta.

A pesar de que la influencia de la escala de producción sea una controversia mundial, en el caso de los estudios empíricos de los operadores brasileños, la existencia de economías de escala converge en los estudios. Sin embargo, la ausencia de conflictos en los resultados empíricos se acaba supuestamente ahí, pues en relación a la propiedad también existe controversia entre los hallazgos. Mientras algunos apuntan a la superioridad de la gestión pública, como por ejemplo de Da Silva e Souza et al. (2008), otros a la superioridad de la gestión privada, como por ejemplo Faria et al. (2005), y un tercer grupo a la ausencia de diferencias significativas, como Seroa da Motta y Moreira (2006). En relación a la incidencia de la regulación, no se han encontrado estudios empíricos con esta naturaleza para la realidad de los operadores brasileños, supuestamente porque la promulgación de la ley que regula el sector tuvo lugar en 2007 (Ley 11.445/2007).

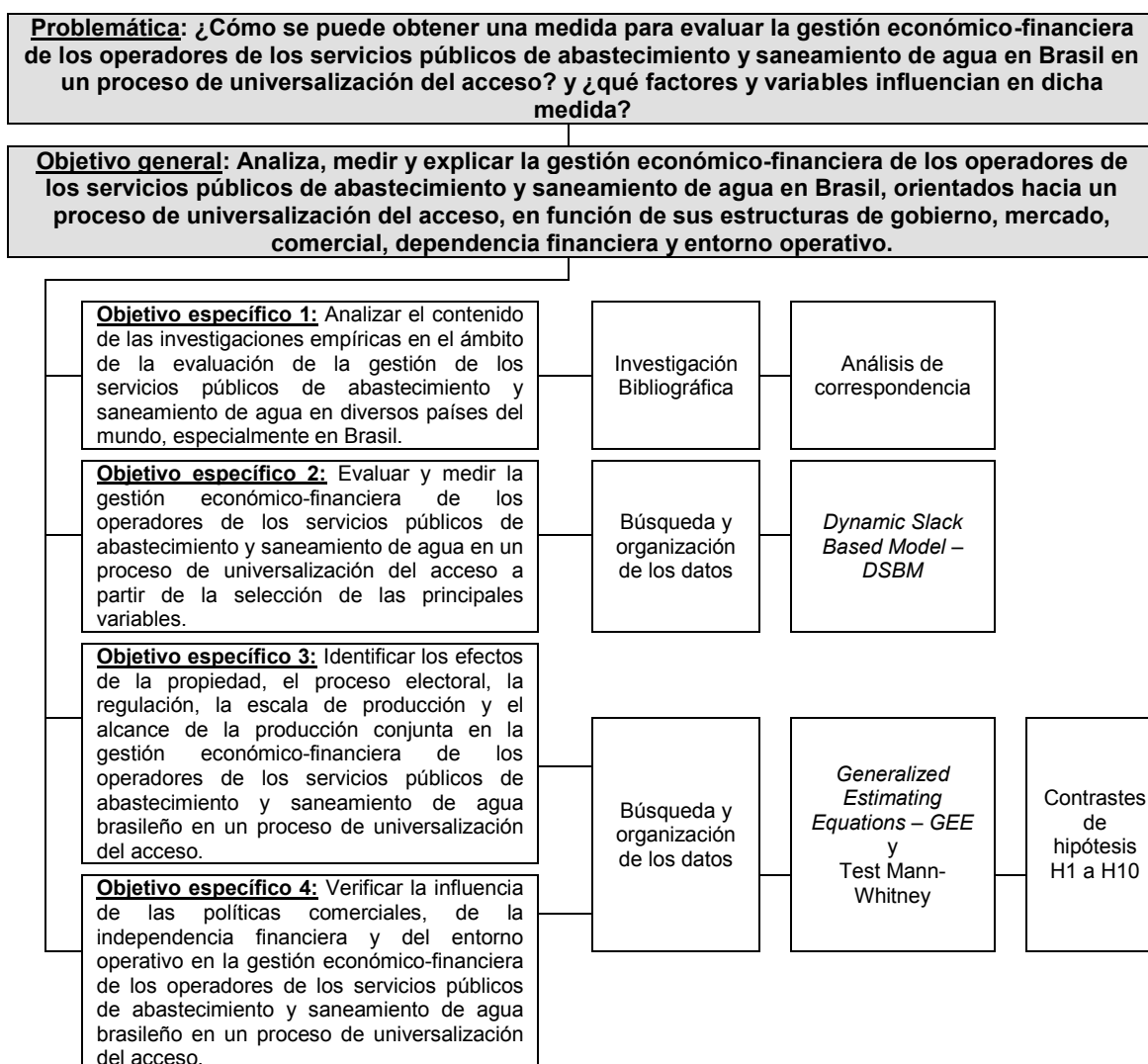
La realización de comparaciones entre operadores de distintas propiedades y diferente entorno regulador (estructura de gobierno), sin considerar algunas otras particularidades como la estructura de mercado, observada por Seroa da Motta y Moreira (2006), Da Silva e Souza et al. (2008) y Sabbioni (2008), la estructura comercial, como Oliveira y Fernandez (2004) y Sabbioni (2008), y la estructura de entorno, como Da Silva e Souza et al. (2007) y Da Silva e Souza et al. (2008), puede proporcionar conclusiones sesgadas, en relación a los resultados de la gestión de cada operador.

Adicionalmente, algunos estudios específicos relativos a la situación financiera del sector brasileño, como Alencar Filho et al. (2004) y Santana (2005), aunque no comparan las diferencias entre la gestión pública y privada, muestran la importancia de considerar el efecto de la estructura de financiación en los resultados de la gestión.

Desde el año 2007, el sector de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño está regulado por la Ley 11.445/2007, que fue posteriormente reglamentada por el Decreto 7.217/2010, y entre sus principios fundamentales hace constar la universalización del acceso; la utilización de métodos, técnicas y procesos que consideren las particularidades locales y regionales; la eficiencia y sostenibilidad económica. Además, uno de los requisitos para la validez de los contratos de operaciones de los servicios es la existencia de un estudio que constate la viabilidad técnica y económico-financiera de la prestación universal e integral de los servicios.

En este sentido, este trabajo pretende en primer lugar la construcción de un indicador como medida de evaluación de la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil en un proceso de universalización del acceso, y posteriormente explicar los resultados de dicha gestión a través de variables representativas de la estructura de gobierno, estructura de mercado, estructura comercial, estructura de financiación y estructura del entorno, basándose para ello en las evidencias empíricas previas, tanto en el ámbito internacional como brasileño. El diagrama P.1 recogido a continuación, presenta un resumen del planteamiento del problema, los objetivos y los principales procesos llevados a cabo para dar cumplimiento a los mismos.

**Diagrama P. 1 – Planteamiento del problema, objetivos y diseño de la Tesis Doctoral**



Para dar respuesta a los objetivos presentados en el diagrama P.1, y con ello dar solución a la problemática planteada por la investigación, que finaliza con los

contrastes de las hipótesis diseñadas, la tesis ha sido estructurada en cuatro capítulos y las conclusiones generales según se describe a continuación.

Dado que el sector de abastecimiento y saneamiento de agua se presenta como un servicio de utilidad pública con infraestructuras, para cumplir su ciclo operativo, los operadores se deben ajustar a la realidad inherente a cada país y región, tal como sistema político, estructura reguladora, nivel de desarrollo socio-económico, aspectos climáticos y geográficos, etc. En este sentido, en el **primer capítulo** se describe la estructura y funcionamiento del sector, destacando la importancia del proceso de universalización del acceso y su escenario, así como la importancia de la sostenibilidad económico-financiera del sector para hacer frente a dicha universalización tan deseada por toda una comunidad internacional. Estos aspectos se abordan desde una perspectiva general y con especial referencia a la realidad brasileña, de modo que en el capítulo se realiza también una descripción de la evolución temporal de las características del sector hasta una realidad más actual con la introducción de un nuevo marco regulador. Este capítulo finaliza destacando la importancia de la evaluación de la gestión para la prestación de estos servicios públicos.

Aunque caracterizado como monopolio natural, los resultados económicos presentados por el sector son explicados por algunas teorías económicas clásicas ya comentadas, que fueron explotadas empíricamente por diversos métodos de análisis cuantitativo, así el **capítulo segundo** contiene una referencia a dichas teorías y a los argumentos aportados por las mismas para explicar los resultados de la gestión económica del sector, extendiéndose también a los resultados de la gestión financiera basados en los conceptos de las finanzas empresariales, que se consolidan en un concepto de análisis económico-financiero. El capítulo finaliza con la exposición de los principales métodos paramétricos y no paramétricos utilizados, demostrando la fortaleza del método no paramétrico *Data envelopment analysis – DEA* para esta función y cómo dicho método evolucionó a modelos basados en holguras y, más actualmente a modelos con estructuras dinámicas de análisis intertemporal, en este caso, el *Dynamic Slack Based Model – DSBM*, del cual no se conocen aplicaciones empíricas para el sector, siendo este método, junto a la elaboración una propuesta de su utilización para la medición de los resultados de la gestión económico-financiera en un proceso de universalización del acceso, el potencial innovador de esta tesis.

El análisis de los resultados de la gestión del sector de abastecimiento y saneamiento de agua es un tema que ha despertado cierto nivel de interés por parte

de los investigadores en diversos países del mundo, así como los principales factores que afectan a dichos resultados. En este sentido, el **capítulo tercero** muestra un análisis de toda la literatura empírica encontrada en la que se lleva a cabo un análisis cuantitativo de los resultados de la gestión del sector en el ámbito internacional. Adicionalmente, el capítulo también presenta las principales conexiones entre las teorías clásicas y los resultados encontrados por los investigadores, principalmente respecto a la propiedad y regulación, que son componentes de la estructura de gobierno, así como la estructura de mercado, estructura comercial y estructura del entorno operativo.

Todos los contenidos aportados en los capítulos descritos anteriormente convergen en la formación de los principales sustentáculos para los hallazgos buscados con la tesis y una vez ya propuesto el *Dynamic Slack Based Model – DSBM* como modelo de análisis cuantitativo de las valoraciones y puntuaciones de los resultados de la gestión económico-financiera intertemporal de los operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso, y tras consolidación de diversas experiencias empíricas, el **cuarto y último capítulo**, describe todo el diseño del estudio empírico-analítico para la realidad de los operadores brasileños, partiendo de la justificación y definición de la problemática, los objetivos e hipótesis de investigación, pasando posteriormente a exponer el proceso de selección de la muestra, selección de los casos y proceso de obtención y ajuste de los datos, seguido de la descripción de la construcción de todas las variables definidas en el estudio.

Una vez descrita la muestra y la metodología, se presenta la estructura de modelo final *DSBM* elegido, el proceso de identificación de los casos atípicos, y el análisis de los resultados del modelo. Basándonos en las valoraciones de dicho modelo, el capítulo termina con el análisis de los resultados del modelo econométrico explicativo *Generalized Estimating Equations - GEE*, que al ser complementado por el test de rangos de Mann-Whitney corresponderá a la metodología de un análisis en una segunda etapa.

Finalizamos la Tesis Doctoral con las **conclusiones generales**, en las que se presenta una consolidación de los principales hallazgos de todos los capítulos de la tesis y que proporcionan las respuestas a los interrogantes, el cumplimiento de los objetivos y los contrastes de las hipótesis.

**CAPÍTULO I – LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE  
ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO DE AGUA: EL CASO DE  
BRASIL**

## I.1 Introducción

El acceso a los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua representa un importante sostén del desarrollo humano, fundamentalmente por los efectos que pudiera tener este servicio en la salud pública en los diversos escenarios alrededor del mundo. Esta importancia posiciona como estratégico a dicho servicio en la mayoría de las naciones. Sin embargo, el nivel de desarrollo del sector, las características de estructura de la prestación del servicio de abastecimiento y saneamiento de agua varía de forma importante entre unos países y otros en el contexto internacional. De hecho, en algunos países todavía existen porcentajes relevantes de ciudadanos que no tienen acceso a los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua. Ello pese a que existe acuerdo a nivel internacional de que estos servicios tengan cobertura para la totalidad de los ciudadanos a nivel mundial.

En este sentido, a lo largo del presente capítulo, serán presentadas las características que describen el servicio de abastecimiento y saneamiento de agua, haciendo una especial referencia al caso de Brasil. Para ello, vamos a analizar los aspectos relativos a la normativa, el funcionamiento y universalización del servicio el contexto actual brasileño. En concreto, haremos un breve análisis histórico de la regulación del sector y de la cobertura de los servicios en dicho contexto, prestando especial atención al modelo *PLANASA* y a la regulación actual de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil.

Además, ante la importancia del sector es preciso establecer mecanismos que permitan garantizar la prestación del servicio en las mejores condiciones económicas, lo que requiere que los gobiernos y organismos públicos incluyan en sus actividades el control del servicio, sea éste de carácter público o privado. Por ello, existen algunas iniciativas de organismos nacionales e internacionales dirigidas precisamente a la implantación de un sistema de indicadores para la gestión y rendición de cuentas del sector, encaminadas en último caso hacia la mejora para la gestión de este importante sector. Estas iniciativas serán analizadas también en este capítulo para poner de manifiesto cuál es el contexto en el que va a realizarse la evaluación de la gestión de la prestación de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua.

## **I.2 Contexto de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua: importancia, ciclo operativo, funciones y cobertura**

El aumento de la población mundial y el consecuente aumento desmedido de la demanda de recursos ha derivado en el agotamiento de los recursos naturales no renovables y la disminución de los recursos renovables. Esta situación exige, al menos, una adecuada y eficiente gestión de los servicios públicos en general y, en especial por su relevancia y el objeto del presente estudio, de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua, ya que resulta vital para el desarrollo sostenible de la humanidad.

Este sector contempla dos grandes actividades, de acuerdo con la Clasificación Nacional de Actividades Económicas española, establecida por el Real Decreto 1.560/1992, del 18 de diciembre. La primera de ellas se define como captación, depuración y distribución de agua y, la segunda, como la actividad de saneamiento público. En Brasil las actividades de abastecimiento y saneamiento de agua, conjuntamente con la gestión de los residuos sólidos, drenaje y tratamiento de aguas pluviales urbanas, son clasificadas en un concepto más amplio denominado “saneamiento básico”. Esta clasificación está regulada por la reciente Ley 11.445/2007, de 05 de enero, en la cual se establecen las directrices nacionales de saneamiento básico, según la cual se define en el Art. 3º el abastecimiento de agua como “... un conjunto de actividades que engloban las infraestructuras e instalaciones necesarias al abastecimiento público de agua potable, desde la captación de agua hasta las conexiones prediales y respectivos instrumentos de medición”.

Posteriormente, el Decreto 7.217/2010 del 21 de junio, con el que se reglamenta la Ley 11.445/2007 antes citada, enfatiza que la prestación de los servicios públicos de abastecimiento de agua corresponde a una macro actividad, la cual según se describe en su artículo 4º, se compone de las actividades de “... almacenamiento de agua cruda; captación; aducción de agua cruda; tratamiento de agua; aducción de agua tratada y almacenamiento de agua tratada”.

Una definición más amplia y no legalista de las actividades que se realizan para el abastecimiento de agua es ofrecida por Ballance y Taylor (2005, p.10) como “a) extracción de fuentes subterráneas y superficiales, tales como los acuíferos y ríos; b) almacenamiento (natural o artificial) con el fin de ser capaz de mantener el abastecimiento de las sequías graves; c) tratamiento para eliminar los contaminantes naturales y otros; d) transporte a granel, antes y/o después del tratamiento; e)

almacenamiento local (para cubrir la variación diaria de la demanda); f) distribución a los consumidores a través de una red de tuberías y; g) relaciones con el cliente, en las que se hace referencia a las conexiones, sistemas de facturación y pago, refiriéndose a menudo como el comercio minorista...”.

Estas descripciones convergen con las definiciones legales antes citadas y, en resumen, las actividades de abastecimiento de agua podrían clasificarse dentro de un proceso lógico compuesto por las siguientes actividades consecutivas:

- a) Captación/extracción de agua cruda/bruta;
- b) Almacenamiento de agua cruda/bruta;
- c) Producción de agua tratada;
- d) Aducción de agua tratada; y,
- e) Distribución de agua tratada.

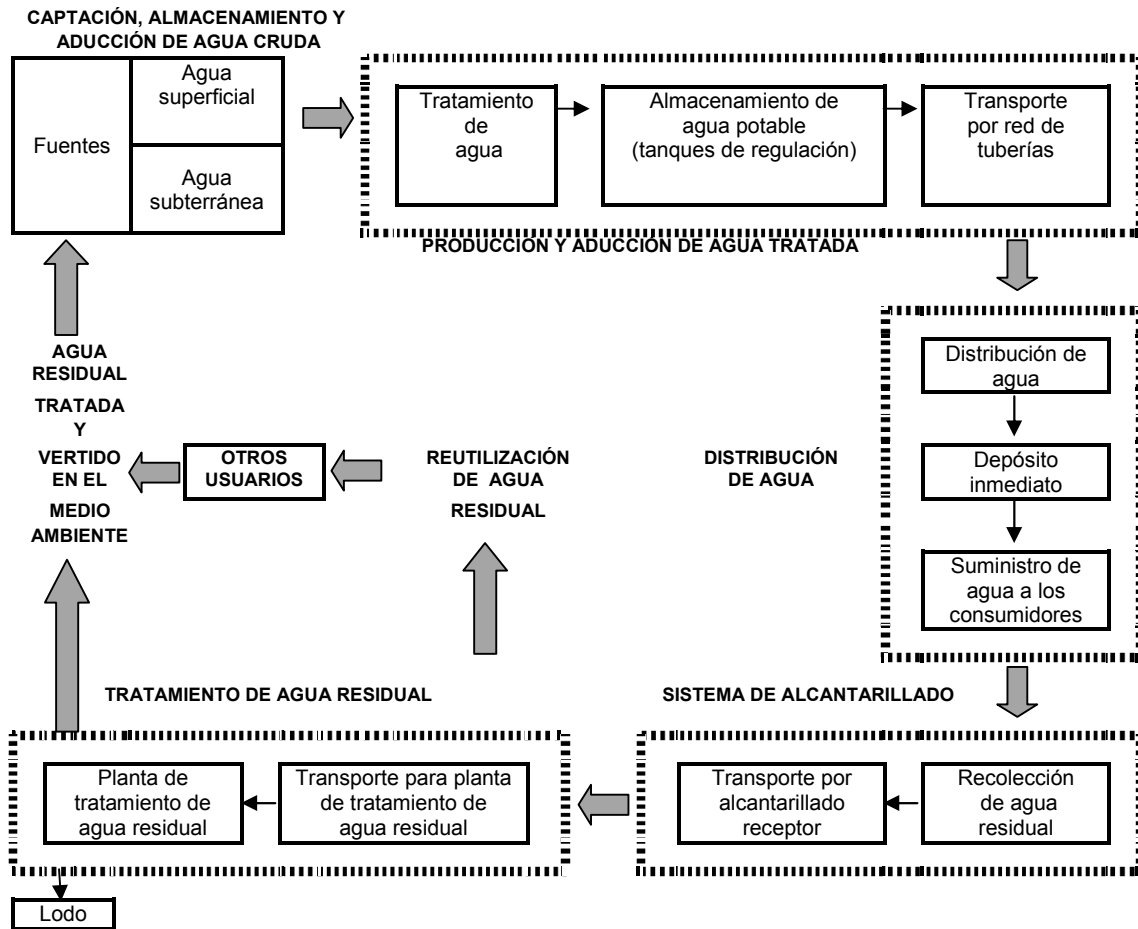
Con relación a la prestación de los servicios de saneamiento, la ley brasileña 11.445/2007 establece que tal prestación está compuesta por actividades relacionadas con las infraestructuras y funcionamiento de las instalaciones de recogida, transporte, tratamiento y disposición final de aguas residuales; desde las conexiones prediales, hasta su vertido final en el medio ambiente. Esta discriminación de actividades también se describe en el Decreto 7.217/2010 como “la recogida”, incluyendo las conexiones prediales de alcantarillado, transporte de aguas residuales, tratamiento de aguas residuales y eliminación de lodos de aguas residuales procedentes de las operaciones de las unidades de tratamiento colectivo o individual, incluyendo las fosas sépticas.

Según Ballance y Taylor (2005, p.10) las actividades de saneamiento de agua residual están definidas por: “a) recogida en las alcantarillas; b) bombeo y tratamiento de aguas residuales donde los sólidos y líquidos se separan; c) sólidos o lodos que se separan y se incineran, son arrojados al mar o utilizados como fertilizante en terrenos agrícolas y, d) líquidos o aguas residuales que, generalmente, son oxigenados antes de ser descargadas a los estuarios naturales. En raras ocasiones el agua es tratada con una capacidad estándar y luego suministrada a los consumidores”.

Por la propia naturaleza operativa del saneamiento de las aguas y su relación con la salud pública y sostenibilidad del medio ambiente, las actividades de recolección, transporte, tratamiento y depósito en el destino final de las aguas servidas han sido tareas realmente complejas desde la antigüedad. De acuerdo con su ciclo operativo, las actividades de abastecimiento y saneamiento de agua pueden ilustrarse tal como se muestra en la figura I.1, presentada a continuación.



Figura I.1 - Ciclo de los servicios urbanos de abastecimiento y saneamiento de agua



Fuente: Adaptado de González-Gómez y García-Rubio (2008, p.41)

Como se observa en la figura I.1, el ciclo de los servicios urbanos de abastecimiento y saneamiento del agua, se inicia en las fuentes de captación y termina con el vertido del agua residual tratada en el medio ambiente, después de la extracción de lodos, coadyuvando a la renovación de los recursos y fuentes de agua, enmarcado en el principio internacional de sostenibilidad medioambiental.

Estas diferentes etapas de la producción de agua y los servicios derivados pueden ser ejecutadas por un único operador o conjuntamente por diferentes operadores y en diversos niveles o escalas de producción, lo cual dependerá, lógicamente, de las características y circunstancias de cada país o región, de acuerdo a características tales como extensión geográfica, geología y topografía; así como también de acuerdo a los marcos legales y reglamentarios que regulan la competencia, propiedad, titularidad y jurisdicción de dichos sistemas.

En algunos países se presentan otras actividades como parte del ciclo de prestación de los servicios urbanos de abastecimiento y saneamiento de agua. Como

ejemplo de éstas pueden citarse las actividades de control medioambiental, como es el caso de los operadores de Inglaterra y Gales y los servicios de gestión de aguas pluviales urbanas, como se puede observar en Brasil y Canadá.

En la estructura de producción de servicios, desde una perspectiva de industria en red, los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua asumen características diferenciadas a partir de su relación con la salud pública, tal como refieren Aguilar-Benitez y Saphores (2009, p.2) al afirmar que el agua limpia y el saneamiento son los principales impulsores de la salud pública y, por lo tanto, esenciales para el desarrollo humano. Para garantizar tales servicios la *American Water Works Association - AWWA* (1995, p.5) destaca que la industria está caracterizada por el alto importe de gastos de capital que son necesarios para la ejecución de sus actividades. Esto es corroborado por Alegre et al. (2006, p.3), quienes consideran que el sector está caracterizado por poseer un elevado valor de sus activos de capital intensivo y a largo plazo.

Adicionalmente Hajkowicz et al. (2008, p.601) plantean que el análisis de tales inversiones no debe realizarse a través de la fórmula convencional y tradicional del coste-beneficio, sino mas bien mediante algún método que considere los resultados intangibles de la calidad del agua en la salud humana, el medioambiente, la biodiversidad o la sostenibilidad, entre otros no menos importantes.

Suministrar un servicio tan fundamental para la condición humana proporciona algunas complejidades, entre ellas Abbott y Cohen (2009, p.234) indican la gestión de entradas y salidas dentro de la red, que también inciden en las posibilidades de competencia, al igual que la calidad del agua y las externalidades relacionadas con la salud pública. Para García et al. (2007, p.792) esto debe tratarse como un problema complejo, pues dentro de las industrias de red, el sector del agua parece ser un caso especial en el que la competencia directa y la separación de la etapa de producción aún no han sido realmente observadas.

En la actualidad, los grandes centros urbanos, consumidores domésticos, comerciales e industriales, conjuntamente con los consumidores agrícolas requieren una cadena de suministro de abastecimiento y saneamiento de agua cada vez más eficiente; esto es debido, principalmente, a la disminución de la potencia renovadora medioambiental de los recursos hídricos por diversos factores, entre cuales destacan sequías, crecimiento poblacional y económico, urbanización, contaminación, calentamiento global y otros factores socio-ambientales y de gestión de dichos recursos hídricos.

De hecho, tales problemas y complejidades dificultan la prestación y universalización de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, confirmando la idea de que estos servicios, desde principios de la historia de la humanidad hasta nuestros tiempos, han representado un problema de carácter estratégico que debe ser solucionado a través de las adecuadas interacciones entre las personas, agentes públicos y privados que apalanquen las inversiones y promuevan el uso mas eficiente de los recursos dentro del sector.

Los problemas y complejidades del sistema y el acceso de la población a los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua han sido objeto de complejas discusiones en el ámbito mundial. En la década de 80, por ejemplo, la comunidad internacional señaló la necesidad de atender la creciente demanda de los servicios públicos de suministro y saneamiento de agua en el mundo, caracterizando ese período como la década internacional del agua y saneamiento.

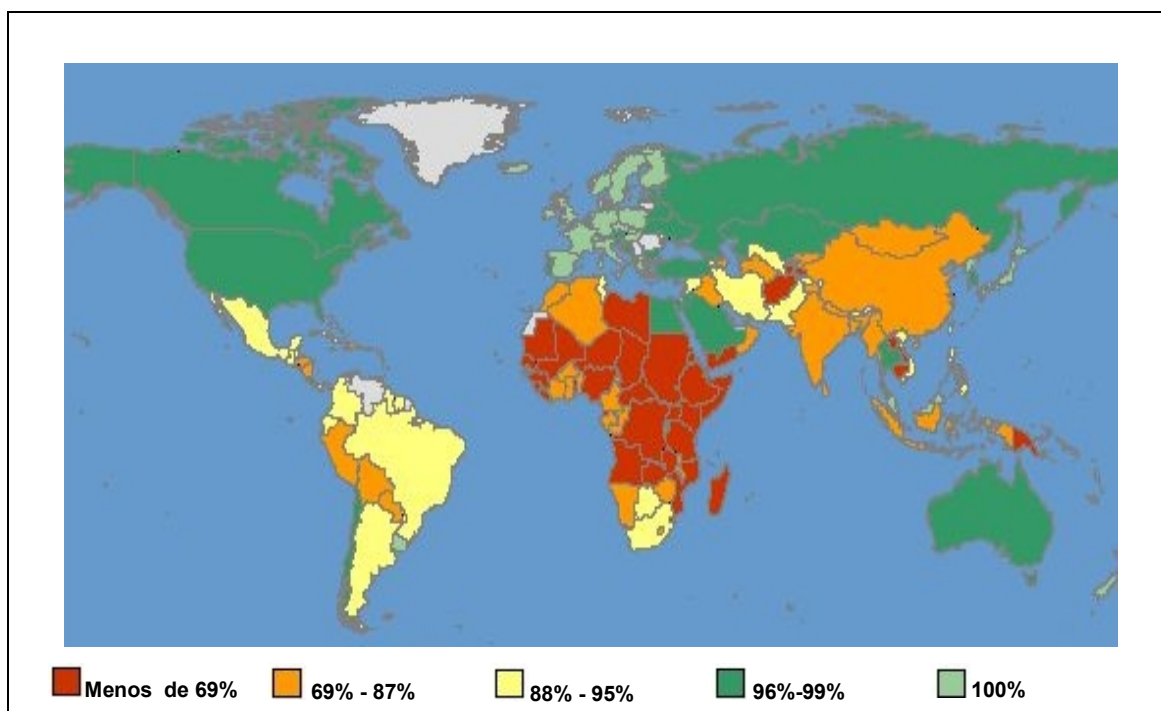
Este acuerdo internacional promovió el compromiso de garantizar estos servicios básicos a todo mundo para finales de 1990. Sin embargo, 1,1 billones de personas aún carecen del abastecimiento adecuado de agua y más de 2,7 billones carecen de servicios de saneamiento. Según Whittington et al. (2008, p.6), el objetivo para dicha década no fue cumplido y el tema volvió a ser discutido en la conferencia mundial sobre desarrollo sostenible en Johannesburgo, en 2002; esta vez con el nuevo compromiso asumido por la comunidad internacional de reducir a la mitad la proporción de personas en el mundo que viven sin acceso a agua y saneamiento antes del año 2015.

Este compromiso se ha desarrollado muy lentamente, dado que hasta finales de 2004 y según datos oficiales publicados por el Banco Mundial<sup>1</sup>, 95% de la población urbana mundial y 73% de la población rural –cerca de un 83% de la población mundial- tenían acceso a los servicios básicos de suministro de agua. En la figura I.2 a continuación puede observarse el escenario mundial de la cobertura y acceso del servicio de agua potable, por continente y país, hasta finales de 2005.

---

<sup>1</sup> World Bank (2010a)

Figura I.2 - Cobertura de los servicios de agua potable hasta 2005 en el mundo



Fuente: World Bank (2010b)

La situación descrita por el Banco Mundial y que se ilustra en la figura anterior hace inferir que falta mucho para que el compromiso de acceso a un adecuado suministro de agua se cumpla antes de finalizar el año 2015 y, peor aún, cuando se trata del acceso a los servicios de saneamiento, al considerar que el mismo Banco Mundial de 2004<sup>2</sup> refiere que apenas el 80% de la población urbana mundial y 39% de la población rural –un 59% de la población mundial- tiene acceso garantizado a los servicios de saneamiento de agua.

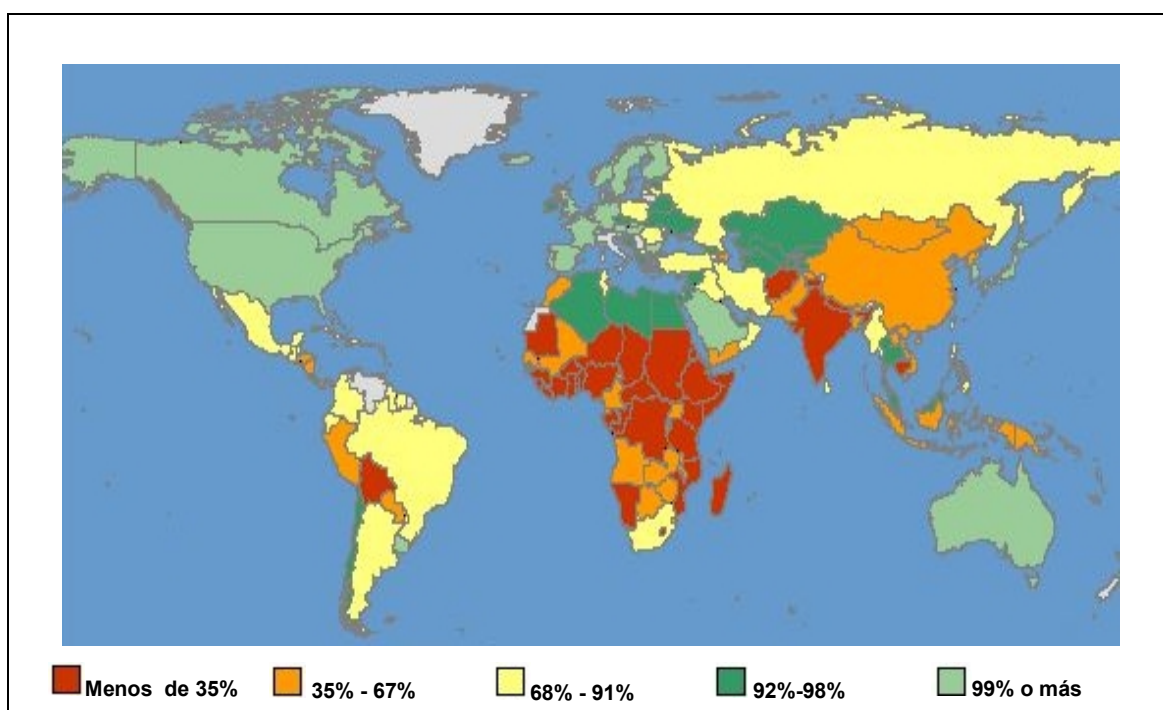
En teoría, el acceso a los servicios de saneamiento de agua debería acompañar al acceso a los servicios de abastecimiento de agua a lo largo de la evolución de cada civilización; sin embargo, esto no ocurre en la realidad, quizás por los costes de capital que son necesarios incurrir para cada uno de estos dos sistemas. Un importante y ampliamente conocido evento histórico que evidencia el peligro de la desproporcionalidad del acceso a los servicios de agua y saneamiento ocurrió en Londres entre 1965 y 1966 y fue conocido como la gran plaga. Los historiadores y técnicos coincidieron en que tal evento que desencadenó la propagación de enfermedades fue la consecuencia de las importantes debilidades del sistema de saneamiento de agua.

<sup>2</sup> World Bank (2010a)

Estos son apenas algunos de los argumentos que justifican la necesidad de dirigir, en el futuro, las políticas públicas hacia la necesaria disminución de las diferencias existentes entre los servicios de agua y saneamiento, en la búsqueda del acceso total y universal de la población mundial a ambos servicios de forma conjunta.

En la figura I.3 a continuación se ilustra, de forma espacial, la cobertura mundial de los servicios de saneamiento de agua hasta 2005 y, al compararlos con los datos descritos en la figura I.2 referidos a la cobertura del servicio de abastecimiento de agua, se puede observar la diferencia de las acciones en las políticas públicas que están dirigidas a la universalización de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua, alrededor del mundo.

**Figura I.3 - Cobertura de los servicios de saneamiento hasta 2005 en el mundo**



Fuente: World Bank (2010b)

Los datos antes descritos permiten caracterizar el reto que representa el cumplimiento de las metas trazadas a través de las políticas públicas de los gobiernos; principalmente con la situación más crítica relacionada con el acceso a los servicios de saneamiento de agua y, muy especialmente, en el contexto del continente africano, donde se puede observar el estado crítico del problema representado como una “luz roja” para una gran cantidad de países de ese continente.

Una vez presentados y discutidos los argumentos que describen el ciclo operativo del tratamiento, producción y distribución de los servicios de agua y recogida, transporte, tratamiento y destino final del agua residual, su importancia social

y el acceso poblacional a los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, puede inferirse que las principales funciones de las empresas responsables por la gestión de dichos servicios en el cumplimiento de la misión que internacionalmente se les ha conferido, según Alegre et al. (2006, p.131) y Matos et al. (2003, p.21), se resumen en:

- a) Funciones generales de gestión;
- b) Funciones gerenciales de los recursos humanos;
- c) Funciones financieras y comerciales;
- d) Funciones de servicios a los consumidores; y,
- e) Funciones técnicas de planificación/construcción y operaciones/mantenimiento.

Obviamente que en la ejecución de esas funciones necesarias para completar el ciclo de los servicios hasta el acceso de la población, se generan un conjunto de entradas y salidas que caracterizan los factores determinantes de la sustentabilidad financiera y del cumplimiento de sus objetivos sociales.

En resumen, el proceso de gestión sostenible y eficiente de un recurso natural vital y tan escaso como el agua requiere una cuidadosa planificación de inversiones que permita incrementar la cobertura y el mantenimiento de la red, lo que requiere de mayores y más frecuentes incentivos en el ámbito de las políticas públicas y, especialmente, de incentivos financieros propios o de terceros que permitan alcanzar la universalización del acceso a estos servicios.

Las industrias de interés general que se estructuran en sistemas de red como es el caso de las que se ocupan del abastecimiento y saneamiento del agua, en la gran mayoría de los casos, acaban convirtiéndose en típicos monopolios naturales que requieren de mecanismos de seguimiento para el control social y regulación de los servicios. Para ello, algunos organismos han diseñado y estructurado sistemas de indicadores para la evaluación de los resultados de la gestión, tal como será presentando en el apartado I.4 de este capítulo. Asimismo, algunos investigadores han llevado a cabo diversos estudios empíricos con aplicaciones en diversos países, los cuales son presentados en el capítulo III.

Excepto para las actividades del ciclo operativo en las que fueron considerados los aspectos conceptuales de la legislación brasileña, todos los demás contextos son presentados desde una perspectiva mundial, propiciando una concepción genérica del escenario mundial y facilitando su comprensión, especialmente con relación a la

universalización de los servicios. A continuación, estos aspectos son analizados desde la perspectiva de la realidad brasileña.

### **I.3 Contexto y cobertura de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil**

En el apartado anterior fueron descritas algunas de las características del sector de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en el mundo actual, así como la importancia del sector para la humanidad y los compromisos mundiales para la universalización de la cobertura de los servicios, con la fijación de objetivos a ser cumplidos antes de finales del año 2015. En este apartado se presentan y analizan la convergencia de tales características y metas en el entorno de la realidad brasileña de hoy en día, desde tres perspectivas de la problemática: a) el contexto pasado y presente del sector; b) los cambios promovidos con la promulgación de la Ley 11.445/2007 y del Decreto 7.217/2010 y; finalmente, c) la estructura tipológica que caracteriza el sector.

#### **I.3.1 Características, estructura y cobertura de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil**

Brasil, como es conocida en el mundo la República Federativa del Brasil, es el más grande de los países de América del Sur y el quinto en el mundo en cuanto a extensión territorial se refiere, está constituido por tres distintas entidades políticas. La primera corresponde a los 26 Estados Federados que están divididos en 5.565 municipios, los cuales conforman la segunda entidad política, y finalmente la capital denominada Distrito Federal y que representa la tercera entidad política del país. Asimismo, estas entidades están agrupadas en cinco regiones geográficas -Norte, Nordeste, Centro-oeste, Sur y Sudeste- considerando elementos que las describen tales como clima, topografía, vegetación e hidrografía.

Con la gestión del presidente Luíz Inácio Lula da Silva hasta diciembre de 2010 y con evidentes señales de continuidad en la nueva gestión de la presidenta Dilma Vana Rousseff a partir de enero de 2011, el país está pasando por un proceso de reestructuración de los servicios públicos, a los que se han destinado elevados niveles de inversiones gubernamentales, orientados a un programa de crecimiento de toda la infraestructura nacional conocido en portugués como *Programa de Aceleração do Crescimento - PAC*, con el que está siendo ampliamente beneficiado el sector de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua.

Los primeros servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil fueron operados por empresas de propiedad privada durante el período comprendido entre la segunda mitad del siglo XIX y principios del siglo XX. Estos servicios fueron tradicionalmente considerados como de mala calidad, lo cual, a partir de 1940, repercutió en un cambio de rumbo en la forma de gestionar los servicios, derivando en la transferencia de las competencias de gestión de los servicios a operadores locales de propiedad pública, en este caso operados por los departamentos o servicios autónomos de aguas y alcantarillado, conocidos en portugués como *Departamentos Autônomos de Águas y Esgotos – DAAE* y *Serviços Autônomos de Águas y Esgotos – SAAE*, ambos enmarcados en el ámbito de la gestión municipal. Paralelamente fue creado el primer instrumento jurídico de carácter institucional conocido como el Código de Aguas, orientado a la regulación del uso de los recursos hídricos nacionales, con la preocupación primordial de atender los requerimientos del sector eléctrico nacional que se planeaba construir y desarrollar (Depieri, 2010).

Otros períodos de expansión de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua fueron impulsados por la necesidad urgente de abordar algunos problemas de salud pública, tales como el miedo colectivo a epidemias en las ciudades y zonas rurales, donde se llevó a cabo la expansión del abastecimiento y saneamiento de agua durante el período 1910-1930; el impacto de la ayuda política de Norteamérica durante 1950-1960 y el estallido de la construcción de urbanismo que llevó a la aplicación de una planificación para el sector llevada a cabo por el gobierno federal a partir de 1969, e implementada a partir de 1971, conocida según Heller (2007, p.144) como *Plano Nacional de Saneamento – PLANASA*. Desde entonces, el sector de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño ha pasado por varias fases, tal y como se describe en el cuadro I.1

**Cuadro I.1 - Panorama de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil**

Fase	Período	Hechos
I	1968-1970	Creación del Sistema Financiero de Saneamiento y estructuración del <i>PLANASA</i>
II	1971-1983	Implementación y operación de <i>CESBs PLANASA</i> , con la fuerte expansión de la inversión de 1975-1982.
III	1983-1986	Crisis de los años 80 - La disminución de las inversiones
IV	1987-1988	Recuperación de la inversión
V	1989-1996	Nueva crisis en el sector - la extinción de <i>PLANASA</i> y la extinción del Ministerio del Interior
VI	1997-2006	Búsqueda de un nuevo modelo para la industria Inicio de la creación de las agencias reguladoras y búsqueda de un marco regulador para el sector.
VII	2007-2010	Aprobación de la Ley 11.445/2007 y del Decreto 7.217/2010, estableciendo y regulando las directrices nacionales para el saneamiento básico en Brasil

Fuente: Adaptado de Gazeta Mercantil (1998)



Operativamente, los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil evolucionaron conjuntamente con el crecimiento urbano de las ciudades y, actualmente, estos servicios se configuran en una estructura heredada del modelo *PLANASA* que, considerando la idea de ganancias a partir de la gestión de economías de escala, conjuntamente con la presunción de la hipótesis de que las áreas más ricas deberían subsidiar a las menos favorecidas, tenía como centro fundamental el proceso de universalización de los servicios.

Las aportaciones de Heller (2007, p.143) resultan significativamente interesantes para este estudio, al argumentar que las características principales de dichos servicios en Brasil se establecieron en la década de 1970, con la aplicación del modelo *PLANASA* durante la dictadura militar que comenzó en 1964, cuando un nuevo régimen estructural se estableció para el sector y cuya característica más significativa la constituyeron los cambios implementados en el ámbito federal sobre la responsabilidad de la prestación de los servicios.

Aunque por un lado la implementación del modelo *PLANASA* estuvo apoyada por los importantes aportes financieros obtenidos de dos fondos estructurales, uno del sistema de la vivienda y otro del propio sistema de saneamiento, conocidos como *Sistema Financeiro da Habitação - SFH* y *Sistema Financeiro de Saneamento - SFS*; ambos gestionados, por un lado, por el banco estatal conocido como el *Banco Nacional da Habitação - BNH* y, por el otro, por la política de financiamiento con préstamos destinados a la transferencia de competencias en materia de gestión de los servicios de agua y saneamiento de los operadores públicos municipales a operadores públicos regionales (en ese caso cubriendo todo un Estado Federado) como, por ejemplo, las *Companhias Estaduais de Saneamento Básico - CESBs*.

Con esas políticas el modelo obtuvo una adhesión de más de las dos terceras partes de los municipios y el resultado fue una cobertura concentrada del servicio, sobre todo en la distribución del agua, rompiendo la tradicional gestión municipal de los servicios. Este modelo se fue concretando con el establecimiento de una relación contractual entre los municipios y los gobiernos estatales, mediante la cual los municipios otorgaron la concesión para proveer los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en sus jurisdicciones a los servicios públicos de propiedad estatal, caracterizando un modelo no muy diferente al que se utiliza actualmente en muchas partes del mundo para formalizar la participación privada en la gestión de tan importante y vital servicio, a través del modelo de concesiones. (Depieri, 2010 y Heller, 2007).

Como producto final, el modelo *PLANASA* proporcionó la creación de 27 *CESBs*, generalmente corporaciones públicas bajo régimen de sociedad anónima y bajo control estatal, que tuvo vigencia oficialmente hasta 1992<sup>3</sup> y cuyo sistema financiero de saneamiento se acabó con el cierre del *BNH*, transfiriendo sus atribuciones para otro banco estatal brasileño llamado *Caixa Econômica Federal - CEF*. Ese evento forzó a las compañías a buscar de autosustentación económica y financiera, para la prestación de dichos servicios a la sociedad con la calidad necesaria.

Con una economía emergente, las discusiones para el sector en Brasil y para la política pública internacional se centran en las interacciones que deben darse entre la universalización de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua y las políticas públicas de salud y, consecuentemente, sobre sus reflejos en el desarrollo socioeconómico del país. Estas interacciones, conjuntamente con las atribuciones de cada una de las divisiones políticas de Brasil para el sector, están consolidadas en la Constitución de la República Federativa de Brasil de 1988; la que, en su Artículo 21º (XX), expresa que la Unión (gobierno federal), entre otras tareas, es responsable de establecer directrices para el desarrollo urbano, incluida la vivienda, el saneamiento y el transporte urbano. Igualmente en su Artículo 23 (IX), la Constitución establece que es responsabilidad común de las autoridades federales, estatales, del Distrito Federal y de los municipios la promoción de programas de construcción de viviendas y la mejora de las condiciones de vivienda y saneamiento básico. Asimismo, en el Artículo 30 (V), se asigna a los municipios la facultad de organizar y facilitar, directamente o por concesión o permiso, el interés público local. Por último, en el Artículo 200 (III), la carta magna ordena que el Sistema de Salud debe ser integrado con el sistema de saneamiento en la formulación y aplicación de políticas de saneamiento básico.

Otra disposición constitucional que debe ser mencionada, por la influencia que ha ejercido en el sector y con alcance a todos los servicios públicos, es el Artículo 175º, en el que se delega al Estado, conforme a lo dispuesto por la ley, ya sea directamente o por concesión o permisos, siempre a través de licitación, la prestación de los servicios públicos. Dicho artículo fue posteriormente desarrollado en dos instrumentos legales, uno relacionado con los procedimientos de compras y contratación en la gestión pública, conforme a la Ley 8.666/1993 del 21 de junio, por el que se instituyen las normas para licitaciones y contratos y, otro con el que se regula el régimen de concesiones y permisos para la prestación de los servicios públicos

---

<sup>3</sup> Depieri (2010)

previstos en el artículo 175 de la Constitución, plasmado en la Ley 8.987/1995 de 13 de febrero, posteriormente modificada por la Ley 9.074/1995 del 7 de julio, en la que se complementa la definición de normas para el otorgamiento y prórrogas de las concesiones y permisos de los servicios públicos.

La estructura contractual con la que se formalizan las concesiones de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua está regulada por la Carta Magna brasileña. Asimismo se puede encontrar mayor detalle de regulación en la Ley 8.666/1993 que rige en materia de licitaciones y contratos y en la Ley 8.987/1995 en la que se describen las autoridades con potestad para otorgar concesiones a los operadores de los servicios y donde destaca que dichos servicios podrán ser operados, exclusivamente, por los niveles de la Unión, del Estado Federado, del Distrito Federal y de los municipios.

En ese sentido, los municipios asumen un papel de titular y poder concedente de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil y los operadores, en sus distintas formas jurídicas, corresponden a las concesiones delegadas para la ejecución de los servicios. Sin embargo algunos juristas brasileños aún discuten los enlaces legales que resultan en ausencia de la unanimidad jurídica, generando divergencias sobre la titularidad de los servicios.

A pesar de su extinción oficial en 1992, en 2011 el modelo *PLANASA* aún continúa operativo y una gran parte de los municipios continúa siendo atendida por las 26 *CESBs* que aún existen, atendiendo a un 86%<sup>4</sup> de los municipios que son abastecidos con agua y a un 74%<sup>5</sup> de los municipios atendidos con sistema de saneamiento de agua, conforme describen datos oficiales para el año 2008. El poder residual de esa herencia estructural para dichos servicios públicos en Brasil, fue analizada empíricamente por Sabbioni (2008) y utilizando datos de 180 a 340 operadores (dependiendo del período) en un análisis con datos en panel correspondientes a los años 2000 a 2004 estimó la eficiencia relativa de las *CESBs* regionales (estatales) y tres diferentes tipos de empresas locales (municipales). Los resultados confirmaron la existencia de evidencias de economías de escala y demostraron que las *CESBs* tienen mejor gestión que los operadores privados y públicos locales, reforzando la hipótesis de economías de escala reales. Asimismo fue comprobado empíricamente que las premisas que justificaron la implementación del modelo *PLANASA* continuaban siendo válidas para Brasil, por lo menos hasta 2004.

---

<sup>4</sup> Calculado a partir de *Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental* (2010, p.ii)

<sup>5</sup> Idem

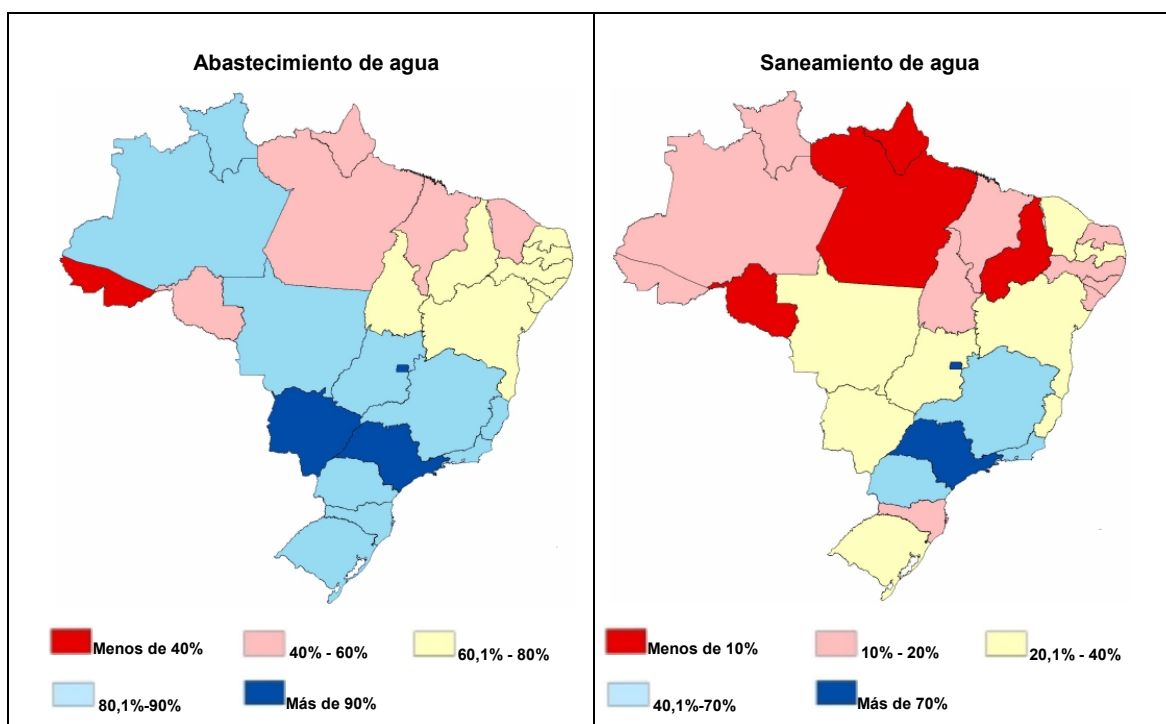
Aunque el estudio empírico de Sabbioni (2008) demuestra la existencia de economías de escala, que fue uno de los elementos motivadores del modelo *PLANASA*, algunas aportaciones realizadas por Heller (2007, p.148) indican que el modelo no ha alcanzado la cobertura universal y que existen actualmente importantes desigualdades para el acceso a los servicios de calidad, entre los diferentes municipios en los que operan las *CESBs*.

Por otro lado, Heller (2007, p.148) destaca que los datos obtenidos en su investigación sugieren que dicho modelo presentó las siguientes características: “1) prioridad al abastecimiento de agua en detrimento de los servicios de saneamiento, probablemente por razones de viabilidad económica-financiera; 2) el modelo no consiguió ampliar la cobertura, de la forma prevista, en los municipios correspondientes a las regiones más desarrolladas; quizás porque en esas regiones una mayor proporción de los municipios ejercen sus derechos de autonomía y, al mismo tiempo, no ofrecen contratos de concesión; 3) no fue capaz de ampliar la cobertura en los municipios con alto Índice de Desarrollo Humano - IDH, debido al hecho de que éstos eran más fuertes políticamente y sus servicios más rentables financieramente; y, 3) en el ámbito del saneamiento, se estableció menor prioridad a los municipios con menos de 20.000 habitantes, obviamente por razones de viabilidad económica-financiera”.

Según Echevengúá (2007) y Petersen y Brancher (2000), esos escenarios de cobertura y calidad de los servicios que caracterizaron el modelo eran preocupantes, lo que llevó a los organismos competentes a promover nuevas metas de cobertura para el sector, durante el período 1999-2010, las cuales fueron desarrolladas por el *Banco Nacional do Desenvolvimento - BNDES* que, a través de una política nacional de saneamiento, estableció una meta de cobertura del 96% de la población atendida con abastecimiento de agua hasta 2010 y de 65% de la población atendida con saneamiento de agua.

Hasta 2008, los datos del sistema nacional de información sobre el saneamiento de Brasil indicaron que el 81,2% de la población brasileña era abastecida con los servicios de abastecimiento de agua; 43,2% del agua residual era recogida y 34,6% del agua residual recogida era tratada. La figura I.4 a continuación presenta la franja de cobertura de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua, desde una perspectiva espacial para cada estado de la federación brasileña, hasta el año 2008.

Figura I. 4 - Cobertura de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil 2008



Fuente: Secretaria Nacional de Saneamiento Ambiental (2010, p. IV-V)

Se percibe que, de la misma manera que ocurre en el ámbito mundial, la cobertura de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil, no alcanzan niveles mínimos satisfactorios, y actualmente se encuentra muy lejos de cumplir las metas establecidas en su política nacional, especialmente la de cobertura de la atención y prestación de los servicios de saneamiento de agua.

Quizás uno de los obstáculos para alcanzar la meta de universalización de la política nacional de saneamiento brasileña, ha sido la falta de regulación, la cual estuvo olvidada hasta el 05 de enero de 2007, cuando fue promulgada la Ley 11.445/2007, en la que se establecieron las directrices nacionales para el saneamiento básico brasileño, y posteriormente reglamentada por el Decreto 7.217/2010, del 21 de junio. Desde la constitución brasileña; es decir casi veinte años, se esperaba un marco regulador como éste, ya que la constitución de 1988, conjuntamente con las leyes 8.666/1993, 8.987/1995 y 9.074/1995 apenas se limitaban a regular aspectos relacionados con las competencias, jurisdicciones, titularidades y formas de contratación y delegación de los servicios públicos.

De hecho, la única ley que entonces regulaba los servicios era el Decreto 79.367/1977, en el que fueron establecidas las normas de potabilización del agua fijadas por el Ministerio de la Salud, responsabilizando a los órganos y entidades de

los estados, municipios, Distrito Federal y los antiguos territorios de la actividad de los sistemas públicos de abastecimiento de agua.

En el actual marco reglamentario establecido por la Ley 11.445/2007 y por el Decreto 7.217/2010 se observa una evolución en el concepto de calidad, que inicialmente era concebido de manera limitada a la potabilidad del agua, a un concepto más amplio que alcanza el establecimiento de criterios técnicos y económicos, incluyendo la definición de estándares de eficiencia y productividad. Esto permite asegurar que el nuevo marco legal instituido representa una nueva realidad para el sector donde predomina el desarrollo y una visión orientada hacia los usuarios y el impacto social de los servicios de agua, tal como fue ilustrado en el cuadro I.1.

Se puede afirmar que, en la actualidad, las actividades y funciones establecidas para el sector de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil están alineadas con las actividades establecidas en el contexto internacional. Esto ha sido posible gracias a acciones legislativas como la aprobación de la Ley 11.445/2007 y del Decreto 7.217/2010, en los que se establecen y regulan las directrices nacionales para el saneamiento básico, fundamentales para una adecuada reorganización del sistema que requiere una necesaria y prioritaria transformación jurídica y conceptual, de cara a la preocupación mundial sobre la universalización del acceso a los servicios. Las principales aportaciones y consecuencias de las novedades incluidas en los mencionados instrumentos legales son presentadas, discutidas y argumentadas a continuación.

### **I.3.2 Del modelo *PLANASA* hacia un nuevo contexto para el sector de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil**

Como se ha indicado anteriormente, los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil son prestados con la ejecución de las actividades ilustradas en la figura I.1, las cuales están consolidadas en un concepto más amplio de Saneamiento Básico que se encuentra regulado por la Ley 11.445/2007 y por el Decreto 7.217/2010, tal como ocurre en Portugal, donde se incorpora también la gestión de residuos sólidos como una de las actividades del sistema. Sin embargo, los operadores que llevan a cabo la prestación de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil, son diferentes y trabajan de forma independiente de aquellos operadores que se encargan de ejecutar las actividades de tratamiento de residuos sólidos, siendo esta la razón principal por la que este tipo de actividad no se aborda en esta investigación.

El nuevo contexto delimitado por la legislación en Brasil está basado en doce principios rectores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua desde 2007, significando un importante cambio en la conducta de todos los agentes y operadores del sistema de prestación de los servicios, alcanzando a gobiernos, prestadores, reguladores y la sociedad en general representada por las comunidades. Algunos de esos principios, tales como la universalización del acceso, adopción de métodos, técnicas y procesos en los que se consideren las peculiaridades locales y regionales, eficiencia y sostenibilidad económica y control social, destacan por su interés para el presente trabajo de investigación.

Tal como se ha indicado, el modelo heredado de *PLANASA* continúa hoy con sus características conservadas en el nuevo marco legal, ya que en el Capítulo III de la Ley 11.445/2007 y en la Sección IV del Decreto 7.217/2010 está reglamentada la prestación regionalizada del servicio, definiendo también las posibilidades de regulación de la prestación de los servicios, lo que representa un gran avance en el contexto actual del sector, en comparación con el modelo anterior basado en la autorregulación.

Aunque la regulación de los servicios fue establecida a partir de la promulgación de la Ley 11.445/2007, algunos organismos con protestad de ceder la explotación de los servicios ya ejercían su poder de titularidad de acuerdo con lo establecido en la constitución de 1988, creándose agencias reguladoras en el ámbito de los estados federados y los municipios como, por ejemplo, las agencias creadas en el Estado *Rio Grande do Sul* en 1997 y en el municipio de *Cachoeiro de Itapemirim* en 1999, conocidas como pioneras en la regulación de los servicios en Brasil.

Cabe mencionar también que el nuevo modelo reglamentario ha respondido a importantes inquietudes y necesidades del sector, constituyéndose como una poderosa herramienta para la resolución de conflictos jurídicos sobre la titularidad de los servicios y para conseguir su mejor ordenamiento, con una clara orientación hacia la universalización de los servicios, basada en los conceptos de planificación, regulación, fiscalización, prestación de los servicios, control social, gestión asociada, prestación regionalizada y subsidios. Se cree entonces que con este nuevo marco legal serán superadas las limitaciones del modelo *PLANASA* y que la combinación de sus premisas y conceptos pueden potenciar los procesos de universalización de los servicios, regulación y control social.

Como se ha comentado anteriormente, con la implementación del modelo *PLANASA* se inyectaron recursos financieros suficientes para realizar las inversiones

necesarias para el sector de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua entre los años 1969 y 1992, condicionando la financiación a los municipios que concediesen a las *CESBs* las operaciones de los servicios.

De forma diferente el *PAC*, conjuntamente con el nuevo marco normativo de la actual política federativa de saneamiento básico (Capítulo IX de la Ley 11.445/2007) y el plan de saneamiento básico de la Unión (Capítulo III del Decreto 7.217/2010), establecen otros factores como indispensables para financiar los servicios, con aportes del gobierno Federal, considerando el cumplimiento de valores mínimos con respecto a 1) resultados de la gestión del prestador en la dimensión técnica, económica y financiera de los servicios y, 2) eficiencia y eficacia de los servicios, a lo largo de la vida útil del emprendimiento.

No obstante, para poder evaluar el cumplimiento de dichas metas es necesario definir un estándar o parámetro de comparación para medir los resultados de la gestión de los operadores del sector y evaluar si éstos se encuentran alineados con los criterios definidos en el plan estratégico para el sector, diseñado por el titular de los servicios; en este caso, el plan municipal de saneamiento básico de cada municipio. La aprobación y aplicación también se considerarán como factores condicionantes para ser beneficiarios de las fuentes de financiación gubernamental a partir del año de 2014 (§ 2º, ítem III, artículo 26 del Decreto 7.217/2010) y de acuerdo con los resultados de la gestión según parámetros establecidos previamente para la prestación de los servicios.

Finalmente, se destaca otro de los factores condicionantes para optar al financiamiento gubernamental que es el principio del control social, contemplado en el capítulo VIII de la Ley 11.445/2007 y en el capítulo IV del Decreto 7.217/2010, en los que se garantiza la participación de la sociedad como agente de actuación en el sector a través de mecanismos como debates, audiencias públicas, conferencias y participaciones en consejos para su discusión, estructurados por los titulares de los servicios y con sanciones que podrían llegar a prohibir el acceso a los recursos Federales, en caso de no cumplir con el control social.

Otro aspecto importante que está considerado en el marco legal es que debido a que las financiaciones están caracterizadas como planes de políticas públicas, éstas tienen períodos de vigencia, pudiendo fallar en función de la existencia de problemas fiscales y, con ello, los operadores solo podrían contar la autofinanciación y/o financiaciones a partir de recursos privados provenientes de terceros, tal como sucedió con el modelo *PLANASA*, donde las *CESBs* estaban financiadas con aportes



gubernamentales e incentivos fiscales que llevaron conjuntamente a la extinción del modelo. En consecuencia el nuevo marco legal exige como contrapartida, la sostenibilidad económica (ítem VII, art. 2º de la Ley 11.445/2007 e ítem VII, art. 3º del Decreto 7.217/2010), como principio de la prestación de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua. Cabe destacar también que el art. 45 del Decreto 7.217/2010 determina que los servicios tendrán sostenibilidad económico-financiera asegurada siempre que sea posible, por medio de una remuneración que permita la recuperación de los costes de los servicios prestados de forma eficiente.

Anteriormente el concepto de sostenibilidad económico-financiera se limitaba al tradicional concepto de equilibrio económico-financiero, asumiendo el principio de eficiencia de los contratos para la prestación de los servicios, firmados entre titular y operador, tal como se indica en las leyes 8.666/1993, 8.987/1995 y 9.074/1995. Este concepto es limitado y no contempla la sostenibilidad económico-financiera como un todo, ya que adolece de algunos aspectos de las finanzas corporativas que no permite considerar el equilibrio económico-financiero a largo plazo, lo que caracteriza una adecuada y moderna concepción de sostenibilidad.

Eficiencia y sostenibilidad económico-financiera son principios básicos de buenas prácticas para cualquier negocio en marcha. Posiblemente las deficiencias en estos principios básicos presentes en el modelo *PLANASA* incidieron de manera significativa, que lo convirtió en un sistema enfermo con alta dependencia financiera en muchas de las *CESBs*.

De hecho, la herencia del modelo *PLANASA* carecía de contexto legal para la regulación de la prestación de los servicios en el que se pudieran equilibrar los intereses de la sociedad, de los operadores y del titular de los servicios; de tal manera que la regulación técnico-económica no obedeciera a intereses individuales o particulares. Fueron reconocidas como pioneras en este campo la creación, en 1997, de la *Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Rio Grande do Sul - AGERGS* y, en 1999, de la *Agência Municipal de Regulação dos Serviços de Saneamento de Cachoeiro de Itapemirim - AGERSA* y, posteriormente, seguido de otras veinticinco iniciativas más en el ámbito estatal y municipal hasta el año de 2010. La tendencia es que, en un futuro próximo, todos los operadores actualmente autorregulados pasen a ser regulados por agencias reguladoras propias o por agencias delegadas, en función de los propios principios de la prestación de los servicios, además de otras características específicas que serán abordadas en la parte III de esta investigación.

Se puede afirmar que el modelo *PLANASA* ha sido uno de los más importantes inductores o factores motivadores de la estructura actual de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil, pasando por importantes modificaciones de acuerdo al contenido de instrumentos legales, como la Ley 11.445/2007 y el Decreto 7.217/2010, donde se estableció que los diferentes tipos de operadores deben ser igualmente tratados. Los diferentes tipos de operadores, de acuerdo a sus características hasta el año 2008, serán abordados a continuación.

### **I.3.3 Caracterización de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil**

Según el *Programa de Modernização do Setor Saneamento* (2009, p.D.2), los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil presentan tres principales características: a) alcance de sus operaciones, diferenciándolas por la cantidad y complejidad de sus sistemas de prestación de servicios, tanto en los sistemas físicos, como el político/institucional y territorial/espacial, estando divididas en tres clases; b) marco jurídico-administrativo que establece diferencias en las formalidades legales y administrativas para cada una de las dimensiones de su gestión y dividida en siete categorías, y; c) tipos de servicio que son ofrecidos a los usuarios de abastecimiento de agua y saneamiento, estando divididas en tres modalidades de combinación de los diferentes servicios.

Con relación al alcance de las operaciones, los operadores de los servicios se dividen, según el *Programa de Modernização do Setor Saneamento* (2009, p.D.2-D.3), en las siguientes categorías de alcance o ámbito geográfico: a) Regionales, con alcance para los usuarios servidos por entidades legalmente constituidas para administrar los servicios y operar el sistema y que atiende varios municipios con sistemas integrados o aislados, donde se encuentran las *CESBs*; b) Microregionales, con alcance para los usuarios operados por entidades legalmente constituidas para administrar los servicios y operar el sistema y que atienden generalmente a una pequeña cantidad de municipios, con sistemas integrados o aislados<sup>6</sup> y, c) Locales, con alcance para los usuarios operados por entidades legalmente constituidas para administrar los servicios y operar el sistema en el municipio, donde se encuentran los servicios municipales públicos y privados.

---

<sup>6</sup> Donde se encuentran los consorcios intermunicipales conocidos como mancomunidades en España

Otra característica que debe ser destacada por su gran importancia se refiere al marco jurídico-administrativo ya que, en él, se regulan los aspectos relacionados con la titularidad y propiedad de los servicios. Según el *Programa de Modernização do Setor Saneamento* (2009, p.D.3), el sistema de propiedad se encuentra dividido de acuerdo a las siguientes categorías:

- a) Gestión pública directa centralizada. En esta categoría se encuadran los operadores sin autonomía administrativa, siendo organizados por oficinas, departamentos u otros organismos o unidades de la administración local centralizada.
- b) Autarquía pública. Conformada por personas jurídicas de derecho público creadas por ley especial, con patrimonio propio, funciones públicas y la autonomía administrativa específica bajo el control estatal o municipal.
- c) Empresa pública. Categoría de entidades públicas creadas por ley con la personalidad jurídica de derecho privado y con capital exclusivamente público, conformado en una o más entidades, pero siempre de capital público.
- d) Sociedad de economía mixta con gestión pública. Entidades públicas creadas por ley, con capital mixto (público y privado) con mayoría de las acciones con derecho a voto reservadas para el sector público y de gestión exclusivamente pública, con todos sus ejecutivos designados y controlados por el poder público.
- e) Sociedad de economía mixta con gestión privada. Corresponde a esta categoría las entidades públicas creadas por ley, con capital mixto (público y privado), con la participación de socios privados en el negocio y algunos de sus ejecutivos designados por los representantes de la proporción de inversores privados.
- f) Empresa privada. Empresas de capital predominante o totalmente privado, administradas exclusivamente por particulares.
- g) Organización social. Categoría compuesta por entidades de la sociedad civil organizadas en calidad de organizaciones sin fines de lucro a las que se les ha delegado la administración y gestión de los servicios.

Con relación al marco contable brasileño que rige las instituciones de derecho público y de derecho privado deben destacarse, por su importancia con los objetivos de esta investigación, dos normas contables. La primera de ellas regulada por la Ley 4.320/1964, de 17 de marzo, por la que se establecen las normas generales de derecho financiero para la preparación y control de los presupuestos y balances de la Unión, Estados, Municipios y del Distrito Federal y por la Ley Complementaria 101/2000, de 4 de mayo, por la que se establecen las normas que regulan las finanzas públicas para la responsabilidad en la gestión fiscal.

El segundo instrumento legal relacionado con el marco contable es la Ley 6.404/1976, de 15 de diciembre, en la que se regulan las sociedades por acciones. Esta ley fue modificada posteriormente por la Ley 11.638/2007, del 28 de diciembre, en la que se modificaron, principalmente, aspectos relacionados con la estructura de los estados financieros y otras adecuaciones necesarias establecidas por las normas internacionales de contabilidad. Asimismo fue modificada también por la Ley 11.941/2009, del 27 de mayo, en la que se incorporaron las transiciones de los aspectos tributarios.

Por otro lado, la estructura de gestión pública directa centralizada y las autarquías públicas se encuentran reguladas por la Ley 4.320/1964, mientras que las empresas públicas, las sociedades de economía mixta con gestión pública y privada, empresas privadas y organizaciones sociales, están encuadradas en la Ley 6.404/1976. En otras palabras, se puede afirmar que se encuentra completa y suficientemente regulada, desde el punto de vista contable, la gestión de los servicios de agua y saneamiento en Brasil.

Las exigencias en la legislación brasileña, relacionadas con la publicación de los estados financieros, se encuentran debidamente descritas, tanto para las instituciones de derecho público, como de derecho privado. Según la norma, las primeras, las instituciones de derecho público, están obligadas a publicar cada tres meses informes bimestrales contentivos del estado del resultado presupuestario; liquidación del presupuesto de ingresos y gastos, estado demostrativo; entre otros requisitos formales no menos importantes; tal como se consagra en los artículos 52 y 53 de la Ley Complementaria 101/2000. Por su parte, las instituciones de derecho privado, deben publicar el informe de gestión, las cuentas anuales y dictamen de auditoría financiera externa; entre otros requisitos, tal como se establece en el artículo 133 de la Ley 6.404/1976.

Desafortunadamente los resultados contables de las instituciones de derecho público y privado no resultan comparables, debido a la diversidad de criterios contables que rigen cada una, dificultando la evaluación comparativa de los resultados de la gestión entre las dos formas de asociación. Esto es válido, muy especialmente para el modelo de gestión pública directa centralizada, en la que los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua corresponden a un fondo especial de la Concejalía de Infraestructura de la administración local y que, en muchos casos, sus presupuestos son combinados con los de otros fondos relacionados, perjudicando así la elaboración de reportes con información contable fiable sobre la prestación de los servicios.

Para las Sociedades de economía mixta con gestión pública y privada de alcance regional, como otra circunstancia heredada del modelo *PLANASA*, fueron estructurados los procedimientos contables de acuerdo con el manual de sistemática contable<sup>7</sup> propuesto por el Banco Nacional de Vivienda. Este manual fue desarrollado con base en la Ley 6.404/1976 y ajustado a la realidad de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, lo que facilitó la realización de comparaciones entre los resultados de la gestión de las instituciones bajo estas dos formas jurídicas.

Finalmente, la última característica señalada en el *Programa de Modernização do Setor Saneamento* (2009, p.D.5), se refiere a los tipos de servicios que son ofrecidos a los usuarios. En ese sentido establece que los operadores pueden prestar solamente uno de los servicios de abastecimiento de agua o de saneamiento de agua o, para algunos casos, la prestación conjunta de abastecimiento y saneamiento de agua.

Aunque está menos fragmentado que los sistemas de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua franceses, estadounidenses y japoneses, el sistema brasileño también presenta cierto nivel de fragmentación. Para 2008, el sistema brasileño estaba compuesto por un total de 905<sup>8</sup> operadores distribuidos, para cada tipo, de acuerdo con los datos consolidados del sistema nacional de información sobre saneamiento, tal como se ilustra en la tabla I.1 a continuación.

---

<sup>7</sup> Banco Nacional de Habitação (1985)

<sup>8</sup> Programa de Modernização do Setor Saneamento (2009)

Tabla I.1 – Distribución de operadores, por tipo, en 2008

	Regionales	Micro regionales	Locales	Total
<b>Gestión pública directa centralizada</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>419</b>	<b>419</b>
Sólo abastecimiento de agua	0	0	250	250
Sólo saneamiento de agua	0	0	5	5
Abastecimiento y saneamiento de agua	0	0	164	164
<b>Autarquía pública</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>385</b>	<b>390</b>
Sólo abastecimiento de agua	1	1	150	152
Abastecimiento y saneamiento de agua	0	3	235	238
<b>Empresa pública</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
Sólo abastecimiento de agua	0	0	3	3
Abastecimiento y saneamiento de agua	0	0	3	3
<b>Sociedad de economía mixta con gestión</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>33</b>
Sólo abastecimiento de agua	1	0	1	2
Abastecimiento y saneamiento de agua	22	0	9	31
<b>Sociedad de economía mixta con gestión</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
Abastecimiento y saneamiento de agua	1	0	0	1
<b>Empresa privada</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>50</b>	<b>54</b>
Sólo abastecimiento de agua	0	0	23	23
Sólo saneamiento de agua	0	0	2	2
Abastecimiento y saneamiento de agua	1	3	25	29
<b>Organización social</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Sólo abastecimiento de agua	0	0	2	2
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>7</b>	<b>872</b>	<b>905</b>

Fuente: Consolidado desde *Secretaría Nacional de Saneamiento Ambiental* (2010)

La gestión pública directa centralizada está compuesta por 419 operadores y las autarquías públicas con 390 operadores que, sumados en conjunto, suministran servicio a cerca del 19,4% de la población brasileña. Sin embargo, las sociedades de economía mixta con gestión pública de alcance regional son las que atienden la mayor parte de la población, prestando servicios a un 67,4% del total, lo que permite comprobar la fortaleza del modelo *PLANASA* heredado.

Cabe mencionar también, como último punto de discusión, entre los diferentes tipos de operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, la creciente organización corporativa de los operadores del sector que, en Brasil, corresponde a los operadores representados por empresas en régimen de sociedades anónimas (sociedades de economía mixta con gestión pública y privada) y gran parte de las empresas privadas, que atienden a la población brasileña en casi 79% del abastecimiento de agua y 72% del saneamiento de agua. Asimismo, los operadores en este régimen producen 80% del agua y son responsables por un 83% del agua residual tratada, los cuales serán objeto de estudio empírico de esta investigación.

Independientemente de la tipificación de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, las necesidades de universalización de los servicios y las imposiciones del nuevo marco regulador definido por la Ley

11.445/2007 y por el Decreto 7.217/2010, hacen necesarias medidas de evaluación de los resultados de la gestión con base en indicadores y valores estándares previamente definidos para el sector. A continuación se describen las iniciativas estructuradoras de medidas de evaluación de los resultados de la gestión.

#### **I.4 Importancia de la evaluación de la gestión en la prestación de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua**

Referirse al cumplimiento de los objetivos establecidos para sectores de interés público, donde la sociedad es la principal interesada en su cumplimiento con altos niveles de calidad, obliga a prestar especial atención a una adecuada y oportuna evaluación de los resultados de la gestión de los operadores. En este sentido, la existencia de un sistema de indicadores de gestión se convierte en un elemento crucial para evaluar la responsabilidad social del sector y el cumplimiento adecuado de sus objetivos.

Alegre et al. (2006, p.9-10) afirman que los indicadores de gestión corresponden a medidas de eficiencia y eficacia de la prestación de los servicios de una empresa que resultan de la combinación de diferentes variables que son consideradas como datos en una visión sistémica; en resumen, consiste en un valor, como resultado de la evaluación de la "regla de procesamiento", expresado en unidades de medición específicas y un grado de confianza indicado por la calidad de los datos representados por el indicador.

En los apartados que se desarrollan a continuación son abordadas diversas iniciativas para el diseño e implementación de sistemas de indicadores de gestión en algunos organismos de ámbito mundial y, posteriormente será presentado el sistema de indicadores de gestión brasileño.

##### **I.4.1 Iniciativas de implementación de sistemas de indicadores para la evaluación de la gestión.**

Algunos organismos internacionales, como la *International Water Association – IWA*, la *International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities – IBNET*, la Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas – ADERASA, *Southeast Asian Water Utilities Network – SEAWUN*, y también algunos organismos nacionales de algunos países, como *Water Services Regulation Authority – Ofwat* (Inglaterra y Gales), *American Water Works Association - AWWA* (Estados Unidos), *Water Services Association of Australia – WSAA*, *Australian Government National Water Commission – NWC*, *National Water Initiative – NWI* (Australia),

*Vereniging voor Waterbedrijven in Nederland – Vewin* (Países Bajos) o el *Ministério das Cidades* (Brasil), por medio de su *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS*, han llevado a cabo iniciativas de estructuración de sistemas de indicadores de gestión dedicados a la evaluación de los resultados de la gestión del sector, en algunos casos con objetivo de poder llevar a cabo comparaciones entre las distintas entidades y operadores. Los hitos relevantes de algunas de estas iniciativas son presentados en la figura I.5 a continuación.

**Figura I.5 - Hitos relevantes en la estructuración y utilización de indicadores de gestión en los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua**

1992	El <i>Ofwat</i> que fue creado en 1989 publica el informe de análisis de la información de las compañías de agua de Inglaterra y Gales para el periodo 1990/1991. ( <i>Office of Water Service</i> ; 1992)
1995	Las ciudades de Copenhague, Oslo, Helsinki, Estocolmo, Gotemburgo y Malmö deciden iniciar una comparación de la gestión del servicio mediante el uso de indicadores. El proyecto ha evolucionado a través de los años en las nuevas formas de evaluación comparativa. (Alegre y Cabrera; 2010)
1996	El Banco Mundial lanzó una iniciativa que permitiría a los profesionales del sector de agua y saneamiento interesados, comparar los datos de la gestión de las empresas creando la <i>IBNET</i> . ( <i>International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities</i> ; 2010) <b>El Ministerio de la Ciudad brasileño implantó el Sistema Nacional de Información sobre Saneamiento – SNIS, con datos de los operadores del año de 1995. (Programa de Modernização do Setor Saneamento; 2005)</b> La <i>American Water Works Association Research Foundation</i> concluyó el estudio de investigación del análisis comparativo de la gestión de operadores de agua. (Alegre; 1998)
1997	Organización de un <i>workshop</i> en Portugal destinado a reunir especialistas de 22 países para el estudio de las experiencias existentes y estructurar una primera propuesta para indicadores del <i>IWA</i> . (Alegre; 1998) La <i>Vewin</i> puso en marcha el proceso voluntario de evaluación de la gestión comparada en los Países Bajos. (De Witte y Marques; 2009)
1998	La Asociación de Servicios de Agua de Australia - <i>WSAA</i> comienza a publicar informes con datos auditados sobre los principales servicios públicos urbanos en el país. <i>WSAA</i> inicia los esfuerzos para la puesta en marcha del proceso internacional de evaluación comparativa llevado a cabo en el año 2004. (Alegre y Cabrera; 2010)
2001	Un proyecto de medidas de evaluación comparativa en el contexto de un proyecto piloto de medidas de evaluación comparativa, la <i>IWA</i> establece el concepto de evaluación de la gestión voluntario del suministro de agua en Alemania. Una primera aplicación importante del sistema de indicadores de la <i>IWA</i> fue un proyecto en Baviera (Alemania), con casi 100 pequeñas y medianas empresas de servicios públicos (Alegre y Cabrera, 2010)
2004	Operadores portugueses empiezan a reportar al regulador nacional de los servicios de agua la Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas - <i>ADERASA</i> empieza a publicar el Informe Anual de <i>Benchmarking</i> para los operadores de las Américas, mediante un sistema de indicadores de gestión basado en la propuesta de la <i>IWA</i> . (Alegre y Cabrera, 2010 y Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas, 2004) La <i>SEAWUN</i> aplicó la primera fase de un programa con 47 empresas de servicios públicos de agua del sudeste de Asia en Camboya, Indonesia, Laos, Filipinas, Tailandia y Vietnam para recoger, analizar e informar sobre la gestión del año 2003 de los operadores en el contexto de <i>IBNET</i> ( <i>Southeast Asian Water Utilities Network</i> ; 2010).
2007	Publicación de la norma ISO 24500: 2007 - Actividades relacionadas con los servicios de agua potable y aguas residuales (Alegre y Cabrera; 2010).
2008-2009	Muchas de las aplicaciones de indicadores de gestión en todo el mundo se reportan en el <i>PI08- IWA</i> y conferencias <i>PI09</i> (Alegre y Cabrera; 2010).



Como puede observarse, la *Ofwat* ha sido pionera en el desarrollo e implementación de sistemas de indicadores de gestión, lo que no sorprende, ya que el proceso de privatización y el marco regulador de Inglaterra y Gales es considerado como un modelo mundial (ver apartado III.3.1) que ha ido evolucionando con importantes incitativas internacionales como la desarrollada en 1996 por la *IBNET* para un plan internacional y la desarrollada en 2001 por la *IWA*, hasta originar un proceso de normalización de calidad (ISO 24500:2007) en 2007.

A pesar de los importantes pasos que se han dado en el desarrollo y evolución durante casi dos décadas, ha sido especialmente difícil para los organismos implementar procesos sostenibles de evaluación de los resultados de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en el mundo, conformando esta situación un especial incentivo y objeto de estudio para que los investigadores sumen esfuerzos para diseñar y estructurar sistemas efectivos de indicadores de gestión validados por el uso y los resultados obtenidos de su aplicación.

Una de las primeras investigaciones empíricas sobre la evaluación de los resultados de la gestión para el sector fue realizada por Ford y Warford (1969), cuyo objetivo principal fue el diseño de una función adecuada para explicar los costes unitarios en la industria de abastecimiento de agua en Inglaterra y Gales. Las variables utilizadas en sus análisis de regresión con las que definió la función de costes fueron agua distribuida, costes totales, densidad poblacional y cobertura del servicio.

Posteriormente otras investigaciones han sido realizadas con datos actualizados, entre las que destaca la llevada a cabo por De Witte y Marques (2010), quienes realizaron un análisis comparativo del régimen de incentivos en cinco países y a través del estudio de cinco diferentes aspectos: 1) la evaluación comparativa de la gestión del sector de agua potable en los Países Bajos; 2) la privatización en Inglaterra y Gales; 3) el sólido marco normativo en Australia; 4) el suministro municipal con la participación del sector privado en Portugal; y, 5) los diferentes niveles de gestión pública en Bélgica. Para eso los investigadores utilizaron el *DEA* con las variables agua distribuida, trabajo, porcentaje de aguas captadas de fuentes subterráneas, producto interno bruto, nivel de corporativización del operador, número de conexiones, longitud de la red, proporción de consumidores industriales y domésticos, tipo de regulación, pérdidas en el sistema, consumo *per cápita*, participación en la evaluación comparativa de los resultados de la gestión, servicios prestados por el operador (solo agua o agua y saneamiento) y cantidad de municipios cubiertos.

Existe una coherencia entre las variables utilizadas en los estudios empíricos y los componentes de los indicadores de gestión para el sector, favoreciendo la realización de comparaciones internacionales de los resultados de la gestión en la prestación de los servicios entre diversos países, lo cual permite conferir validez e importancia a esas iniciativas. Sin embargo, una primera cuestión a ser indagada es si dichas iniciativas son coherentes entre sí, y si con los indicadores de gestión reflejarían uniformidad en su evaluación. Las respuestas harían posible la consolidación de estadísticas internacionales consistentes, ayudando así a diseñar e implementar políticas públicas de ámbito internacional para el sector. En el cuadro I.2 a continuación se puede observar las agrupaciones de datos e indicadores de gestión diseñados por algunos organismos en su configuración actual.

**Cuadro I.2 - Clasificación de los datos e indicadores de los sistemas de evaluación de la gestión**

Organismo	Clasificación de los indicadores
IWA <sup>9</sup>	Recursos de agua; Recursos de medio ambiente; Recursos humanos; Aspectos físicos; Aspectos operativos; Calidad de los servicios y Económico- financieros
IBNET y SEAWUN <sup>10</sup>	Cobertura de los servicios; Consumo y producción de agua; Agua no contabilizada; Contadores; Gestión de la red; Costos operativos y personal; Calidad del servicio; Facturación y recaudación; Gestión financiera; Activos; Viabilidad económica y Procesos.
ADERASA <sup>11</sup>	Estructura del servicio; Operativos; Calidad del servicio; Económico-Financieros.
AWWA <sup>12</sup>	Desarrollo organizacional; Relación con los clientes; Operaciones comerciales; Operaciones de agua y Operaciones de aguas residuales.
WSAA, NWC y NW <sup>13</sup>	Recursos de agua; Activos; Consumidores; Medio ambiente; Precio y finanzas y Salud pública.
SNIS <sup>14</sup>	<b>Económicos (financiero y administrativos); Operativos de agua; Operativos de alcantarillado; Balance y Calidad.</b>
Vewin <sup>15</sup>	Calidad del agua; Servicios; Medio Ambiente; Finanzas y Eficiencia

Como puede observarse en el cuadro anterior, cada organismo ha estructurado sus grupos de indicadores de gestión según sus propios criterios. Sin embargo, el aspecto económico-financiero y la calidad de los servicios resultan elementos

<sup>9</sup> Para conocer los detalles de los indicadores, consultar Alegre et al. (2006, p. 131) y Matos et al. (2003, p.21).

<sup>10</sup> Para conocer los detalles de los indicadores, consultar *International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities* (2004).

<sup>11</sup> Para conocer los detalles de los indicadores, consultar Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas (2007)

<sup>12</sup> Para conocer los detalles de los indicadores, consultar *American Water Works Association* (2010).

<sup>13</sup> Para conocer los detalles de los indicadores, consultar *Water Services Association of Australia* et al. (2010).

<sup>14</sup> Para conocer los detalles de los indicadores, consultar *Programa de Modernização do Setor Saneamento* (2005)

<sup>15</sup> Para conocer los detalles de los indicadores, consultar *Association of Dutch Water Companies* (2010).

comunes para todas las iniciativas descritas, demostrándose la importancia dada por esas entidades a la sustentabilidad económico-financiera conjuntamente con la calidad de los servicios.

Tal como se refleja en la figura I.5, el *SNIS* fue el producto de la iniciativa brasileña de diseño e implementación de indicadores de gestión para los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en 1996, con datos proporcionados por los operadores hasta 1995. Es decir, ya se han cumplido quince años de su existencia desde su creación por el Ministerio de las Ciudades brasileño mostrando un crecimiento durante ese período en el número de adhesiones de operadores de los servicios. Una breve descripción de ese sistema se presenta a continuación.

#### **I.4.2 El Sistema Nacional de Información sobre el saneamiento brasileño y los indicadores de gestión para el sector**

El Sistema Nacional de Información sobre el saneamiento brasileño fue concebido dentro del programa para la modernización del sector, denominado *Programa de Modernização do Setor de Saneamento – PMSS* que, desde 2003, es administrado por el Ministerio de las Ciudades brasileño. Este sistema consiste en un banco de datos administrado a nivel federal y que contiene información amplia sobre la calidad de la prestación de servicios de agua y alcantarillado y, más recientemente, de residuos sólidos. Asimismo, el sistema controla datos relacionados con la situación técnica operativa, gerencial y financiera de una parte significativa de los operadores que actúan en ese mercado. Dicho sistema permitió subsanar una grave deficiencia de información en el área de saneamiento brasileño, en contraste con la cantidad y calidad de los sistemas de información existentes en el área de la salud (Salles y Melamed, 2009, p.208-209).

Inicialmente, el sistema funcionaba con la recogida de datos de forma voluntaria y, en algunos casos, condicionado a la concesión de recursos de proyectos del Gobierno Federal. Sin embargo, el artículo 53 de la ley 11.445/2007 y el capítulo V del decreto 7.217/2010, que respectivamente promovió y reglamentó la creación de un sistema de información nacional para el sector denominado *Sistema Nacional de Informações em Saneamento – SINISA*, convirtieron el envío de datos en una condición obligatoria.

Según Miranda (2009, p.222), la concepción del *SINISA* tiene su origen en el actual *SNIS*, adecuándose a las directrices establecidas en la Ley 11.445/2007 e integrando una red descentralizada y articulada, verticalmente y horizontalmente,

destinada al suministro de información y a la evaluación de las políticas públicas, en consonancia con el plan nacional de saneamiento básico. Según el *Programa de Modernização do Setor Saneamento* (2009, p.C.3) los principales objetivos del SNIS son:

- Planificación y ejecución de políticas públicas en materia de abastecimiento y saneamiento de agua;
- Orientación en la aplicación de los recursos;
- Comprender y evaluar el sector de abastecimiento y saneamiento de agua;
- Evaluación de los resultados de la gestión de los proveedores de servicios;
- Mejora de la gestión, elevando los niveles de eficiencia y eficacia;
- Orientación de las actividades de regulación; y,
- Evaluación de resultados comparativos de la gestión y guía de referencia para la medición de los resultados de la gestión.

Actualmente, la base de datos del SNIS para el sector de abastecimiento y saneamiento de agua está estructurada con 126 datos primarios de entrada, divididos en 6 diferentes grupos de datos: I) 26 datos agrupados sobre información operativa del abastecimiento de agua, II) 15 datos agrupados sobre información operativa de saneamiento de agua, III) 12 datos agrupados con información económico-financieras del balance, IV) 35 datos agrupados con información financiera, V) 11 datos agrupados con información general y, VI) 21 datos agrupados con información sobre la calidad de los servicios.

A partir de esos datos se producen 85 indicadores, distribuidos en 5 grupos: I) 32 indicadores de naturaleza económico-financiera y de gestión, II) 22 indicadores de naturaleza operativa sobre abastecimiento de agua, III) 8 indicadores de naturaleza operativa sobre el saneamiento de agua, IV) 9 indicadores de naturaleza contable; y, V) 14 indicadores sobre la calidad de los servicios. La relación de los datos primarios de entrada e indicadores son presentadas en el anexo II.

Elegir los datos e indicadores y convertirlos en variables de un proceso de evaluación de los resultados de la gestión para el sector, no es una tarea fácil. Un estudio empírico pionero en Brasil, desarrollado por Corrar (1981), tuvo como objetivo la selección de los principales indicadores para la evaluación de los resultados de la gestión financiera y operativa del sector, a través de técnicas estadísticas de correlación de *Pearson*, para verificar la relación entre los indicadores contables-financieros y los indicadores operativos, combinado con la técnica multivariante de análisis factorial para jerarquizar los factores más significativos y, con esto, determinar

los indicadores más importantes del proceso. Finalmente, el estudio concluyó que los indicadores derivados de la información de de tipo operativo, son tan importantes como los indicadores económico-financieros en un sistema de evaluación de la gestión del sector.

De todos los argumentos anteriores se puede inferir que existe una preocupación entre los investigadores con relación a los resultados de la gestión económico-financiera del sector, así como a su evaluación, en función del número de indicadores de orden económico-financiero, de gestión y de balance, propuestos por el SNIS, evidenciándose sintonía con el nuevo marco de regulación para el sector y orientado a la sostenibilidad económico-financiera.

En relación el análisis de la gestión de los operadores de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil, al menos trece estudios empíricos analizan este concepto en las dimensiones de productividad y eficiencia, a través de distintos métodos cuantitativos de estimación, lo cuales serán comentados en el apartado III.7.2.

La propuesta final del sistema está centrada en la posibilidad de desarrollar el análisis de los datos de acuerdo a los siguientes criterios: niveles de servicio; características físicas de los sistemas, tales como ampliaciones de la red y la cantidad de conexiones y cuentas; producción y consumo; empleos, ingresos y gastos; tarifas y costes medios; inversiones; calidad de los servicios ofrecidos; resultados de la gestión de los proveedores de servicios, centrándose en los aspectos financieros, productividad, costes con personal y pérdidas de ingresos; evaluación económico-financiera sobre la base de datos contables (*Programa de Modernização do Setor Saneamento*, 2009, p.C.18).

Puede asegurarse que existe una excelente base de datos para la evaluación de los resultados de la gestión en el sector de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil que requiere ser mejor explotada; así como también exige la búsqueda e identificación de mejores metodologías y variables, entre la diversidad de técnicas cuantitativas, datos e indicadores existentes, a partir de investigaciones empíricas.

Sin embargo, puede considerarse que no son muchas las aplicaciones empíricas de evaluación de los resultados de la gestión para el sector brasileño, especialmente si éstas son comparadas con las aplicaciones para otros servicios públicos como el de la electricidad por ejemplo. Esto requiere la expansión y divulgación del conocimiento resultante de los estudios empíricos sobre los resultados

de la gestión en sus distintos ámbitos de análisis, como productividad, eficiencia, rentabilidad, calidad y efectividad del sector aplicados en otros países, para conocer y analizar la aplicabilidad de experiencias metodológicas internacionales a la realidad brasileña, así como mostrar las variables de análisis que determinan el nivel de resultados de la gestión. En el capítulo III de la Tesis se presenta un recorrido por la literatura empírica en la que se presentan dichos estudios, clasificados de acuerdo con los análisis de cada país.

## **I.5 Conclusiones**

El sector de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil, y en el mundo, está caracterizado por aspectos tan claros y de aceptación general como los que reflejan las preocupaciones de universalización del acceso por parte de la comunidad internacional; lo que lo convierte en objeto de observación de estudiosos e investigadores. Por un lado, pueden destacarse la búsqueda de la universalización de los servicios que, asociada a la complejidad de una estructura de producción adecuada, permita garantizar la sostenibilidad ambiental y, con ello, la reducción en los niveles de enfermedades, sobre los cuales no hay discrepancias y se observa un gran consenso de ámbito internacional. Por otra parte se encuentran otras variables obvias como las necesidades de inversión en el sector; la búsqueda de la eficiencia y eficacia en la prestación de los servicios y la sostenibilidad económica-financiera que permitan garantizar la ejecución de servicios de calidad a largo plazo.

La estrecha relación existente entre los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua y la salud pública, trae como consecuencia la necesidad de no escatimar esfuerzos para diseñar políticas gubernamentales orientadas a alcanzar un mejor equilibrio en los diversos países. Sin embargo, la exigencia de montos tan elevados de gastos de capital hace que el desarrollo del sector sea demasiado lento, especialmente con relación al nivel de importancia y necesidades del sector, principalmente en los países africanos, asiáticos, de América Central y del Sur, donde se ubica Brasil, que como muchos otros países del mundo, sigue con notables deficiencias en el objetivo de universalización de los servicios.

Estos problemas de vieja data requieren ser resueltos, en tanto que la población mundial, como principal consumidora de los servicios, demanda una cadena de abastecimiento y saneamiento de agua cada vez más eficiente, condicionada por factores tan diversos como la disminución de la potencia renovadora de los recursos hídricos ocasionada por las sequías, el crecimiento poblacional y económico, la urbanización, la contaminación, el calentamiento global y otros factores socios-

ambientales y de gestión de los recursos hídricos que dificultan la prestación y universalización de dichos servicios.

A través de los diversos organismos creados a partir de iniciativas individuales de ámbito nacional e iniciativas colectivas de ámbito nacional y/o internacional se han llevado a cabo diversas discusiones para la resolución de esos problemas a través de la estructuración e implementación de sistemas de indicadores para el seguimiento y evaluación de los resultados de la gestión del sector, y, consecuentemente, la promoción de fortalezas del sistema para alcanzar la universalización y sostenibilidad económica-financiera.

Esas iniciativas de organismos reguladores del sistema de abastecimiento y saneamiento de agua, combinadas con el aumento de estudios empíricos orientados a la evaluación de los resultados de la gestión en el sector, sirven como termómetro mundial para medir su importancia. Esto ha repercutido en sólidos avances en la construcción de modelos de evaluación de la gestión basados en un conjunto estructurado de indicadores que han beneficiado los niveles de gestión del sector y han conducido a una visión de futuro orientada hacia la universalización, calidad, sostenibilidad ambiental, sostenibilidad económico-financiera y regulación de los servicios.

Todos estos aspectos estuvieron un poco olvidados en Brasil hasta 2007, momento en el que se aprobó la Ley 11.445/2007 y posteriormente el Decreto 7.217/2010, con los cuales se ha proporcionado un nuevo marco jurídico para el sector en el país que ahora requiere del auxilio proporcionado por estudios empíricos que ayuden a su adecuada aplicación en atención a los objetivos macro antes descritos.

Aun cuando el reto parece bastante difícil de alcanzar en Brasil, éste puede considerarse factible, ya que, por un lado, el *SNIS* garantiza un paquete de 126 datos y 85 indicadores de todas las formas jurídicas de los operadores de los servicios y, por el otro lado, los operadores en régimen jurídico de sociedad anónima, que prestan entre 72% y 83% los servicios en el país, están obligados a publicar sus cuentas anuales en periódicos de gran circulación nacional, garantizando así datos suficientes para determinar los niveles de gestión económico-financiera; así como para identificar los factores que afectan su aumento o disminución y otros elementos planteados por otros investigadores del sector. En el capítulo II a continuación se presentan las trayectorias de las investigaciones cuantitativas para el estudio de los resultados de la gestión del sector y los principales campos teóricos subyacentes utilizados.

**CAPÍTULO II – LA EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN EN EL  
SECTOR DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO DE AGUA:  
CONCEPTOS, TEORÍAS Y PRINCIPALES MÉTODOS**



## II.1 Introducción

Teniendo en cuenta el contexto y características del sector de abastecimiento y saneamiento de agua descritos en el capítulo anterior, puede vaticinarse que la evaluación de los resultados de la gestión del sector puede convertirse en una tarea compleja. Por una parte, hay que realizar la elección de la metodología de análisis cuantitativo a utilizar y, por la otra, seleccionar e identificar los elementos, datos e indicadores que deben ser considerados en el modelo utilizado. Posteriormente, hay que realizar un análisis de los resultados de las gestiones obtenidas y reveladas en las distintas entidades del sector.

En este sentido, el objetivo de este capítulo es describir los conceptos ligados a la evaluación de los resultados de la gestión de dicho servicio público, así como los principales métodos de análisis cuantitativo empleadas. Abordamos también las principales teorías estructuradas en la literatura y que han estado dirigidas a explicar las posibles diferencias en la eficiencia en la prestación de los servicios públicos.

Diversas cuestiones preocupan a la comunidad internacional, a los gobiernos y a la sociedad como un todo. Entre esas cuestiones destacan, por su impacto social, la universalización del acceso a los servicios públicos con calidad y con una amplia cobertura y, en segundo lugar, la necesaria auto-sostenibilidad económica y financiera de los operadores, para que puedan ser capaces de realizar las inversiones necesarias y prestar servicios de alta calidad y bajo criterios de eficiencia

En este sentido, también se hace interesante la asociación del criterio de gestión a los conceptos económicos y financieros de la evaluación de los resultados en el sector y, con el análisis correspondiente, contribuir en la búsqueda de soluciones y diseño de propuestas de solución para esas cuestiones que tanto preocupan a la comunidad internacional.

Finalmente, el objetivo principal de este capítulo es relacionar las principales teorías subyacentes de los resultados de la gestión económico-financiera, las cuales fueron estructuradas, principalmente, a partir de estudios clásicos de las teorías de los derechos de propiedad, teoría de la agencia, teoría de la elección pública, teoría de la regulación económica y teorías de las finanzas corporativas relacionadas con la solvencia y la situación financiera empresarial; proporcionando una evidencia inicial del potencial de explotación empírica de esos conceptos en el modelo no paramétrico de análisis envolvente de datos – *DEA*, con el que se soporta el estudio empírico aplicado a la realidad brasileña, la cual será presentada en el capítulo IV.

## **II.2 Principales conceptos utilizados en la evaluación de la gestión en la prestación de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua**

Tal como se ha evidenciado anteriormente, existen diferentes estructuras de indicadores de gestión para el sector, los cuales han sido propuestos por diversos organismos nacionales e internacionales, conduciendo todas ellas a una evaluación de la productividad y eficiencia de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua. Renzetti y Dupont (2004) destacan que, para tales servicios, la gestión debería evaluarse a partir de cuatro factores determinantes: eficiencia, productividad, rentabilidad de la empresa y aspectos cualitativos de la prestación de los servicios. Asimismo, los autores señalan que los resultados de la gestión están influenciados por la escala de producción, por el entorno físico en el que opera la empresa, por la regulación, por las políticas gubernamentales y por la propiedad del operador.

Todo esto se traduce en una combinación de conceptos en torno a la evaluación de los resultados de la gestión de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, una vez que la eficiencia, productividad, rentabilidad y calidad, resultan en elementos que pueden combinarse o aislarse en el proceso de evaluación comparativa.

Un primer concepto a ser analizado es el de productividad, que según Berg (2010, p.4-5) representa la medida de la relación entre las entradas y salidas, técnicamente conocida y tratada por los economistas como productividad total de los factores y definido a partir de un ratio salida versus entrada.

Por otro lado es importante abordar el concepto de eficiencia, que según Renzetti y Dupont (2004) puede ser descrita mediante una serie de dimensiones. Estas dimensiones de los conceptos de eficiencia fueron bien planteadas por Ferro y Romero (2009, p.16), tal como se presenta literalmente en la tabla II.1, presentada a continuación.

**Tabla II.1 Definiciones y relaciones conceptuales de eficiencia**

Concepto	Definición	Conceptos relacionados
Eficiencia productiva (Técnica)	Se refiere a la producción eficiente de un grupo de productos, a veces caracterizados como en la frontera de posibilidades de producción o en la frontera eficiente. Para una firma, esto se logra cuando se combina factores de producción de modo que la razón entre productos marginales de cada par de factores iguala a la razón de sus precios.	Eficiencia técnica: la razón del producto a la cantidad física de todos los factores implicados en la producción. Los economistas llaman a este concepto "eficiencia X" Eficiencia económica: la razón de producto al valor de todos los insumos. Una firma es eficiente si no hay forma de usar menos valor de insumos.
Eficiencia asignativa	Refleja una elección eficiente entre posiciones en la frontera de eficiencia. La unidad de decisión es eficiente en términos asignativos si además de estar en la frontera eficiente, el costo marginal de producir cada bien o servicio es igual a su precio.	Producir los productos correctos en la forma correcta, es decir, ser eficiente en la asignación de recursos, significa que la suma de excedentes de consumidores y productores es la máxima posible. La producción en un mercado en competencia perfecta es eficiente en términos asignativos.
Eficiencia dinámica	El sistema produce innovaciones deseables en productos y procesos, y tiene una respuesta flexible a los cambios en la demanda.	A igualdad de todas las demás circunstancias, la regulación limita la eficiencia dinámica.
Eficiencia comparativa	Es un término regulatorio que se refiere a un rango de técnicas que se usan para comparar entidades reguladas y usar a los que califican mejor en desempeño como el patrón de medida para que los otros participantes mejoren el desempeño.	La competencia comparativa es la forma en que las empresas responden a los incentivos introducidos cuando los reguladores publican información en forma de tablas comparativas ("ligas"). Y el movimiento hacia la frontera ("catch-up") se identifica con la medida en que los rezagados recuperan distancia respecto a los líderes en la competencia comparativa.

Fuente: Ferro y Romero (2009, p.16)

Evaluar los resultados de la gestión de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua, con base en las estimaciones de los valores de productividad y de los diferentes tipos de eficiencia, se convirtió en un reto para los reguladores e investigadores del sector y, como ya fue destacado, el trabajo empírico de Ford y Warford (1969) aplicado en la evaluación de la eficiencia de los operadores de Inglaterra y Gales, fue el inicio de todo este período de abundantes y sucesivas investigaciones que hoy cumple más de cuatros décadas. Desde entonces, según Berg y Marques (2010, p.1-2), son conocidos por lo menos 190 estudios para el sector con uso de funciones de costes o de producción, desarrolladas por cerca de 213 investigadores diferentes. Pero a pesar de todas estas aportaciones, no están agotadas todas las opciones y posibilidades de exploración empírica en busca de nuevos hallazgos.

Una revisión de los estudios empíricos existentes en la literatura especializada sobre evaluación de la gestión aplicada al sector permiten afirmar que, entre las principales alternativas de evaluación comparativa de los resultados de la gestión, existen algunas que se orientan al estudio de economías de escala, economías de alcance, economías de la densidad (todas estas economías en particular para cada país o región), propiedad pública versus privada (influencia de la propiedad en la eficiencia), existencia y poder de los incentivos con diferentes sistemas de gobierno (inclusive los reflejos de la regulación externa) y análisis comparativo de los resultados de la gestión (Abbott y Cohen, 2009, p.236 y Berg y Marques, 2010, p.1-2). Todos estos autores coinciden con las aportaciones de Renzetti y Dupont (2004) sobre el hecho que los resultados de la gestión son influenciados por la escala de producción, el entorno físico en el que opera la empresa, la regulación y políticas gubernamentales y la propiedad del operador.

Abbott y Cohen (2009) llevaron a cabo un análisis de 69 estudios de productividad y eficiencia del sector y Berg y Marques (2010) examinaron 120 estudios cuantitativos sobre los resultados de la gestión y, anteriormente a esto, González-Gómez y García-Rubio (2008) examinaron 86 estudios de eficiencia para el sector donde informaron sobre los principales interrogantes respondidos en los estudios. Esas interrogantes fueron:

- ¿Es más eficiente tener una sola empresa que gestiona todas las fases del ciclo del agua urbana o tener varias empresas especializadas en cada una de las fases del ciclo?
- ¿Son bien utilizadas por la industria las economías de escala? ¿Hay alguna posibilidad de limitación de la economía de escala actual?
- ¿Existe alguna relación entre la propiedad y la eficiencia? ¿Es la privatización una manera de lograr mejoras en la práctica empresarial?
- ¿Cuáles son los factores ambientales que deben ser considerados en la industria del agua y cuál es su importancia en términos de explicar las diferencias en la eficiencia?

En nuestra opinión, falta un interrogante fundamental a ser respondido en los estudios y que ya ha sido puesto de manifiesto por Abbott y Cohen (2009, p.236) y Berg y Marques (2010, p.1-2) y que se concreta en saber si ¿Existe alguna relación entre la regulación de los servicios y la eficiencia? ¿Conduce la regulación de los servicios a mejoras en la práctica empresarial, transfiriéndolas a la sociedad?

En un análisis de la literatura empírica, especialmente de los estudios cuantitativos sobre la gestión del sector, Berg y Marques (2010, p.1) identificaron y analizaron un universo de 190 investigaciones. En ese mismo sentido, en este trabajo examinamos 141 investigaciones, que equivalen al 74% del universo, utilizando la técnica de análisis de los contenidos, considerando posibles coincidencias entre ellas, las cuales serán comentadas en el capítulo III.

Puede ser constatado que el 42% de las publicaciones corresponden a aplicaciones empíricas en países de Europa, principalmente Inglaterra y Gales; 28% a países de América del Norte, principalmente Estados Unidos; 17% corresponde a aplicaciones en América del Sur y Central, principalmente Brasil; y el 13% restante corresponde a aplicaciones en Asia, principalmente en Japón; África y estudios cruzados entre países, y Oceanía, con investigaciones solamente en Australia.

Asimismo, poco más del 10% de las investigaciones analizadas fueron publicadas hasta 1987 y, desde entonces, se ha notado un incremento gradual hasta 1992, cuando se puede observar un incremento sustancial en ese tipo de investigaciones, coincidiendo con lo que se conoce actualmente como los hitos más relevantes para la estructuración y utilización de indicadores de gestión en los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua presentados en la figura I.5. Coincidencia o no, lo más importante es que las publicaciones de 2003 hasta hoy corresponden a cerca del 60% de las publicaciones analizadas; lo que quiere decir que el sector está atrayendo, más fuertemente, a los investigadores para realizar sus estudios a través de aplicaciones empíricas, lo que resulta muy interesante y relevante en un sector tan carente de investigaciones aplicadas.

Otro aspecto interesante para destacar es que pocos investigadores con formación contable se han involucrado en la realización de estudios empíricos sobre la gestión del sector de abastecimiento y saneamiento de agua, sólo dos investigadores de formación contable pudieron ser identificados con seguridad, correspondiendo a economistas e ingenieros el desarrollo de la mayor parte de esos estudio

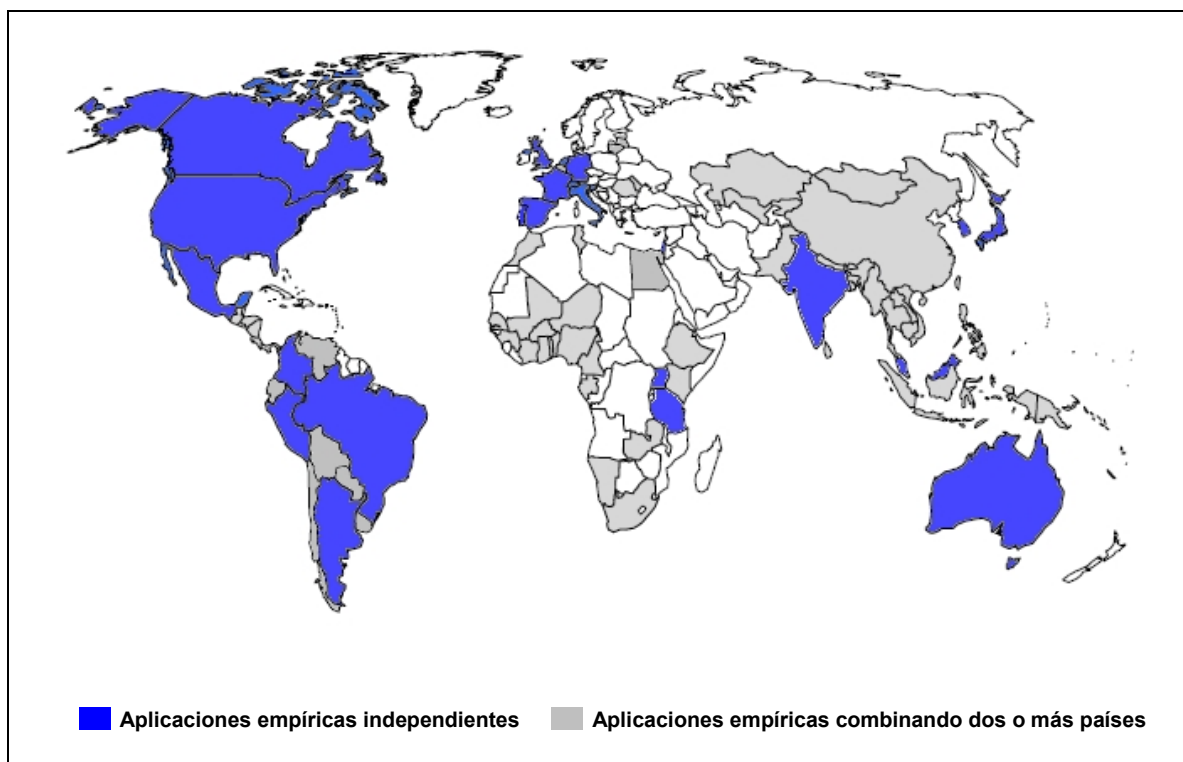
A pesar de que se ha podido constatar la existencia de investigaciones con aplicaciones empíricas sobre la evaluación de los resultados de la gestión en todos los continentes, es importante resaltar que esas aplicaciones se fundamentaron, principalmente, en la eficiencia productiva o técnica, de asignación y comparativa con base en conceptos económicos. Asimismo es importante mencionar que no se encontró, con la excepción de estudios con aplicación de indicadores de gestión, investigaciones con aplicaciones de indicadores financieros-contables con datos

obtenidos a partir de los informes contables de las empresas. Esta afirmación está basada en la exhaustiva revisión en la *Web* de publicaciones en línea en revistas especializadas, principalmente en base de datos reconocidas, como *EBSCO Open Access Journals*; *E-Journals from EBSCO*; *Elsevier Instituciones*; *Emerald Fulltext Plus*; *JSTOR*; *Oxford University Press*; *ProQuest Legacy ABI/INFORM Global*; *Research Papers in Economics – RePEc*; *SAGE*; *SciELO*; *ScienceDirect*; *SpringerLINK Journals* y *Wiley Online Library*, en las que se realizó una búsqueda con base en el criterio de interacciones de palabras claves utilizando los términos originales para “gestión”, “gestión económica”, “eficiencia o ineficiencia económica”, “eficiencia o ineficiencia técnica”, “eficiencia o ineficiencia de escala”, “economías o deseconomías de escala”, “economías o deseconomías de alcance”, “eficiencia o ineficiencia de asignación”, “eficiencia o ineficiencia financiera”, “eficiencia o ineficiencia productiva”, “eficiencia o ineficiencia de costes”, “integración vertical”, “productividad”, “costes”, “análisis financiero”, “gestión financiera”, “análisis comparativo”, “competencia”, “rentabilidad”, “propiedad”, “regulación” y “entorno” para el sector.

Entre todo el conjunto de variables que pueden ser utilizadas como indicadores de gestión, tal como ha sido comentado en el apartado I.4 del capítulo anterior, las principales variables empleadas en los 141 trabajos analizados sobre la evaluación comparativa de los resultados de la gestión de los operadores de agua alrededor del mundo son: Volumen de agua producida; volumen de agua distribuida; volumen de agua facturada; volumen de agua perdida; volumen de agua residual tratada; volumen de agua comprada; número de conexiones; número de consumidores; “agua no contabilizada”; número de trabajadores; longitud de la red de tuberías; longitud de la red de alcantarillado; gastos de capital; gastos de personal; gastos en materiales; gastos operativos y gastos totales, entre otras variables no menos importantes.

En la figura II.1 a continuación, se ilustra en un mapamundi horizontal, la distribución de las aplicaciones empíricas halladas en los 141 artículos analizados alrededor del mundo, de acuerdo al nivel de comparaciones entre operadores de un mismo país y de comparaciones cruzadas entre países.

**Figura II.1. Países con evidencias empíricas de evaluación de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua**



Fuente: Adaptado de Walter et al. (2009, p.226)

Finalmente se puede decir que, a pesar de la intensa discusión y estudio llevados a cabo por los investigadores alrededor del mundo, existen aún muchas interrogantes que deben ser respondidos, especialmente, con relación a los resultados de la gestión medidos a través de la productividad y la eficiencia alcanzada en la prestación de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua. Esto, principalmente, por la importancia de dicho sector para la sociedad y, también, por la necesidad de alcanzar la necesaria sostenibilidad financiera de los operadores, para que los mismos presten servicios de calidad y poder alcanzar el macro objetivo internacional de la cobertura universal.

En ese sentido, se defiende la idea de incorporar a los tradicionales conceptos y variables económicas, conceptos y variables relacionadas con las finanzas corporativas de los operadores, considerando su situación financiera y solvencia empresarial combinada con la eficiencia económica, como una vía para obtener resultados innovadores e importantes que permitan marcar nuevos hitos en la evaluación de los resultados de la gestión para tan importante sector de los servicios en el mundo.

## **II.3 Teorías económicas subyacentes a la propiedad y su influencia en la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua**

Las diferencias de los resultados entre los diferentes modelos de gestión de la propiedad pública y de la propiedad privada se han basado en los estudios clásicos de la economía, los cuales tienen su sustento en la teoría de los derechos de propiedad<sup>16</sup>, la teoría de la agencia<sup>17</sup> y la teoría de la elección pública<sup>18</sup>. Estas mismas teorías también fueron utilizadas cuando se intentó explicar la influencia de las acciones reguladoras en los resultados de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua. A continuación se presenta un resumen de cada una de ellas, en su contexto doctrinal clásico.

### **II.3.1 La teoría de los derechos de propiedad**

Según Kim y Mahoney (2005, pp. 223-224), la teoría de los derechos de propiedad está basada en los mismos antecedentes intelectuales de la teoría de los costes de transacción y teoría de agencia, las cuales, tradicionalmente aplicadas a las organizaciones económicas, tuvo su origen en los trabajos de Coase (1960 y 1959); Alchian (1969 y 1965); Demsetz (1967, 1966 y 1964) y Alchian y Demsetz (1973 y 1972), quienes utilizaron avanzadas herramientas matemáticas al objeto de evidenciar un modelo teórico sobre aspectos como la propiedad y la estructura de incentivos.

La teoría explora la conjunción entre el ordenamiento jurídico y la economía, denominándose como el “Análisis económico del derecho” y orientándose hacia la relación entre los derechos de propiedad y los factores externos o externalidades. Estas bases teóricas permitieron comprobar la importancia de un sistema de derechos de propiedad en el desempeño eficiente de la economía, identificando los principales elementos que orientan la asignación y formación de dichos sistemas de derecho.

Uno de los pioneros en desarrollar la teoría de los derechos de propiedad fue Coase (1960), aunque algunas de sus ideas fundamentales ya habían sido mencionadas en sus propios estudios en 1937, por los que le adjudicaron el Premio Nobel de Economía en 1991, por la teoría que lleva su apellido denominado como el

---

<sup>16</sup> Mann y Mikesell (1976), Morgan (1977), Crain y Zardkoohi (1978), Crain y Zardkoohi (1980), Byrnes et al. (1986), Byrnes (1991), Raffiee et al. (1993), Bhattacharyya et al. (1994), Bhattacharyya et al. (1995a), Shaoul (1997), Saal y Parker (2000), Renzetti y Dupont (2003), Renzetti y Dupont (2004) y González-Gómez y García-Rubio (2008).

<sup>17</sup> Saal y Parker (2000), Ménard y Saussier (2000), Renzetti y Dupont (2003), Renzetti y Dupont (2004), García-Rubio et al. (2009a) y García-Rubio et al. (2009b).

<sup>18</sup> Bruggink (1982), Lambert et al. (1993), Shaoul (1997), Saal y Parker (2000), Renzetti y Dupont (2003), Renzetti y Dupont (2004), González-Gómez y García-Rubio (2008), Pérard (2009), García-Rubio et al. (2009a) y García-Rubio et al. (2009b).



“Teorema de Coase”, descrito en la publicación de su trabajo *The Problem of Social Cost*. Este estudio realizado en 1960 está basado en la hipótesis de que el proceso de asignación de recursos es independiente del proceso de distribución de los derechos de propiedad, cuando los costes de transacción sean nulos o irrisorios. Siendo así, las negociaciones privadas entre particulares llevarán a una eficiente resolución de los factores externos; sin la influencia de quien tenga tales derechos. En otras palabras, con el establecimiento de los derechos de propiedad, la intervención pública deja de ser necesaria en la resolución del problema de las externalidades.

Coase (1960, pp.43-44) enfatiza la problemática en torno al concepto económico del factor de producción, al que por lo general se le atribuye una concepción errónea como algo físico que se adquiere para utilizarse, y no como un derecho de llevar a cabo determinadas acciones. La preocupación de Coase puede comprenderse mejor al revisar los aportes de Demsetz (1967, p.1) al decir que “...cuando en el mercado se realiza una transacción, se intercambian dos *paquetes* de derechos de propiedad... Los derechos de propiedad especifican de qué modo las personas pueden beneficiarse o perjudicarse y, por tal razón, quién debe pagar a quién para modificar las acciones llevadas a cabo por personas. El reconocimiento de esto permite entender fácilmente la estrecha relación que existe entre derechos de propiedad y las externalidades”.

Este mismo punto de vista fue seguido por Furubotn y Pejovich (1972, p.1.139) al argumentar que los “derechos de propiedad no se refieren a las relaciones entre hombres y las cosas, sino más bien a las relaciones de comportamiento sancionadas entre los hombres, que se derivan de la existencia de las cosas y son pertinentes para su uso”.

Otro importante aspecto de los derechos de propiedad está asociado a los incentivos, que según Demsetz (1967, p.348) tienen una orientación hacia la promoción y búsqueda de una mayor internalización de las externalidades, donde los incentivos resultan en una función primordial de los derechos de propiedad.

Más recientemente, esa discusión sobre la teoría de los derechos de propiedad ha sido específicamente desarrollada por Renzetti y Dupont (2003, p.10) para la realidad de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua. Argumentan los autores que “uno de los factores que pueden esperar que influyan en el deseo de los propietarios para supervisar las acciones de los directivos, es la posibilidad de pagar por la mejora de los esfuerzos de gestión. La teoría de los derechos de propiedad sostiene que los propietarios privados, como acreedores

residuales, han definido más claramente los incentivos para impulsar una eficaz toma de decisiones por parte de los administradores. La misma lógica se aplica a los acreedores de la empresa y también a los propietarios de otras empresas, considerando una potencial adquisición. Por el contrario, los políticos y burócratas de alto rango, así como también los contribuyentes, han atenuado los derechos de propiedad a los beneficios asociados a un mayor resultado de la gestión del organismo público y, en consecuencia, han disminuido los incentivos para obtener mejoras.

La teoría de los derechos de propiedad es llevada a cabo a partir de un ordenamiento jurídico que define la manera como se intercambian los "paquetes" de derechos de propiedad, en función de reglas que establecen el comportamiento de los individuos en la búsqueda de resultados eficientes. Esta búsqueda natural de los individuos termina con los resultados de naturaleza económica; lo que motivó el empirismo de dicha teoría, incluyendo los escenarios del sector de abastecimiento y saneamiento de agua. Tal como ya ha sido señalado, otra teoría que se enlaza con la teoría de los derechos de propiedad es la teoría de agencia, principalmente por sus vinculaciones con los incentivos y costes de las transacciones en la búsqueda de la eficiencia.

### **II.3.2 La teoría de la agencia**

La teoría de agencia, también conocida como la teoría principal-agente o problema principal-agente, tuvo como antecedente la teoría de los derechos de propiedad, y según Mitnick (2011), los trabajos de Stephen Ross en 1972 y Barry Mitnick en 1973, desarrollados de forma independiente y casi de forma simultánea, son actualmente los responsables del desarrollo inicial de la teoría de la agencia tal como la conocemos hoy en día. Sin lugar a dudas puede afirmarse que el trabajo de Stephen Ross se considera el responsable del origen de la teoría económica de agencia y el trabajo de Barry Mitnick se considera el fundamento de la teoría institucional de agencia; aunque los conceptos básicos que sostienen los dos planteamientos son similares.

En resumen, la teoría se centra en los resultados económicos a nivel institucional y basados en la relación establecida entre dos sujetos, uno *principal* que delega la consecución de sus intereses a un *agente* que se encarga de la gestión de una actividad económica, tomando en cuenta elementos como la asimetría de la información, principalmente entre los *agentes*, que afectan al bienestar de los *principales*.

El ensayo de Shapiro (2005, p. 271) revive la versión clásica de la teoría de agencia diciendo que “...los principales delegan a los agentes la autoridad para llevar a cabo sus preferencias políticas. Sin embargo, los objetivos de los principales y los agentes pueden entrar en conflicto y, debido a las asimetrías de información, los directores no pueden estar seguros de que los agentes están llevando a cabo su voluntad. Los principales políticos también se enfrentan a problemas de la selección adversa, el riesgo moral y el oportunismo del agente. Así que los directores idealizan incentivos para alinear los intereses del agente con los suyos y realizar el seguimiento de la conducta del agente”.

En una visión más práctica de la teoría que explica las relaciones entre las partes (principal y agente), Eisenhardt (1989, p.58) destaca que “en función de que la unidad de análisis es el contrato que rige la relación entre principal y agente; el enfoque de la teoría es determinar el contrato más eficiente que rige esa relación, considerando las conjeturas establecidas sobre las personas, como por ejemplo el interés propio, la racionalidad limitada, la aversión al riesgo, las organizaciones y el conflicto objetivo entre sus miembros, y la información como mercancía que se puede comprar. En concreto, la pregunta clave que debe hacerse ¿Es un contrato orientado al comportamiento más eficiente o un contrato orientado a los resultados?, entendiendo que el contrato orientado al comportamiento puede referirse a los salarios o la gobernanza jerárquica; mientras que el contrato orientado a los resultados se refiere a aspectos como comisiones, opciones sobre acciones, transferencia de los derechos de propiedad, la gobernanza del mercado, entre otros.

Aplicando los aspectos de la teoría de agencia a los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, Renzetti y Dupont (2003, p.10) comentan que “...la teoría es un buen punto de partida para tratar de comprender la influencia de la propiedad sobre los resultados de la gestión de los servicios públicos de agua. En una relación de principal-agente, la tarea del propietario está en el diseño de un contrato que proporciona al gestor un incentivo para elegir la estrategia que maximice su prosperidad. El reto para el propietario es que, en un mundo de información asimétrica y de incertidumbre, el esfuerzo del gerente no puede ser controlado y los contratos no pueden imponerse sin coste. Una cuestión importante en la comparación de la propiedad pública y privada es su eficacia relativa, proporcionado a los gestores de incentivos para que actúen de manera coherente con los objetivos de la empresa”.

Un importante concepto para la teoría de agencia fue explorado por Vergés (2008, p.1) al afirmar que “como teoría inductiva que es, trata de ofrecer un modelo

explicativo de las relaciones y demás elementos que caracterizan precisamente aquellas situaciones en las que se da una *separación entre la gestión y la propiedad-titularidad de una unidad económica*". En otro punto de su trabajo, el autor (p.3) plantea que de acuerdo al problema de agencia, el volumen de productos (*outputs*) dependerá, por un lado, del grado de esfuerzo que el agente emplee en su gestión y del volumen de factores productivos (*inputs*) que el principal ponga a su disposición; y por el otro, de variables que el agente no controla, como por ejemplo aquéllas que dependen de la coyuntura económica y de los eventos naturales.

Este punto de vista está en sintonía con la aplicación de la teoría de agencia a los resultados de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua y la evaluación de los resultados de la gestión en función del tipo de propiedad. Sobre este aspecto, Vergés (2008, pp.9-10) destaca que "desde la perspectiva de la teoría de la agencia, cuando comparamos la eficiencia entre empresas de un mismo sector es *equivalente decir que la empresa "a" es más eficiente que la "b", que decir que la suma de los costes de agencia netos de la empresa "a" es proporcionalmente menor que la de la "b". Dicho esquemáticamente: "más eficiencia productiva"  $\equiv$  "costes de agencia netos, proporcionalmente inferiores"*.

Según Kiser (1999, p. 149), en algún momento la teoría de agencia y la teoría de la elección pública se complementaron, dando como resultado la aplicación de la teoría de agencia a las políticas estatales. Si la teoría de los derechos de propiedad es considerada como antecedente de la teoría de agencia, entonces queda claro el vínculo estructural de la teoría de los derechos de propiedad con la teoría de la agencia y, consecuentemente, con la teoría de la elección pública.

### **II.3.3 La teoría de la elección pública**

La teoría de la elección pública, según Borsani (2004, p. 105), tuvo su origen en la descripción que hiciera el matemático francés, el Marqués de Condorcet sobre la "paradoja de la votación en el siglo XVIII". Sin embargo, su origen contemporáneo se encuentra a finales de la década de 1950 y mediados de la década de 1960. Por consenso en la literatura especializada, se consideran a los economistas James Buchanan y Gordon Tullock como los fundadores de esta teoría, con la publicación del trabajo *The Calculus of Consent* en 1962. Esta teoría ganó notoriedad en 1986 cuando James Buchanan recibió el Premio Nobel de economía.

Sobre el aspecto disciplinario que concierne a dicha teoría, Borsani (2004, p. 103) señala que la elección pública es el estudio de toma de decisiones políticas en

una democracia, usando las herramientas de análisis de la economía, los conceptos fundamentales de la conducta racional y el interés propio que definen el *humus economicus*. Por lo tanto, esta teoría es un enfoque interdisciplinario debido a la relación entre la economía y la política. El autor (pp. 104-105) resume el papel de la teoría de la elección pública destacando que “la idea de que la conducción económica del gobierno puede ser guiado únicamente por el interés público, a través de la capacidad de los políticos y técnicos del gobierno para el desarrollo de una política pública eficaz en la corrección de las deficiencias del mercado, fue cuestionada por la teoría de la elección pública en el análisis de los procesos de decisión política. De acuerdo con este análisis, los políticos y burócratas, así como los empresarios y consumidores en la economía neoclásica, son actores racionales y están motivadas por el interés propio, que para los políticos es alcanzar el poder y/o mantenerlo”.

Desde otra perspectiva, Samuelson y Nordhaus (1993, p. 353) señalan que la teoría de la elección pública es la rama de la economía que estudia cómo el gobierno toma las decisiones sobre el nivel de impuestos, los programas del gasto público, la regulación y la transferencia, cuestionando “el cómo”, “el qué” y “para quién”, de aplicación en el sector público; así como la teoría de la oferta y demanda examinan las decisiones del sector privado. Los autores (p. 354) resumen las complejidades de la teoría a la simple premisa de que “se supone que los políticos se comportan con el fin de maximizar la probabilidad de su elección. Se suponen a los políticos como maximizadores de votos, tal como se supone a las empresas como maximizadoras de beneficios”.

Para Formaini (2003, pp. 2-3), la teoría de la elección pública parece ser el producto del sentido común, ya que los gobiernos son colectivos de individuos, cuya interacción es determinada por el mismo interés que motiva a las personas en el sector privado. La visión simplista de que el gobierno es un proceso colectivo de toma de decisiones que soluciona problemas sociales tiene una tradición romántica; tanto en la teoría política como en la teoría económica. Para aclarar este punto de vista, Shughart II (2008) muestra que, en la teoría de la elección pública, se supone que las personas se guían, principalmente, por sus propios intereses. Además, sus motivaciones en el proceso político no son diferentes de las de la gente común, especialmente, por su condición humana.

En cuanto al empleo de teoría de la elección pública como la teoría subyacente en los estudios empíricos, Borsani (2004, p. 104) señala que uno de los principales objetivos ha sido determinar cómo se desarrollan los procesos políticos y sus efectos

sobre la economía; lo que demuestra la estrecha relación de los resultados económicos con las normas y procedimientos para la toma de decisiones en el ámbito político. La aplicación de las premisas de la teorías de la elección pública a los resultados de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento es claramente presentada por Renzetti y Dupont (2003, p.11) al comentar que "...la teoría hace hincapié en el potencial de comportamiento ineficiente por parte de los gestores del sector público, ya que se supone que actúan en su propio interés; por ejemplo, al tratar de ampliar el tamaño de su propio presupuesto".

Pérard (2009) presenta importantes aportes empíricos en los que se evidencia la influencia política en el proceso de privatización de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en los Estados Unidos. En su trabajo el autor demuestra que el nivel de votaciones en el partido político republicano en 2002, aumentó el coste político de las privatizaciones. Este nivel de influencia política en el sector es también comprobada por Corton (2003, p.138) en Perú, principalmente por la hipótesis de una vinculación entre la distribución de los votos y la cobertura de los servicios, lo que se traduce en la carencia de incentivos políticos en organismos de alta cobertura y la representación de una reducción del poder relativo de los políticos, en caso de que su actuación promueva la expansión de los servicios en organismos de baja cobertura.

Parece por tanto, basándose en los argumentos presentados por diversos estudiosos del tema, que no cabe duda de la fortaleza que tiene la teoría de la elección pública, tanto en las acciones de los agentes que definen la gestión de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, como en las decisiones que se llevan a cabo para su privatización.

Aunque, en su mayoría los estudios se fundamentan sobre los constructos teóricos económicos de los derechos de propiedad, de la agencia y de la elección pública, no se puede olvidar que estas relaciones también deben orientarse a un concepto de organización industrial<sup>19</sup>. Para facilitar la identificación y comprensión de las convergencias entre las distintas teorías, a continuación se presenta en el cuadro II.1 una comparación de los puntos claves de cada una de las teorías en el ámbito de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua.

---

<sup>19</sup> El trabajo Bel y Warner (2008) explota bien estas relaciones.

**Cuadro II.1 - Comparativo de los puntos clave de las tres teorías económicas subyacentes a la propiedad, a la regulación y sus influencias en la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua**

Teoría económica	Agencia	Derechos de propiedad	Elección pública
Breve descripción	Los esfuerzos de los directivos son difíciles de controlar y es difícil ver si los gestores públicos están haciendo lo mejor para el propietario (en el caso de un servicio público, éste es el Estado).	Propietarios del sector privado, como demandantes residuales, deben dar más claridad en la definición de los incentivos para impulsar la toma eficaz de decisiones por parte de los gerentes.	Los funcionarios públicos actúan en su propio interés, lo que puede significar mayor presupuesto y menores resultados de la gestión.
Unidad de análisis	Contacto principal-agente	Institución	Proceso político
Dimensión focal	Incentivos	Derechos de propiedad	Incentivos políticos
Preocupación focal relativa a los costes	Pérdidas residuales	Externalidades y búsqueda de rentas	Alcance o mantenimiento del poder político
Propósito estratégico	Maximizar rentabilidad del principal	Tomar en cuenta la política pública, los diversos grupos de interés ( <i>stakeholders</i> ) y las partes contratantes.	Maximización de los votos para los políticos (Maximización de la rentabilidad del principal, en este caso el político)
Implicaciones para los resultados de la gestión comparado entre los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de propiedad pública y privada	Servicios de abastecimiento y saneamiento de agua con gestión pública. Sus gerentes pueden no estar haciendo su mejor esfuerzo para mantener los costes bajos o mantener la productividad. Los servicios con gestión privada pueden proporcionar incentivos a los gestores para garantizar la rentabilidad de la empresa.	Aquellos que controlan los servicios públicos (políticos y burócratas de alto rango) tienen poco incentivo personal para mejorar la gestión, ya que no necesariamente se benefician de estas acciones. La gestión privada de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua benefician las acciones que mejoran la gestión y sobre todo la rentabilidad.	Los gestores públicos de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua pueden tener metas personales que entren en conflicto con metas para mejorar la gestión del operador. Presupuestos más ajustados y una mayor rendición de cuentas disminuye el alcance de la discrecionalidad administrativa en empresas de propiedad privada

Fuente: Estructurado a partir de Renzetti y Dupont (2003, p. 1867) y Kim y Mahoney (2005, p. 231)

Aunque clasificadas como teorías distintas, se puede apreciar en el cuadro que muchos de los conceptos utilizados en cada una de ellas son convergentes, lo que dificulta su aplicación práctica y de forma aislada para la prestación de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua. Esto es especialmente válido, en su contexto general, al observar las interacciones entre la eficiencia, productividad, calidad y rentabilidad del sector; que son valoradas, principalmente, por funciones y fronteras de costes y producción. Un análisis de las evidencias empíricas que soportan estos argumentos en el sector es presentado en el apartado III.8.1.

## **II.4 Teorías económicas subyacentes a la regulación y los incentivos que conducen a una mejora de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua**

En teoría, la regulación se instituye a partir de un conjunto de reglamentos que equilibran los intereses generados en la relación existente entre propietarios y sociedad; es decir, prestador de los servicios y los usuarios de éstos. En este caso, el seguimiento del cumplimiento del reglamento y la defensa de los derechos de la sociedad son asignados a entes reguladores, pudiendo variar desde un nivel más sencillo como es el caso de asociaciones y consejos municipales, hasta una agencia reguladora estructurada, que puede ser de ámbito local o municipal, estatal, provincial, autonómico y hasta federativo, según la estructura política de cada país.

Una formalización muy interesante del problema de la regulación es planteado por Yarrow et al. (1986, pp. 345-346) al afirmar que “la regulación a largo plazo se puede aplicar a cualquier actividad de gobierno o sus agencias, que busca influir en el comportamiento a través del establecimiento de normas para orientar o limitar las decisiones económicas. En el contexto del poder de mercado, la regulación tiene por objeto reducir las ineficiencias económicas asociadas a las posiciones monopólicas”.

En una condición de monopolio natural, la regulación pretende una mejora en los resultados de la gestión, lo cual perfecciona la práctica empresarial, beneficiando así a los propietarios y a la sociedad con el cobro de tarifas de los servicios a un valor razonable y en condición de eficiencia. Generalmente, dicha mejora de gestión es motivada por la concepción de algún incentivo como recompensas por su eficiencia en los procesos de alteración de los precios de los servicios.

Así como las aplicaciones empíricas relacionadas con las diferencias de los resultados de gestión obtenidos por operadores públicos versus privados se basaron en el contraste de hipótesis basadas en la teoría de los derechos de propiedad, teoría de agencia y teoría de la elección pública, los estudios dirigidos a conocer los reflejos de la regulación técnica y económica de los servicios en los resultados de la gestión también se fundamentaron sobre las mismas bases, poniendo en relieve otras características, como por ejemplo los diferentes tipos de regulación económica y la asimetría de la información oriunda de la relación principal-agente.

El estudio seminal realizado por De Alessi (1974, p.1) caracterizó a las publicaciones clásicas de los derechos de propiedad señalando que, en su época, había un “...renovado interés en la economía positiva de la regulación, así como un creciente reconocimiento de que los diferentes acuerdos institucionales, mediante el



establecimiento de diferentes estructuras de los derechos de propiedad, presentan modelos de toma de decisiones con diferentes estructuras de recuperación de costes y, por lo tanto, afectan a los resultados de forma sistemática”.

En otro punto de su trabajo (p.5), el autor explica que la diferencia crucial entre las empresas reguladas y no reguladas se centra en el hecho de que las reguladas están sujetas generalmente a una restricción del beneficio que debilita los derechos de propiedad de los propietarios.

Los problemas de agencia también se reflejan en la regulación del sector que, según Shapiro (2005, p.280), “...muchos de los mecanismos de regulación y autorregulación diseñados para supervisar las relaciones de agencia son las propias relaciones de agencia. Una vez que se trata de auditores internos o externos, oficiales de cumplimiento, departamentos de asuntos internos, instituciones reguladoras gubernamentales, compañías de seguros, asesores de inversiones o agencias de calificación, los monitores están actuando en nombre de un conjunto de directores, por ello es razonable que existan problemas de agencia. Ellos se evaden si son elegidos para participar en actos de corrupción, o quizás simplemente controlar mal las cosas. En una escalada de la supervisión de agentes, habría que preguntarse ¿Quién controla a los controladores? (Shapiro, 1987)”. Así, los reguladores para el sector de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua serían agentes del gobierno y principal en su relación con el operador regulado.

Siguiendo la estructura conceptual del trabajo de Rowley y Yarrow (1981), en el que se investigó la relación entre los derechos de propiedad y la regulación de la empresa pública de acero británica, entre 1957 y 1975, utilizando una estructura de modelo de elección pública, podría plantearse la incidencia de los incentivos políticos en los resultados de la gestión. Para ellos, esta asociación se hace necesaria, dado que la regulación pública y las propias empresas públicas son consideradas por los gobiernos como una herramienta política útil para ejercer la manipulación necesaria, convirtiéndolas en instrumentos particulares para buscar el mayor apoyo político posible. En otras palabras, se trata de la defensa de los propios intereses políticos que muchas veces son diferentes de los objetivos del poder público y, consecuentemente, de la sociedad.

Posteriormente, Crain y McCormick (1984, p. 288) construyeron un modelo teórico matemático con base en el estudio de empresas de los servicios públicos de electricidad y gas natural de los Estados Unidos, considerando sus tres grupos homogéneos de productores, consumidores y reguladores, formulando el problema de

la elección pública desde la perspectiva del regulador, cuya riqueza depende de las elecciones públicas; así como de los pagos extra-elección. En este sentido, el regulador busca maximizar su riqueza en función del tamaño de la mayoría electoral y todos los costes, legales o ilegales, incluyendo los impuestos, sobornos, las contribuciones de campaña que podrían imponerse a las industrias reguladas.

Cualquier restricción de los beneficios originada por la regulación de los servicios públicos, debilita los derechos de propiedad que, asociado al doble papel de la agencia reguladora que ejecuta las funciones de agente y principal en el proceso de regulación, puede servir de plataforma política, relacionado así la teoría de los derechos de propiedad, de la agencia y de la elección pública. Dichas relaciones demuestran que los resultados económicos originados por los incentivos proporcionados por cada una de estas tres teorías, en su conjunto o por separado, así como los resultados relacionados con las diferentes propiedades, también se ubican en el centro de las discusiones sobre los reflejos de regulación en la mejora de los resultados de la gestión de los operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua.

Reforzando la influencia del proceso político en la regulación, específicamente en el ámbito de la teoría de la regulación económica, Stigler (1971) ya se ubicaba en un plan crítico para las tareas centrales de dicha teoría que son la explicación de quién recibirá los beneficios o las cargas de la regulación, y los efectos de la regulación sobre la asignación de los recursos. La tesis central para esa crítica fue que, por regla general, la regulación es adquirida por la industria y está diseñada y operada principalmente en su beneficio.

Para llevar a cabo su planteamiento, Stigler (1971) analizó el problema desde dos perspectivas, una primera donde la regulación es instituida principalmente para la protección y el beneficio de la población en general o de alguna subclase de la población, y una segunda donde el proceso político desafía la explicación racional por ser imponderable, con una constante e imprevisible mezcla de fuerzas de la más diversa índole, comprendiendo desde actos de gran virtud moral a los de la más vulgar venalidad. En suma, esta crítica se basó en el hecho de que los distintos grupos de interés y políticos utilizan a su favor el poder regulador e impositivo del estado por medio de leyes y regulaciones, proporcionando un importante reflejo de la elección pública en la regulación económica

La regulación económica y la regulación de la calidad (regulación técnica) de los servicios prestados<sup>20</sup> son los pilares del proceso regulador para los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua. Según los resultados de una encuesta publicada por Marques et al. (2009, p.9), la regulación de la calidad de estos servicios se lleva a cabo a través de indicadores de gestión, como lo hacen, por ejemplo, en Indonesia, Tanzania, Chile, Perú, Italia, Portugal y Australia. Otros ejercen la regulación por indicadores de gestión como, por ejemplo, Brasil; por productividad total de los factores como se ejecuta en Belice y Lituania y por la asociación de diversas técnicas, como se utiliza en Inglaterra, Gales, Escocia y Colombia.

En el estudio de Kirkpatrick et al. (2004b) en el que se identificaron los métodos de regulación económica utilizados para las industria de algunos países de África, Asia, Latinoamérica y otros países de economías emergentes, que valiéndose de una clasificaron para los métodos de regulación por precios máximos (*Price-cap regulation*), regulación por tasa de retorno (*Rate of Return Regulation*), regulación por escala móvil como un modelo híbrido derivado de la fusión de regulación por tasa de retorno con regulación por precios máximos (*Sliding-scale regulation*) y, por último, por la fijación de los precios por el gobierno sin la fijación de un precio máximo, identificando que el método más empleado es la regulación por precios máximos, seguido de aquellos derivados de la tasa de rentabilidad.

Para el sector de abastecimiento y saneamiento de agua, el método de regulación económica utilizado con más frecuencia, según Marques et al. (2009, pp.11-12) es la regulación por tasa de remuneración, seguida de la regulación por límite de precios que, conjuntamente con la regulación por límite de ingreso y empresa modelo, ganan cada vez más espacio en los regímenes reguladores basados en incentivos por resultados de la gestión y estructurados, a partir de competencia por comparación (*yardstick competition*), ejerciendo influencia en la reputación del operador. La clasificación para la regulación económica llevada a cabo por Marques et al. (2009) se diferencia un poco de la clasificación propuesta por Kirkpatrick et al. (2004b) quien agrega los conceptos de ingresos máximos y empresa eficiente como una empresa modelo. Sin embargo, este autor no considera otros conceptos como regulación por escala móvil y fijación de los precios por el gobierno.

Obviamente en una situación en la que los operadores no son regulados por una única agencia a nivel nacional, es posible que operadores de un mismo país sean

---

<sup>20</sup> Obviamente que en el proceso de regulación de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua otros tipos de regulación puede ser llevado a cabo como por ejemplo la regulación medioambiental.

regulados económicamente por distintos criterios como es el caso de Brasil, donde se utilizan, por lo menos, tres criterios (precios máximos, tasa de retorno e ingresos máximos), Igualmente se observa los casos de Colombia y Tanzania con, por lo menos dos métodos (precios máximos y tasa de retorno) y Australia también con al lo menos dos métodos (precios máximos e ingresos máximos). Otros países como Indonesia y Portugal utilizan el modelo clásico de tasa de retorno ampliamente difundido y utilizado también en los Estados Unidos; mientras que la regulación por precios máximos es aplicada, exclusivamente, en Inglaterra, Gales, Italia y Australia; la regulación por ingresos máximos, exclusivamente utilizada en Escocia y, finalmente, el método de “empresa eficiente” con sus aplicaciones en los operadores de Chile y Perú.<sup>21</sup>

Finalmente, es importante reafirmar que en cada método de regulación económica debe existir un premio inherente a la gestión satisfactoria del operador con determinados niveles de eficiencia, productividad y calidad de los servicios. Este premio para el sector de abastecimiento y saneamiento de agua, según la teoría económica clásica, es el resultado de los incentivos proporcionados de las interacciones entre las teorías de los derechos de propiedad, teoría de la agencia y teoría de la elección pública. En el apartado III.8.2 son analizadas algunas evidencias empíricas sobre el efecto de las regulaciones en los resultados de la gestión de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua.

## **II.5 La perspectiva financiera del análisis de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua**

Hasta aquí esta investigación ha mostrado la importancia de la gestión operativa y económica en sus dimensiones tradicionales de eficiencia, productividad, rentabilidad y calidad. Sin embargo, la rentabilidad representa un elemento también importante para la determinación de la gestión financiera (Capon et al., 1990, p.1150). Este concepto está ampliamente difundido y ha sido estudiado separadamente por las ciencias económicas y empresariales, específicamente la finanzas de de empresas, donde la contabilidad ha ejercido un rol fundamental como instrumento de medición de los resultados económicos y financieros, principalmente a través de la determinación de ratios financieros estructurados con base en los estados contables de las empresas.

La vasta información producida con base en la contabilidad permite el diseño y cálculo de una amplia serie de indicadores cuyo análisis, de forma aislada, podría no

---

<sup>21</sup> Párrafo escrito a partir de datos contenidos en Marques et al. (2009)

ser útil para la evaluación de la gestión económica y financiera y, por otro lado, la agrupación desestructurada de dichos indicadores también podría limitar significativamente la evaluación de dicha gestión. En este sentido, los trabajos seminales de Beaver (1966), Tamari (1966) y Altman (1968), y quienes, utilizando 30, 7 y 5 indicadores financieros, respectivamente, dieron solución a este problema e hicieron una selección de los índices necesarios para evaluar la situación financiera de una empresa y, con éstos, predecir una eventual quiebra empresarial.

En otros trabajos posteriores como los de Platt y Platt (1990), Lincoln (1984), Zmijewski (1983), Dambolena y Khoury (1980), Ohlson (1980), Shashua y Goldschmidt (1974) y Blum (1974), entre otros autores no menos importantes, se desarrollaron investigaciones con el objetivo de encontrar la más adecuada agrupación de indicadores y conformarlos en una ecuación ideal para determinar la situación financiera de una empresa, que permita predecir anticipadamente las probabilidades de quiebra.

Este tipo de investigación también fue aplicado a la realidad brasileña, donde surgieron estudios pioneros como el de Silva (1983); Altman et al. (1979); Matias (1978); Elizabetsky (1976) y Kanitz (1974); y cada uno de los cuales obtuvo diferentes niveles de aciertos<sup>22</sup> en la predicción de quiebras de las empresas brasileñas.

En los estudios citados anteriormente se evaluaron, generalmente, empresas de diversos segmentos y, muy especialmente, empresas cotizadas en bolsa, las cuales fueron observadas en un determinado período de tiempo en el que ocurrieron las quiebras. Aunque la mayoría de esos estudios se concentraron en el perfil antes descrito, Platt y Platt (1990) orientaron su estudio a determinar la probabilidad de quiebra de la industria manufacturera de varios segmentos estadounidense. Por otro lado Shashua y Goldschmidt (1974) realizaron un estudio sobre las comunas agrícolas israelíes (*kibbutzes*), de las que analizaron una muestra de organizaciones en la que no existían empresas quebradas.

Según enseñanzas de Foster (1986, p.534), la predicción de las dificultades financieras de las organizaciones, sean estas corporaciones, municipios, universidades o cualquier otra, es un tema interesante y ampliamente investigado por los autores, quienes han basado sus estudios, principalmente, en la información proporcionada por los estados financieros generados por la contabilidad. Esas predicciones pueden ser de interés y utilidad para prestamistas, inversionistas,

---

<sup>22</sup> Ver Kassai et al. (2000, p.132)

organismos reguladores, funcionarios públicos, auditores y gerentes en sus respectivos modelos de toma de decisiones.

Para seguir dichas enseñanzas, los modelos de predicción de las dificultades financieras requieren estar alineados con cada uno de los sectores empresariales. En este sentido, Schipper (1977) desarrolló investigaciones en el sector educativo, más específicamente en los colegios privados de los Estados Unidos. Su investigación empírica tuvo como objetivo proporcionar una descripción analítica de las principales dificultades financieras de ese segmento, proporcionando un modelo de situación financiera que sirvió para encontrar y probar, empíricamente, las medidas contables producidas en el momento en el que aparecen las dificultades financieras.

Ante la carencia de investigaciones con objetivos orientados a la predicción de dificultades financieras de las empresas operadoras de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua; Corrar (1981) desarrolló una investigación, basada en el análisis factorial, con el objetivo de identificar un conjunto de indicadores contable-financieros y otros de tipo operacional que pudieran servir como parámetros para la evaluación de la gestión de dichas empresas en Brasil. Al final, el autor concluyó presentando un conjunto de 25 indicadores, desagregados en 7 factores. También concluyó el autor que los indicadores de orden económico y financiero son tan importantes como otros indicadores operativos.

Siguiendo la misma teoría de que los indicadores económicos-financieros no pueden ser considerados de forma aislada de los indicadores operativos para la evaluación de los resultados de la gestión del sector, Alencar Filho y Abreu (2007) desarrollo un estudio sobre la realidad brasileña en el que se tuvo como objetivo analizar e identificar los principales factores que explican los resultados de la gestión de las *CESBs*, sirviendo como base para la identificación del tipo de información requerida por los planificadores, sobre la prestación de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua. Para ello fueron seleccionados 36 indicadores de las 26 compañías que conformaron el estudio durante el ejercicio económico de 2003, en el que concluyeron la identificación y estructuración de los 11 factores más importantes; de los cuales 6 son operativos y 5 económico-financieros. En el cuadro II.2 se presenta la comparación entre los factores seleccionados en los estudios Corrar (1981) y Alencar Filho y Abreu (2007).

**Cuadro II.2. Factores determinantes de los resultados de la gestión de los operadores de servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil**

Corrar (1981)	Alencar Filho y Abreu (2007)
<p><b>Factor 1 – Inversión y recuperación frente a cobertura con abastecimiento y saneamiento de agua</b>                      Inversión total por conexión; Ingresos por conexión; Cuentas<sup>23</sup> de abastecimiento de agua por conexión; Cuentas de saneamiento de agua por conexión; Índice de cobertura en el Estado; Índice de cobertura de saneamiento de agua; Índice de cobertura de la población con saneamiento de agua; Producción de agua por habitante; Consumo de agua por habitante.</p> <p><b>Factor 2 – Provisión de fondos frente a inmobilizaciones</b>                      Evolución del Inmovilizado material</p> <p><b>Factor 3 – Rentabilidad</b>                      Evolución del beneficio neto; <u>Rentabilidad del patrimonio neto</u>; Rentabilidad del activo total; Beneficio por conexión; Evolución del resultado de la explotación.</p> <p><b>Factor 4 – Cobertura con abastecimiento de agua y eficiencia de los recursos humanos</b>  <u>Índice de cobertura de abastecimiento de agua</u>; Índice de cobertura en el Estado; <u>Índice de medición del consumo</u>; Conexiones por empleados</p> <p><b>Factor 5 – Endeudamiento</b>                      Evolución del endeudamiento a largo; Ratio de la deuda total a capital total; Inmovilización del patrimonio neto</p> <p><b>Factor 6 – Eficiencia operativa</b>  <u>Longitud de la red de abastecimiento de agua por conexión</u></p> <p><b>Factor 07 – Pérdidas físicas</b>                      Rotación del activo; <u>Índice de pérdidas físicas</u></p>	<p><b>Factor 1 (operativo) – Gestión operativa</b>                      Monitoreo y control; Índice de pérdidas en la facturación; Índice de perdidas en la distribución; Índice de micromedición del volumen; <u>Índice de pérdidas físicas</u>; <u>Índice de cobertura de abastecimiento de agua</u>; Índice de perdidas por conexión; Índice de medición del consumo.</p> <p><b>Factor 2 (operativo) – Gestión de la demanda por el uso de agua</b>                      Consumación de agua por economía; Agua facturada por cuenta; <u>Consumo de agua por cuenta</u>; Volumen facturado por economía de alcantarillo.</p> <p><b>Factor 3 (operativo) – Cobertura con saneamiento de agua</b>                      Longitud de la red de saneamiento de agua por conexión; Índice de colecta de aguas residuales; <u>Índice de cobertura de saneamiento de agua</u>; Índice de agua residual tratada por agua consumida; Índice de cobertura total de saneamiento de agua.</p> <p><b>Factor 4 (operativo) – Estructuración urbana</b>                      Densidad de saneamiento de agua; densidad de cuentas de agua por conexión de agua.</p> <p><b>Factor 5 (operativo)- Protección ambiental</b>                      Índice de tratamiento de aguas residuales</p> <p><b>Factor 6 (operativo) – Disposición y modo de uso del espacio urbano</b>  <u>Longitud de la red de abastecimiento de agua por conexión</u></p> <p><b>Factor 1 (económico-financiero) – Capacidad económica</b>  <u>Rentabilidad del patrimonio neto</u>; Margen de la explotación sin depreciación; Índice de productividad: empleados propios por miles de conexiones de agua; Margen de los gastos de personal; Margen neta sin depreciación; Proporción de los gastos con los insumos de la explotación; Gastos de la explotación por m<sup>3</sup>; Gastos de la explotación por economía.</p> <p><b>Factor 2 (económico-financiero) – Capacidad financiera</b>                      Ratio de liquidez general; Ratio de Solvencia, Ratio de la deuda total a activo total;</p> <p><b>Factor 3 (económico-financiero) – Política de tarifación</b>                      Tarifación promedia de saneamiento de agua; Tarifación promedia de abastecimiento de agua.</p> <p><b>Factor 4 (económico-financiero) – Eficiencia de los cobros</b>                      Índice de evasión de ingresos</p> <p><b>Factor 5 – Calidad del pasivo</b>                      Ratio de endeudamiento a corto</p>

Fuente: Estructurado a partir de Corrar (1981) y Alencar Filho y Abreu (2007)

<sup>23</sup> Este concepto en portugués es llamado de *Economía* por lo que traducimos como “cuenta”, en este caso se refiere a la unidad en la que se presta el servicio pues, en los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento brasileño, es posible que se atienda más de una unidad con una única conexión. En este sentido, cada una de estas unidades es considerada como una *Economía*.

A pesar de que ambos estudios relacionaron los factores más importantes para la evaluación de los resultados de la gestión de las *CESBs* brasileñas en diferentes series temporales, sólo 7 indicadores fueron comunes en ambos estudios, esos indicadores fueron: a) Índice de cobertura de saneamiento de agua; b) Consumo de agua por habitante/cuenta; c) Rentabilidad del patrimonio neto; d) Índice de cobertura de abastecimiento de agua; e) Índice de medición del consumo; f) Longitud de la red de abastecimiento de agua por conexión, y g) Índice de pérdidas físicas. Asimismo, factores como endeudamiento, rentabilidad y pérdidas en el sistema también convergieron en ambos estudios por el nivel de importancia.

En un modelo econométrico, Santana (2005) desarrolló un estudio con el objetivo de identificar los factores determinantes de los resultados de la gestión financiera de las empresas públicas municipales prestadoras de servicios de abastecimiento y saneamiento de agua, usando para ello el método de estimación *OLS* para relacionar los factores explicativos de la Rentabilidad del Patrimonio Neto – *ROE*. En ese estudio el autor concluyó que la eficiencia de los cobros; las inversiones por cuentas activas; la suficiencia de tesorería y el promedio de tarifas aplicadas son elementos determinantes de los resultados de la gestión financiera. Asimismo concluyó el autor que las variables eficiencia de los cobros y las inversiones por cuentas activas presentaron una relación negativa, mientras que la suficiencia de tesorería y el promedio de tarifas aplicadas, mostraron una relación positiva. Esto permite corroborar la importancia atribuida al indicador de Inversión total por conexión, identificada por Corrar (1981), así como el índice de deterioro de ingresos y políticas de establecimiento de tarifas aportadas por Alencar Filho y Abreu (2007).

Sin embargo, ninguno de los estudios referidos fue orientado a construir un modelo de previsión de quiebras con el diseño de un indicador para tal fin. Algunos años antes de Santana (2005) y de Alencar Filho y Abreu (2007) y 11 años después del estudio de Corrar (1981), todos ellos con estudios sobre la realidad brasileña; Beecher et al. (1992) presentan un estudio realizado en los EE.UU. en el que desarrollaron un modelo pionero para la previsión de las dificultades financieras para empresas del sector de abastecimiento y saneamiento de agua, el cual se justificó por el bajo poder explicativo y la falta de especificidad para el sector de los modelos presentados con anterioridad por Platt y Platt (1990); Altman et al. (1977) y Altman (1968).

Beecher et al. (1992, p.154) ponen de relieve que, a pesar de que los modelos de previsión comercialmente disponibles no son aplicables a las empresas operadoras



de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, esos modelos identifican las variables que son más importantes para la previsión de la insolvencia. De este modo, el primer paso dado por los autores ha sido calcular los indicadores financieros para identificar así las empresas con una situación financiera vulnerable. En este sentido, tal como se ilustra en la tabla II.2, los autores seleccionaron inicialmente 10 ratios, los cuales fueron calculados para los dos grupos de empresas operadoras de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua. Con esos resultados se identificaron las quince más fuertes y las quince más débiles en términos de la Rentabilidad del Patrimonio Neto – ROE, según la base de datos operativos y financieros de 1989, divulgados por la *National Association of Water Companies – NAWC*. Al final, los resultados fueron completamente distintos entre los dos grupos, representando un hito para la validez del modelo. Los ratios seleccionados en el estudio, su elemento de medición, definiciones y relación con la quiebra, son presentados en la tabla a continuación:

**Tabla II.2. Ratios financieros claves utilizados en la evaluación de la dificultad financiera**

<b>Ratio</b>	<b>Medida</b>	<b>Definición</b>	<b>Relación con dificultad Financiera</b>
X1	Recursos generados	$\frac{\text{Beneficio neto} + \text{Depreciación}}{\text{Ingresos de la explotación}}$	-
X2	Liquidez	$\frac{\text{Activo circulante}}{\text{Pasivo circulante}}$	-
X3	Endeudamiento	$\frac{\text{Fondos propios}}{\text{Activo total}}$	-
X4	Incremento de la autofinanciación	$\frac{\text{Beneficios retenidos}}{\text{Fondos propios}}$	-
X5	Rotación y eficiencia	$\frac{\text{Ingresos de la explotación}}{\text{Activos totales}}$	-
X6	Productividad y eficiencia	$\frac{\text{Ingresos de la explotación}}{\text{Gastos de la explotación}}$	-
X7	Margen neto	$\frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Ingresos de la explotación}}$	-
X8	Endeudamiento	$\frac{\text{Pasivo exigible total}}{\text{Activos totales}}$	+
X9	Solvencia	$\frac{\text{Inmovilizado material neto}}{\text{Activos totales}}$	+
X10	Endeudamiento a corto plazo	$\frac{\text{Pasivo circulante}}{\text{Pasivo exigible total}}$	+

Fuente: Beecher et al. (1992, p.155)

Aunque Beecher et al. (1992, p.155-161) relacionaron inicialmente 10 ratios, sólo fueron utilizados los 7 primeros, los cuales se relacionan de manera inversa con la quiebra, sumándose todos ellos para simplificar la construcción de un modelo de puntuación del grado de dificultad financiera de las empresas operadoras de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua. Después de realizados los análisis probabilísticos inherentes al modelo, los autores definieron un modelo general de puntuación o valoración de la dificultad financiera, identificando tres rangos para el resultado obtenido de la sumatoria de los 7 ratios. Así fueron identificados tres escalas o rangos, la primera para resultados de 4,0 puntos o más, lo que representa una situación financiera de buena a excelente; una segunda escala entre 3,0 y 3,99 puntos que representa una situación financiera débil a crítica y, una última escala que contempla resultados por debajo de 3,0 puntos, lo que significa dificultad financiera, requiriendo una necesaria atención inmediata.

Finalmente el modelo no llevó a clasificar incorrectamente ninguna empresa operadora en la escala de dificultad financiera. Este resultado fue corroborado por otro test en el que se clasificó así a todas las que estaban quebradas, según la definición técnica del neto patrimonial negativo, clasificándolas en el rango de dificultad financiera, lo que indica una fortaleza del modelo de evaluación, por atender a la premisa de identificar correctamente a las empresas operadoras de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en dificultad financiera, representando una técnica simple y razonablemente precisa para la indicación objetiva de la viabilidad financiera; la cual, podría ser adaptada de acuerdo con los intereses y necesidades particulares de los analistas (Beecher et al., 1992, p.160-164).

Beecher et al. (1992, p.166) concluyeron que los modelos no son capaces de prever los logros y las quiebras de las empresas operadoras de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua con total seguridad; sin embargo, aseguran los autores que el modelo puede ser perfectamente utilizado como una importante herramienta preventiva para afrontar posibles dificultades financieras.

Los estudios posteriores analizados, que fueron centrados en la gestión financiera de los operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua estadounidenses, no aprovecharon esos modelos que permitían estructurar la situación financiera a través de un único indicador. En este sentido Klase (1995) llevó a cabo una investigación con los objetivos de a) medir las condiciones financieras que prevalecen en los operadores de West Virginia; b) evaluar su capacidad de satisfacer el papel requerido frente a necesidades rurales del agua y de las aguas residuales y

requisitos reguladores federales, y c) evaluar las implicaciones para las pequeñas comunidades y comunidades rurales, en su intento de dar respuesta a la infraestructura necesaria para la prestación de los referidos servicios.

El estudio de Klase (1995) fue realizado sobre los años 1988 y 1989 de una muestra de 100 empresas operadores de pequeñas comunidades y comunidades rurales de West Virginia. De ese total, 87 fueron operadoras públicas y 13 de propiedad privada. El estudio se basó en el uso de la metodología de análisis de indicadores de gestión de naturaleza económico-financieros. Los indicadores de gestión utilizados fueron a) ingresos de la explotación, b) gastos de la explotación; c) ingresos de la explotación *per cápita*; d) gastos de la explotación *per cápita*; e) beneficio de explotación; f) beneficio neto; g) relación entre ingresos de la explotación y gastos de la explotación; h) activos corrientes; i) pasivos corrientes; j) ratio de liquidez general; k) pasivo total; l) pasivo exigible a largo; m) pasivo exigible largo *per cápita* y, n) cobertura del servicio de la deuda. Según los análisis de estos indicadores, la situación financiera total de los operadores de la muestra se mostró como precaria y con tendencia a empeorar.

Avanzando en el análisis económico-financieros de los operadores estadounidenses, Neal, et. al (1996) desarrollaron un estudio con el objetivo de comparar el funcionamiento de las compañías de agua de propiedad privada con las compañías de agua de propiedad pública en California. Los resultados les permitirían calibrar las ventajas potenciales de reestructurar la industria, centrándose en la subvención del impuesto, el coste de capital, las cargas de agua, los gastos de explotación, los ingresos por inversiones y los gastos en inversión de capital; con base en una muestra de 9 operadores, en el período comprendido entre 1992 y 1994.

Para ello fueron analizados las variables ingresos de la explotación; gastos de la explotación; depreciación; beneficio de la explotación; contribuciones recibidas sobre la propiedad; tasas de conexión; ingresos por inversiones; otros ingresos; impuestos pagados; coste del capital ajeno; coste del capital propio; otros gastos; resultado extraordinario; total de los impuestos locales; total de los impuestos sobre el beneficio; subvenciones de impuesto a los operadores públicos; coste del capital ajeno por conexión; coste del capital propio por conexión; gastos de la explotación por conexión; empleados por conexiones; representatividad de los salarios sobre los ingresos de la explotación; representatividad de los gastos con mantenimiento sobre los ingresos de la explotación; tesorería e inversiones; activos corrientes; beneficio por acción y dividendos por acción.

En síntesis, las conclusiones aportadas en el estudio de Neal et. al (1996) se resumen a los siguientes hallazgos principales: a) las compañías de agua de propiedad privada proporcionan servicios de agua comparables entre los consumidores y al mismo precio que las compañías de propiedad pública; aunque pagan impuestos y no reciben ingresos no extraordinarios adicionales; b) las compañías de agua de propiedad pública reciben abundantes subvenciones de los impuestos; c) el coste del capital neto es más elevado para las compañías de agua de propiedad pública, que las de propiedad privada; d) la facturación real de agua es más alta para las compañías de agua de propiedad pública, que para las de propiedad privada, e) las compañías de propiedad privada son substancialmente más eficientes en la operación de los servicios del agua que las de propiedad pública; y, f) las compañías de agua de propiedad pública reciben una cantidad sustancial de ingresos extraordinarios de excedentes e inversiones.

Para otro escenario, Shaoul (1997) desarrolló una investigación empírica entre 10 operadores de abastecimiento y saneamiento de agua de Inglaterra y Gales, durante los años 1985 a 1995. En este estudio el autor hizo un análisis financiero comparativo entre la propiedad pública y privada. Su objetivo fue examinar la experiencia de las direcciones generales de aguas privatizadas, tomando como base los datos financieros y contables para analizar costes y productos; así como también la distribución del excedente generado por la industria para evaluar las demandas del gobierno, lo que resultaría en un incremento de la eficiencia que beneficiaría a todos. Para ello fueron analizados los indicadores de los costes unitarios y el valor añadido, concluyéndose que los aumentos significativos en la eficiencia se produjeron antes de la privatización, lo que limitó las posibilidades de mejorar la eficiencia sin reducir los niveles de servicio, la prestación de servicios en el futuro y la distribución del excedente, considerándose como un conflicto entre los consumidores y los accionistas. Como un ejemplo de ello, pueden citarse los estudios, realizados para la realidad estadounidense, de Klase (1995); Neal et. al (1996) y el estudio de Shaoul (1997), los cuales se limitaron al análisis de indicadores de gestión; es decir, sin el empleo de herramientas cuantitativas más avanzadas, tanto paramétricas como no paramétricas.

Conforme se ha escrito anteriormente, el trabajo de Corrar (1981) representa el punto de partida para las investigaciones empíricas sobre la gestión financiera del sector de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil y, probablemente, uno de los primeros que relaciona los análisis de los estados financieros del sector en el mundo. Sin embargo, dicho estudio y los precedentes se limitaron a la selección de los

indicadores operativos y económico-financieros sobre un conjunto de elementos o variables y de sus respectivas cargas factoriales (Corrar, 1981 y Alentar-Filho y Abreu, 2007); así como también estuvieron restringidos a la identificación de los factores y sus respectivas relaciones (positivas o negativas) con los resultados de la gestión financiera del sector (Santana, 2005), destacándose en esos estudios la falta de un indicador único para determinar los resultados de la gestión económico-financiera entre diversos operadores. Igualmente, Alencar Filho et al. (2004) presentaron algunas convergencias entre los indicadores seleccionados por Alencar Filho y Abreu (2007) como el índice de pérdidas en la facturación; proporción de los gastos con relación a los insumos de la explotación; índice de deterioro de ingresos y margen de la explotación sin depreciación<sup>24</sup>.

El estudio Alencar Filho et al. (2004) tuvo como objetivo la evaluación de los resultados de la gestión de las *Companhias Estaduais de Saneamento Básico – CESBs*, utilizando para ello una metodología alternativa denominada valor económico añadido - *EVA*, compatible con el modelo del flujo de caja descontado para evaluar los resultados de la gestión financiera de las empresas que actúan en sectores de la economía formal, analizando datos de los años 1998 a 2001, de una muestra de 26 operadores brasileños.

De la misma forma que el modelo de Beecher et al. (1992), el modelo presentado por Alencar Filho et al. (2004) también ejerce una función discriminante, estructurándose sobre 3 indicadores operativos relacionados con otros 3 indicadores económico-financieros, bajo la perspectiva del valor económico añadido. Este modelo resulta interesante para nuestro estudio ya que en él se desarrolla un análisis de la realidad brasileña, utilizando indicadores diferentes a los propuestos por Beecher et al. (1992), lo que permitió a sus autores observar resultados de variables importantes para ser luego utilizadas en la evaluación de la gestión económico-financiera de los operadores de abastecimiento y saneamiento de agua brasileños, en un proceso de universalización del acceso al servicio de calidad. Los indicadores utilizados en la composición del índice de resultados de la gestión propuesto por Alencar Filho et al. (2004) son presentados en la tabla II.3 a continuación.

---

<sup>24</sup> Aunque el estudio Alencar Filho et al. (2004) utilizó el Margen de la explotación con depreciación

**Tabla II.3. Indicadores seleccionados para la composición del índice de resultados de la gestión de las CESBs brasileñas**

Indicador	Definición	Relación con los resultados de la gestión
X1 Margen de la explotación	$\frac{\text{Resultado de la explotación}}{\text{Ingresos de la explotación}}$	+
X2 Porcentaje de los gastos básicos de la actividad sobre ingresos de explotación	$\frac{\text{Gastos básicos de la actividad}}{\text{Ingresos directos de la explotación}}$	-
X3 Nivel de endeudamiento	$\frac{\text{Pasivo circulante} + \text{Pasivo exigible a largo} + \text{Ingresos anticipados}}{\text{Activo total}}$	-
X4 Índice de pérdidas en la facturación	$\frac{\text{Volumen de agua (producida+comprada-utilizada por el operador)} - \text{Volumen de agua facturada}}{\text{Volumen de agua (producida+comprada-utilizada por el operador)}}$	-
X5 Índice de deterioro de ingresos	$\frac{\text{Ingresos de la explotación} - \text{Recaudación total}}{\text{Ingresos de la explotación}}$	-
X6 Índice de productividad	$\frac{\text{Cantidad de cuentas activas (agua + alcantarillo)}}{\text{Cantidad equivalente de personal total}}$	+

Fuente: Alencar Filho et al. (2004)

Alencar Filho et al. (2004) concluyeron que los resultados de la gestión de las compañías disminuyó y que los resultados se hicieron más confiables al compararse con el valor económico añadido – EVA de cada operador, lo cual fue corroborado con los resultados presentados por el índice de los resultados de la gestión; es decir, un resultado insatisfactorio de dicho índice produce un efecto negativo en el valor económico añadido en las CESBs.

Otro hallazgo interesante que debe ser destacado del estudio Alencar Filho et al. (2004) es la influencia negativa de la ineficiencia de los cobros o índice de deterioro de ingresos, sobre el valor económico añadido – EVA, lo que corresponde a un resultado mas coherente que el presentado por Santana (2005) que se concluyó que la ineficiencia de los cobros aumenta la Rentabilidad del Patrimonio Neto – ROE, en contra de cualquier expectativa.

Tal como fue señalado por Alencar Filho et al. (2004), el rango o escala para los resultados de la gestión se estructura a partir de una base discriminante del valor económico añadido que no está compuesta exclusivamente con ratios financieros; siendo Beecher et al. (1992) el único trabajo conocido con dicha estructura, representado una importante variable en un modelo de evaluación de los resultados de la gestión económico-financiera para el sector.

Con base en todas esas aportaciones analizadas se puede concluir que los resultados de los modelos de evaluación de la solvencia empresarial que miden la situación financiera, representan también una forma de medir los resultados de la gestión financiera de una institución, lo cual está basado en los trabajos de Alencar Filho et al. (2004); Beecher et al. (1992); Platt y Platt (1990); Lincoln (1984); Chen y Shimerda (1981); Dambolena y Khoury (1980); Ohlson (1980); Schipper (1977); Corrar (1981); Shashua y Goldschmidt (1974); Blum (1974); Pinches y Mingo (1973); Altman (1968) y Beaver (1966).

A pesar de que ese concepto de evaluación de la gestión también está basado en el uso de indicadores de gestión económico-financieras para los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, tal como lo presentan Neal et. al (1996) y Shaoul (1997); se observan pocas convergencias entre las variables empleadas en esos estudios. Esto es posiblemente por causa de la elevada cantidad de ratios e indicadores existentes y cuya solución podría ser alcanzada con un modelo alternativo basado en el *DEA*, el cual está siendo ya utilizado para la resolución de este tipo de problemas desde 1994, tal como será mostrado a continuación.

## **II.6 Los métodos para la evaluación de la gestión: el método *DEA***

Para comparar los resultados de la gestión del sector de abastecimiento y saneamiento de agua, principalmente en sus dimensiones de eficiencia, productividad y calidad, los investigadores han utilizado técnicas cuantitativas métricas; es decir, paramétricas y no paramétricas. Entre las paramétricas hemos identificado con mayor frecuencia el uso de métodos de mínimos cuadrados ordinarios – *OLS* (y sus variantes) y análisis de frontera estocásticas – *SFA*. Por otro lado, entre las investigaciones basadas en técnicas no paramétricas, pudo observarse una predominancia de técnicas como el Análisis Envolvente de Datos – *DEA* e Indicadores de Gestión – *PI*. También han sido muy utilizados la Productividad Total de los Factores - *TPF* con combinaciones paramétricas y no paramétricas, de acuerdo a los hallazgos descritos en los estudios de González-Gómez y García-Rubio (2008); Abbott y Cohen (2009); Walter et al. (2009); Ferro y Romero (2009); Berg y Marques (2010) y Berg (2010).

La primera aplicación empírica del *DEA* para la evaluación comparativa de los resultados de la gestión económica del sector de abastecimiento y saneamiento de agua, fue llevada a cabo en 1975 por Patricia Byrnes en su tesis doctoral titulada *Ownership and efficiency in the water supply industry: An application of the*

*nonparametric programming approach to efficiency measurement.* Desafortunadamente no se tuvo acceso a sus resultados; sin embargo, se conoció la publicación del artículo Byrnes et al. (1986) denominado *Efficiency and Ownership: Further Evidence* y que tuvo como objetivo proporcionar evidencia adicional sobre las cuestiones presentadas anteriormente por medio de métodos paramétricos.

Para ello Byrnes et al. (1986) estructuraron un modelo con, por un lado, 7 *inputs*: 1) volumen de agua producida desde fuentes subterráneas; 2) volumen de agua producida desde fuentes superficiales; 3) longitud de la red de tuberías; 4) agua comprada desde otro operador; 5) personal a tiempo integral; 6) personal a tiempo parcial y, 7) capacidad de almacenamiento. Por otro lado, con una sola salida o producto que fue el volumen de agua distribuida con las dos hipótesis de rendimientos; es decir, constantes y variables de escala. Los principales hallazgos fueron una ligera superioridad de 2% de la eficiencia técnica para los operadores de propiedad privada. Igualmente se determinó que el rendimiento, en términos de eficiencia de escala, fueron superiores a los de eficiencia técnica y, por último, se determinó que no hay pruebas significativas de la superioridad general de ninguno de los tipos de propiedad, pública o privada.

Desde de entonces, nuevos y diversos estudios se han desarrollado utilizando el *DEA* para estructurar un rango de los resultados de la gestión económica para el sector en sus diferentes perspectivas de dimensión técnica, asignación y económica total. Siendo éste, entre todos los métodos paramétricos y no paramétricos utilizados, el más comúnmente aplicado por los investigadores, al ser constatado en un 38% de los 141 estudios analizados y que serán comentados, individualmente, en el capítulo III.

Por otro lado, los modelos de previsión de quiebra presentados al principio del apartado II.5, originalmente basados en modelos estadísticos univariantes y multivariantes<sup>25</sup>, comenzaron a ser trabajados con la perspectiva de programación matemática con aplicación del *DEA*, incluyendo la gestión financiera y, en algunos casos, comparándose con resultados obtenidos de la aplicación de otros modelos clásicos, como los presentados en el apartado anterior.

Esos estudios comenzaron con Fernández-Castro y Smith (1994), quienes realizaron un análisis comparativo de los resultados de la gestión corporativa de las compañías inglesas. Luego, Ozcan y Mccue (1996) desarrollaron un índice de los

---

<sup>25</sup> Según Foster (1986, p.536) los modelos univariantes son los que envuelven el uso de una simple variable en el modelo de predicción y los multivariantes (p.546) se estructura a partir de combinaciones de variables.



resultados de la gestión financiera para los hospitales estadounidenses; mientras que Simak (1997) se preocupó con la validación del *DEA* como modelo de previsión para la quiebra de compañías estadounidenses, comparándola con el *Z-score* de Altman, Bowlin (1999) para los resultados de la gestión financiera de la industria de defensa de los Estados Unidos. En otro estudio Simak (2000) desarrolló una metodología, basada en el *DEA*, para la evaluación de las corporaciones de crédito estadounidenses, haciendo también una comparación con el *Z-score* de Altman. Finalmente Zhu (2000) desarrolló una herramienta para caracterizar mejor los resultados de la gestión financiera, utilizando para ello 500 compañías relacionadas en la revista Fortune.

El interés de los autores por el tema de la evaluación de los resultados de la gestión financiera con la utilización del *DEA* continuó con los trabajos Kassai (2002), en el cual se utilizó el *DEA* para el análisis de los estados financieros de las empresas brasileñas, principalmente las del sector eléctrico. Asimismo Emel et al. (2003) evaluaron la gestión financiera de las empresas industriales y de manufacturas, estructurando un rango de crédito para ese tipo de clientes de los bancos turcos. Por otro lado Feroz et al. (2003) utilizaron los resultados de la gestión financiera obtenidos con el *DEA* como un complemento para el análisis tradicional en 29 compañías extraídas de la base de datos *COMPUSTAT*. Igualmente Paradi et al. (2004) trabajaron con un modelo de evaluación de la gestión en el que, a través del *DEA*, se seleccionaron las empresas estadounidenses con dificultad financiera; es decir, con bajo resultado de la gestión financiera.

Sobre la realidad brasileña otros autores han incluido en sus estudios el uso del *DEA* para la evaluación de la gestión financiera iniciada por Kassai (2002). Algunos ejemplos están representados por Santos y Casa Nova (2005), quienes desarrollaron un modelo estructurado de análisis de los estados financieros de las empresas brasileñas relacionadas como las mayores y mejores de la revista Exame. Con esa misma base de datos de empresas brasileñas, Onusic et al. (2006) presentaron el estudio de las redes neuronales para la evaluación de la gestión financiera con el uso del *DEA* y, posteriormente, Onusic et al. (2007) utilizaron esa metodología para estructurar un modelo de previsión de insolvencia empresarial.

Finalmente, Ferús (2008) planteó la utilización del *DEA* como una herramienta efectiva para resolver los problemas de evaluación del riesgo para la concesión de créditos por los bancos poloneses.

En resumen, se percibe en la literatura especializada que, de forma general, los estudios de los resultados de la gestión financiera aprovecharon la tecnología

proporcionada por la metodología *DEA*, quedando demostrada su utilidad y robustez para estudios en los que se pretende la estructuración de un indicador para evaluar la gestión financiera de las empresas. Sin embargo, se observa que tales aplicaciones a los servicios de utilidad pública no han sido suficientemente exploradas en Brasil, donde se observó un único estudio basado en el análisis de los estados financieros de los operadores de servicios públicos de energía eléctrica.

Las ideas iniciales que sirvieron como fundamentos del *DEA*, su estructuración inicial y su evolución a un modelo no radial basado en holguras, serán presentadas a continuación.

### **II.6.1 Conceptos económicos que fundamentan el Análisis Envolvente de Datos – *DEA*: Modelos básicos y su evolución para los modelos aditivos**

Conforme ha sido comentado, la eficiencia representa un importante elemento de los resultados de la gestión que se define a partir de la sencilla relación entre *input* y *output* o también conocido como la relación insumos y productos; así como también por su concepto matemático. Cooper, Seiford y Tone (2007, p. 1) avanzaron en esa discusión, agregando que dicho concepto también debe considerar una medida parcial de la productividad. Esto, según los autores, es debido a que los gerentes, a menudo, evalúan la gestión de las unidades económicas teniendo en cuenta los múltiples *input* y *output* requeridos para alcanzar una medida deseada de productividad total de esos factores. Estos conceptos ya habrían sido utilizados para el sector de abastecimiento y saneamiento de agua de forma bastante explícita por Renzetti y Dupont (2004), quienes establecieron cuatro factores determinantes de los resultados de la gestión para el sector, identificándolos como eficiencia; productividad; rentabilidad y otros aspectos cualitativos de los productos.

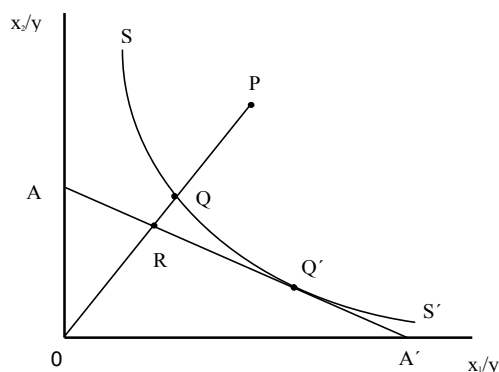
Los estudios sobre la teoría económica del análisis de la productividad de las empresas con el objetivo de desarrollar múltiples medidas de eficiencia se inició en la década de los 50 con los trabajos de Farrel (1957); Shepard (1953); Debreu (1951) y Koopmans (1951). Los más recientes estudios han profundizado los aportes de los investigadores precedentes; es decir, la definición de una medida de la eficiencia de las empresas en la que se podrían incluir múltiples *inputs* y múltiples *outputs*; generando un nuevo concepto de eficiencia a partir de la relación existente entre el uso de los recursos disponibles por una determinada unidad económica y el uso de esos mismos recursos por otra unidad económica más productiva, dentro de una muestra determinada.

En su estudio, Farrel (1957, p. 254-255) identifica dos componentes de la eficiencia de la empresa, la eficiencia técnica y la eficiencia de los precios. La eficiencia técnica se refiere a la capacidad de la empresa para obtener los resultados máximos de la gestión utilizando una combinación de insumos; por otra parte, la eficiencia de los precios está determinada por el empleo de insumos en proporciones óptimas, dados los precios de entrada. Además, el autor presentó también el concepto de eficiencia total que es resultante del producto de la eficiencia técnica y la eficiencia de los precios. Coelli et. al (1998, p. 134), examinando los aportes originales de Farrell (1957), usa una terminología diferente para la eficiencia de los precios, la cual calificó de eficiencia en la asignación y que refleja la capacidad de la empresa para utilizar los insumos en proporciones óptimas, teniendo en cuenta sus precios y la tecnología de producción. Por fin, la eficiencia general denominada de "eficiencia económica total", es el resultado de la combinación de la eficiencia técnica y eficiencia en la asignación.

Observando el estudio de Farrell (1957, p. 254-255) se pudo identificar dos tipos de enfoques para medir la eficiencia técnica de la empresa. El primero se caracteriza por su orientación a los insumos (*input*), orientándose a conocer hasta qué punto una unidad económica puede reducir proporcionalmente el importe de sus insumos, sin necesidad de cambiar la cantidad de productos y, el segundo método, orientado a los productos (*output*), el cual apunta a la identificación de cuánto puede aumentarse proporcionalmente la cantidad de productos, sin comprometer las cantidades de insumos utilizados. Estos conceptos fueron ilustrados sobre la eficiencia de Farrell (1957, p. 254) en un modelo simple, con dos insumos ( $x_1$  y  $x_2$ ) y un producto ( $y$ ), con la atención centrada en la información bajo el supuesto de rendimientos constantes de escala, posteriormente estudiados en las investigaciones de Coelli et al. (1998, p. 135) que, por su aporte a esta tesis, son abordados a continuación.

Inicialmente los autores pusieron de relieve el diagrama que caracteriza el modelo, el cual se ilustra en el gráfico II.1. En él se observa que, dada una curva de producción de las  $SS'$  que representa la *isocuanta* de todas las unidades económicas consideradas eficientes. La ineficiencia técnica está representada por la distancia más corta entre un punto fuera de la curva y otro que pertenece a la curva; es decir, la cantidad por la cual la combinación de todos los insumos podría ser proporcionalmente reducida sin modificar el total de la producción.

**Gráfico II.1. Eficiencia técnica y de asignación orientada a los insumos**



Fuente: Coelli et. al (1998, p.135)

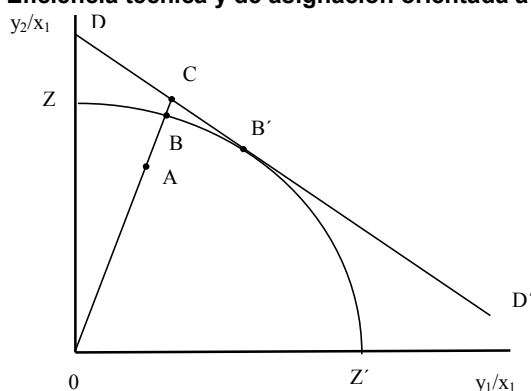
En el gráfico se ilustra que, si una unidad económica utiliza una cantidad de insumos definida por un punto  $P$  para producir una unidad de producto, la ineficiencia técnica de esa unidad económica puede ser representada por la distancia  $QP$ , que representa el importe por el cual todos los insumos podrían ser proporcionalmente reducidos, sin que represente una reducción de los productos. Esa ineficiencia técnica es expresada por la relación  $QP/OP$  que representa el porcentaje en el que deben ser reducidos todos los insumos para lograr la eficiencia técnica de la producción. En este sentido, el grado de eficiencia técnica -  $TE$  es conocido por la ecuación  $1-QP/OP$ , el cual podría tomar un valor entre 0 y 1. De esta forma, si el valor calculado es igual a 1, quiere decir que la unidad económica es técnicamente eficiente. En el gráfico IV.1, uno de los puntos con esta característica es el punto  $Q$ , el cual se ubica en la *isocuanta* eficiente.

Asimismo, los precios de los insumos representados por la línea *isocoste*  $AA'$  del gráfico II.1 permite calcular la eficiencia de asignación -  $AE$  y, en este caso, para la eficiencia de la unidad económica que opera en el punto  $P$ , la eficiencia de asignación resulta de la relación  $OR/OQ$ . Siendo la línea  $RQ$  una representación de la reducción de los costes de producción que se alcanzaría, si la unidad económica se ubicara en el punto tangencial  $Q'$ , cuyo punto representa la intersección de la eficiencia técnica y de asignación que se define como la eficiencia económica -  $EE$  y que está determinada por la relación  $OR/OP$  representando, justamente, el producto de las medidas de eficiencia técnica y eficiencia de asignación, conforme a la siguiente expresión matemática:

$$TE_i \times AE_i = (OQ/OP) \times (OR/OQ) = (OR/OP) = EE_i \quad (1)$$

Analizando el abordaje de la eficiencia orientada a los productos presentada inicialmente por Farrell (1957); Coelli et. al. (1998, p. 138) también exploraron dichos conceptos en casos en los que existe una producción de dos productos ( $y_1$  y  $y_2$ ) con el uso de un insumo ( $x$ ) y bajo el postulado de los rendimientos constantes de escala. La visión ilustrativa del modelo es presentada en el gráfico II.2, en el que se presenta la curva de posibilidades de producción representada por  $ZZ'$  y donde el punto  $A$  representa una unidad económica productiva ineficiente, por encontrarse debajo de la curva  $ZZ'$ ; es decir, por debajo del límite máximo de posibilidades de producción.

**Gráfico II.2. Eficiencia técnica y de asignación orientada a los productos**



Fuente: Coelli et al. (1998, p. 135)

En el gráfico II.2, la ineficiencia técnica está representada por la distancia entre los puntos  $AB$ , que indica el intervalo por el que el importe de los productos puede ser aumentado, sin que haya un incremento de los insumos, y que está determinada por la razón  $OA/OB$  y a través de la línea  $DD'$  que representa el *isoingreso*. También es posible calcular la eficiencia de asignación por la razón  $OB/OC$  y, así como el caso donde la orientación está dada a los insumos, en la orientación a los productos la eficiencia económica total es calculada por el producto de los resultados de la eficiencia técnica con la eficiencia de asignación conforme a la ecuación que se presenta a continuación.

$$EE_0 = (OA/OC) = (OA/OB) \times (OB/OC) = TE_0 \times AE_0 \quad (2)$$

Finalmente, todas las relaciones y conceptos presentados se basaron también en conceptos económicos más antiguos como los de la Ley de Pareto y sus posteriores aplicaciones como el trabajo de Tjalling C. Koopmans, realizado en 1951 y denominado *Activity Analysis of Production and Allocation*, por el que fue galardonado con el premio Nobel de economía en 1975, al establecer el principio de la eficiencia productiva que guió las formulaciones matemáticas de varios estudios precedentes, incluyendo los llevados a cabo por Michael J. Farrell, William W. Cooper, Abraham

Charnes y Eduard Rodhes, siendo estos tres últimos notoriamente conocidos como los pioneros del *DEA* como una solución matemática para esos problemas, tal como será presentado a continuación.

## II.6.2 Modelo básico del Análisis Envolvente de Datos – *DEA*

El Análisis Envolvente de Datos o, *DEA* según su expresión anglosajona *Data Envelopment Analysis* como es mundialmente conocido, corresponde a una técnica no paramétrica de programación matemática estructurada para establecer una función de producción que comprende una medida de los rangos de eficiencia relativa de las unidades de gestión o *Decision Making Units - DMUs*, como es conocido por su terminología inglesa. Estas *DMUs* corresponden a las unidades económicas de análisis que pueden ir, desde un departamento interno hasta una institución completa, pasando por segmentos, regiones y tipos de operaciones, como es el caso de las organizaciones prestadoras de servicios de utilidad pública e instituciones prestadoras de servicios financieros, entre otras.

Históricamente, la técnica desarrollada por Charnes et al. (1994, p. 8) tuvo su origen en 1978 con la tesis doctoral de Eduard Rodhes, bajo la dirección de William W. Cooper que tuvo como objetivo el desarrollo de un método para comparar la eficiencia de escuelas públicas participantes de un programa educacional estadounidense para alumnos de bajos recursos, en comparación con las escuelas que no participaban de dicho programa. Esto pone en evidencia que, desde sus inicios, la técnica fue utilizada para comparar eficiencias en diferentes circunstancias, utilizando como producto el aumento de la autoestima de los alumnos en desventaja, la habilidad psicomotora y sus valores aritméticos y, como insumos, el tiempo de lectura demandado de la madre a su hijo y el número de profesores-hora.

Posteriormente, esos conocimientos fueron aprovechados por Charnes et al. (1978) que conocido como el primer artículo publicado sobre el *DEA*<sup>26</sup> titulado de *Measuring Efficiency of Decision Making Units* y que resultó en la primera formulación del modelo conocida como *CCR* por las iniciales de sus autores (Charnes, Cooper y Rodhes) o *CRS (Constant Returns to Scale)*, como una extensión de del trabajo desarrollado por Farrell (1957) comentadas anteriormente. En este caso, el método consideró la medición de la eficiencia relativa proveniente de múltiples insumos y múltiples productos, en la definición de una frontera para que las *DMUs* más eficientes sean “envueltas” y las ineficientes se alejen de dicha frontera.

---

<sup>26</sup> Según Seiford (1997) y Cook y Seiford (2009)

La eficiencia relativa de una *DMU*, según Charnes et al. (1978, p. 430), es definida como el cociente máximo entre la suma ponderada de los *outputs* y la suma ponderada de los *inputs*, sujeto a la condición de que el cociente de cada *DMU* sea menor o igual a 1 y los valores utilizados en sus ponderaciones sean atribuidos en función de la maximización de su eficiencia, lo cual es representado por la siguiente formulación matemática.

$$\begin{aligned} \max (h_0) &= \frac{\sum_{y=1}^s v_y O_{y0}}{\sum_{x=1}^r u_x I_{x0}} \\ \text{sujeto a :} & \\ \frac{\sum_{y=1}^s v_y O_{yk}}{\sum_{x=1}^r u_x I_{xk}} &\leq 1, \text{ para todo } k = 1, 2, 3, \dots, n \\ u_x, v_y &\geq 0, \forall x, y \end{aligned} \quad (3)$$

Siendo:  $h_0$  = eficiencia relativa de la *DMU* 0;  
 $n$  = número de total de *DMUs*;  
 $s$  = número de *outputs*;  
 $r$  = número de *inputs*;  
 $I_{xk}$  = cantidad de *input*  $x$  para la *DMU*  $k$ ;  $k=1, 2, \dots, n$ ;  
 $O_{yk}$  = cantidad de *output*  $y$  para la *DMU*  $k$ ;  $k=1, 2, \dots, n$ ;  
 $u_x$  = peso designado al *input*  $x$ ;  
 $v_y$  = peso designado al *output*  $y$ .

A través de dicha formulación matemática es posible obtener los valores de  $u_x$  y  $v_y$  a medida que sea maximizada la función objetivo. Asimismo, la restricción a la que está sujeta la función fue definida para garantizar que los resultados de la relación *outputs* e *inputs* se establezcan entre 0 y 1, de modo que las *DUMs* eficientes son asignadas con resultados iguales a 1, mientras que las ineficientes con resultados menores a 1, dependiendo de su nivel de ineficiencia. En principio, esta formulación proporciona una posibilidad de infinitas soluciones y, para resolver este problema, se estructuró una restricción adicional en la que el denominador de la función objetivo a ser maximizada sea 1, lo que resultó en la siguiente notación matemática.

$$\max(h_0) = \sum_{y=1}^s v_y O_{y0}$$

sujeto a :

$$\sum_{x=1}^n u_x I_{x0} = 1 \quad (4)$$

$$\sum_{y=1}^s v_y O_{yk} - \sum_{x=1}^n u_x I_{xk} \leq 0, \text{ para todo } k=1, 2, 3, \dots, n$$

$$u_x, v_y \geq 0, \forall x, y$$

Por su dualidad, se puede derivar una envolvente equivalente de ese problema, de la siguiente manera:

$$\min_{\theta, \lambda} \theta$$

sujeto a :

$$-O_{y0} + \sum_{k=1}^n O_{yk} \lambda_k \geq 0 \quad y=1, \dots, s \quad (5)$$

$$\theta I_{x0} - \sum_{k=1}^n I_{xk} \lambda_k \geq 0 \quad x=1, \dots, r$$

$$\lambda_k \geq 0$$

Siendo que  $\theta$  es un escalar y  $\lambda$  es un vector  $n \times 1$  de constantes. El valor de  $\theta$  será el rango de eficiencia orientado para *input* de la  $i$ -ésima unidad económica de toma de decisión. La hipótesis de rendimientos constantes de escala asumida por el modelo planteado en Charnes et al. (1978) no fue igualmente aceptada por Banker et al. (1984) en su trabajo posterior, en el que innovaron con el modelo *CRS*, al que incorporar la hipótesis de que la eficiencia técnica es afectada por las variaciones de escala; desarrollando así un modelo que permitió medir la eficiencia técnica y la eficiencia de escala, conocido como el modelo *BCC* (Banker, Charnes y Cooper) o *VRS* (*Variable Returns to Scale*). Para ello, se añadió a la notación matemática anterior la siguiente restricción de convexidad:

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1 \quad (6)$$

Según las enseñanzas de Coelli et al. (1998, p. 150), esa restricción garantiza que una *DMU* ineficiente siempre sea comparada con una *DMU* de características similares; es decir, el punto proyectado para la *DMU* en la frontera *DEA* es una combinación convexa de las *DMUs* observadas. En ese caso, la suma de los valores de  $\lambda$  es igual a 1 ( $\lambda_i + \lambda_j = 1$ , siendo  $i \neq j$ ). Dicha restricción no es observada en el modelo *CRS*, haciendo posible que una *DMU* pueda ser comparada con otra de tamaños substancialmente diferentes y, así, la suma de los valores de  $\lambda$  serán diferentes de 1; lo que representa una falla que puede ser resuelta, según los mismos autores (p.151),



con la estimación de una frontera adicional, considerando rendimientos no-crecientes de escala - *NIRS (Non-increasing Returns to Scale)*. Para ello se reemplaza la notación matemática anterior por la siguiente:

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k \leq 1 \quad (7)$$

Así, en el modelo *NIRS* una determinada *DMU* no será comparada con otra substancialmente mayor que ella pero sí con *DMUs* relativamente menores.

En el apartado anterior fueron abordadas las dos orientaciones hacia los *input* y *output* que se pueden considerar para la estructuración de un rango de eficiencia para un conjunto de unidades económicas. Igualmente fue abordado el *DEA* como una solución matemática para esos problemas, considerando esas dos orientaciones. Inicialmente, la orientación a los *inputs* establecida por Farrell (1957) con una reducción proporcional de los *inputs*, manteniéndose constante los *outputs*. La orientación a los *outputs* funciona con una relación contraria donde la ineficiencia técnica es medida por la observación de un incremento proporcional de los *outputs*, manteniéndose constantes los niveles de *inputs*.

La elección de orientación del modelo, según Coelli et al. (1998, p. 158), puede ser establecida claramente para algunos sectores, como los que son proveídos de una cantidad fija de recursos y son presionadas a producir la mayor cantidad posible de *outputs*. En ese caso, la orientación a los *outputs* sería la más adecuada. Esencialmente, la elección de la orientación se relaciona con las cantidades de *inputs* y *outputs* sobre los que los gerentes mantienen mayor control. Los autores ponen de manifiesto que, para el modelo *CRS*, las medidas de eficiencia obtenidas de la orientación a los *inputs*, son iguales a las medidas obtenidas de aquellas orientadas a los *outputs*; sin embargo son distintas en el modelo *VRS*, donde puede ser estructurada de acuerdo con la siguiente expresión matemática.

$$\begin{aligned} & \min_{\theta, \lambda} \theta \\ & \text{sujeto a :} \\ & -\theta O_{y0} + \sum_{k=1}^n O_{yk} \lambda_k \geq 0 \quad y = 1, \dots, s \\ & I_{x0} - \sum_{k=1}^n I_{xk} \lambda_k \geq 0 \quad x = 1, \dots, r \\ & \sum_{k=1}^n \lambda_k = 1 \\ & \lambda_k \geq 0 \end{aligned} \quad (8)$$

Donde:  $1 \leq \theta < \infty$  y  $\theta - 1$  es el aumento proporcional de los *outputs* que se podría obtener por la *DMU*, manteniendo la cantidad de *inputs* constantes y  $1/\theta$  define el rango de eficiencia que varía entre 0 y 1.

Finalmente, Coelli et al. (1998, p. 159) comentan que los modelos orientados a los *inputs* y a los *outputs* estimaron las medidas de eficiencia exactamente en la misma frontera y, por lo tanto, ubican los mismos conjuntos de *DMUs* eficientes; sin embargo, los rangos de eficiencia asignados para las *DMUs* ineficientes, puede diferenciarse entre los dos tipos de orientación.

Las limitaciones presentadas por la escala de producción y la orientación de los modelos fueron los principales problemas que se han tratado de resolver con los modelos básicos del *DEA*, constituyéndose en los pilares más importantes de su evolución hasta hoy. Posteriormente, otros problemas como los relacionados con las holguras generadas por las relaciones entre *inputs* y *outputs*, la identificación de las *DMUs* con características de súper-eficiencia y el análisis de una serie temporal de datos, repercutieron en la estructuración de modelos adicionales, tal como se presenta a continuación.

### **II.6.3 Modelos aditivos de Análisis Envolvente de datos – DEA**

Los modelos aditivos, como son llamadas las variaciones a los modelos básicos del *DEA*, representan la evolución del modelo para la solución de problemas específicos, como la mensuración de rango ajustado, modelos basados en holguras, menor distancia proyectada, súper-eficiencia, panel, dinámico entre otros<sup>27</sup>. Para esta tesis se ha dado especial atención a los modelos no radiales basados en holguras y su evolución hacia una estructura de súper-eficiencia y dinámico, tal como se presenta en los apartados siguientes.

#### **II.6.3.1 Modelos de Análisis Envolvente de Datos – DEA no radiales, basados en holgura**

Además de los modelos *CCR* y *BCC* descritos anteriormente, Tone (2001) concluyó que esos modelos están basados, exclusivamente, en la eficiencia total; a pesar de que la holgura debería ser considerada como uno de los elementos más importantes para la identificación de las unidades eficientes e ineficientes. Desde esa perspectiva Kaoru Tone, a partir de 1997, empezó a estructurar el modelo *DEA* no radial basado en las holguras, denominado de *Slacks-Based Measure of Efficiency* -

---

<sup>27</sup> Para mas detalles ver Cook y Seiford (2009)

*SBM* el cual se consolidó con la publicación del artículo titulado *A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis*, por Tone (2001).

Según enseñanzas expresadas por Cooper et al. (2007, pp.99-100), ese modelo hace una evaluación de la eficiencia, independientemente de las unidades de medida utilizadas para los diferentes *inputs* y *outputs*, como una medida de propiedad de escala conocida como dimensión libre o unidades invariantes, el cual está basado en dos premisas: 1) la valoración es constante con relación a una unidad de medición de cada ítem *input* y *output*; y, 2) que la valoración es monótonamente decreciente en cada holgura de *input* y *output*. Para estimar la eficiencia de una *DMU* a través del modelo *SBM*, es utilizada la siguiente formulación matemática en  $\lambda, s^-, s^+$ .

$$\min_{\lambda, s^-, s^+} \rho = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{io}}{1 - \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s s_i^+ / y_{ro}}$$

(9)

*sujeto a :*

$$x_o = X\lambda + s^-$$

$$y_o = Y\lambda - s^+$$

$$\lambda \geq 0, s^- \geq 0, s^+ \geq 0$$

Ese modelo asume que  $X \geq 0$  y si  $X_{io} = 0$ , la expresión  $s_i^- / x_{io}$  pasa a ser excluida del modelo. De otro modo, si  $y_{io} \leq 0$ , el modelo considera un valor positivo muy pequeño que determine un resultado que penalice la expresión; facilitando así el funcionamiento del modelo con *outputs* que asumen valores negativos. El valor  $\rho$  de la función objetivo está definido por  $0 \leq \rho \leq 1$ , y se alinea con la primera premisa del modelo *SBM*, una vez que el numerador y el denominador son medidos en la misma unidad para cada expresión de dicha función. Asimismo, la segunda premisa proporciona una disminución de la función objetivo, a medida que se aumentan  $s_i^-$  y  $s_i^+$  *ceteris paribus*.

De la misma forma en que funcionan los modelos *CCR* y *BCC*; el modelo *SBM*, debido a su estrecha relación con los modelos antecesores, también se estructura a partir de una clara orientación a los *inputs* y a los *outputs*. Sin embargo, también puede asumirse un modelo con una estructura “no orientada” como resultado de la relación entre los rangos calculados a partir de una estructura *input*-orientada, con rangos calculados a partir de una estructura *output*-orientada. Las formulaciones

matemáticas para la estructura “no-orientada”, *input*-orientada y *output*-orientada son presentadas, respectivamente, a continuación.

$$\min_{\lambda, s^-, s^+} \rho = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{io}}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s s_r^+ / y_{ro}}$$

sujeto a:

$$x_o = \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j + s^- \quad (10)$$

$$y_o = \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j + s^+$$

$$\lambda \geq 0, s^- \geq 0, s^+ \geq 0$$

$$\rho_i^* = \min_{\lambda, s^-} 1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{io}$$

sujeto a:

$$x_o = \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j + s^- \quad (11)$$

$$y_o \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j$$

$$\lambda \geq 0, s^- \geq 0$$

$$\rho_o^* = \min_{\lambda, s^+} \frac{1}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s s_r^+ / y_{ro}}$$

sujeto a:

$$x_o = \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j \quad (12)$$

$$y_o = \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j - s^+$$

$$\lambda \geq 0, s^+ \geq 0$$

Con base en el modelo del *DEA* clásico BCC, Andersen y Petersen (1993) introdujeron el concepto de super-eficiencia con el objetivo de identificar, entre las *DMUs* eficientes, las más sobresalientes. Ese concepto fue estudiado posteriormente por Zhu (2001); Seiford y Zhu (1999); Tofallis (1996); Stewart (1994); Doyle y Green (1993, 1994) y Wilson (1993). Finalmente, en una estructura no radial basada en holguras y desarrollada por Tone (2002) en su artículo *A slacks-based measure of*

*super-efficiency in data envelopment analysis*, y la evolución del método *SBM* a un concepto de super-eficiencia (*SuperSBM*), cuyas expresiones matemáticas para la estructura no-orientada, *input*-orientada y *output*-orientada son presentadas, respectivamente, a continuación.

$$\delta_O^* = \min \delta = \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{x}_i / x_{i0}}{\frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \bar{y}_r / y_{r0}}$$

*sujeto a :*

$$\bar{x} \geq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j x_j, \quad (13)$$

$$\bar{y} \leq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j x_j,$$

$$\bar{x} \geq x_0, \text{ y } \bar{y} = y_0,$$

$$\bar{y} \geq 0, \lambda \geq 0.$$

$$\delta_I^* = \min \delta = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{x}_i / x_{i0}$$

*sujeto a :*

$$\bar{x} \geq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j x_j, \quad (14)$$

$$\bar{y} \leq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j x_j,$$

$$\bar{x} \geq x_0 \text{ y } \bar{y} = y_0,$$

$$\lambda \geq 0.$$

$$\delta_O^* = \min \delta = \frac{1}{\frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \bar{y}_r / y_{r0}}$$

*sujeto a :*

$$\bar{x} \geq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j x_j, \quad (15)$$

$$\bar{y} \leq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j x_j,$$

$$\bar{x} = x_0 \text{ y } 0 \leq \bar{y} \leq y_0,$$

$$\lambda \geq 0.$$

La hipótesis de rendimientos variables a escala se presenta también en el modelo *SuperSBM*. Para ello se agrega a las ecuaciones matemáticas 13,14 y 15 la siguiente restricción:

$$\sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j x = 1 \quad (16)$$

Los modelos basados en super-eficiencia no sólo son importantes para la identificación de las unidades altamente eficientes; sino también para la identificación de las *DMUs* atípicas y, con esto, hacer posible la eliminación de los datos anómalos, de acuerdo a los estudios realizados por Banker y Chang (2006).

Sin duda alguna, todo lo que ha sido abordado hasta aquí está basado en la estructura estática y tradicional del *DEA*. Para Cooper et al. (2007, p 322) dicha estructura puede resultar engañosa, ya que los ajustes de la dinámica temporal puede dar lugar al uso, aparentemente excesivo, de los recursos que están destinados a producir resultados beneficiosos en períodos futuros. En el apartado a continuación será discutida la solución para este problema intertemporal.

### **II.6.3.2 Modelos intertemporales de Análisis Envolvente de datos – *DEA***

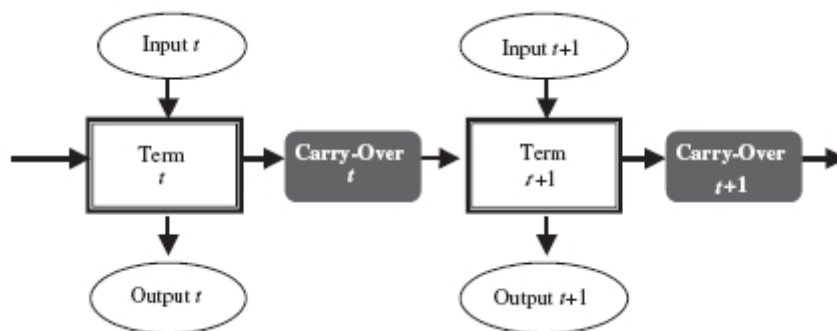
Desde las primeras discusiones sobre la medición y evaluación de la gestión intertemporal con base en el *DEA*, iniciadas en 1985 con la tesis doctoral G. Klopp titulada *The analysis of the efficiency of production system with multiple inputs and outputs*, en la que se introdujo a la metodología un concepto de análisis de ventana (*window analysis*) y los cambios ocurridos por el transcurrir del tiempo, pasó a ser objeto de estudios entre varios investigadores del tema. Posteriormente, la idea de los resultados de la gestión intertemporal también fue estudiada por varios investigadores, relacionando el *DEA* con los conceptos de productividad total de los factores – *TFP*; específicamente con el índice de S. Malmquist (1953).

A pesar de que esas dos medidas se fundamentaron en los análisis de el panel de datos original de una determinada serie temporal; Tone y Tsutsui (2010, p. 145) comentaron que esos modelos estructuraban los análisis de cada período de forma independiente y que, con esto, carecían de importancia a los efectos dinámicos producidos por las actividades de enlace que son las responsables por las transferencias de eficiencia de un periodo a otro (*carry-overs*). Dicho problema fue resuelto posteriormente por Färe y Grosskopf (1996) con la propuesta del modelo *DEA* con una estructura dinámica en su trabajo titulado de *Intertemporal Production Frontiers: With Dinamic DEA*, en el que elevaron los conceptos tradicionales de

independencia a un concepto de interconexión de actividades que proporciona mayor influencia en las puntuaciones de los resultados de la gestión de las organizaciones.

Con base en las teorías del *DEA* dinámico plateadas por Färe y Grosskopf (1996), diversos modelos fueron desarrollados posteriormente bajo esa perspectiva. Algunos de esos trabajos fueron Tone y Tsutsui (2010); Sengupta (2010); Chen y Dalen (2010); Geymueller (2009); Wang y Huang (2007); Sengupta (2005); Nemoto y Goto (2003); Jaenicke (2000); Sengupta (1999) y Nemoto y Goto (1999) ampliando el alcance del método *SBM* a un modelo dinámico capaz de estimar la frontera de producción a lo largo de varios periodos de tiempo y que es conocido como *Dynamic Slack Based Model - DSBM*. La estructura del modelo en cuestión es ilustrada en la figura II.1 a continuación.

Figura II.2- Estructura del *DEA* dinámico



Fuente: Tone y Tsutsui (2010, p. 146)

En la figura se puede visualizar la función de la variable de transición que conecta los períodos a lo largo del tiempo en la estructura del *DEA* dinámico y denominada de *carry-over*, diferenciándola de las demás estructuras. Tone y Tsutsui (2010, p. 146) clasificaron esas actividades *carry-overs*, también denominadas de enlaces o links, en cuatro categorías, como se presenta a continuación:

- Enlace deseable (*good link*): Indica traspaso (*carry-over*) deseable. Por ejemplo, los beneficios retenidos y el excedente neto obtenido y transferido al ejercicio siguiente. Estos *links* son tratados como los *outputs* y su valor es restringido a ser, nada más y nada menos, que un valor observado. La escasez comparativa en los *links* de esa categoría se considera como ineficiencia.
- Enlace indeseable (*bad link*): Indica traspaso (*carry-over*) no deseable, como la pérdida llevada a futuros períodos y clientes de cobro dudoso. Esos *links* se consideran *inputs* y su valor se restringe a ser, nada más y nada menos, que

un valor observado. El exceso comparativo en esa categoría se considera como ineficiencia.

- Enlace discrecional (*free link*): Este *link* corresponde al traspaso (*carry-over*) que la *DMU* puede controlar libremente. Su valor puede ser aumentado o disminuido en comparación con el valor observado. La desviación del valor actual no se refleja directamente en la evaluación de la eficiencia, pero la condición de continuidad entre dos períodos de tiempo tiene un efecto indirecto sobre la puntuación de eficiencia.
- Enlace no discrecional (*fixed link*): Este *link* indica el traspaso (*carry-over*) que no está bajo el control de la *DMU*. Su valor se fija de acuerdo con el nivel observado. Igual que el *link* discrecional, esta categoría también afecta indirectamente a la puntuación de eficiencia a través de la condición de continuidad entre dos períodos de tiempo.

En la estructura planteada por Tone y Tsutsui (2010) para el modelo del *DEA* dinámico, fueron claramente definidos dos aspectos, por un lado el conjunto de posibilidades de producción y, por el otro, la función objetivo y eficiencia, los cuales son abordados a continuación:

En primer lugar, para el conjunto de posibilidades de producción, sean  $n$  *DMUs* ( $j = 1, \dots, n$ ) durante  $T$  períodos de tiempo ( $t = 1, \dots, T$ ). En cada período de tiempo, las *DMUs* tienen  $m$  *inputs* ( $i = 1, \dots, m$ ),  $p$  *inputs* no discretionales (*fixed*) ( $i = 1, \dots, p$ ),  $s$  *outputs* ( $i = 1, \dots, s$ ) y  $r$  *outputs* no discretionales (*fixed*) ( $i = 1, \dots, r$ ). Asimismo,  $x_{ijt}$  ( $i = 1, \dots, m$ ),  $x_{ijt}^{fix}$  ( $i = 1, \dots, p$ ),  $y_{ijt}$  ( $i = 1, \dots, s$ ) y  $y_{ijt}^{fix}$  ( $i = 1, \dots, r$ ) representan, respectivamente, los valores de: los *inputs* discretionales; de los *inputs* no discretionales; de los *outputs* no-discrecional y de los *outputs* discretionales de la *DMU j* en el período de tiempo  $t$ .

Conforme ha sido comentado, existen cuatro categorías de *carry-overs* que son simbolizadas por  $z^{good}$ ,  $z^{free}$ ,  $z^{bad}$ ,  $z^{fix}$ . Con el objetivo de identificar cada *carry-over* en un período de tiempo ( $t$ ), *DMU* ( $j$ ) y el ítem ( $i$ ), será utilizada la ecuación  $z_{it}^{good}$  ( $i = 1, \dots, ngood; j = 1, \dots, n; t = 1, \dots, T$ ) para indicar todos los valores de los *good links*, siendo *ngood* el número de *links* deseables. Todos son valores observados hasta el período de tiempo  $T$ .



De esa forma, las posibilidades de producción  $\{x_{it}\}$ ,  $\{x_{it}^{fixo}\}$ ,  $\{y_{it}\}$ ,  $\{y_{it}^{fixo}\}$ ,  $\{z_{it}^{good}\}$ ,  $\{z_{it}^{bad}\}$ ,  $\{z_{it}^{free}\}$ ,  $\{z_{it}^{fix}\}$  son definidas por:

$$\begin{aligned}
x_{it} &\geq \sum_{j=1}^n x_{ijt} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T) \\
x_{it}^{fix} &= \sum_{j=1}^n x_{ijt}^{fix} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, p; t = 1, \dots, T) \\
y_{it} &\leq \sum_{j=1}^n y_{ijt} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, s; t = 1, \dots, T) \\
y_{it}^{fix} &= \sum_{j=1}^n y_{ijt}^{fix} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, r; t = 1, \dots, T) \\
z_{it}^{good} &\leq \sum_{j=1}^n z_{ijt}^{good} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, ngood; t = 1, \dots, T) \\
z_{it}^{bad} &\geq \sum_{j=1}^n z_{ijt}^{bad} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, nbad; t = 1, \dots, T) \\
z_{it}^{free} &: free, & (i = 1, \dots, nfree; t = 1, \dots, T) \\
z_{it}^{fix} &= \sum_{j=1}^n z_{ijt}^{fix} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, nfix; t = 1, \dots, T) \\
\lambda_j^t &\geq 0, & (j = 1, \dots, n; t = 1, \dots, T) \\
\sum_{j=1}^n \lambda_j^t &= 1, & (t = 1, \dots, T)
\end{aligned} \tag{17}$$

Siendo  $\lambda_j^t \in \mathfrak{R}^n (t = 1, \dots, T)$  el vector intensidad para el período de tiempo  $t$ , y  $nbad$ ,  $nfree$ ,  $nfix$  son respectivamente el número de los *links bad*, *free* y *fix*. La última restricción corresponde a la hipótesis de rendimientos variables de escala. Con la ausencia de esa restricción, el modelo se convierte en la propuesta de rendimientos constantes de escala.

Las variables  $x_{ijt}$ ,  $x_{ijt}^{fix}$ ,  $y_{ijt}$ ,  $y_{ijt}^{fix}$ ,  $z_{ijt}^{good}$ ,  $z_{ijt}^{bad}$  y  $z_{ijt}^{fix}$  ubicadas en el lado derecho de la expresión (17) asumen valores positivos; mientras que las variables  $x_{it}$ ,  $x_{it}^{fix}$ ,  $y_{it}$ ,  $y_{it}^{fix}$ ,  $z_{it}^{good}$ ,  $z_{it}^{bad}$ ,  $z_{it}^{free}$  y  $z_{it}^{fix}$  ubicadas en el lado izquierdo, son variables conectadas por la variable de intensidad  $\lambda_j^t$ .

La continuidad de los enlaces (*links o carry-overs*) entre el período de tiempo  $t$  y  $t+1$  es garantizada por la siguiente condición:

$$\sum_{j=1}^n z_{ijt}^\alpha \lambda_j^t = \sum_{j=1}^n z_{ijt}^\alpha \lambda_j^{t+1} \quad (\forall i; t = 1, \dots, T-1) \tag{18}$$

Siendo  $\alpha$  las posiciones de los *links good, bad, free, fix*, esa restricción es fundamental para el modelo dinámico, pues a través de ella se conectan las actividades entre los períodos de tiempo  $t$  y  $t+1$ . Usando esas ecuaciones para la producción, la  $DMU_o (o=1,\dots,n)$  es expresada de acuerdo con la formulación matemática siguiente:

$$\begin{aligned}
x_{iot} &= \sum_{j=1}^n x_{ijt} \lambda_j^t + s_{it}^-, & (i=1,\dots,m; t=1,\dots,T) \\
x_{iot}^{fix} &= \sum_{j=1}^n x_{ijt}^{fix} \lambda_j^t, & (i=1,\dots,m; t=1,\dots,T) \\
y_{iot} &\leq \sum_{j=1}^n y_{ijt} \lambda_j^t - s_{it}^+, & (i=1,\dots,s; t=1,\dots,T) \\
y_{iot}^{fix} &= \sum_{j=1}^n x_{ijt}^{fix} \lambda_j^t, & (i=1,\dots,r; t=1,\dots,T) \\
z_{iot}^{good} &= \sum_{j=1}^n z_{ijt}^{good} \lambda_j^t - s_{it}^{good}, & (i=1,\dots,ngood; t=1,\dots,T) \\
z_{iot}^{bad} &= \sum_{j=1}^n z_{ijt}^{bad} \lambda_j^t + s_{it}^{bad}, & (i=1,\dots,nbad; t=1,\dots,T) \\
z_{iot}^{free} &= \sum_{j=1}^n z_{ijt}^{free} \lambda_j^t + s_{it}^{free}, & (i=1,\dots,nfree; t=1,\dots,T) \\
z_{iot}^{fix} &= \sum_{j=1}^n z_{ijt}^{fix} \lambda_j^t, & (i=1,\dots,nfix; t=1,\dots,T) \\
\sum_{j=1}^n \lambda_j^t &= 1, & (t=1,\dots,T) \\
\lambda_j^t \geq 0, s_{it}^- \geq 0, s_{it}^+ \geq 0, s_{it}^{good} \geq 0, s_{it}^{bad} \geq 0 & \mathbf{e} \\
s_{it}^{free} : free(\forall i, t)
\end{aligned} \tag{19}$$

Donde  $s_{it}^-, s_{it}^+, s_{it}^{good}, s_{it}^{bad}$  y  $s_{it}^{free}$  las variables de holgura que representan, respectivamente el exceso de *input*, la insuficiencia de *output*, la insuficiencia del *link*, el exceso del *link* y la desviación del *link*.

En segundo lugar, para la función objetivo y eficiencia que proporciona la evaluación global de una  $DMU_o (o=1,\dots,n)$  siendo  $\{\lambda^t\}, \{s_t^-\}, \{s_t^+\}, \{s_t^{good}\}, \{s_t^{bad}\}, \{s_t^{free}\}$  las variables del modelo y que puede ser realizada en las siguientes condiciones: *input*-orientado, *output*-orientado y no-orientado; tales condiciones deben ser usadas dependiendo de los propósitos de la investigación y de los propósitos de la gestión. Su elección afecta la función objetivo, tal como se presenta a continuación.

(a) *Modelo Input-Orientado* – modelo que se ocupa principalmente de la reducción de factores de riesgo relacionados con el *input*; mientras se producen, al menos, los niveles de los factores relacionados con los *outputs*. En el modelo dinámico basado en holguras (*DSBM*) se busca maximizar las holguras relativas de los *inputs* y de los *links* indeseables (*bad links*). La eficiencia global *input* orientada  $\theta_o^*$  es calculada a través de la siguiente notación matemática:

$$\theta_o^* = \max \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T w^t \left[ 1 + \frac{1}{s + nbad} \left( \sum_{i=1}^m w_i^- s_{it}^- + \sum_{i=1}^{nbad} \frac{s_{it}^{bad}}{z_{iot}^{bad}} \right) \right] \quad (20)$$

Sujeta a las expresiones 18 y 19, donde  $w_i$  y  $w_i^-$  representan los valores para el período  $t$  e *input*  $i$  los cuales son proporcionados exógenamente y que satisfaga la condición

$$\sum_{t=1}^T w^t = T \quad \text{y} \quad \sum_{i=1}^m w_i^- = m \quad (21)$$

Si todos los valores son iguales, entonces se puede ajustar  $w^t = 1(\forall t)$  y  $w_i^- = 1(\forall t)$ .

Esa función objetivo es una extensión del modelo *SBM input-orientado* y alcanza; no sólo los excesos de los *inputs*, sino también de los links indeseables como los principales focos de evaluación. Los excesos en los links indeseables son considerados, en la función objetivo, de la misma manera que los excesos de los *inputs*, ya que sus características son similares y cuanto menor sea su importe, mejor.

Sin embargo, los *links* indeseables no son *inputs*. Ellos tienen el propósito de conectar dos períodos consecutivos como se muestra por la restricción de la notación matemática 18. Cada término entre corchetes de la expresión matemática 20 expresa la eficiencia del período  $t$  valorado por las holguras relativas de los *inputs* y de los *links*, siendo igual a uno (1) si todas las holguras fueran igual a cero (0). Es una unidad invariante y sus valores están entre 0 y 1; por esta razón, la expresión matemática 20 es la media ponderada de las ganancias de eficiencia a lo largo del tiempo en todos los períodos de tiempo, por lo que se llama la eficiencia general *input-orientado* (*input-oriented overall efficiency*) que también asume un valor entre 0 y 1.

Dichas premisas hacen que la ecuación 18 tenga una solución óptima sujeta a las ecuaciones 18 y 19, donde  $\left( \left\{ s_{ot}^- \right\}, \left\{ s_{ot}^+ \right\}, \left\{ s_{ot}^{good*} \right\}, \left\{ s_{ot}^{bad*} \right\}, \left\{ s_{ot}^{free*} \right\} \right)$  define la eficiencia de un período de tiempo *input-orientado* a  $\theta_o^*$  por la siguiente formulación matemática:

$$\theta_o^* = 1 - \frac{1}{m + nbad} \left( \sum_{i=1}^m \frac{w_i^- s_{iot}^-}{x_{iot}} + \sum_{i=1}^{nbad} \frac{s_{iot}^{bad*}}{z_{iot}^{bad}} \right), \quad (t = 1, \dots, T) \quad (22)$$

Esta eficiencia del período representa el puntaje de eficiencia *input*-orientado para el período  $t$ . La eficiencia general durante el período ( $\theta_o^*$ ) es la media ponderada de las eficiencias de los períodos ( $\theta_{ot}^*$ ) como se presenta a continuación:

$$\theta_o^* = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T w^t \theta_{ot}^* \quad (23)$$

(b) *Modelo Output-Orientado* busca maximizar los factores relacionados a los *outputs*, dado el importe observado de todos los factores relacionados a los *inputs*. En el modelo dinámico basado en holguras (*DSBM*) se procura maximizar las holguras relativas de los *outputs* y de los *links* deseables (*good links*). La eficiencia global *output*-orientado  $\tau_o^*$  es calculada por la siguiente notación matemática:

$$\frac{1}{\tau_o^*} = \max \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T w^t \left[ 1 + \frac{1}{s + ngood} \left( \sum_{i=1}^s w_i^+ s_{it}^+ + \sum_{i=1}^{ngood} \frac{s_{it}^{good}}{z_{iot}^{good}} \right) \right] \quad (24)$$

Estando sujeta a las ecuaciones 18 y 19, donde  $w_i^+$  es el valor para el output  $i$  que satisface la siguiente condición:

$$\sum_{i=1}^s w_i^+ = s \quad (25)$$

Esa función objetivo también es una extensión del modelo *SBM output*-orientado y considera las insuficiencias de los *outputs* y de los *links* deseables como los principales focos de evaluación. Las insuficiencias de los *links* deseables son consideradas en la función objetivo, del mismo modo que las insuficiencias de *outputs*, pues ellos presentan características similares de los *outputs*; es decir, cuanto mayor su importe, mejor.

Asimismo, los *links* deseables no son *outputs*. Ellos ejercen la función de conectar dos períodos consecutivos tal como quedo representado en la restricción de la expresión matemática 18. Cada término entre corchetes de la notación matemática 24 representa la eficiencia del período  $t$  valorado por las holguras relativas de los *outputs* y de los *links*; siendo igual a uno (1) si todas las holguras resultaran en cero (0). Esta es la unidad invariante y sus valores son mayores o iguales a 1. Por este motivo, el lado derecho de la notación matemática 24 es la media ponderada de las ganancias de eficiencia a lo largo del tiempo, de los cuales son mayores o iguales a 1.

En este sentido, la eficiencia global es definida por su reciprocidad, estando la eficiencia general *output*-orientado comprendida entre 0 y 1.

Usando la solución óptima  $\{\lambda_o^{t*}\}$ ,  $\{s_{ot}^{-*}\}$ ,  $\{s_{ot}^{+*}\}$ ,  $\{s_{ot}^{good*}\}$ ,  $\{s_{ot}^{bad*}\}$ ,  $\{s_{ot}^{free*}\}$  para las expresiones matemáticas 24, 18 y 19, la eficiencia del período *output*-orientado  $\tau_{ot}^*$  es definida por la siguiente formulación:

$$\tau_{ot}^* = \frac{1}{1 + \frac{1}{s + ngood} \left( \sum_{i=1}^s \frac{w_i^+ s_{iot}^{+*}}{y_{iot}} + \sum_{i=1}^{ngood} \frac{s_{iot}^{good*}}{z_{iot}^{good}} \right)}, \quad (26)$$

$(t = 1, \dots, T)$

Por lo tanto, la eficiencia general *output*-orientado durante el  $(\tau_{ot}^*)$  período es la media armónica ponderada de las eficiencias de los periodos de tiempo  $(\tau_{ot}^*)$ , como se presentada en la expresión matemática a continuación:

$$\frac{1}{\tau_o^*} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{w^t}{\tau_{ot}^*} \quad (27)$$

(c) *Modelo no-Orientado*; Ayuda a reducir los factores relacionados a *inputs* y aumentar los factores relacionados a *outputs*, simultáneamente. Los modelos en esa condición unifican los modelos *input*-orientado y *output*-orientado dentro de una única estructura. Así, la combinación de los dos modelos define la medida de eficiencia no-orientado que queda representada por la siguiente formulación matemática:

$$\rho_o^* = \min \frac{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T w^t \left[ 1 - \frac{1}{m + nbad} \left( \sum_{i=1}^m \frac{w_i^- s_{it}^-}{x_{iot}} + \sum_{i=1}^{nbad} \frac{s_{it}^{bad}}{z_{iot}^{bad}} \right) \right]}{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T w^t \left[ 1 + \frac{1}{s + ngood} \left( \sum_{i=1}^s \frac{w_i^+ s_{it}^+}{y_{iot}} + \sum_{i=1}^{ngood} \frac{s_{it}^{good}}{z_{iot}^{good}} \right) \right]} \quad (28)$$

Sujeta a las formulaciones matemáticas 18 y 19.

Esa función objetivo es una extensión del modelo *SBM* no-orientado que contempla; desde los excesos de los *inputs* y de los *links* indeseables, hasta las insuficiencias de los *outputs* y de los *links* deseables, en un simple modelo unificado. El numerador es la media de la eficiencia *input*-orientado y el denominador es el inverso de la media de la eficiencia *output*-orientado. En este sentido, la eficiencia general no-orientado es definida como un índice que varía entre 0 y 1 y que resulta en uno (1) cuando todas las holguras fueran igual a cero (0). El valor de esa función objetivo es también unidad invariante.

Usando la solución óptima  $\{\lambda_o^t\}$ ,  $\{s_{iot}^{-*}\}$ ,  $\{s_{iot}^{+*}\}$ ,  $\{s_{iot}^{good*}\}$ ,  $\{s_{iot}^{bad*}\}$ ,  $\{s_{iot}^{free*}\}$  para las expresiones matemáticas 28, 18 y 19, la eficiencia no orientada del período quedaría definida así:

$$\rho_{ot} = \frac{1 - \frac{1}{m + nbad} \left( \sum_{i=1}^m \frac{w_i^- s_{iot}^{-*}}{x_{iot}} + \sum_{i=1}^{nbad} \frac{s_{iot}^{bad*}}{z_{iot}^{bad}} \right)}{1 + \frac{1}{s + ngood} \left( \sum_{i=1}^s \frac{w_i^+ s_{iot}^{+*}}{y_{iot}} + \sum_{i=1}^{ngood} \frac{s_{iot}^{good*}}{z_{iot}^{good}} \right)} \quad (29)$$

$(t = 1, \dots, T)$

Finalmente, la holgura del enlace discrecional (*free link*) se puede incorporar al modelo no-orientado, generando un puntaje de eficiencia ajustado a posteriori. Tras la resolución de la expresión matemática 29 sujeta a las notaciones 18 y 19 se obtiene el *free link*  $s_{iot}^{free*}$  ( $i = 1, \dots, nfree : t = 1, \dots, T$ ) que se define a continuación:

$$s_{iot}^{free*+} = -\min\{0, s_{iot}^{free*}\} \text{ y } s_{iot}^{free*-} = \max\{0, s_{iot}^{free*}\} \quad (30)$$

Sosteniendo que  $s_{iot}^{free*} = s_{iot}^{free*-} - s_{iot}^{free*+}$  y  $s_{iot}^{free*-} \times s_{iot}^{free*+} = 0$ . Entonces  $s_{iot}^{free*-}$  y  $s_{iot}^{free*+}$  indican respectivamente excesos y déficit a los valores actuales  $z_{iot}^{free}$ , que están en una u otra situación. Utilizándolos se puede redefinir la eficiencia global de *DMUs* a posteriori como:

$$\bar{\rho}_o^* = \frac{1 - \frac{1}{m + nbad + nfree} \left( \sum_{i=1}^m \frac{w_i^- s_{iot}^{-*}}{x_{iot}} + \sum_{i=1}^{nbad} \frac{s_{iot}^{bad*}}{z_{iot}^{bad}} + \sum_{i=1}^{nfree} \frac{s_{iot}^{free*-}}{z_{iot}^{free}} \right)}{1 + \frac{1}{s + ngood + nfree} \left( \sum_{i=1}^s \frac{w_i^+ s_{iot}^{+*}}{y_{iot}} + \sum_{i=1}^{ngood} \frac{s_{iot}^{good*}}{z_{iot}^{good}} + \sum_{i=1}^{nfree} \frac{s_{iot}^{free*+}}{z_{iot}^{free}} \right)} \quad (31)$$

Este modelo es el modelo del *DEA* Dinámico no orientado más completo, ya que proporciona un rango de resultados de la gestión a posteriori con un ajuste en función de las holguras que es proporcionado por el *free link*, aumentando la robustez del modelo cuando se hace necesario visualizar una proyección de la influencia de dicho *link*.

Aunque todos estos modelos han sido ampliamente desarrollados y cuentan con aplicaciones tecnológicas disponibles, es más frecuente el uso de los modelos originales *CCR* y *BCC* para la evaluación de la gestión del sector de abastecimiento y saneamiento de agua, observándose tan solo una aplicación del modelo *SBM*; siete aplicaciones con modelos basado en el índice de *Malmquist* y una aplicación con *Windows Analysis*. No se observó evidencia de alguna aplicación del *DEA* Dinámico para la evaluación intertemporal de la gestión del sector; de esta forma, aplicación en

esta investigación lo convierte en un estudio innovador en comparación con todas las investigaciones analizadas, ofreciendo además suficiente soporte empírico para la actualización del acervo científico, con relación al aporte para la evolución del *DEA* ofrecido en este estudio.

## II.7 Conclusiones

Los investigadores que se interesaron en los resultados de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua han dejado claro el alcance de sus conceptos para el sector al afirmar que el mismo puede ser evaluado por una de las cuatro diferentes dimensiones, es decir, eficiencia, productividad, rentabilidad y aspectos cualitativos de los *outputs*. Asimismo, en teoría, dichos resultados han sido influenciados por características como la escala de producción, el entorno físico en el que se ubica el operador, la regulación, las políticas gubernamentales y la propiedad, con sus respectivos modelos de gestión.

Esta combinación de dimensiones para la evaluación de la gestión de los operadores y de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, y los factores que definen cada tipo de gestión estudiada, representan la trayectoria dada a los investigadores en sus estudios de evaluación comparativa; principalmente los factores relacionados con la propiedad y la regulación del sector, escala de producción y alcance de la producción conjunta y por los factores de entorno que, dentro de un proceso racional lógico, también pueden afectar de manera diferente los resultados de la gestión del sector.

Para medir los resultados de la gestión para el sector, los investigadores utilizaron diversas técnicas paramétricas de análisis cuantitativo; principalmente, métodos de mínimos cuadrados ordinarios – *OLS* (y sus variantes) y análisis de frontera estocásticas – *SFA*; así como también técnicas no paramétricas, entre las que destacan el Análisis Envolvente de Datos – *DEA*, Indicadores de Gestión – *PI* y la Productividad Total de los Factores – *TPF*, siendo la mayoría de estos estudios basados, principalmente, en las premisas de las teorías clásicas del derecho de propiedad, de la agencia y de la elección pública, y sus relaciones con la gestión desencadenada por cada tipo de propiedad y los incentivos proporcionados por la regulación del sector.

La hipótesis dada por este conjunto de teorías es que, con relación a la gestión de la propiedad pública, ésta proporciona resultados inferiores cuando son comparados con los resultados provenientes de la propiedad privada. Asimismo, que

la regulación económica eficaz proporciona incentivos suficientes para una mejora de los resultados de la gestión del sector.

A finales de la década de los 60 las investigaciones, principalmente las elaboradas por el profesor Edward I. Altman, comenzaron a desarrollar modelos de evaluación de la solvencia y la dificultad financiera empresarial, a partir de una puntuación estructurada con indicadores sobre las diversas dimensiones de la situación financiera. A pesar de que dichos modelos contemplaron, por lo general, muestras de empresas cotizadas en bolsas en un determinado período de tiempo, Beecher et al. (1992) destacaron que esos modelos evidenciaron solamente los ratios financieros considerados más relevantes para definir una puntuación para el sector de abastecimiento y saneamiento de agua estadounidense. Así avanzaron en la construcción del único modelo conocido para el sector, que fue estructurado a partir de 7 ratios y que representan, conjuntamente, las dimensiones de recursos generados; liquidez; endeudamiento; incremento de la autofinanciación; rotación y eficiencia; productividad y eficiencia y margen neto.

Desafortunadamente, los estudios aplicados a la gestión del sector no analizaron esas ideas y pasaron a evaluar sus resultados financieros con base en indicadores de gestión de forma aislada; sin la agrupación de ratios para determinar los valores de solvencia y dificultad financiera y, consecuentemente, de los resultados de la gestión financiera. Asimismo, los estudios presentaron algunos resultados interesantes, como la dificultad financiera de los operadores estadounidenses que estaba empeorando (Klase, 1995) y la ausencia de diferencia significativa de los resultados de la gestión financiera entre los operadores de los servicios de propiedad pública frente a los de propiedad privada en Inglaterra y Gales (Shaoul, 1997).

En la realidad brasileña los estudios convergían, en la definición de indicadores operativos y económicos-financieros relevantes para la evaluación de la gestión del sector, tales como los índices de cobertura de saneamiento de agua; consumo de agua por habitante/cuenta; rentabilidad del patrimonio neto; cobertura de abastecimiento de agua; medición del consumo; longitud de la red de abastecimiento de agua por conexión; pérdidas físicas; inversión total por conexión; deterioro de ingresos; tarifación promedio aplicada, porcentaje de gastos básicos de la actividad sobre ingresos de explotación y margen de la explotación, abordados en los trabajos de Alencar Filho y Abreu (2007); Alencar Filho et al., 2004; Santana (2005) y Corrar (1981).



De todas las evidencias empíricas analizadas destaca el trabajo de Alencar Filho et al. (2004) por no haberse limitado, exclusivamente, a la identificación de los factores que determinan los resultados de la gestión económico-financiera del sector de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño. Los autores estructuraron un modelo discriminante para determinar el puntaje, combinando de ratios financieros y no financieros denominado “índice de gestión añadido”, comprobando su robustez a partir de su comparación con el valor económico añadido proporcionado por cada uno de los operadores evaluados, validando así la importancia de los ratios utilizados por el modelo en la realidad brasileña.

En este sentido, combinar el modelo planteado por Beecher et al. (1992) con los ratios financieros presentados por Alencar Filho et al. (2004) proporcionará una mayor identidad para un modelo que valore la dimensión financiera de la gestión económico-financiera a ser aplicado a la realidad de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil.

De forma general, todos los estudios encontrados con la aplicación del *DEA* se basaron en aplicaciones de los criterios de la eficiencia técnica, de asignación y económica total; sin tomar en cuenta ratios financieros corporativos que podrían conducir a una visión más adecuada y amplia de la situación financiera a corto y largo plazo; identificando la fortaleza de la autosostenibilidad económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua y, tal como ha sido señalado anteriormente, con esta investigación se pretende llenar el gran vacío observado, lo cual será abordado en el capítulo IV.

Hasta ahora, se tiene conocimiento de la utilización del *DEA* para la evaluación de la gestión económica del sector de abastecimiento y saneamiento de agua con predominancia en su estructura clásica; es decir, con base en los modelos CCR y BCC, con algunas aplicaciones de modelos híbridos del *DEA* como *SBM*, Super-eficiencia, *Malmquist* y *Windows analysis*. No se tuvo conocimiento de ninguna aplicación empírica para el sector, en la que se haya utilizado el análisis de panel de datos intertemporal bajo una estructura dinámica. Con lo cual se puede afirmar la importancia del presente estudio, al proporcionar una contribución empírica innovadora que aún no había sido explorada en la literatura especializada.

Por último, los análisis empíricos y los hallazgos obtenidos de estudios desarrollados en otros países ayudarán a proporcionar una mayor robustez y confianza en la elección de la metodología y de las variables a ser analizadas en la realidad brasileña. En el capítulo III, a continuación, serán presentados los estudios

examinados en los que se comparan los resultados de la gestión de los operadores de agua en un plano continental, considerando los principales objetivos de esas investigaciones empíricas para el sector, con especial referencia a la influencia de la propiedad y de la regulación en los resultados generales de la gestión del sector.

**CAPÍTULO III - LA GESTIÓN DE LOS OPERADORES DE LOS  
SERVICIOS PÚBLICOS DE ABASTECIMIENTO Y  
SANEAMIENTO DE AGUA: ANÁLISIS COMPARATIVO A NIVEL  
INTERNACIONAL**

### **III.1 Introducción**

Ante la importancia estratégica de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, diversos autores han publicado estudios empíricos aplicados a la evaluación de la gestión del sector que tratan de obtener resultados robustos que los caractericen. En un primer momento, se busca la mejor forma de estructurar un modelo de evaluación comparativa de los resultados de la gestión y, posteriormente, verificar cuáles son los factores que condicionan un mejor o peor resultado de la gestión, tales como escala de producción, alcance de la producción conjunta, entorno operativo y, principalmente, la propiedad y regulación, contrastando algunas teorías subyacentes, como por ejemplo la teoría del derecho de propiedad, teoría de la elección pública, teoría de la agencia y teoría de los incentivos de la regulación económica.

Prácticamente existe consenso en que los resultados de la gestión de los servicios públicos de agua y saneamiento están condicionados por el entorno operativo, considerando variables medioambientales, económicas o sociales que reflejen las características de cada región o país. En este sentido, en este apartado se trata de analizar la situación y literatura empírica aplicada al sector en algunos países de los diferentes continentes del mundo, de modo que se relacionen las características específicas de cada país, y sus entornos, con los hallazgos empíricos que definen las peculiaridades de la gestión de los operadores en cada país o conjunto de países, estructurando las ideas en un plan de exploración crítica de cómo son tratados los diversos aspectos institucionales, su regulación y la interacción entre la propiedad pública y privada; relacionando así estas características con los resultados de la gestión económica del sector.

Tal como ha sido comentado en el capítulo II, entre los principales objetivos que motivaron a los investigadores a desarrollar trabajos empíricos relacionados con los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua destacan, por su aporte a esta investigación, aquellos que fueron orientados a comprobar la existencia de alguna relación entre la estructura de propiedad y los resultados de la gestión; extendiéndose también con un debate similar sobre la influencia de la estructura de regulación en los resultados de la gestión del sector y, posteriormente, tratando de identificar otros factores estructurales inherentes al mercado, comerciales y entorno operativo de los operadores, que pudieran incidir en sus resultados.

El compendio de hallazgos obtenidos en los estudios empíricos de esos investigadores sobre los análisis desarrollados en diferentes países permite hacer

inferencias sobre las características generales que identifican el sector, permitiendo conocer también las principales similitudes y diferencias entre ellos. Es común entre los autores observar un especial interés sobre los conceptos de propiedad, regulación y entorno operativo para establecer el nivel de importancia y su relación con los resultados económicos de las organizaciones que gestionan los servicios de abastecimiento y saneamiento del agua; resultando en un conjunto de complejas teorías asociadas que han venido evolucionando conjuntamente con los objetivos de estudio. En este sentido, se considera que la asociación de los resultados de la gestión a los conceptos estructurados a partir de las teorías económicas, resulta importante para realizar una evaluación de la relación causa-efecto.

Finalmente, el objetivo principal de esta parte de la investigación es presentar el resultado de una exhaustiva revisión de la literatura empírica con la intención de justificar las hipótesis y análisis planteados a lo largo del estudio, conociendo los principales resultados alcanzados y teniendo en cuenta la realidad del sector en cada uno de sus escenarios. Se intenta analizar experiencias que puedan ser útiles para ser aplicadas en el contexto brasileño; proporcionando así una mayor robustez en la elección de las variables y estructuración de las hipótesis de investigación, las cuales serán contrastadas empíricamente en el capítulo IV.

Asimismo, se intenta agrupar y presentar los resultados obtenidos de la revisión de la literatura y los hallazgos producidos en el meta-análisis internacional, con relación a las teorías económicas subyacentes en la discusión de la propiedad, regulación y a la explicación teórica racional sobre la influencia de los factores estructurales que definen el entorno operativo, enlazándolos posteriormente en todo un constructo fundamental de sus reflejos en los resultados de la gestión del sector de abastecimiento y saneamiento de agua, respaldando así toda una estructura conceptual para su posterior aplicación empírica a la realidad brasileña, lo cual será objeto de estudio en el capítulo IV.

### **III.2 Características del sector de abastecimiento y saneamiento de agua de los países de América del Norte**

La cobertura para los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en los Estados Unidos y Canadá alcanza al 99,9% de la población, lo que representa el más alto nivel reportado para cualquier región del mundo. Obviamente que estos porcentajes cambian un poco cuando se calculan individualmente para las poblaciones urbana y rural, alcanzando esta última menores niveles de cobertura. Estos niveles de cobertura han permanecido así durante la década de los 90, basado en proyecciones

poblacionales que sugieren que, en esa región, la población urbana seguirá creciendo, mientras que la población rural disminuirá. En cuanto a los objetivos del sector, se estima que para el 2015, treinta y nueve millones de personas más tendrán acceso al abastecimiento urbano de agua y saneamiento, principalmente debido al crecimiento de la población (*World Health Organization y United Nations Children's Fund*, 2000, p.71).

En México esa cobertura es menor, alcanzando un 86%<sup>28</sup> para el abastecimiento de agua y un 73%<sup>29</sup> para saneamiento de agua. En otras palabras, se puede afirmar que, para toda la región, los niveles de cobertura de los servicios son altos y, con esto, la cobertura y la carrera hacia la universalización pasa a ser un proceso natural de mantenimiento de los servicios.

Estos altos niveles de cobertura han hecho que las investigaciones en esos países se hayan dirigido a estudiar las cuestiones relacionadas con las economías de escala, el alcance de la producción conjunta, la propiedad y la regulación en los Estados Unidos y la eficiencia general del sector en Canadá. Por otra parte, en México la atención de los investigadores se ha dirigido a las reformas institucionales desarrolladas. A continuación se presentan las características básicas y las aplicaciones empíricas de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua para cada uno de estos países.

### **III.2.1 Debate de la propiedad y niveles de regulación para los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en los Estados Unidos**

Conforme se ha señalado en el apartado anterior, la mayor parte de las investigaciones desarrolladas en la región, relacionadas con la gestión del sector de abastecimiento y saneamiento de aguas, han sido realizadas sobre los operadores estadounidenses, donde la titularidad de los servicios es de los municipios, con concesiones atribuidas a operadores locales o regionales y que, al mismo tiempo, están bajo la regulación local o estatal conforme cada jurisdicción.

A partir de la década de los 90, en los Estados Unidos tomó fuerza el proceso de privatización del sistema que se había iniciado con la popularización de las asociaciones público-privadas del sector desencadenadas en los años 70. En sus cuentas nacionales correspondientes al año 1995, los ingresos reportados por las empresas públicas operadoras de los sistemas de abastecimiento y saneamiento de agua, alcanzaron un total de 85,5%; mientras que los operadores privados, apenas

---

<sup>28</sup> World Health Organization y United Nations Children's Fund (2000, p.56)

<sup>29</sup> Idem

obtuvieron el 14,3% (*Committee on Privatization of Water Services in the United States*, 2002, p.13).

Al analizar los valores invertidos en activos en el sector, para el año 1999, se observa que el 89,3% de la inversión en activos fue realizada por los operadores públicos; mientras que sólo un 10,7% de esas inversiones fue realizada por los operadores privados. Igualmente resulta interesante el dato que indica que, de un total de 53.924 operadores, más de un 33%, es decir 17.795 operadores, se encuentra bajo la propiedad privada (*Committee on Privatization of Water Services in the United States*, 2002, p.14).

En una realidad más reciente, la *National Association of Water Companies* (2010) indicó que, cada día, cerca de 73 millones de estadounidenses, aproximadamente un 24% de la población del país, reciben los servicios prestados por operadores de propiedad privada o por modelos de gestión basados en modelos de asociación público-privada que siguen un proceso natural de privatización. Esto ha generado preocupaciones como las señaladas por el *Committee on Privatization of Water Services in the United States* (2002, p. 55) que, entre otras cosas, destaca las necesidades de implementación de estándares para la evaluación de la gestión, con especial atención sobre el coste y la eficiencia que una mayor apertura al capital privado exige, haciéndose necesarios estudios detallados que contemplen las características específicas para cada tipo de servicios públicos locales.

Actualmente, la regulación para el sector en los Estados Unidos ejerce un importante papel en todos sus niveles. Este sistema de regulación comienza con la definición de un conjunto de patrones en el tema de salud y medioambiente ejercido en el ámbito federal por la *Environmental Protection Agency – EPA*, seguido de la supervisión de patrones de resultados de la gestión y composición de los ratios para los sistemas operados por empresas de propiedad privada ejercida por comisiones estatales, y por último, las administraciones locales regulan la mayoría de los sistemas operados por empresas de propiedad pública a través de juntas o consejos municipales. Esto pone de manifiesto la diferencia del nivel de regulación al que la propiedad privada está sometida, teniendo en cuenta que la estructura reguladora del nivel estatal es caracterizada como rígida (Mumssen y Williamson, 2002, p.47).

La rigidez de la regulación estatal, comparada con el rigor de la regulación municipal fue puesta de manifiesto empíricamente en los estudios pioneros de Mann y Mikesell (1976) y Bruggink (1982). El primer estudio concluye que los operadores de los servicios públicos de agua bajo regulación municipal, tienen mayores gastos

unitarios de funcionamiento que los operadores regulados por agencias estatales; mientras que el segundo estudio concluye que no hay evidencia significativa de diferencias de gastos entre los operadores regulados por los dos distintos ámbitos de regulación (estatal y municipal).

Siguiendo con la tendencia mundial, las ideas de economías de escala, alcance de la producción conjunta, propiedad y regulación pasaron a ser el principal centro de atención de las aplicaciones empíricas destinadas al estudio de las empresas localizadas en los Estado Unidos, en función de las particularidades que tiene el sector.

Esas ideas han sido analizadas por los investigadores a partir de los años 70, coincidiendo justo con la década caracterizada por la popularización de las asociaciones público-privadas, siendo pioneras las aplicaciones empíricas planteadas por Mann y Mikesell (1976), con un estudio dirigido a examinar los resultados de la gestión de las empresas operadoras de los servicios públicos de agua en cada forma de propiedad y examinado los datos promedios de costes para las actividades del sistema y del capital invertido en el mismo. Este estudio se centró en las cuestiones de economías de escala y el tipo de propiedad, y junto a otros estudios, también considerados pioneros, como los de Morgan (1977), Crain y Zardkoohi (1978), Bruggink (1982) y Kim (1987), en los que se aplican metodologías paramétricas, y el de Byrnes et al. (1986) en el que se aplican técnicas no paramétricas, generaron una tendencia para futuros estudios empíricos aplicados en los Estados Unidos, incluyendo otros estudios más actuales, como los desarrollados por Norton y Weber (2009) o Pérard (2009).

Norton y Weber (2009) aplicaron el *DEA* con el objetivo de comparar la eficiencia relativa de los diferentes tipos de propiedad de los operadores de los servicios públicos de agua, detallándose en el estudio el análisis comparativo de los niveles de eficiencia alcanzados entre los operadores que captan agua subterránea y aquellos que lo hacen en la superficie. Pérard (2009), por su parte, enmarca los análisis en una estructura de variables macroeconómicas con el objetivo de desarrollar una teoría completa sobre la opción más adecuada entre el abastecimiento de agua de propiedad pública o privada, basándose en cuatro componentes:

- Diferencia del coste de fondos;
- Diferencia de los costes de transacción y externalización;
- Diferencia de la eficiencia; y,
- Potencial coste político de la privatización.



La literatura recoge, por lo menos, treinta y seis aplicaciones empíricas basadas en los operadores estadounidenses, las cuales tienen diferentes objetivos; pero la principal orientación es, en todos los casos, la comparación de la eficiencia en los costes de producción de los sistemas operados por empresas de propiedad pública, con relación a los operados por empresas de propiedad privada y, en segundo lugar, tratar de analizar si los operadores se aprovechan del volumen de prestación de los servicios obteniendo economías de escala en los costes de producción, enmarcándose así en la tendencia de las investigaciones empíricas en el ámbito internacional.

La tabla III.1 recoge un resumen de dichos trabajos empíricos aplicados a los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de los Estados Unidos, describiendo la referencia del estudio, el principal método de análisis empleado, los objetivos y centro de atención o alcance y, finalmente, la descripción literal de los principales resultados hallados en cada investigación.

**Tabla III.1 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de los Estados Unidos**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
Mann y Mikesell (1976)	OLS	Examinar los resultados de la gestión de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento de agua en cada forma de propiedad, analizando los datos promedios de costes para la operación del sistema y del capital invertido en el mismo.
214 (188 públicos y 26 privados) en 1970	O;SL;R	Operadores de propiedad privada tienden a tener costes operativos más altos, posiblemente atribuidos a las diferencias de salarios-sueldos. Inversiones de capital pueden causar deseconomías de escala en algunos sistemas operados por empresas de propiedad pública. Los operadores de los servicios públicos de agua bajo regulación local tienen mayores costes unitarios de funcionamiento que los operadores regulados por agencias reguladoras estatales o provinciales.
Morgan (1977)	OLS	Comparar la estructura de costes de los operadores de los servicios públicos en dos modelos de propiedad (público y privado).
143 (99 públicos y 44 privados) en 1970	O	Operadores de propiedad privada presentan una estructura de costes más baja
Crain y Zardkoohi (1978)	OLS	Comparar la eficiencia económica entre las empresas públicas y privadas de aguas en los Estados Unidos
112 (88 públicos y 15 privados) en 1970	O	Operadores de propiedad privada alcanzan altos niveles de eficiencia económica y bajos costes; en comparación con los de propiedad pública.
Crain y Zardkoohi (1980)	OLS	Examinar las principales explicaciones para las diferencias de costes entre los servicios operados por empresas de propiedad pública versus empresas de propiedad privada y ofrecer algunas pruebas empíricas sobre estas dos controversiales hipótesis.
78 en 1970	O	El uso de los factores capital y trabajo se diferencia entre los operadores de propiedad pública y privada. Los de propiedad pública emplean, relativamente, más mano de obra y menos capital por unidad de producción que los operadores de propiedad privada.
Clark y Stevie (1981)	OLS	Describir el desarrollo de un modelo de análisis que represente el coste de distribución de los servicios de suministro de agua en un área urbana.
12	SL	Pequeño efecto del consumo <i>per cápita</i> en los costes. Cambios de dispersiones poblacionales resultan en un efecto, por lo cual las economías de escala se pierden en los sistemas de agua.
Bruggink (1982)	OLS	Examinar empíricamente los efectos de la propiedad sobre la eficiencia técnica de compañías municipales de agua, mediante la presentación de una ecuación que explica el funcionamiento, mantenimiento y gastos administrativos
86 (77 públicos y 9 privados) en 1960	O; SL; R	Operadores de propiedad pública alcanzan costes operativos más bajos que los operadores de propiedad privada. La regulación no ejerce influencia en los costes y, hasta un nivel de producción de 160.000 millones de galones por año, no se observan deseconomías de escala.

**Tabla III.1 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de los Estados Unidos (continuación)**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
Feigenbaum y Teeples (1983)	<i>OLS</i>	Comparar los resultados de las funciones de costos de los servicios públicos de abastecimiento de agua prestados por operadores de propiedad pública con los prestados por operadores de propiedad privada, con la incorporación de una definición multidimensional al modelo
319 (262 públicos y 57 privados) en 1970	O	Sin diferencias significativas de costes entre los operadores de propiedad pública y privada.
Byrnes et al. (1986)	<i>DEA</i>	Proporcionar una evidencia adicional sobre las cuestiones presentadas por Crain y Zardkoohi (1978), Bruggink (1982) y Feigenbaum y Teeples (1983), utilizando un enfoque totalmente diferente al que se aplica con los datos de la misma fuente.
127 (68 públicos y 59 privados) en 1976	O	No se encontró evidencia significativa de que los operadores de propiedad pública desperdicien más o trabajen con más holgura que los operadores de propiedad privada.
Fox y Hofler (1986)	<i>SFA</i>	Contribuir para la literatura con el desarrollo de una función de producción nomotética de salida dual para la evaluación de eficiencia de los servicios públicos de agua operados por empresas de propiedad pública, comparadas con los operados por empresas de propiedad privada.
176 (156 públicos y 20 privados) en 1981	O; SL	Sin diferencias significativas de costes entre los operadores de propiedad pública y privada. Economías de escala en la distribución de agua y deseconomías en la producción de agua
Hausman et al. (1986)	<i>PI y OLS</i>	Examinar los resultados de la gestión relativo de los operadores de los servicios públicos de agua de propiedad privada y propiedad pública durante una era progresiva, para responder a preguntas de la eficiencia, precios y remuneración del capital.
64 (32 pública y 32 privada) en 1890	O	Sin diferencias significativas de costes operativos entre los operadores de propiedad pública y privada. Sin embargo, los precios cobrados por los operadores de propiedad pública son significativamente inferiores a los cobrados por los operadores de propiedad privada.
Hayes (1987)	<i>OLS</i>	Determinar si la estructura de costes es sub-añadida, específicamente, con la conducción de pruebas empíricas para determinar si los costes complementarios son suficientes para justificar la venta común al por menor y la producción al por mayor.
475 en 1960, 1970 y 1976	SL; SP	La integración vertical proporciona economías de escala y de alcance para la venta al detal y al por mayor para los pequeños y medios operadores, pero no para los grandes.
Kim (1987)	<i>ML</i>	Presentar algunas pruebas nuevas sobre las economías de escala para la empresa multi-producto en el contexto del servicio público de abastecimiento de agua que proporciona múltiples servicios a las diferentes clases de clientes con la variación espacial.
60 en 1973	SL;SP	Los operadores disfrutaban de la economía de escala para el abastecimiento de agua para clientes no residenciales, pero sufren deseconomías de escala para el abastecimiento de agua para clientes residenciales. Igualmente se observan economías de alcance en la prestación conjunta de los dos servicios para los dos tipos de clientes.
Teeples y Glycer (1987a)	<i>OLS</i>	Examinar las diferencias, en relación a la estimación a la eficiencia y la propiedad de los operadores de los servicios públicos, que se derivan de especificaciones alternativas de un modelo de costes generalizado. En concreto, se comparan los resultados de la propiedad y su eficiencia planteados por Crain-Zardkoohi (CZ), Feigenbaum-Teeples (FT), y Teeples-Glycer 1986 - (TG).
119 (67 públicos y 52 privados) en 1980	O	No hubo diferencias significativas entre la prestación de los servicios públicos de No hubo diferencias significativas en la prestación de los servicios públicos de agua por operadores de propiedad pública, comparados con los prestados por operadores de propiedad privada.
Teeples y Glycer (1987b)	<i>OLS</i>	Presentar un modelo equipado con la función de producción para el abastecimiento de agua en el que se puede estimar una función de costes dual para múltiples productos.
119 (67 públicos y 52 privados) en 1980	O	Sostienen la igualdad de los operadores de propiedad pública y privada.
Kim y Clark (1988)	<i>ML</i>	Presentar nuevas aportaciones en el cálculo de la función de costes para el abastecimiento de agua dentro del contexto de la empresa de múltiples productos, presentando estimaciones de las economías de escala y de alcance de abastecimiento de agua residencial y no residencial.
60 en 1973	SL; SP	Existen economías de alcance asociadas a la producción común en el suministro para clientes residenciales y no residenciales de abastecimiento de agua. No hay economías de escala significativas asociadas al nivel total de prestación de los servicios; sin embargo, en relación a escalas específicas, existen economías de escala para la prestación de servicios para clientes no residenciales y deseconomías de escala para clientes residenciales.

**Tabla III.1 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de los Estados Unidos (continuación)**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
Byrnes (1991)	PRB y COLS	Arrojar luz sobre la estimación de un diferencial de coste entre las propiedades de la industria de servicios públicos de abastecimiento de agua.
199 (105 públicos y 49 privados) en 1976	O	No hay efecto de la propiedad en los costes de operación del servicio.
Lambert et al. (1993)	DEA	Evaluar las diferencias que puedan existir en la eficiencia relativa entre los servicios públicos de abastecimiento de agua operados por empresas de propiedad pública con relación a los operados por empresas de propiedad privada.
271 (238 públicos y 26 privados) en 1989	O	Operadores de propiedad pública son técnica y globalmente más eficientes que los de propiedad privada
Raffiee et al. (1993)	OLS	Analizar comparativamente la eficiencia de costes entre las industrias de agua de propiedad pública y propiedad privada.
271 (338 públicos y 33 privados)	O	Los costes observados son menores para los operadores de propiedad privada que para los de propiedad pública.
Bhattacharyya et al. (1994)	SUR	Analizar la hipótesis de que las empresas públicas y privadas son iguales en técnica, precios y eficiencia de escala usando la función de coste <i>nonminimum</i> o sombra generalizada, restringida al capital fijo.
257 (225 públicos y 32 privados) en 1992	O; SL	Operadores de propiedad pública son, en promedio, más eficientes que los de propiedad privada; sin embargo, son más dispersos en las buenas y malas prácticas. Economías de escala para los servicios.
Wolak (1994)	OLS	Presentar dos modelos de la interacción entre operador-regulador, cuando los operadores poseen información clasificada o reservada sobre su proceso de producción que puede ser conocido o no por el regulador, pero siempre desconocido por el econometrista.
494 en 1980 a 1988	R	El operador que posee la información exclusiva y que el regulador no puede conocer totalmente, pues requiere de un esfuerzo para obtenerla, posee un nivel superior de costes y de <i>outputs</i> en relación con el operador cuyo regulador puede conocer totalmente su información exclusiva.
Bhattacharyya et al. (1995a)	SFA	Medir el grado de ineficiencia individual de costes de las empresas de abastecimiento de agua, y también examinar si tal ineficiencia ocurre aleatoriamente a través de los operadores, o si algunos operadores tienen niveles fiables más altos de ineficiencia que otros. Si el acontecimiento de la ineficacia no es totalmente al azar, entonces explicar la ineficacia por el tipo de propiedad y de otras características específicas de cada empresa.
221 (190 públicos y 31 privados) en 1992	O	Para los operadores que actúan en pequeños niveles de producción, la propiedad privada es más eficiente que la propiedad pública. Por otra parte, los operadores de propiedad pública con altos niveles de operaciones son más eficientes que los de propiedad privada.
Bhattacharyya et al. (1995b)	SFA	Examinar y comparar las posibles diferencias de resultados de la gestión de los servicios públicos rurales de abastecimiento y saneamiento prestados por operadores públicos y privados en sus niveles de eficiencia, sus distintos reglamentos y responsabilidades, sus diferentes estructuras administrativas y el modo de operaciones.
26 (24 públicos y 2 privados) en 1992	O; M	Operadores de propiedad privada son técnicamente más eficientes que los de propiedad pública. Los operadores regionales parecen ser menos eficientes que los municipales.
Bhattacharyya et al. (1995c)	SUR	Examinar el impacto de las distorsiones de asignación en la demanda de la entrada para los operadores rurales de abastecimiento de agua de Nevada, usando el acercamiento del precio de sombra en términos de función de coste <i>nonminimum</i> .
26 (24 públicos y 2 privados) en 1992	PER	76% de los operadores rurales de Nevada utilizan excesivamente la energía en relación al trabajo. Sin embargo, en promedio, el coste adicional de tales distorsiones de asignación es inferior a 5%.
Klase (1995)	PI	Medir las condiciones financieras que prevalecen en los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua West Virginia, USA, evaluar su capacidad de satisfacer el papel requerido frente a necesidades rurales del agua y del agua residual y requisitos reguladores federales, y evaluar las implicaciones para las pequeñas comunidades rurales en su intento de responder a la infraestructura necesaria para prestación de referidos servicios.
100 (87 públicos y 13 privados) en 1988 -1989	FA	La situación financiera total de los operadores es precaria y potencialmente sigue empeorando.

**Tabla III.1 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de los Estados Unidos (continuación)**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
Neal, et. al (1996)	<i>PI</i>	Comparar el funcionamiento de las compañías de abastecimiento de agua de propiedad privada con las compañías de abastecimiento de agua de propiedad pública en California para calibrar las ventajas potenciales de reestructurar la industria, centrándose en la subvención del impuesto, en el coste de capital, en las cargas de agua, en los gastos de explotación, en los ingresos por inversiones, y gastos en inversión de capital.
9 (6 públicos y 3 privados) en 1992 – 1994	O; FA	En términos de coste del capital, ingresos y eficiencia operativa, los operadores de propiedad privada son más eficientes que los operadores de propiedad pública
Schmit y Boisvert (1997)	<i>OLS</i>	Contribuir para la comprensión de los servicios, de los costes con los sistemas, de tratamiento de los sistemas públicos de abastecimiento de agua por tamaño, densidad poblacional, precios de los factores y el tratamiento de aguas en el cálculo de funciones de costes para la utilización pública general de aguas.
348 en 1987-1992	EF	Tratándose de las diferencias regionales en los costes de entrada se tienen en cuenta que los pequeños sistemas situados en las zonas rurales pueden tener una ventaja de costes frente a los sistemas similares cerca de los centros urbanos; sin embargo, los costes de tratamiento de agua para satisfacer los aspectos legales aún pueden ser considerablemente altos.
Houtsma (2003)	<i>PI</i>	Volver a examinar la última pregunta a la luz de una literatura más amplia sobre la privatización, haciendo uso del más extenso y más representativo conjunto de datos antes citados.
9 (6 públicos y 3 privados) en 1995-2003	O; SL	A pesar de que los operadores de propiedad privada tengan en promedio una tarifa mayor que los operadores de propiedad pública, en términos de eficiencia las dificultades de comparación ponen en duda las comparaciones de eficiencia en las dos propiedades, principalmente el hecho de que las de propiedad privada alcancen mayores eficiencias. Existen significativas economías de escala.
Shih et al. (2004)	<i>DEA; SFA</i>	Utilizar el conjunto de datos de 1995 y 2000 obtenidos de los servicios comunitarios de agua para examinar los costes de producción de los sistemas públicos de abastecimiento de agua.
1.367 (1995), 995 (2000) y 132 ( <i>DEA</i> ) en 1995 y 2000	O; SL	Operadores de propiedad pública tienen menores costes que los operadores de propiedad privada. Existencia de economías de escala.
Aubert y Reynaud (2005)	<i>SFA</i>	Evaluar los efectos de políticas reguladoras sobre la eficiencia económica de los operadores de abastecimiento de agua en Wisconsin
211 en 1998-2000	R	Los operadores regulados por la tasa de retorno son, en promedio, más eficientes; mientras que los operadores regulados por un modelo híbrido son, en promedio, menos eficientes.
Brocas et al. (2006)	<i>GMM</i>	Analizar la regulación de los servicios de agua de propiedad privada para un conjunto de datos de 32 distritos en California durante el período de 1995-2000.
32 en 1995-2000	R	La regulación por tasa de retorno proporciona un resultado superior para el operador, comparado con aquellos que utilizan la regulación por precio máximo.
Mosheim (2006)	<i>SFA</i>	Investigar los resultados de la gestión de los operadores de los servicios públicos de aguas en los EE.UU. con la utilización del sistema de función del costes sombra, con el fin de estudiar la relación entre la calidad del agua y la variación de los costes de operación de las empresas, para descomponer la ineficiencia técnica, de asignación y las estimaciones de economías de escala.
184 (169 Públicos y 15 Privados) en 1996	O; SL; SD	La propiedad no interfiere en la eficiencia técnica ni en la eficiencia de asignación; sin embargo, los operadores de propiedad privada son más rentables y sostenibles que los de propiedad pública, que tienden a incrementar las tarifas una vez que las diferencias en las ineficiencias de costes no explican las variaciones de los ingresos. Las economías de densidad se agotarán rápidamente, generando la ventaja de agrupar pequeños operadores en medianos. Significativas ineficiencias en la asignación de costes.
Torres y Morrison Paul (2006)	<i>GLQ</i>	Analizar la estructura de la industria de agua de los EE.UU., usando un modelo flexible de la función de costes para múltiples productos con la cantidad de agua servida a los consumidores finales reconocidos como endógenos.
255 en 1996	SL	Economías de escala en términos de volumen para los pequeños operadores que tienden a tener menos densidad de las salidas que son compensadas por aumentos simultáneos de clientes y del tamaño de área atendida, especialmente para los operadores más grandes. En este sentido, la consolidación de pequeños operadores podría generar eficiencias de costes, en función de la expansión simultánea de la red, pero dicha consolidación para grandes operadores, sin un correspondiente aumento en la densidad de salida, puede no ser rentable.
García et al. (2007)	<i>GMM</i>	Distinguir las economías tecnológicas de la integración vertical de las economías verticales resultantes de una ineficiente asignación de la entrada, debido a las imperfecciones del mercado anterior
211 en 1997-2000	SP	Economías globales y tecnológicas de la integración vertical no son significativas, excepto para los operadores más pequeños.

**Tabla III.1 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de los Estados Unidos (continuación)**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
Wallsten y Kosec (2008)	<i>POR</i>	Utilizar un conjunto de datos de panel que incluye a todos los sistemas comunitarios de abastecimiento de agua en los Estados Unidos desde 1997 hasta 2003 para probar los efectos de la propiedad y de la referencia competitiva sobre el cumplimiento normativo.
377629 (observaciones) en 1997-2003	O; R	En términos del cumplimiento de la Ley de Agua Potable (SDWA), no hay diferencias significativas entre los dos tipos de propiedad. La competencia, incluso en su forma más débil de evaluación comparativa por parte de los consumidores o por los reguladores, puede mejorar el funcionamiento de los operadores.
Norton y Weber (2009)	<i>DEA</i>	Comparar la eficiencia relativa de los diferentes tipos de propiedad de los operadores de los servicios públicos de agua, e igualmente comparar de los niveles de eficiencia alcanzados entre los operadores que captan agua subterránea y los que lo hacen en la superficie
714 (549 públicos y 158 privados)	O; EF	De forma general, los servicios públicos de agua prestados por operadores de propiedad pública son más eficientes, seguidos por los prestados por operadores sin fines lucrativos y, por último, los prestados por operadores de propiedad privada. Con excepción de grandes operadores, los servicios públicos en los que los operadores captan aguas de fuentes subterráneas, fueron más eficientes que los operadores que captan aguas de fuentes superficiales.
Pérard (2009)	<i>PRB</i>	Desarrollar una teoría completa sobre la opción entre el abastecimiento de agua de propiedad pública y privada, basado en cuatro componentes: diferencia del coste de fondos, diferencia de los costes de transacción y externalización, diferencia de la eficiencia, y del potencial coste político de la privatización.
459 (300 públicos y 159 privados) en 2002	O	En términos de cumplimiento de la Ley de agua potable, no hay diferencias significativas entre los dos tipos de propiedad. Coste de los fondos públicos, costes de transacción y el coste potencial político de la privatización influyen en la elección de la delegación de los servicios de agua.

Legenda: OLS - Mínimos cuadrados ordinarios; SFA - Análisis de frontera estocástica; DEA- Análisis envolvente de datos; PI - Análisis por indicadores de gestión; ML - Máxima verosimilitud; SUR - Regresiones que aparentemente no están relacionadas; GLQ - Leontief cuadrática generalizada; GMM - Método de los momentos generalizados; POR - Regresión Poisson, PRB - regresión Probit; SL - escala; SP - alcance; SD - densidad; R - Regulación; PER - Resultados de la gestión; O - Propiedad; EF - Factores de entorno; M - Gestión; FA - Análisis financiero;

Básicamente los estudios fueron desarrollados con aplicaciones paramétricas, principalmente las basadas en *OLS* y sus derivaciones y *SFA*. Sin embargo, existen cuatro aplicaciones de la técnica no paramétrica *DEA* y algunas otras con análisis de indicadores de gestión, explotando las principales cuestiones planteadas para el sector y ya comentadas en el apartado II.6.

En los Estados Unidos, los estudios no son concluyentes para la cuestión sobre las diferencias de resultados de la gestión entre los diferentes tipos de propiedad, ni tampoco sobre la posibilidad de que los operadores se aprovechan de sus niveles de producción, repercutiendo en las economías de escala. Sin embargo, en buena parte de los estudios se comprobó la existencia de economías de alcance y la influencia positiva de la regulación en los resultados de la gestión del sector (Mann y Mikesell, 1976, Wolak, 1994, Aubert y Reynaud, 2005, Brocas et al., 2006 y Wallsten y Kosec, 2008).

Por último, algunos factores de estructurales fueron considerados importantes para los resultados de la gestión del sector en los Estados Unidos como, por ejemplo, la capacidad de instalada, densidad de la red de suministro (Kim,1987), longitud de la red, número de clientes residenciales y comerciales (Bhattacharyya et al., 1995a) y origen o fuente del agua (Norton y Weber,2009).

### **III.2.2 Dominio de la propiedad pública y la eficiencia de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Canadá**

Los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Canadá son de jurisdicción municipal, siendo prestados de forma predominante por operadores de propiedad pública, los cuales que representan un 95% del sector (Dachraoui y Harchaoui, 2004, p.5). Con respecto a la prestación de los servicios, apenas un 4% del agua destinada a los hogares es producida por sistemas operados por empresas de propiedad privada (Dewis, 2009, p.7). A diferencia de lo ocurrido en los Estados Unidos, las aplicaciones empíricas para el sector en Canadá parecen haber despertado poco interés por parte de los investigadores.

Un importante estudio empírico con aplicación del *DEA* fue llevado a cabo por Renzetti y Dupont (2008) quienes, a partir de los datos de 1996 correspondientes a 64 operadores canadienses, intentaron demostrar que las valoraciones realizadas sobre la eficiencia técnica pudieran inducir a resultados engañosos, especialmente cuando éstas son calculadas sin considerar una segunda etapa de análisis de regresión para el ajuste de los ambientes operativos de cada operador de agua. Al final, el estudio concluye que los factores ambientales explican algunas de las variaciones observadas en los índices de eficiencia y que las valoraciones de la eficiencia relativa de los operadores cambiaron sustancialmente después de haber sido controlados dichos factores.

Otro estudio empírico de metodologías cuantitativas realizado en el sector de agua canadiense, previo al de Renzetti y Dupont (2008), es el de Renzetti (1999) cuyo objetivo principal estuvo dirigido hacia la demanda, considerando la eficiencia como variable y no como el principal objeto de análisis. Así, las aplicaciones empíricas en Canadá, suelen haber sido desarrolladas por pocos investigadores, principalmente por el profesor Steven Renzetti, confirmando poco interés en dicho tema en este país.

### **III.2.3 Reforma institucional de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en México**

En un plan político y administrativo, los servicios públicos de agua y saneamiento en México pasaron por un proceso de transformación acelerado durante la década de los 80 en función de la transferencia de la jurisdicción de los servicios, desde el gobierno federal, hacia las administraciones locales, por medio de un dispositivo de reforma de la constitución mexicana de 1983, específicamente, de su artículo 115.

Con el proceso de privatización desarrollado a partir de 1983, cerca de un 20% de los servicios públicos de agua y saneamiento en México son operados bajo gestión privada (Barlow y Clarke, 2004, p.4). Sin embargo, la debilidad del marco legal que se caracterizó por la ausencia de mecanismos de regulación para hacer seguimiento de la gestión de los operadores, pudo resultar en el otorgamiento de concesiones bajo una debilidad normativa. Esto, posiblemente podría ser la explicación del hecho de que los mejores ejemplos de gestión eficaz y capacidad de universalización en la prestación de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, corresponden a los operadores de propiedad pública (Armentina y Cisneros, 2009, p.339).

Esto se relaciona con las políticas de eficiencia implementadas por la Comisión Nacional de Agua - CNA para el sector, principalmente en la fortaleza reguladora a partir del establecimiento de un organismo regulador autónomo y por la implementación de políticas para la disminución de facturas impagables por los clientes. Asimismo, muchos de los operadores no sufren presiones de reguladores autónomos asumiendo como característica la auto-regulación.

La implementación de reformas institucionales para el sector del agua, enmarcada en los cambios políticos y legales, constituyó la principal orientación de las investigaciones que se realizaron en México con datos sobre los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua. Esas investigaciones fueron dirigidas, principalmente, a la búsqueda de explicaciones, con basamentos empíricos, sobre las mejoras en los niveles de eficiencia proporcionadas por dichas reformas; así como de las diferencias de resultados de la gestión en función de la existencia de una regulación impuesta por una agencia reguladora, en comparación con operadores que se autorregulan.

En la tabla III.2 se recoge un extracto de las principales investigaciones empíricas aplicadas a los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de México, en la que se describe su referencia, principal tipo de técnica de análisis empleada, objetivos, alcance y la descripción literal de los principales resultados.

**Tabla III.2 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de México**

Estudio y muestra	Método y Alcance	Objetivo y principales resultados
Ozuna y Gomez (1998)	<i>SUR</i>	Analizar las estructuras organizativas y los regímenes legales, en virtud de los cuales los servicios de agua en México operan, y cómo tales factores influyen en la eficiencia del sector de abastecimiento y saneamiento de agua
115 operadores en 1995	PER; R; M	Las reformas estructurales en el mercado, la regulación, la acumulación de funciones normativas y operativas y la ubicación geográfica del operador no influenciaron la eficiencia. La gestión municipal de pequeños operadores es superior a la gestión estatal; sin embargo, para los grandes operadores, la gestión estatal es superior
Anwandter (2000)	<i>DEA</i> y <i>TBR</i> (2ª etapa)	Valorar la eficiencia técnica en el sector de agua mexicano, distinguiéndola de la noción de eficiencia de asignación, determinar si las reformas implementadas en México han ayudado a aumentar la eficiencia técnica del sector de agua y probar la utilidad del <i>DEA</i> como una metodología de investigación en esta área.
110 operadores en 1995	PER; SL; <i>DEA</i>	Ineficiencia general de los operadores y las reformas estructurales en el mercado no influenciaron la eficiencia y el <i>DEA</i> resultó útil para este tipo de análisis
Anwandter y Ozuna (2002)	<i>DEA</i> y <i>TBR</i> (2ª etapa)	Determinar si las reformas implementadas en México han ayudado a aumentar la eficiencia técnica del sector de aguas.
110 operadores en 1995	PER; R; <i>DEA</i>	Las reformas estructurales en el mercado no influenciaron la eficiencia. Igualmente, la regulación tampoco ejerció influencia significativa en la eficiencia y el <i>DEA</i> resultó útil para este tipo de análisis

Legenda: *DEA*- Análisis envolvente de datos; *SUR* - Regresiones que aparentemente no se está relacionadas; *TBR* – regresión *Tobit*; PER – Resultados de la gestión; M – Gestión; SL – Escala; R – Regulación

Para los operadores mexicanos, tanto los estudios paramétricos como los no paramétricos, señalaron que las reformas no afectaron los resultados de la gestión del sector, extendiéndose ese resultado a la condición reguladora en la que los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua están vinculados. En este sentido, el *DEA* se ha mostrado bastante útil para la evaluación de la gestión del sector mexicano y para la identificación de la existencia de economías de escala en el sector.

Otra importante característica señalada por los estudios se centra en el hecho de que la condición de operador auto-regulado, en este caso ejerciendo las funciones operativas y reguladoras conjuntamente con la condición de operador regulado, que solo ejecuta funciones operativas, no es factor incuestionable para explicar la diferencia de eficiencia (Ozuna y Gomez,1998). Tal hallazgo es posteriormente apoyado por la conclusión del estudio realizado por Anwandter y Ozuna (2002), en el que se constata que la regulación no ejerce influencia significativa en la eficiencia del sector mexicano.

### **III.3 Características del sector de abastecimiento y saneamiento de agua de los países europeos**

Las cuestiones de titularidad, jurisdicción, responsabilidad, competencia, regulación y propiedad de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua son muy distintitas entre los diversos países de Europa. De un lado se observan países que se caracterizan por una participación privada extremadamente relevante en



la prestación de los servicios como, por ejemplo Inglaterra y Gales y, del otro, los Países Bajos, que cuentan con dispositivos legales que limitan las operaciones de los servicios exclusivamente a los operadores de propiedad pública.

Los modelos de participación del sector privado y las reformas institucionales implementadas para la gestión del servicio también varían mucho de país a país en Europa. Casos como Inglaterra y Gales, donde el proceso de transferencia de propiedad fue dado de forma total para las empresas corporativizadas, con capital privado cotizado en el mercado bursátil, son bien diferentes a las realidades observadas en Francia, Alemania y España, donde se hizo una combinación de modelos corporativos con modelos de gestión de transferencias de responsabilidades y asociaciones público-privadas.

Otra diferencia entre los países de Europa, está en lo relativo al tema de la regulación, variando de modelos extremadamente rigurosos, como es el caso de los modelos de competencia por comparación (*yardstick competition*) empleados por la *Ofwat* en Inglaterra y Gales, en comparación con otros modelos caracterizados por los académicos como laxos como, por ejemplo, el modelo Español. Otra variante de los modelos de regulación empleados en Europa está relacionada con los modelos de regulación que funcionan de forma voluntaria y que son conocidos como competencia por exposición (*sunshine competition*), implementado por la *Vewin* en los Países Bajos y también con aplicaciones en Portugal.

Algunos puntos de la Directiva 2000/60/CE resultan de especial interés para este estudio. La Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, instituye la exigencia de indicadores de calidad, la necesidad de regulación y la recuperación de los costes de los servicios relacionados con el agua, incluidos los costes medioambientales y relativos a los recursos previstos para el año 2015. Estos aspectos, aunque de una forma bastante generalizada, han servido de base para la implementación de importantes ajustes normativos e institucionales en los países de la Unión Europea como, por ejemplo, los cambios en Italia. Estas características institucionales y las evidencias empíricas aplicadas a los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Europa son presentadas a continuación.

### **III.3.1 Privatización y rigor regulador de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Inglaterra y Gales**

Actualmente, las concesiones de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Inglaterra y Gales son explotadas por 21 operadores privados; de los cuales 10 ofrecen tanto servicios de abastecimiento como de saneamiento de agua, mientras que los 11 restantes son compañías que suministran únicamente los servicios de abastecimiento de agua. En resumen, se trata de un sistema de jurisdicción regional, totalmente privatizado y regido por una única agencia reguladora; en este caso la oficina de regulación de los servicios de agua, conocida como la *Ofwat*<sup>30</sup> creada a partir del proceso de reestructuración y privatización total del los servicios llevado a cabo en 1989.

Durante el período 1945 a 1974, la estructura de la industria del agua pasó por un proceso de reorganización y racionalización motivado en cierta medida por el reconocimiento de incremento de los problemas de contaminación e, igualmente por la incapacidad de la industria para responder a tales problemas. Esto tuvo una importante repercusión en el fortalecimiento del marco normativo en el período posterior a la segunda guerra mundial, iniciando así un proceso orientado al control corporativo en una estructura de industria de red y con operadores tanto de propiedad pública, como privada (Bakker, 2003, p. 54-57).

Eran los orígenes de un proceso de integración vertical que está consolidado en el modelo actual de la industria, impulsado por la idea principal de potenciales ahorros de costes generados como consecuencia de las economías de escala. Este hecho ya era señalado a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta que, hasta mediados de la década de los 50, había más de 1.000 servicios de agua que disminuyeron significativamente a principios de 1970 con un total de 198 empresas de agua, de los cuales 64 estaban en manos de un gobierno local, 101 estaban a cargo de más de un gobierno local y 33 eran privadas (Morse, 2000, p. 487).

Otro importante intervalo de tiempo fue el comprendido entre 1974 a 1989, caracterizado como el período de la consolidación de la orientación hacia una estructura corporativa y de la nacionalización de la industria de aguas en Inglaterra y Gales (Bakker, 2003, p. 58), que finalizó con la privatización de los servicios. En ese período había 31 operadores de agua, de los cuales 21 proveían solamente agua, con sistemas que siempre fueron operados por empresas de propiedad privada. Los que proveían los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua fueron consolidados,

---

<sup>30</sup> *Office of Water Services* (2010)

en 1978, en diez operadores regionales (*Regional Water Authorities*) y posteriormente privatizados en diciembre de 1989.

En el período de su constitución, los operadores regionales representaban, aproximadamente un 75% del suministro de los casi 20 millones de consumidores domésticos de la época (Morse, 2000, p.487). Era el comienzo del último intervalo de cambios, que abarca desde 1989, hasta la actualidad, con una total privatización de la industria y con agregación de las funciones medioambientales a los operadores.

Simultáneamente con el proceso de privatización, la regulación del sector en Inglaterra y Gales se fortaleció poco a poco. Los primeros años posteriores a la privatización, dicho proceso fue considerado laxo pues, a diferencia de otros servicios regulados, el nuevo modelo de los derechos económicos para la regulación de la industria de agua no contemplaba la fórmula del *price cap* en la fórmula *Retail Prices Index* más factor de eficiencia *K*, conocido como *RPI+K* (Hunt y Lynk, 1995, p.374). Después de los primeros cinco años de privatización, el proceso se volvió más riguroso; es decir, a partir de 1995 (Saal y Parker, 2000, 2001), con la aplicación de dicha la fórmula en la revisión de precios de 1994, con efectos inmediato en el año posterior a su aplicación.

En suma, la evolución de la estructura de la industria de agua en Inglaterra y Gales a lo largo del tiempo ha adquirido algunas características muy específicas, con un transcurso gradual desde la verticalización del sector hasta la privatización, corporativización del sector, existencia de empresas que operan sistemas de abastecimiento y saneamiento de agua y otras que operan solamente el abastecimiento de agua, un evento puntual caracterizado por un proceso de privatización en bloque y de períodos específicos para las revisiones de precios fijados por el ente regulador.

En ese sentido, diversos investigadores han aprovechado dichas especificidades del sector para: (a) comprobar la existencia de economías o diseconomías de escala que justifiquen o no el proceso gradual de verticalización; (b) investigar la existencia de economías o diseconomías de alcance entre la prestación exclusiva de los servicios de abastecimiento de agua y la prestación conjunta de abastecimiento y saneamiento de agua, abarcando también la cuestión de los servicios medioambientales; (c) analizar el impacto de la privatización y competencia del mercado en los resultados de la gestión del sector y; por último, (d) evaluar los efectos de la regulación y de los procesos de revisión de precios en la eficiencia del sector, incluyendo los efectos en los resultados de la gestión para los inversores.

Estos análisis son recogidos en la tabla III.3, en la cual se presentan 25 trabajos analizados con estudios empíricos aplicados a los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Inglaterra y Gales, describiendo la referencia del estudio, la principal técnica analítica empleada, los objetivos, principal centro de atención de los estudios y, finalmente, la descripción literal de los principales resultados obtenidos en dichas investigaciones.

**Tabla III.3 - Resumen de estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de Inglaterra y Gales**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
Ford y Warford (1969)	OLS	Presentar algunos resultados de un intento de proponer una función adecuada para explicar los costes unitarios en la industria de suministro de agua en Inglaterra y Gales
162 (142 Públicos y 20 Privados) en 1965-1966	SL	Deseconomías de escala pueden existir, pero hay un cierto grado de incertidumbre.
Norman y Stoker (1991)	DEA	Demostrar, ilustrativamente, los debates en la reestructuración de la industria de aguas y ayudar a informar sus discusiones en el establecimiento de objetivos cuantificables comunes.
28 en 1987-1988	PER	Es necesario definir las medidas de calidad del servicio antes de que el modelo pudiera ser utilizado como una prueba fiable de la eficiencia, ya que sus cantidades de producción fueron, en general, fijas.
Lynk (1993)	SFA	Añadir algunas evidencias empíricas al debate sobre la eficiencia pública-privada para la industria de agua antes de la privatización
38 (10 agua y alcantarillo y 20 agua) en 1980-1988	O; SP	Superioridad de los resultados de la gestión de los operadores de propiedad pública; existencia de economía de alcance de la producción conjunta de abastecimiento y saneamiento de agua. La regulación ejerció influencia positiva en los resultados de la gestión.
Hunt y Lynk (1995)	OLS	Evaluar la decisión de separación, a la luz de la existencia de un determinado grado de economías de alcance que posiblemente existió entre las actividades de las autoridades regionales de agua antes del proceso de privatización.
10 en 1979-1980 y 1987-1988	SP; TC	Existencia de economías de alcance de la producción conjunta entre los servicios medioambientales y de abastecimiento de agua
Sawkins (1996)	SUR	Abordar un aspecto de una cuestión más amplia de la eficacia reguladora al considerar si las actividades e iniciativas del regulador de la industria de agua de Inglaterra y Gales, durante el período 1989-1994, tiene algún impacto en los resultados de la gestión financiera de los inversores de tales industrias.
10 en 1989-1994	PER; R	Las acciones del regulador equilibran, a menudo, los conflictos de intereses entre las partes interesadas del sector del agua, y tal equilibrio es reflejo de las obligaciones legales del regulador.
Shaoul (1997)	PI	Examinar la experiencia de las direcciones generales de aguas privatizadas, presentando los datos financieros y contables para analizar costes frente a las salidas, y la distribución del excedente generado por la industria para evaluar las demandas del gobierno que (i) resultaría en aumento de la eficiencia y (ii) todos se beneficiarían.
10 en 1985-1995	O; FA	Ausencia de diferencias significativas en los resultados de la gestión financiera de los operadores de propiedad pública frente a los de propiedad privada.
Wood et al. (1997)	DEA	Analizar los resultados de la gestión después de la privatización de las empresas de agua y alcantarillo del Reino Unido usando la técnicas DEA para medir los cambios en la eficiencia productiva en el sector de suministro de agua.
30 en 1991-1995	PER; SL	Existencia de deseconomías de escala. Se observa una evolución de los niveles de eficiencia a nivel individual, pero tales mejoras no repercuten en todo el conjunto de empresas.
Cubbin y Tzanidakis (1998)	DEA y COLS	Identificar las principales diferencias entre las técnicas Análisis de regresión y DEA y examinar en qué contexto una u otra técnica es probable que sea más apropiada como medio principal para evaluar la eficiencia relativa en el contexto de la regulación.
29 en 1994	RA x DEA	Las puntuaciones de eficiencia obtenidas con el empleo de la metodología DEA fueron diferentes de las presentadas por la metodología COLS.
Ashton (2000a)	GLS y TFP	Investigar características de la productividad y cambios técnicos en diez compañías de aguas y alcantarillado de Inglaterra y Gales privatizadas en 1989.
10 en 1989-1997	O; SL;TC	Ausencia de diferencias significativas entre la propiedad pública y privada. Niveles muy bajos de los componentes del cambio tecnológico y del crecimiento de la productividad y existencia considerable de economías de escala.

**Tabla III.3 - Resumen de estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de Inglaterra y Gales (continuación)**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
Ashton (2000b)	SFA	Cuantificar la eficiencia relativa de diez compañías de aguas y alcantarillado privatizadas entre 1987 y 1997.
10 en 1989-1997	PER; SL	Existencia substancial de economías de escala y nivel substancial de dispersión de los costes entre los operadores de la muestra
Morana y Sawkins (2000)	GARCH	Realizar un análisis empírico del sector de agua Inglesa y Galesa para evaluar los efectos de la regulación definido por la revisión periódica de precios de 1994 en las respuestas del mercado bursátil de Londres con los modelos GARCH y volatilidad estocástica.
10 en 1989-1998	R	Reducción significativa de la volatilidad de los precios de las acciones tras al anuncio de la primera revisión de precios. Las expectativas de los inversores se ajustaron rápidamente, como reflejo de la confianza dada por la credibilidad y la sostenibilidad de una solución política razonable.
Saal y Parker (2000)	SUR	Estudiar los cambios resultantes en la eficiencia económica en términos de eficiencia técnica y precios de los insumos capturados en los costes totales, analizando los cambios en los costes de proveer los servicios de agua en Inglaterra y Gales entre 1985 y 1999, usando un modelo de función de costes translogarítmica.
10 en 1985-1999	O; R; SL; SP	La privatización no influyó en los resultados de la gestión. Reducción de los costes después de la revisión de precios 1994/1995 establecida por el ente regulador, existencia de diseconomías de escala para los operadores que prestan, conjuntamente, los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua. Ausencia de economía de alcance de la producción conjunta de ambos servicios.
Thanassoulis (2000a)	DEA y OLS	Detallar el uso del DEA para calcular el ahorro potencial en el contexto específico de distribución de agua y examinar la utilización de los resultados obtenidos, bien como destacar algunas cuestiones genéricas que se plantean en el uso del DEA y, en general los métodos paramétricos de medición de los resultados de la gestión en el contexto normativo en 1994.
32 en 1992-1993	DEA x RA	Significativos ahorros de costes con la aplicación del método DEA que se presentó como una herramienta que proporciona ventajas de su utilización en un proceso de regulación. Los resultados presentados por el DEA producen resultados similares a los calculados por el modelo econométrico establecido por la Ofwat en 1994.
Thanassoulis (2000b)	DEA	Describir el uso del DEA para la evaluación de la eficiencia bajo rendimientos constantes y variables de escala, bien como plantear la utilización del DEA por la Ofwat, el regulador de las compañías de agua en Inglaterra y Gales, en el marco de las determinaciones de su precio en 1994.
32 en 1992-1993	DEA	Significativos ahorros de costes con la aplicación del DEA que valida la utilidad del método.
Saal y Parker (2001)	TFP y TTP	Analizar el impacto de la privatización sobre los resultados de la gestión corporativa y estudios del período 1985 a 1999 y también analizar el impacto del endurecimiento proporcionado por el <i>price cap</i> que entró en vigor a partir del 1 de abril de 1995.
10 en 1985-1999	O; R	A pesar de la reducción de la mano de obra, la hipótesis de que la privatización se ha traducido en un aumento estadísticamente significativo en el crecimiento de la productividad global debe ser rechazada y la mejora de productividad no se hizo más eficaz en la generación de mejoras de eficiencia después de la revisión de precios y sí a partir de una regulación más rigurosa a partir de 1995.
Ashton (2003)	GLS	Estimar medidas de economía de escala, economía de utilización del capital y utilización del capital en industria de aguas y alcantarillado de Inglaterra y Gales para el periodo 1991-1996.
20 en 1991-1996		Existencia de diseconomías de escala.
Bottasso y Conti (2003)	SFA	Analizar la evolución de la ineficiencia de los costes operativos de la industria de agua de Inglaterra y Gales durante el periodo 1995-2001 mediante la estimación de una frontera estocástica de costo heterocedastica proporcionando una visión global de la ineficiencia de costes.
21 en 1995-2001	SL; SD; PER	Existencia de economías de escala para los operadores con bajos niveles de producción. Existencia de economías de densidad a largo plazo y la ineficiencia de costes operativos se redujo durante el período de muestreo
Fitzgerald y Storbeck (2003)	DEA	Describir un modelo de resultados de la gestión para las múltiples partes interesadas de las compañías de agua del Reino Unido, desarrollando una comprensión de la mejora de los resultados de la gestión en terminaos financieros y de calidad, diferenciando los intereses de los accionistas y de los consumidores dentro de una única frontera.
10 en 1992-2000	PER	Mejora de los índices de resultados de la gestión en el periodo analizado y que los índices de resultados de la gestión de los accionistas siempre dominan a los delineados para los consumidores, privilegiando a los accionistas.

**Tabla III.3 - Resumen de estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de Inglaterra y Gales (continuación)**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
Saal y Parker (2004)	<i>SUR</i> y <i>TFP</i>	Estudiar la productividad en la industria del agua y de alcantarillado en Inglaterra y Gales, antes y después de la privatización en noviembre de 1989, considerando que los efectos relativos de la privatización y de la regulación sobre el crecimiento de la productividad en la industria utilizando tanto métodos no paramétricos como paramétricos para proporcionar una verificación cruzada de la robustez de los resultados.
10 en 1985-2000	O; R	No se encuentran aumentos de productividad que se puedan atribuir directamente a la privatización y sí atribuibles al sistema de regulación económica que se hicieron más estrictos a partir de 1994. Inexistencia de economías de alcance de la producción conjunta de abastecimiento y saneamiento de agua.
Stone & Webster Consultants (2004)	<i>OLS</i>	Informar a la <i>Ofwat</i> la comprensión de las economías de escala en la industria del agua y de alcantarillado en Inglaterra y Gales.
38 en 1992 – 2003	SL; SP	Deseconomías de escala para los operadores que prestan los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua y pequeñas economías de escala para los operadores que sólo prestan servicios de abastecimiento de agua. Deseconomías de alcance de la producción conjunta de abastecimiento y saneamiento de agua y también en función de la integración vertical. Las fusiones han afectado los costes subyacentes.
Saal y Reid (2005)	<i>SUR</i>	Emplear la calidad ajustada al capital casi-fijo por medio de función de coste variable translogarítmica para proporcionar estimaciones del costo operativo medio y crecimiento de productividad de los operadores de abastecimiento y saneamiento de agua de Inglaterra y Gales.
10 en 1993-2003	R; P	El endurecimiento de la regulación parece haber tenido un pequeño impacto positivo, estadísticamente significativo, sobre el aumento de la productividad del <i>OPEX</i> . En general, las tasas de crecimiento de la productividad de los <i>OPEX</i> en los operadores de abastecimiento y saneamiento de agua no han sido negativamente afectadas por el agua potable de mejor calidad y estándares de calidad ambiental
Saal y Parker (2006)	<i>TFP</i> y <i>SFA</i>	Emplear una entrada ajustada a la calidad a función de distancia y técnica de frontera estocástica para estimar las tasas de crecimientos de productividad de las operaciones de agua en la industria de agua y alcantarillo de Inglaterra y Gales entre 1993 y 2003.
30/22 (reducción por fusiones y adquisiciones) en 1993-2003	R; P; TC	La eficiencia promedio disminuyó hasta 1996 y luego mejoró. La mejora es una posible respuesta a la presión reguladora resultante de la revisión de precios de 1995 por la <i>Ofwat</i> y, más tarde, los resultados de la gestión se redujeron o de nuevo hasta el año 2000, cuando otra mejora se produjo, posiblemente en respuesta a la revisión de precios ocurrida en 1999. El cambio técnico ha sido la principal fuente de crecimiento de la productividad a largo plazo.
Erbetta y Cave (2007)	<i>DEA</i> y <i>SFA</i> (2ª etapa)	Evaluar el impacto del endurecimiento en el <i>price cap</i> por parte de la <i>Ofwat</i> (1999) y de otros factores operativos en la eficiencia de los operadores de abastecimiento y saneamiento de agua en Inglaterra y Gales con una mezcla de análisis envolvente de datos y el análisis de frontera estocástica.
10 en 1993-2005	O; R	Los resultados no permiten conclusiones de mejoras significativas de eficiencia en función de la privatización. El endurecimiento de la regulación definido por la revisión de precios de 1999 parece haber reducido la ineficiencia de asignación y la ineficiencia técnica.
Saal et al. (2007)	<i>TFP</i> y <i>SFA</i>	Analizar el impacto de la privatización en los resultados de la gestión económica de las compañías de agua y alcantarillo de Inglaterra y Gales, usando una función de distancia ajustada a la calidad de la entrada, con técnicas de frontera estocásticas para estimar las tasas de crecimiento de la productividad para el período 1985-2000.
10 en 1985-2000	O;R;P;TC	Después de la privatización hubo mejora del cambio técnico, sin aumentos de productividad que solamente mejoró tras una modificación normativa más restricta al régimen financiero establecido por la regulación. Existencia de deseconomías de escala relacionados con el crecimiento de la productividad
Bottasso y Conti (2009)	<i>GLS</i>	Estimar una función de costo variable para analizar las economías de costes y cambio técnico en el sector de agua Inglés en el periodo de 1995-2005.
18 y 12 (últimos años) en 1995-2005	R;TC; SL; SD	Existencia de economías de producción sin explotar, economías de densidad de los clientes y pequeñas economías de escala que parecen estar aumentando con la densidad poblacional. Los resultados globales de la gestión del sector, medida por el cambio técnico, ha sido ligeramente mejorado durante el período de muestra y resultó ser más acelerado en el tercer año de la serie o panel, probablemente debido a la revisión de 1999 que impuso factores X más rigurosos en la fórmula del <i>price cap</i> .

Legenda: *OLS* - Mínimos cuadrados ordinarios; *COLS* - Mínimos cuadrados ordinarios ajustados; *SFA* - Análisis de frontera estocástica; *DEA*- Análisis envolvente de datos; *RA* - Análisis de regresión; *PI* - Análisis por indicadores de gestión; *TFP* - Productividad total de los factores; *TTP* - Rendimiento total de los precios; *SUR* - Regresiones que aparentemente no se está relacionadas; *GLS* - Mínimos cuadrados generalizados; *GARCH* - Heteroscedasticidad autorregresiva condicional generalizada; SL - escala; SP - alcance; SD - densidad, R - Regulación; O - Propiedad; TC - Cambio tecnológico; PER - Resultados de la gestión; P - Productividad;

Los intentos de explicación y propuestas de funciones matemáticas adecuadas para explicar los costes unitarios en la industria de suministro de agua no han cesado hasta la actualidad, desde que los pioneros Ford y Warford (1969) presentaron sus aportes sobre sus estudio para el sector en Inglaterra y Gales.

Ford y Warford (1969) presentaron evidencias no concluyentes que sugieren incertidumbres sobre la existencia de economías de escala; a diferencia de otros estudios posteriores como el de Wood et al. (1997), quienes a partir de los datos de 30 operadores en el periodo de 1991 a 1995 concluyeron la existencia de deseconomías de escala en la industria. Por otro lado, Ashton (2000a) y Ashton (2000b), con datos de 10 operadores que suministraban los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua conjuntamente, en el período de 1989 a 1997; es decir, justo después de la privatización, concluyó que existen economías de escala para el sector.

Factores como la cantidad de empresas, servicios suministrados por las empresas de la muestra analizada en cada estudio y el período considerado, podrían se la explicación de las diferencias encontradas entre los resultados de las investigaciones. En un estudio presentado por Ashton (2003), utilizando datos de 20 operadores entre 1991 y 1996, indica la existencia de deseconomías de escala, en coincidencia con el resultado presentado por Wood et al. (1997), utilizando una estructura de datos y una metodología más comparable. Sin embargo, el estudio de Bottasso y Conti (2003), con 21 operadores entre 1995 y 2001, concluyó la existencia de economías de escala cada vez mayores en los niveles de baja escala de producción e, igualmente, concluyó que las fusiones entre pequeños operadores pueden permitir un ahorro de costes a corto plazo.

Estudios posteriores como los de Stone & Webster Consultants (2004), con 38 operadores en el período comprendido entre 1992 y 2003, Saal y Parker (2006), con 30 operadores que se reducen a 22 por fusiones y adquisiciones ocurridas en el período entre 1993 y 2003, y Saal et al. (2007) con 10 operadores de servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en el período de 1985 a 2000, coincidieron al concluir la existencia de deseconomías de escala. A diferencia de éstos, en otro estudio presentado por Bottasso y Conti (2009), con 18 operadores que se redujeron a 12 en los años comprendidos entre 1995 y 2005, concluyó que existen economías de escala en la industria.

Básicamente, los estudios que contienen un número mayor de operadores coinciden en la existencia de deseconomías de escala; mientras que los estudios realizados con reducido o menor número de operadores no son concluyentes para las

investigaciones aplicadas a la industria de abastecimiento y saneamiento de agua de Inglaterra y Gales.

Con relación a los análisis de existencia de economías o deseconomías de alcance, el estudio de Lynk (1993) con datos de 38 operadores (10 abastecimiento y saneamiento de agua y 20 de abastecimiento de agua) para el período comprendido entre 1980 y 1988 concluyó que los operadores alcanzan la eficiencia mediante la producción conjunta, comprobándose la economía de alcance. Esos resultados fueron posteriormente corroborados por Hunt y Lynk (1995) quienes analizaron los datos de 10 operadores de servicios conjuntos de abastecimiento y saneamiento de agua con obligaciones de servicios medioambientales, en los períodos entre 1979 y 1980 y de 1987 a 1988, resultando en la existencia de economías de alcance entre los servicios medioambientales y de abastecimiento de agua (aunque no para los servicios de saneamiento de agua), así como también se evidenció la existencia de economías de alcance entre los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua.

Estos resultados no coinciden con los presentados por Saal y Parker (2000), como resultado de su estudio aplicado a 10 operadores de servicios conjuntos de abastecimiento y saneamiento de agua con obligaciones de servicios medioambientales, durante el período comprendido entre 1985 y 1999; Saal y Parker (2004) para los mismos operadores en el período de 1985 a 1999, y Stone & Webster Consultants (2004) para 38 operadores en el período entre 1992 y 2003, que concluyeron que puede rechazarse la hipótesis que indica la existencia de deseconomías de alcance, como producto de la integración vertical.

Así como para las pruebas de la existencia de economías o deseconomías de escala, los estudios tampoco son concluyentes con relación a la existencia de economías o deseconomías alcance.

Como principal punto de discusión, la cuestión del reflejo de la propiedad en la eficiencia de la industria del agua, fue discutida a partir de la transferencia de propiedad de los operadores para instituciones privadas por medio del proceso de privatización de 1989, en un estudio inicial, con datos de 38 operadores (10 abastecimiento y saneamiento de agua y 20 de abastecimiento de agua) en el período 1980 a 1988, elaborado por Lynk (1993), concluyó que el nivel promedio de ineficiencia de los operadores de agua de propiedad privada parece haber sido mucho mayor que el nivel presentado por los operadores de propiedad pública, en el período inmediatamente anterior a la privatización.



Estudios posteriores con datos de períodos posteriores a la privatización, como Shaoul (1997), Ashton (2000a), Saal y Parker (2004, 2001, 2000), Erbetta y Cave (2007), Saal et al. (2007) concluyeron que no hubo significativa influencia, en términos de mejoras de la eficiencia, proporcionada por el cambio de propiedad con el proceso de privatización. Sin embargo, todos estos estudios, así como también el de Saal y Reid (2005) y el de Bottasso y Conti (2009), concluyeron que la evolución de la estructura reguladora proporcionó aumento de los niveles de eficiencias en la industria.

La discusión sobre los efectos no quedó limitada a las mejoras de eficiencia en la prestación de los servicios a los usuarios. En este sentido, Sawkins (1996) cambió el plano de discusión a las consecuencias en los resultados de las gestiones financieras ocasionadas por los eventos reguladores de los inversores de tales industrias, concluyendo que las acciones del regulador equilibran, a menudo, los conflictos de intereses entre las partes interesadas del sector del agua, y que tal equilibrio es reflejo de las obligaciones legales del regulador.

Posteriormente, el estudio de Morana y Sawkins (2000) concluyó que existe una reducción significativa de la volatilidad de los precios de las acciones en ocho de las diez compañías de abastecimiento y saneamiento de agua, después del anuncio de la primera revisión de precios (*price-cap*), de modo que las expectativas de los inversores se ajustaron rápidamente, reflejando confianza en la credibilidad y la sostenibilidad se una solución política razonable.

En síntesis se concluye que, tras el proceso de la privatización, la cuestión de la propiedad no significa un aumento de resultados de la gestión; sin embargo, la estructura reguladora proporcionó aumentos de resultados de la gestión y equilibrio entre las partes interesadas del mercado compuesto por consumidores y accionistas.

La robustez de los resultados de los reflejos de la regulación, posiblemente se relaciona con el hecho de que los análisis preliminares de los procesos reguladores se basan en análisis de regresión y el *DEA* para la comparación de eficiencia entre las compañías durante el proceso de revisiones de precios. Sin embargo, existe preocupación en cuanto a la validez de tales técnicas en función del método elegido y la cantidad de variables utilizadas porque, considerando sus limitaciones, pueden llevar a valoraciones erradas del nivel de eficiencia (Cubbin y Tzanidakis, 1998, p. 84).

### **III.3.2 Propiedad y entorno operativo de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en España**

En España, los servicios de suministro de agua están bajo la jurisdicción del gobierno local, con titularidad de las administraciones locales; es decir, descentralizada en el ámbito municipal. Sin embargo, la responsabilidad del tratamiento del agua residual es de competencia autonómica (Saurí et al., 2009, p. 209).

El modelo descentralizado de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua español es operado por empresas municipales, empresas privadas, asociaciones público-privadas y consorcios entre municipios, a través de las mancomunidades.

Según Romero-Renau (2006, p. 47-48) la distribución de los servicios entre los diferentes tipos de gestión es de un 32% para la empresa pública, 12% por asociaciones público-privadas, 2% por consorcios de mancomunidades, 49% por empresas privadas y 5% por otro tipo de gestión. Igualmente, un 54,35% de los servicios son suministrados por un único grupo, el Grupo Suez-Agabar, lo que quiere decir que, a pesar de que las concesiones siguen un marco reglamentario descentralizado, en su nivel operativo el sistema se presenta extremadamente centralizado en este grupo comercial de gestión privada.

Altos consumos per cápita (considerada como una de las más altas del mundo), asociado a la apertura al capital privado que fue basada en el régimen de concesión diseñado a partir del modelo francés, fueron elementos propulsores de la rápida expansión del proceso de privatización en España (Saurí et. al., 2013, p. 207-209) y, con esto, el creciente interés de los autores en realizar comparaciones de los niveles de eficiencia y de precios para cada tipo de gestión, es decir, de propiedad pública o privada.

Por un lado existe el factor relativo a la potencialidad turística del país, como un importante elemento que ejerce influencia en el consumo de agua, reflejado en una estacionalidad de la demanda; y por otro, está la cuestión de las condiciones climáticas y ambientales adversas. Ambas características fueron puestas a prueba con la contemplación de variables que captan el potencial turístico de cada región y del acceso a la captación de agua, en función de las cuestiones climáticas y ambientales.

De un total de ocho investigaciones empíricas realizadas con datos de los operadores españoles de abastecimiento y saneamiento de agua, siete fueron realizadas con operadores de la Comunidad Autónoma de Andalucía y uno llevado a

cabo por García-Sánchez (2006) aplicado a una muestra de operadores que suministran servicios a localidades con población superior a 50.000 habitantes en todo el país, cuyo objetivo fue estimar la eficiencia técnica y de escala del suministro de agua, utilizando un proceso de tres etapas para detectar la influencia de las circunstancias externas en la estimación de los niveles de eficiencia. Al final, de este estudio se identificaron tres conclusiones básicas para los operadores de la muestra: 1) la densidad poblacional es un factor que define las características particulares del entorno de cada municipio y que esta variable tiene un impacto estadísticamente significativo en los índices de eficiencia, lo cual fue corroborado por Picazo-Tadeo et al. (2009a) para los operadores andaluces; (2) la ineficiencia de escala es mayor que la ineficiencia técnica; y, (3) no se observaron pruebas significativas de diferencias de la eficiencia técnica entre los operadores de gestión pública y privada.

La tabla III.4 resume los ocho estudios analizados con los operadores españoles, conteniendo la referencia del estudio, los principales métodos cuantitativos utilizados, el objetivo, el principal centro de atención del estudio y la indicación literal de los principales resultados.

**Tabla III.4 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua españoles**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
Ordóñez y Bru (2003)	DEA	Presentar un estudio de la eficiencia, a través de un análisis envolvente de datos (DEA), de las empresas de abastecimiento de agua en los municipios más representativos de la provincia de Málaga entre 1989-1998, período en el que se concentra el mayor número de privatizaciones en la gestión del servicio.
10 en 1989-1998	O	El tipo de propiedad no es garantía incuestionable de una mayor eficiencia, ni la razón que justifique la necesidad de acudir a una gestión privada en este servicio.
García-Sánchez (2006)	DEA y TBR (2ª etapa)	Estimar la eficiencia técnica y de escala del suministro de agua, utilizando un proceso de tres etapas para detectar la influencia de las circunstancias externas en la estimación de los niveles de eficiencia.
24 en 1999	FE;SL;O	La densidad poblacional tiene un impacto estadísticamente significativo en los índices de eficiencia. La ineficiencia de escala es mayor que la ineficiencia técnica. No hay pruebas significativas de las diferencias de la eficiencia técnica entre la gestión pública y privada
García-Valiñas y Muñiz (2007)	DEA	Presentar la relación entre la eficiencia y los factores institucionales como sistema de gestión.
3 en 1985-2000	PER; EF	El modelo que incluye el efecto del <i>input</i> no controlable de precipitación ofrece unos índices de eficiencia superiores o iguales a los del modelo que no recogía dicho efecto. Ahorros potenciales en costes que podrían haberse logrado en cada circunstancia.
Picazo-Tadeo et al. (2008)	DEA	Contribuir con la cadena de la literatura actual en el ámbito de la medición de los resultados de la gestión de los servicios públicos de agua, mediante el cálculo de puntajes de eficiencia técnica ajustados por la calidad del servicio, en una estructura no-paramétrica basada en el DEA.
38 en 2001	PER; Q	La calidad ejerce influencia en la medición de la eficiencia técnica y en la diferencia entre las evaluaciones convencionales y ajustadas según la calidad .Promedios y funciones de distribución diferencian significativamente entre las evaluaciones convencionales de la gestión y ajustada a la calidad.
García-Rubio et al. (2009a)	DEA	Calcular la eficiencia programática para las empresas públicas y privadas, con un panel de datos incompletos de 20 empresas de abastecimiento de agua en el sur de España.
20 en 1993-2006	O	Los operadores de propiedad privada son más eficientes en la reducción de costes, pero tienen menos eficiencia hidráulica que los de propiedad pública.

**Tabla III.4 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua españoles (continuación)**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
García-Rubio et al. (2009b)	DEA	Analizar si existen diferencias entre la gestión pública y privada a partir de una muestra de unidades de gestión del servicio de abastecimiento urbano de aguas en Andalucía, haciendo uso de técnicas de estimación de la eficiencia por programas mediante el Análisis Envolvente de Datos.
13 en 1997-2005	O	Los operadores de propiedad pública son más eficientes que los de propiedad privada.
Picazo-Tadeo et al. (2009a)	DEA	Computar los puntajes de la eficiencia técnica específicas de cada entrada para una muestra de empresas de servicios públicos de agua localizados en la región sureña española de Andalucía y analizar los factores ambientales relacionados con las diferencias de eficiencia entre los servicios de agua.
34 en 2001	O;EF;SL	La diferencia entre el promedio de los puntajes de la eficiencia técnica es insignificante; sin embargo, para la eficiencia específica de la mano de obra, la propiedad privada es más eficiente. Eficiencia radial promedio bastante alta, con diferencias relativamente pequeñas entre los operadores. La eficiencia técnica es mayor en las empresas situadas en zonas densamente pobladas y en los servicios públicos que prestan servicios de agua a los municipios turísticos. No hay pruebas empíricas que apoyan la mayor eficiencia técnica de los consorcios de empresas de agua que suministran varias localidades.
Picazo-Tadeo et al. (2009b)	DEA y SFA (2ª etapa)	Calcular las entradas específicas ajustadas a las puntuaciones de la eficiencia técnica para una muestra de empresas de servicios públicos de agua localizados en la región española de Andalucía.
34 en 2001	O; EF;Q	Operadores de propiedad privada superan a los de propiedad pública en la gestión de los factores específicos de producción, principalmente mano de obra. La estacionalidad de la demanda y calidad de la red de distribución ejercen influencia significativa en la eficiencia técnica. Las puntuaciones convencionales y ajustadas a la calidad resultan estadísticamente diferentes para <i>inputs</i> longitud de la red de distribución y mano de obra.

Legenda: DEA- Análisis envolvente de datos; TBR – regresión Tobit;; SFA - Análisis de frontera estocástica; PER – resultados de la gestión; SL – escala; O – Propiedad; EF – Factores de entorno; Q – Calidad;

Como se puede observar, en todos los estudios fue aplicada la metodología *DEA*, lo que aumenta el potencial de comparabilidad entre los distintos estudios. Además, la mayor parte de las aplicaciones empíricas fue realizada sobre operadores similares y con una misma realidad regional; es decir, la región de Andalucía, justificada por los investigadores por las condiciones extremas y la diversidad climática de la región que sufre a consecuencia de un proceso de desertificación.

A diferencia de las características presentadas por Inglaterra y Gales, en España la jurisdicción de los servicios públicos de agua es, históricamente, descentralizada entre las entidades locales (Saurí et al., 2009, p. 209), con las Comisiones de Precios Autonómicas, que ejercen un papel de reguladores blandos del sistema (Sevilla y Torregrosa, 2008, p.4). En la medida en que Inglaterra y Gales pasó, de un modelo altamente descentralizado, a un modelo verticalizado tras la privatización, los resultados de las investigaciones se hicieron más confiables y robustos, consolidándose la influencia del regulador en la mejora de eficiencia de los operadores. En este sentido, los investigadores españoles plantean la creación de un organismo regulador, similar al *Owat* de Inglaterra y Gales, una vez que el marco normativo español ha dado entrada a los operadores de propiedad privada (García-Rubio et al. 2009b, p.20).

Quizás, la probable debilidad de la regulación del sector en España suficientemente argumentada por los investigadores, no les ha motivado a estudiar empíricamente la fortaleza de la regulación del sector. Sin embargo, los analistas si han aprovechado el alto nivel de privatización en el país para llevar a cabo investigaciones empíricas orientadas hacia la cuestión sobre las diferencias de resultados de la gestión entre los distintos tipos de propiedad, tales como Ordóñez y Bru (2003) y García-Sánchez (2006) quienes no encontraron diferencias significativas de la eficiencia entre los dos tipos de gestión; mientras que los estudios de García-Rubio et al. (2009b) y Picazo-Tadeo et al. (2009b) son opuestos en sus hallazgos, ya que el primero indica superioridad de la gestión pública, mientras que el segundo indica la superioridad de la gestión privada.

No se puede olvidar que tales estudios no son completamente comparables, ya que miden la eficiencia técnica con distintos factores; por un lado, el de García-Rubio et al. (2009b), emplea un panel de datos de 13 operadores entre 1997 y 2005 y, por el otro lado, el estudio realizado por Picazo-Tadeo et al. (2009b), utiliza como referencia un conjunto de datos del año de 2001 para 34 operadores, que en una comparación individual de todas las variables elegidas como *inputs* y *outputs*, coinciden solamente en una variable de *input*, que es coste operativo.

Los estudios como el de García-Rubio et al. (2009a) y el Picazo-Tadeo et al. (2009a) no evidenciaron diferencias significativas de la eficiencia técnica entre los dos tipos de gestión, considerando el conjunto de *inputs* y *outputs*. Tales resultados cambian cuando se hace un análisis individual para cada *input*; de modo que en el primer estudio, la gestión pública proporciona una mayor eficiencia hidráulica, mientras que, en el segundo, la gestión privada muestra una mejor eficiencia en la utilización del trabajo; es decir en el factor mano de obra.

Finalmente, la cuestión de cómo el entorno operativo ejerce influencia en el nivel de resultados de la gestión también fue analizada para los operadores españoles, principalmente la densidad poblacional y, en resumen, cuestiones como la influencia de la propiedad y la regulación corresponden a problemas que aún son objeto de estudio por parte de los investigadores, constituyendo una fuente interesante para desarrollar novedosos e innovadores estudios en este sector.

### III.3.3 Estructura de mercado de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Alemania.

Con anterioridad a la reunificación de Alemania, los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua estaban estructurados en diferentes formas de jurisdicción, en función de las características políticas, administrativas y jurídicas de cada una de las dos antiguas Alemanias, la Occidental y la Oriental.

De un lado, la antigua Alemania Oriental se organizó al nivel estatal y, del otro lado, la antigua Alemania Occidental se organizó con jurisdicciones a nivel local, con concesiones legales para su funcionamiento bajo una estructura corporativa de mercado y de propiedad municipal. Después de la reunificación, los operadores de la antigua Alemania Oriental transfirieron sus activos a las administraciones locales, (Ballance y Taylor, 2005, p.109), siendo absorbidas por la estructura organizativa, jurídica y de mercado que ya existía en la antigua Alemania Occidental y que se mantiene hasta hoy.

Los tipos de de gobierno en la industria alemana están bastante fragmentados y son el resultado de una mezcla de gestión pública, gestión privada y asociación público-privada, diferenciándose entre sí por una combinación de detalles estructurales y contractuales que resultan, básicamente en las siete formas más comunes de estructura administrativo-jurídica.

Dichas formas pueden ser resumidas en: (a) *Regiebetrieb* que corresponde a un departamento municipal sin una contabilidad financiera específica, (b) *Eigenbetrieb* que funciona como una agencia municipal con su propia gestión y cuentas anuales, pero sin identidad jurídica independiente del municipio; (c) *Eigengesellschaft* que se configura como una compañía registrada bajo las leyes empresariales y con propiedad pública del municipio; (d) *Konzessionvertrag*, *Betriebsführungsmodell* y *Betreibermodell* que se caracterizan como tipos de contratos según las formas de participación del sector privado; (e) *Kooperationsmodell*: que asume un modelo de empresa mixta, por la cual el municipio forma una empresa en mancomunidad con la empresa privada, resultando en una propiedad conjunta del tipo público-privada. Los municipios pueden también organizarse operacionalmente para suministrar los servicios, siendo comúnmente conocidos como *Zweckverbände* y, por último, algunos municipios se unen a través de obligaciones legales para suministrar los servicios, de forma similar a las mancomunidades españolas y que son conocidos como *Wasser-und Bodenverband*. (Ballance y Taylor, 2005: 109).

Consolidando datos de los Ministerios alemanes de Educación e Investigación y el de Medioambiente, Ballance y Taylor (2005, p.110) concluyeron que, en un 92,7% de los municipios alemanes, los servicios de abastecimiento de agua son suministrados por operadores de propiedad pública (*Regiebetrieb, Eigenbetrieb, Eigengesellschaft, Zweckverbände y Wasser- und Bodenverband*), representando un 76% de los ingresos con esta actividad en el país. También son suministrados por estos mismos tipos de operadores un 87% de la población alemana. Esto significa que existen bajos niveles de propiedad privada para el sector, dado que el 4,4% de la participación de los ingresos del mercado son generados por operadores de propiedad exclusivamente privada (*Konzessionsvertrag, Betriebsführungsmodell y Betreibermodell*), mientras que el 19,6% de los ingresos son generados como producto de gestiones combinadas en forma de asociaciones público-privadas. El mayor porcentaje de participación privada se presenta en la región que pertenecía a la antigua Alemania Oriental, denotando una menor actuación de la gestión municipal del sector y de las presiones presupuestarias de los municipios reunificados.

Con el proceso de reunificación se producen también pequeñas controversias entre la competencia estatal y local, principalmente cuando se considera que los servicios de saneamiento deben ser operados a nivel estatal, generando un problema para la regulación, considerando que las entidades locales son las principales responsables por la prestación y regulación de tales servicios en Alemania.

De forma resumida, la regulación económica de los servicios en Alemania se basa en el régimen de recuperación de costes y es analizada, en gran parte, por los consejos municipales con base en marcos normativos de legislaciones federales y estatales. Esto va asociado a la falta de datos fiables para analizar la eficiencia de la industria del agua, en cuestiones específicas de la estructura organizativa y las necesarias comparaciones entre la gestión pública y privada (Ballance y Taylor, 2005, p. 118). Estas dificultades fueron comprobadas por Haug (2007) quien no pudo presentar una conclusión en su estudio sobre el impacto de la privatización por no haber recibido los datos de los operadores privados para realizar los análisis estadísticos.

Aunque existían insuficiencias de datos, algunos investigadores encuadraron tales cuestiones en estudios empíricos. En este sentido Haug (2007) abordó la cuestión de conocer el grado adecuado de control municipal para las empresas locales de propiedad pública, especialmente los servicios públicos de agua. Por otra parte Sauer y Froberg (2007) investigaron la eficiencia de los proveedores de agua en las

zonas rurales de Oriente y Occidente de Alemania; Zschille et al (2009) utilizaron el *DEA* para determinar los índices de eficiencia técnica de los servicios públicos, basado en datos de corte transversal de 373 empresas de servicios públicos de agua en 2006 y, finalmente Ruester y Zschille (2010) utilizaron diferentes técnicas econométricas para evaluar el impacto de la elección de gobierno sobre los resultados de la gestión empresarial, usando datos de corte transversal de los proveedores de agua alemanes en 2003.

A continuación se presenta una tabla en el que se relacionan los estudios analizados con aplicaciones empíricas aplicadas a los operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en Alemania, indicando la referencia del estudio, el tipo de técnica analítica empleada, el objetivo, el alcance del estudio y la descripción literal de los principales resultados encontrados en la investigación.

**Tabla III.5 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua alemanes**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
Haug (2007)	<i>DEA</i> , <i>OLS</i> y <i>TBR</i> (2ª etapa)	Abordar la cuestión del grado adecuado de control municipal para las empresas locales de propiedad pública, especialmente los servicios públicos de agua.
37 en 2004	PER; OF	La reducción del "control democrático" puede aumentar la eficiencia técnica.
Sauer y Frohberg (2007)	<i>SFA</i>	Investigar la eficiencia de los proveedores de agua en las zonas rurales de Oriente y Occidente de Alemania.
47 en 2000-2001	PER; SP; SL; OF	Relativa ineficiencia de utilización de productos químicos. No se encontró evidencia de economías de alcance con la producción conjunta de abastecimiento y saneamiento de agua. No fueron encontrados ahorros de costes en función de la asociación de la cantidad de municipalidades para suministrar los servicios. Existencia de correlación positiva entre el tamaño del operador y eficiencia total.
Zschille et al. (2009)	<i>DEA</i> y <i>TBR</i> (2ª etapa)	Utilizar Análisis Envolvente de Datos para determinar la puntuación de la eficiencia técnica de servicios públicos basada en datos de corte transversal de 373 empresas de servicios públicos de agua en 2006.
373 en 2006	PER	Las diferencias de precios se deben a diferencias significativas en la eficiencia, que es una indicación del gran potencial de ahorro de costes y una consecuente disminución de precios.
Ruester y Zschille(2010)	<i>OLS</i> y <i>PRB</i> (2ª etapa)	Utilizar diferentes técnicas econométricas para evaluar el impacto de la elección de gobierno sobre los resultados de la gestión empresarial usando datos de corte transversal de los proveedores de agua en Alemania en 2003.
765 en 2003	O;SL	Los consumidores pagan más caro cuando los operadores de propiedad privada están involucrados en el suministro de agua. Una baja calidad del agua está relacionada con una mayor probabilidad de participación del sector privado. Existencia de economías de escala. Cuanto mayor la densidad de la red mayores los precios y cuanto más agua subterránea se capta menores los precios. Altas pérdidas representan aumentos significativos de costes y, consecuentemente, de los precios

Legenda: *OLS* - Mínimos cuadrados ordinarios; *SFA* - Análisis de frontera estocástica; *DEA* - Análisis envolvente de datos; *TBR* - regresión *Tobit*; *PRB* - regresión *Probit*; SL - escala; SP - alcance; OF - Formas organizativas; O - Propiedad

Como puede observarse, el *DEA* también ha sido bastante utilizado para la evaluación de la gestión del sector alemán, surgiendo también aplicaciones de *SFA* y *OLS* en otros dos estudios y, comparando todos los resultados, se puede observar la existencia de economías de escala para los operadores alemanes (Sauer y Frohberg, 2007 y Ruester y Zschille, 2010). En el plano de la discusión relativa a la estructura de mercado, pueden destacarse dos estudios que divergen entre sí. De un lado las conclusiones planteadas por Haug (2007), según las cuales la reducción del "control



democrático" puede aumentar la eficiencia técnica y, por otro lado, las conclusiones de Sauer y Froberg (2007) que conducen a una ausencia de influencia de la forma organizativa, consecuentemente control democrático, en los costes de los operadores.

Finalmente, Ruester y Zschille (2010) concluyeron que los consumidores pagan más caro cuando los operadores privados están involucrados en el abastecimiento de agua y que los operadores que suministran solamente este servicio suelen permanecer siempre bajo control público, mientras que las empresas privadas tienden a operar sistemas de abastecimiento y saneamiento de agua conjuntamente. Por último la menor calidad del agua está relacionada con una mayor probabilidad de participación del sector privado.

### **III.3.4 Estructuras contractuales de gestión de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en Francia.**

En Francia las comunidades locales son las responsables de los servicios de distribución de agua y servicios de tratamiento de aguas residuales destinadas a los consumidores locales (García y Thomas, 2001, p.6).

Al igual que en Inglaterra y Gales, el modelo francés es un modelo clásico ya empleado en otros países, que asume diversas formas de acuerdos contractuales para que las comunidades locales ejerzan sus derechos de explotación de los servicios. Según García y Thomas (2001, p.6) éstos servicios pueden ser estructurados de diferentes formas, entre las que destacan la gestión directa; gestión con autonomía financiera y/o autoridad moral o gestión delegada de los servicios a una empresa privada por medio de contratos de concesión; contrato de arrendamiento; contrato de gestión y contratos de gestión comisionada. Cualquiera que sea el formato de gestión elegido, la población de la comunidad local siempre se configura como propietaria de la infraestructura utilizada para la producción de los servicios. Posiblemente, esta sea la característica del modelo de gestión en este país, debido a la larga experiencia de la participación privada en las operaciones de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Francia que, según Ballance y Taylor (2005, p.83), se inició desde 1853 con el fondo *Compagnie Générale des Eaux*, a la cual le fue adjudicada la concesión de la distribución de agua en Lyon, posteriormente en Nantes en 1854, París en 1860 y Nice en 1864.

Actualmente, en Francia, son 37.000 los municipios o comunidades proveídos con los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, y cada uno con significativas variaciones de población y tamaño geográfico (Ballance y Taylor, 2005,

p.82). El 75%<sup>31</sup> de la población servida de abastecimiento de agua y el 45%<sup>32</sup> de la población servida con tratamiento de aguas residuales reciben servicios prestados por operadores de propiedad privada.

Esta participación privada en el sector es descentralizada, dado que tanto los operadores de propiedad pública, como los de propiedad privada, están presentes en las pequeñas y grandes ciudades (Ballance y Taylor, 2005, p.84), demostrando que no es sesgado el interés de la iniciativa privada únicamente en las grandes ciudades, donde parecen ser mayores las posibilidades de retribución de la inversión a través de mayores resultados de la gestión. Todo esto demuestra la histórica y fuerte participación privada del sector en Francia, que también cuenta como importante factor, en este caso el acceso a la financiación de los municipios tras la segunda guerra mundial. (Ballance y Taylor, 2005, p.83).

Respecto a la regulación del sector, la adjudicación del contrato se basa en la aplicación de la ley *Sapin* del 29 de enero de 1993 con la que se conforma un marco reglamentario estricto que garantizó la transparencia de los procedimientos de apertura a la competencia de los operadores, así como también definió el conjunto de obligaciones contractuales a las que estaban sometidos. Los contratos a su vez están regulados por una combinación de leyes y reglamentos, que describen aspectos relacionados con la creación y funcionamiento (*Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer*, 2009), que hace que la regulación de los servicios esté más bien orientada hacia la gestión de los contratos.

La responsabilidad de la prestación de los servicios ubica a los municipios en el centro del "espacio regulador" de la industria de agua francesa; sin embargo, los municipios no tienen una total libertad para la formulación de los contratos que deben ajustarse a las normas legislativas formuladas a nivel nacional restringiendo, de ese modo, la acción de los municipios. Operativamente, los municipios regulan aspectos como la presión de agua, establecen normas relativas a las interrupciones del servicio y otros requisitos para la obtención de conexiones, mientras que el gobierno francés regula el establecimiento de normas de calidad del agua potable, establece y hace cumplir la ley de licitaciones para los servicios públicos y la ley general de competencia (Ballance y Taylor, 2005, p. 89).

---

<sup>31</sup> Pezon (2009, p. 198) y Boscheck (2002, p. 143)

<sup>32</sup> Boscheck (2002, p. 143)

Otro importante detalle que debe ser destacado es que el gobierno francés impone restricciones legislativas a la organización municipal de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua, independientemente de su forma de gestión (directamente por el municipio o delegada a un operador privado), así como el régimen general de regulación que legisla sobre cuestiones como la calidad del agua, aplicándose la regulación ambiental igualmente a los operadores públicos y privados (Ballance y Taylor, 2005, p.87-89), lo que conduce a una relativa igualdad de exigencias para todos los operadores.

En cuanto a la regulación de la normativa contable, las oficinas generales de contabilidad y las comisiones regionales de auditoría podrán examinar las cuentas anuales de los operadores privados, de acuerdo a las necesidades del municipio o del alcalde, y se podría extender hasta una auditoría de la eficiencia de los costes. Sin embargo, tales organismos no tienen ningún poder sobre los operadores, excepto en casos de conductas indebidas graves que pueden resultar en la cancelación del contrato y, en cualquier forma, tales informes pueden tener un impacto significativo en la opinión pública (Ballance y Taylor, 2005, p.88-91).

Los acuerdos contractuales existentes en Francia fueron investigados empíricamente por Ménard y Saussier (2000), en un estudio dirigido a realizar un análisis comparativo detallado de los resultados de la gestión para los diferentes tipos de acuerdos contractuales en el sector del agua francés, concluyendo que existe una racionalidad económica en las opciones contractuales de los servicios públicos de agua y que no hay ninguna ventaja absoluta en los resultados de ninguno de los modos específicos de gestión (pública o privada), en función de la idoneidad del modo de gobierno para los atributos de la transacción.

La tabla III.6 recoge un resumen de los estudios analizados por Ménard y Saussier (2000) y de otros tres análisis efectuados a los operadores franceses, donde se detalla la referencia, el principal método de análisis cuantitativo utilizado, el objetivo, el alcance y la descripción literal de los principales resultados encontrados en dichos estudios.

**Tabla III. 6 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua franceses**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
Ménard y Saussier (2000)	LGR	Presentar los resultados basados en un análisis comparativo detallado de resultados de la gestión para diferentes arreglos contractuales en el sector del agua Francés.
2109 en 1993-1995	O;G	Existe una racionalidad económica para las opciones contractuales para la prestación de los servicios. No hay ninguna ventaja absoluta de un modo específico de forma de gobierno, los resultados de la gestión dependen de la adecuación del modo de gobierno a las cualidades de la transacción.
García y Thomas (2001)	GMM	Modelar las decisiones de producción de los servicios públicos de agua, utilizando una función de costos variable de múltiples productos y producir estimaciones coherentes para una muestra de sistemas de franceses operados por empresas de propiedad privada y en la región de Burdeos
55 en 1995-1997	SP;SD; SL	Economías de alcance entre la combinación de agua facturada y “agua no contabilizada”. Rendimientos constantes de la densidad de producción, aunque existen economías de la densidad de clientes para servicios de agua a corto plazo, y deseconomías de la densidad de clientes a largo plazo. Importantes economías de escala.
García y Thomas (2003)	OLS	Examinar el impacto de la formación asimétrica sobre la decisión de producción de los servicios públicos regulados de agua.
48 en 1995-1998	CM	Volumen consumido y la tasa de rendimiento de la red disminuyen con el parámetro de la información exclusiva, significando que la solución óptima de contrato requiere que el principal permita que el agente aumente sus pérdidas. La distorsión, debido a la información asimétrica, es mayor si la comunidad local decide favorecer a usuarios más que el operador privado, porque la renta de información del operador privado disminuye cuando las pérdidas de agua aumentan. La información asimétrica tiene consecuencias importantes para la regulación de los servicios públicos del agua.
Chong et al. (2006)	OLS, PRB, SWR	Explorar el enlace empírico entre la elección organizativa y los resultados de la gestión en el abastecimiento de agua medido por los precios cobrados a los consumidores.
3650 en 2001	CM	La elección de las autoridades públicas locales a participar en una asociación público-privada no es aleatoria y para este tipo de asociación, los precios al consumidor son significativamente más altos en promedio, o sea, existe un uso ineficiente en la contratación de tal tipo de gestión.

Leyenda: OLS - Mínimos cuadrados ordinarios; GMM – Método de los momentos generalizados; LGR – regresión Logit, PRB – regresión Probit; SWR – regresión Switching; SL – escala; SP – alcance; SD – densidad; CM – Gestión de contratos; G – gobernanza

Básicamente los estudios realizados sobre los operadores franceses se limitaron al uso de aplicaciones paramétricas basadas en el análisis de regresión, en los que se identificó la existencia de economías de escala y de alcance (García y Thomas, 2001). Con relación a la cuestión de la propiedad, no se comprueba ninguna ventaja absoluta, de un modo específico, de ninguna forma de gobierno, de modo que los resultados de la gestión depende de la adecuación del modo de gobierno a las cualidades de la transacción (Ménard y Saussier, 2000). Así mismo, se identificó un uso ineficiente en la contratación de tipo asociación público-privada (Chong et al., 2006) y, finalmente, García y Thomas (2003) muestran que la información asimétrica tiene consecuencias importantes para la regulación de los servicios.

### **III.3.5 Estructuración de las áreas territoriales de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Italia.**

Recientemente en Italia han ocurrido cambios en la estructura legal de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, llevando a diversas discusiones en el campo del derecho y control de los servicios.

La estructura de prestación de los servicios está muy fragmentada y pueden operar hasta en un nivel provincial o municipal (local), estando compuesta por aproximadamente 6.000 operadores que atienden a diversos niveles de escala de producción, desde menos de 5.000 clientes hasta unos 300.000. El titular de los servicios es el responsable de las políticas locales que, en este caso, pueden ser las propias provincias o los municipios (Antonioli y Filippini, 2001, p.181-182). Aunque existe la posibilidad de determinar un nivel de responsabilidad, la tarea de supervisión y control del servicio es potestad de los municipios en una forma asociada y formalizada a través de convenios y asociaciones; mientras que las tareas específicas como la preparación del modelo tarifario y la supervisión del funcionamiento adecuado del sistema, está centralizado en la *Commissione Nazionale di Vigilanza sulle Risorse Idriche –CONVIRI (Associazione Nazionale Autorità e Enti di Ambito, 2010, p.1)*.

Esta estructura, según Acarani et al. (2000), es muy compleja debido al hecho de que los aspectos legales todavía no se han aplicado y que los servicios del agua son operados por diversas formas organizativas, tales como departamentos municipales, empresas y consorcios públicos entre los municipios, empresas privadas, etc., y cada uno de ellos con distintos tamaños.

Este modelo fue introducido en 1994 con las reformas llevadas a cabo por la ley 36/1994, conocida como ley *Galli* (Legge 36/1994) y, según Armeni (2008, p.4-5), entre los principales objetivos de esta reforma legal se encuentra la reducción de la fragmentación de la estructura organizativa de los servicios, centralizándose en el Servicio de Gestión Integrada del Agua- *IWSM*, así como la creación de áreas de relevancia específicas para el funcionamiento de los servicios de agua, denominadas Áreas Territoriales Optimas - *OTAs* que están bajo la jurisdicción de las autoridades regionales.

En ese contexto, también se observaron algunas implicaciones políticas, tales como resolver los problemas de coordinación derivados de la multiplicidad de políticas de gestión y sus reflejos en los desequilibrios entre las tarifas y los actuales costes de los servicios; así como también garantizar la consolidación, alcanzar niveles óptimos de eficiencia de la producción, conseguir la autosuficiencia financiera y ser eficaces en términos de costes en todas las inversiones.

Con relación a los principios, éstos fueron orientados hacia la recuperación total de los costes y la cobertura de los riesgos empresariales, a través del establecimiento de una tarifa suficiente. Igualmente fueron orientados hacia la gestión de las infraestructuras del agua bajo control único de la Autoridad de Cuenca,

distinguiéndose las diferencias entre la propiedad y la gestión de los servicios. Con esto, los servicios de agua fueron transferidos, de un nivel municipal a nivel regional, donde las regiones obtuvieron el poder para tomar decisiones con el establecimiento de las OTAs, así como sobre la admisión de la participación del sector privado.

De este modo, los municipios se han convertido en el controlador y controlado al mismo tiempo. Esta compleja estructura proporciona cuatro tipos interrelacionados de control: a) la aplicación efectiva de los proyectos, correspondiendo al control de procesos; b) el nivel real de las normas de gestión como control de los resultados; c) el control económico y financiero; y, d) el agua distribuida actual y estructura de tarifas aplicadas para verificar el promedio de las tarifas, correspondiendo a los últimos dos literales el control de ingresos (Armeni, 2008, p.4).

Teniendo en cuenta la complejidad del marco regulador, es incuestionable que la ley *Galli* fue un importante marco para los servicios en Italia, pues ya en 1996 los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua prestados por operadores de propiedad privada alcanzaban el 10%<sup>33</sup> del total; es decir, la participación privada empieza a actuar entre las operaciones de los servicios en el país, convirtiéndose en una importante característica de la actual realidad. Sin embargo, esta participación es pequeña y, como indican Antonioli y Filippini (2001, p.182) y Armeni (2008, p.5) Italia tiene características diferenciadas respecto a otros países como Inglaterra y Gales, Francia o Chile, con predominantes participaciones privadas en el mercado.

En el aspecto de la regulación, según Antonioli y Filippini (2001, p.181-182), la ley *Galli* introdujo una reforma basada en competencias por comparación (*yardstick competition*), con el objetivo de regular las tarifas y promover la eficiencia de costes en este sector. En este sentido, se utilizan los resultados de la estimación de una función de coste variable, a partir de un conjunto de datos de un único año y sobre una muestra de empresas italianas de abastecimiento de agua.

Actualmente, toda esta compleja estructura institucional está experimentando cambios significativos, tal y como apuntaba Armeni (2008, p.8), al concluir que el marco jurídico de los servicios de agua en Italia es fragmentado e inadecuado, e incluso existen fuertes presiones de algunos sectores en pro de la privatización y que son apoyadas por la sociedad civil. Ante dicha situación, el Parlamento italiano comenzó a debatir un proyecto en enero de 2008 y que concluyó en el Decreto-ley nº 2 de 25 de enero de 2010, n 2, con "una acción urgente a las autoridades locales y regionales", que prevé la revisión de la dimensión territorial de las áreas, así como la

---

<sup>33</sup> Según datos contenidos en Acarani et al. (2000)

asignación de las funciones de la autoridad, exigiendo medidas urgentes en el ámbito de la regulación (*Associazione Nazionale Autorità e Enti di Ambito*, 2010, p.1).

Con base en la estructura del sector de abastecimiento y saneamiento de agua italiano establecido a partir de la ley *Galli*, los investigadores han llevado a cabo estudio empíricos que tratan de comprobar los tamaños óptimos de las OTAs en función de las economías de escala, la evaluación de la gestión, eficiencia y productividad del sector, así como las estimaciones de costes para contribuir a la regulación del sector.

A continuación se presenta una tabla en la que están relacionados todos los estudios con aplicaciones empíricas aplicadas a los operadores de los servicios de agua y saneamiento en Italia, indicando la referencia del estudio, el tipo de técnica analítica empleada, el objetivo, la descripción literal de los principales resultados hallados y el alcance de la investigación.

**Tabla III.7 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua italianos**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
Acarani (2000)	DEA y TFP	Evaluar la eficiencia técnica del servicio de abastecimiento de agua suministrada directamente por las administraciones municipales en Sicilia a través de oficinas o departamentos específicos.
154 en 1994-1996	PER; SL; SP	Desde el punto de vista del coste, la mayoría de los municipios aumentaron su eficiencia en el servicio de abastecimiento de agua durante el período analizado. Existencia de economías de alcance de la producción conjunta de abastecimiento y saneamiento de agua. Ligera de ineficiencia de escala.
Acarani et al. (2000)	DEA	Proponer una metodología para analizar los resultados de la gestión de empresas que prestan servicios públicos estandarizados con aplicación para el servicio de abastecimiento de agua en Italia.
14 en 1997	PER	Buen nivel de calidad en la eficiencia técnica y en la eficacia. Sin embargo resultados modestos con respecto a la eficiencia económica.
Fabbri y Fraquelli (2000)	SUR	Analizar, desde el punto de vista empírico, la tecnología en la que se basa la industria del agua Italiana
150 en 1991	SL	Existen economías de escala que se agotan en un cierto nivel, generando deseconomías de escala para operadores con niveles más elevados de abastecimiento de agua.
Antonioli y Filippini (2001)	OLS y GLS	Realizar una contribución para el proceso de regulación mediante la estimación de una función de coste variable multivariante, utilizando datos de panel para una muestra de empresas italianas de distribución de agua.
32 en 1991-1995	SD; SL	Existen economías de escala y economías de densidad de los clientes; sin embargo, no hay pruebas de las economías en las aéreas de servicios consideradas más grandes. El coeficiente de tratamiento químico es significativo que indica la importancia de las variables geográficas y morfológicas en las estimaciones de costes.
Fraquelli y Moiso (2005)	SFA	Analizar la reforma en curso del sector italiano del agua, con especial atención a la eficiencia de costes de la industria y la evaluación de las economías de escala a nivel del Tamaño Óptimo de las Áreas Territoriales – ATO's, mediante la estimación de un análisis de frontera estocástica.
18 empresas en 30 años	SL	La integración vertical dentro de cada ATO parece generar economías de escala dentro de un límite de 90 millones de metros cúbicos y, desde ahí, pasa a generar deseconomías de escala.

Legenda: OLS - Mínimos cuadrados ordinarios; SFA - Análisis de frontera estocástica; DEA- Análisis envolvente de datos; SUR - Regresiones que aparentemente no están relacionadas; GLS – Mínimos cuadrados generalizados; SL – escala; SP – alcance; SD – densidad, PER – Resultados de la gestión

El análisis de la existencia de economías de escala ha sido el aspecto más abordado entre los investigadores que desarrollaran aplicaciones empíricas con datos de los operadores italianos, precisamente como justificación al proceso de

verticalización promovido por las OTAs. Como se observa, es casi un consenso que, hasta un cierto nivel de agua suministrada, hay economías de escala; sin embargo, los operadores pasan a operar en deseconomías de escala cuando existen altos niveles de producción de los servicios.

También se han realizado algunos estudios con aplicaciones del *DEA* para la realidad italiana, principalmente en términos de medición de la eficiencia de los servicios, comprobándose la existencia de economías de alcance a partir de la producción conjunta de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua (Acarani, 2000) y la existencia de razonables niveles de calidad para la eficiencia técnica y económica, respectivamente (Acarani et al.,2000).

### **III.3.6 Economías de alcance, economías de escala y regulación de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua de Portugal.**

El gobierno portugués llevó a cabo, en 1993, un importante cambio en el reglamento de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua con la aprobación de los Decretos con rango de Ley N° 372/93 del 29 de octubre y N° 379/93, del 5 de noviembre.

Ese marco reglamentario surgió un año antes que el italiano y, según la *Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos* (2009, p.14-15), con anterioridad a dichas normas, la situación general del sector era inaceptable y tenía serias dificultades para responder a los nuevos desafíos impuestos por la Unión Europea, salvaguardando la universalización del acceso, los altos niveles de calidad del servicio y promoción de la sostenibilidad ambiental. Por esta razón, la reorganización legislativa se orientó hacia tres objetivos principales: (1) asignar a las administraciones locales la responsabilidad de los servicios de distribución de agua y saneamiento de las aguas residuales municipales, con inversiones concluidas con subvenciones del gobierno central; (2) establecer la posibilidad de gestión indirecta de estas actividades por los municipios, a través de su concesión a empresas privadas especializadas en la gestión y explotación de dichos sistemas y (3) crear los sistemas multimunicipales y las condiciones para una gestión compartida de los municipios, con la posibilidad de apertura de participación de capital y conocimiento privado.

La realidad portuguesa está en línea con la tendencia mundial, donde los municipios son los responsables de las concesiones de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, destacándose también una apertura a la privatización del sector. Esta mercantilización por medio de la privatización se plasmó



en 2006 con un 17,6%<sup>34</sup> y 14,4%<sup>35</sup> de la población portuguesa atendida, respectivamente, por los servicios de abastecimiento de agua y tratamiento de aguas residuales por operadores de propiedad privada.

Otro punto de convergencia entre Portugal y los países más desarrollados es que el sistema público de abastecimiento y saneamiento de agua está bastante fragmentado, considerando que hay más de 421<sup>36</sup> proveedores de los servicios en 278 municipios del territorio nacional (Martins et al., 2006a, p.3).

Respecto a la regulación del sector, ésta se encuentra centralizada para gran parte de los operadores en el *Instituto Regulador de Águas e Resíduos - IRAR*, creado en 1997, el cual actúa en la regulación económica y estructural, calidad del servicio y calidad del agua. En el ámbito estructural, el *IRAR* regula todo el sector, al igual que en la calidad del agua para el consumo humano, con la excepción de la región autónoma de Madeira que posee su propio regulador; mientras que la calidad del servicio es, por delegación, responsabilidad de la parte concesionaria. Igualmente, el instituto también es responsable de la regulación económica de todas las concesiones (*Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos*, 2009, p. 24-25)

A diferencia de Italia que inició su reforma legal para el sector un año después, en Portugal las definiciones del titular de los servicios y del organismo regulador están muy claras, lo que hace que su modelo sea más sencillo.

A partir de 2004 el *IRAR* implementó actividades de evaluación del servicio aplicándolas a las entidades gestoras concesionarias, comparando operadores similares que actúan en zonas geográficas distintas (*Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos*, 2009, p.22) y divulgando (*sunshine regulation*) los resultados de cada operador (Marques, 2008a, p.217), llevando todo esto a un proceso de mejora de la calidad de los servicios prestados.

Desde el punto de vista de la investigación, diversos trabajos han abordado cuestiones como la eficiencia del sector, la influencia del entorno operativo, la comprobación de la existencia de las características de un monopolio natural, las diferencias entre la propiedad pública y privada, el aumento de la productividad o la existencia de economías de escala y de alcance de los operadores portugueses. La tabla III.8 recoge un resumen con la referencia del estudio, el método de análisis

---

<sup>34</sup> Según datos contenidos en Marques (2008b, p. 29)

<sup>35</sup> Ídem

<sup>36</sup> Según datos contenidos en *Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos* (2009, p.24)

cuantitativo utilizado, los objetivos de la investigación, el alcance y la descripción literal de los principales resultados.

**Tabla III. 8 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua portugueses**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
Marques (2005)	DEA – TBR (2ª etapa)	Presentar un estudio empírico que utiliza el método del Análisis Envolvente de Datos - DEA para determinar las medidas de eficiencia para un conjunto de 70 operadores portugueses de agua y saneamiento.
70 en 2001	PER; SL; EF	Significativos niveles de ineficiencia, especialmente en relación a la eficiencia técnica pura y ineficiencias de escala. La forma de captación de agua, estructura de consumo, estructura social, pérdidas en el sistema y consumo de punta ejercen influencia significativa en la eficiencia técnica.
Sampaio et al. (2005)	SFA	Medir la ineficiencia de costo y estudiar los efectos de variables exógenas tales como redes municipales de suministro y características ambientales sobre niveles de eficiencia técnica de los municipios de los servicios públicos portugueses de distribución de agua.
267 empresas en 2000	PER; SL; EF	Existencia de deseconomías de escala. La medición de los clientes proporciona una disminución del coste total y aumento de la relación ingresos totales/costes totales. Aumento de los consumidores residenciales y aumento de la relación ingresos totales/costes totales lo que se traduce en una disminución de los costes totales. La ineficiencia técnica disminuyó significativamente de acuerdo con la red municipal de suministro y las variables ambientales.
Martins et al. (2006a)	OLS	Confirmar, o no, la idea que se presenta generalmente en los informes nacionales y programas estratégicos para el sector del agua, que establece que existen condiciones de monopolio natural en la industria portuguesa del agua.
282 en 2002	SL; SP; O	Pequeños y medios operadores pueden obtener economías de escala, mientras que para los grandes operadores parece haber moderadas deseconomías de escala global. Economías de alcance en la producción conjunta de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua, a excepción del caso de grandes operadores. Significativa relación positiva entre la propiedad privada y los costes totales.
Martins et al. (2006b)	OLS	Confirmar o no, la idea que se presenta generalmente en los informes nacionales y programas estratégicos para el sector del agua mediante la que se establece que existen condiciones de monopolio natural en Portugal.
218 en 2002	SL; SP; R	Moderadas deseconomías de escala global. Existen economías de alcance para la producción conjunta de agua para diferentes usuarios y las pérdidas de agua, revelando las ventajas para los servicios públicos al permitir un cierto nivel de pérdidas. No existen evidencias significativas de los efectos de la regulación en los costes
Marques (2008a)	TFP	Computar la productividad total de los factores de los servicios públicos de agua y saneamiento de Portugal entre 1994 y 2001 en dos diferentes medios.
56 en 1994 y 2001	P; O	Reducida productividad para el sector y los operadores privados y más rurales son los que presentan mayores valores de productividad
Marques (2008b)	PI; TFP, DEA y TBR (2ª etapa)	Comparar los resultados de la gestión de los servicios de agua portugueses de acuerdo con su tipo de propiedad
291, 219 y 217 (PI); 54 (TFP) y 70 (DEA) en 2003 y 2004 (PI); 1994-2001 (TFP y DEA)	O	En la comparación de los indicadores parciales, los operadores de propiedad privada, por lo general, presentan un mejor resultado de la gestión, en particular sobre la calidad del agua, las pérdidas de agua y la mano de obra. Esta realidad es innegable en el tema de la calidad del agua. La productividad total de los factores es superior en los operadores de propiedad privada. La comparación de eficiencia por medio de la técnica DEA, indicó superioridad de los operadores de propiedad pública.
Martins et al. (2008)	OLS	Evaluar las consecuencias en la estructura de costes de la producción conjunta de agua suministrada a los usuarios finales portugueses y las pérdidas de agua. Evaluar si la estructura de costes es significativamente influenciada por el hecho de que los servicios públicos de agua están situados en diferentes regiones hidrográficas. Determinar si la industria exhibe economías de escala y en qué rango de producción ocurren.
265 en 2002	SL; SP; R	Existen economías de alcance de la producción de abastecimiento de agua y las pérdidas de agua en su conjunto, lo que significa que podría ser ventajoso en términos de eficiencia técnica para los servicios públicos mantener un cierto nivel de pérdidas de agua en lugar de reparar las fugas. La industria parece mostrar economías de escala. No existen evidencias significativas de los efectos de la regulación en la eficiencia de los costes.

Legenda: OLS - Mínimos cuadrados ordinarios; SFA - Análisis de frontera estocástica; DEA - Análisis envolvente de datos; PI - Análisis por indicadores de gestión; TFP - Productividad total de los factores, TBR - regresión Tobit; SL - escala; SP - alcance; R - Regulación; P - Productividad; O - Propiedad; EF - Factores de entorno; PER - Resultados de la gestión.

Aunque Marques (2005), Sampaio et al. (2005) y Martins et al. (2006b) señalan que en la mayoría de las investigaciones se determina la existencia de deseconomías de escala para el sector portugués, el tema es controvertido pues Martins et al. (2006a) concluyeron que existen economías de escala para los pequeños y medios operadores y, en otro estudio de Martins et al. (2008) los investigadores concluyeron la existencia de economías de escala para todos los operadores. Esta controversia también están presentes para las economías de alcance, aunque con una mayor posibilidad de que existan economías de alcance para pequeños y medios operadores y deseconomías de alcance para grandes operadores (Martins et al., 2006a y Martins et al., 2006b).

Otra controversia presente en los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua portugueses está en el tema de la propiedad, pues existen evidencias en todos los sentidos: mayor presencia de la gestión pública (Martins et al., 2006a), mayor presencia de la gestión privada (Marques, 2008a) y un estudio que concluye la supremacía de la gestión pública en la eficiencia técnica, con mayor participación de la gestión privada en términos de calidad y productividad (Marques, 2008b). Por otro lado, y de forma sensiblemente diferente a la anterior, la cuestión relativa a la propiedad no presenta ninguna controversia en los estudios analizados, pues según Martins et al. (2006b) y Martins et al. (2008) no existe influencia significativa de la regulación en la eficiencia de los operadores portugueses.

Finalmente, factores del entorno como forma de captación del agua, niveles de consumo, estructura social, pérdidas en el sistema, picos de consumo, clientes con contadores, clientes residenciales y densidad de la red tienen influencia en la eficiencia del sector (Marques, 2005 y Sampaio et al., 2005).

### **III.3.7 Competencia por exposición entre los operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua de los Países Bajos.**

La estructura de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua es diferente a la del resto de los países de Europa ya analizados; tanto en términos operativos como en el ámbito de la competencia y regulación, con una estructura de mercado orientada hacia un monopolio regional.

En función de tales características, la responsabilidad de la producción y distribución de agua en los Países Bajos está a cargo de las compañías de suministro de agua potable en régimen jurídico de sociedad anónima y con el control del estado; es decir, empresas estatales. Los municipios, al mismo tiempo, son los responsables del tratamiento y procesamiento del agua residual, bajo la supervisión del gobierno

central, que también supervisa a las provincias y a las juntas de agua, que son las responsables de la gestión operativa del agua superficial, tanto en cuanto a la cantidad como a la calidad, incluyendo el tratamiento de aguas residuales (Schwartz y Blokland, 2002, p. 222).

La estructura de gestión del sector cambió mucho en los Países Bajos durante el siglo XX pues, hasta 1920, los servicios eran prestados por operadores de propiedad privada bajo la figura de cesión total, incentivando un aumento cuantitativo de los operadores, pero esta estructura fue modificada entre 1921 y 1974 con la preferencia y predominancia de la prestación de los servicios por operadores municipales, proporcionando una disminución de los operadores privados y pasando a la predominancia de las empresas estatales a partir de 1975 (Schwartz y Blokland, 2002, p. 222). En 1975 habían 111 empresas que, en 1997 se habían reducido a 32 y sólo a 10 en 2007, y se espera que sólo prevalezcan de 3 a 6 empresas (De Witte y Marques, 2009, p.7-8), con sólo tres casos de servicios no suministrados por empresas estatales, siendo dos empresas de propiedad privada y un operador de propiedad municipal (Schwartz y Blokland, 2002, p.222).

Esto demuestra que hay poco espacio para la iniciativa privada en la gestión del suministro de dichos servicios, mientras que en los años noventa hubo sucesivos debates sobre la privatización que, según De Witte y Marques (2010, p.192), la privatización podría reducir el precio de los servicios de agua, por lo menos, en un 10 por ciento. Sin embargo, los organismos responsables se opusieron firmemente a la idea de la privatización, debilitando este tipo de debate en 2003, con la decisión del parlamento de designar el sector del agua potable como un dominio público, lo que implicó una moratoria en las inversiones privadas (De Witte y Dijkgraaf, 2010, p.222).

En lo relativo a la regulación del sector, la estructura de los Países Bajos está basada en un modelo de autorregulación voluntaria, conocido como competencia por exposición (*sunshine competition*) que implica una responsabilidad e iniciativa innovadora creada por la *Vewin*, que compara los resultados de la gestión de las empresas del sector tal como se ha señalado en la figura I.5.

Los modelos basados en la autorregulación proporcionan una elevada autonomía a los operadores, y esta característica es corroborada por Schwartz y Blokland (2002, p.244), al calificar el grado de autonomía de las empresas como alto y con poco atractivo político, una vez que los consumidores parecen estar satisfechos con la calidad del agua y a un precio aceptable como los practicados en los Países Bajos.

Los investigadores han llevado a cabo diversas aplicaciones empíricas basándose, por ejemplo, en los cambios de eficiencia en el tiempo; es decir, antes y después de la evaluación comparativa de los resultados de la gestión de las empresas del sector a partir de 1997, con la regulación del tipo de competencia por exposición.

A continuación se presenta una tabla en la que se relacionan todos los estudios analizados con aplicaciones empíricas para los operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua de los Países Bajos, indicando la referencia del estudio, la principal técnica cuantitativa empleada, el objetivo, el alcance y la descripción literal de los principales resultados encontrados.

**Tabla III.9 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de los Países Bajos**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
Dijkgraaf et al. (2007)	COLS y SFA	Identificar el periodo de desarrollo que está relacionado con la eficiencia para el sector de agua potable de los Países Bajos.
17 en 1997-2005	SC; R	La amenaza de la competencia y la introducción real de un punto de referencia para los resultados comparativos de la gestión han aumentado significativamente la eficiencia, sin tener efectos adversos sobre la calidad del agua potable y la satisfacción del consumidor.
De Witte y Saal (2009)	DEA y FDH	Analizar el comportamiento de los servicios públicos de propiedad pública monopolística regulada por un modelo reglamentario voluntario de competencia por exposición. En particular, se examina el comportamiento de los servicios públicos de agua potable de los Países Bajos antes y después de dicha regulación.
19/10 en 1992-2006	SC; R	Al descomponer el cambio en beneficio de sus motores económicos (efecto cantidad, el efecto sobre los precios, la eficiencia operativa, el progreso técnico, escala, etc.), los resultados sugieren que, en un contexto político e institucional adecuado, la regulación del tipo de competencia por exposición puede ser eficaz y adecuada.
De Witte y Dijkgraaf (2010)	FDH y COLS	Desarrollar un modelo de medida no paramétrica que se inspira en FDH, discriminar los efectos sobre la eficiencia de los diferentes cambios institucionales que están ocurriendo al mismo tiempo, estimar efectos de las fusiones en un entorno de evaluación de resultados comparativos de la gestión, mejorar la comprensión de los efectos de las fusiones en el sector de agua potable, probar y comparar los resultados del modelo no paramétrico con sus variantes paramétricas, asumiéndose el modelo COLS para probar la robustez del modelo básico y aplicar una función Fourier para examinar la consistencia de un modelo extendido.
20/10 en 1992-2006	SL; SC; R	No se encuentra un impacto de las fusiones en la eficiencia. En particular, se comprueba la ausencia de los dos mecanismos que subyacen a las economías de escala y el aumento de incentivos para combatir las ineficiencias, aunque las economías de escala están presentes en los operadores muy pequeños, mientras que los grandes operadores no están produciendo a un coste menor. La regulación por incentivos aumentó significativamente la eficiencia de los operadores

Legenda: COLS – Mínimos cuadrados ordinarios ajustados; SFA - Análisis de frontera estocástica; DEA- Análisis envolvente de datos; FDH – Superficie de libre disponibilidad; SL – escala; R – Regulación; SC – Competencia por exposición.

Como puede observarse, en los estudios de los Países Bajos existe unanimidad en que la regulación del tipo competencia por exposición llevada a cabo por la divulgación de la evaluación de la gestión, mejoró la eficiencia de los operadores (Dijkgraaf et al., 2007, De Witte y Saal, 2009, De Witte y Dijkgraaf, 2010) y que, según De Witte y Dijkgraaf (2010), existen economías de escala para los pequeños operadores.

### III.3.8 Otras evidencias empíricas y estudios comparativos en Europa.

Además de los trabajos anteriores para los países europeos, también hemos analizado algunas otras evidencias empíricas para otros países de Europa como Escocia e igualmente han sido analizados estudios comparativos entre varios países, como, por ejemplo, entre Países Bajos, Bélgica, Portugal, Inglaterra y Gales e, incluso, Australia, país perteneciente a Oceanía.

A diferencia de Inglaterra y Gales, en Escocia los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua son una función de las administraciones locales y sus resultados de la gestión fue estudiado empíricamente por Sawkins y Accam (1994), quienes utilizando datos de 12 operadores en los períodos de 1984-1985 y 1992-1993, con el objetivo de realizar comparaciones de la eficiencia en el tiempo y, aplicando la técnica no paramétrica *DEA*, concluyó que, en términos de eficiencia este período de nueve años puede caracterizarse por una estabilidad en la industria en su conjunto y que la gran mayoría de las regiones operan cerca de una frontera técnicamente eficiente.

Con relación a los estudios comparativos caracterizados por mayores dificultades y limitaciones en cuanto a su robustez puede destacarse, por ejemplo, el trabajo de De Witte y Marques (2009). Los autores llevan a cabo una investigación con datos de 52 operadores de Países Bajos y Bélgica para el período de 1999-2005, cuyo objetivo es analizar el uso de la evaluación comparativa en general y su aplicación al sector de agua potable en los Países Bajos y Bélgica. Para ello utilizaron el *DEA* y la *TFP*, concluyendo que la presencia de la evaluación comparativa de la gestión o la amenaza de su aplicación dieron lugar a una mejora de la productividad, y que las mejoras tecnológicas en el sector del agua son, a menudo, negativas y muy pequeñas.

Otro interesante estudio comparativo aplicado en Europa es el de De Witte y Marques (2010) que, con datos de 122 operadores ubicados en los Países Bajos, Inglaterra y Gales, Australia, Portugal y Bélgica en el año 2005, comparan los regímenes de incentivos de los cinco países, utilizando el *DEA* y teniendo en cuenta factores como la evaluación comparativa de la gestión del sector del agua potable en los Países Bajos, la privatización en Inglaterra y Gales, el sólido marco normativo en Australia, el suministro municipal con la participación del sector privado en Portugal y los diferentes niveles de gestión pública en Bélgica.

Los resultados ponen de manifiesto mayor eficiencia en los Países Bajos que la observada en la prestación de los servicios públicos privatizados de Inglaterra y Gales. Sin embargo, el modelo de regulación estricta de Australia, el suministro municipal en

Bélgica y, especialmente, el suministro portugués de tipo municipal con la participación del sector privado aparecían en puestos posteriores. Entre las variables de entorno, se constata un efecto negativo en la eficiencia de la proporción de los clientes industriales, la extracción de agua subterránea, el consumo per cápita y el efecto de una estructura corporativa; mientras que las pérdidas en el sistema ocurridas por las fugas, el producto regional bruto, el suministro único de agua potable, el suministro a un solo municipio, los planes de incentivos reglamentarios y la evaluación comparativa de la gestión, representan un efecto positivo en sus resultados.

Por último, queremos señalar que los estudios permiten constatar que el *DEA* puede ser plenamente utilizado, tanto para la evaluación comparativa de la eficiencia entre operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de un mismo entorno operativo, como para operadores de diferentes entornos operativos, tal como lo señalan los estudios comparativos entre los países europeos.

#### **III.4 Características del sector de abastecimiento y saneamiento de agua de los países asiáticos**

En este apartado se presentan las principales características del sistema de abastecimiento y saneamiento de agua de algunos países de Asia. Actualmente el continente agrupa 49 países y, muchos de ellos, con características socio-económicas y geográficas completamente distintas. Según la *World Health Organization* y *United Nations Children's Fund* (2000, p.47), de un 94% de la población asiática en el año 2000, el 48% estaba asistida con la cobertura de los servicios de saneamiento de agua y un 81% era asistida con abastecimiento de agua, correspondiendo a la tasa más baja para saneamiento de agua y la segunda más baja en abastecimiento de agua, entre todos los continentes del mundo.

Considerando la elevada población de países como China e India, conjuntamente con los otros grandes países de la región asiática, se puede determinar que el 67% de la población mundial sin acceso a servicios adecuados de abastecimiento y el 80% de la población mundial sin servicios de saneamiento se encuentren en Asia, lo que tiende a agravarse con la migración de la población rural a los centros urbanos prevista hasta 2015, la cual resultará en una enorme carga en unos servicios ya colapsados en el continente (*World Health Organization* y *United Nations Children's Fund*, 2000, p.47).

Desafortunadamente, no hemos encontrado estudios realizados en los más importantes países asiáticos como Rusia, China, así como tampoco en el oriente medio, en países como Arabia Saudita, Irán y Turquía. Sin embargo, las realidades de Japón, Corea del Sur y Malasia, consideradas como los más desarrollados en cuanto a la prestación de los servicios, son presentados conjuntamente con realidades extremadamente diferentes como, por ejemplo, las de India y Palestina, consideradas como realidades problemáticas.

Obviamente estos países se caracterizan por su alta densidad demográfica en los centros urbanos, principalmente en casos como Japón, Corea del Sur, Malasia e India, este último también caracterizado por poseer un sector con diversos problemas estructurales. Estos factores fueron observados en los estudios empíricos, conjuntamente con una realidad en una región de conflicto intenso, como es el caso de Palestina y la diferencia entre la gestión pública y privada en Malasia y 19 países de Asia del Pacífico. La discusión de dichas características se presenta a continuación.

#### **III.4.1 Integración vertical y economías de la densidad de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de Japón**

Japón es una de las economías más grandes del mundo, también caracterizado como un país de una alta densidad poblacional, necesitando de una estructura adecuada y de tamaño óptimo para la prestación de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua para la sociedad nipona.

Aparentemente, la estructura de gestión de los servicios no está siguiendo esta necesidad pues, el número y la variedad de proveedores de agua (ayuntamientos, ciudades, pueblos, aldeas, cooperativas y entidades privadas) en Japón indica un cierto grado de desorden dentro de la industria (Mizutani y Urakami, 2001, p.212). Todo ello es característico de un modelo heredado de una condición histórica que se inició con el primer sistema moderno de abastecimiento de agua construido en Yokohama en 1887, y desde entonces los sistemas de abastecimiento de agua en general han sido propiedad de los gobiernos locales de las ciudades, pueblos y aldeas (Urakami, 2007, p.130); lo que define la jurisdicción para la menor esfera de agrupamiento poblacional, políticamente administrado.

En este sentido, el mercado japonés estaba bastante fragmentado y reunía 17.719 operadores de suministro de agua potable en 2003, de los cuales 1.936 operadores prestaban servicios en una escala superior a 5.001 usuarios; 15.674 operadores en una escala entre 101 y 5.000 usuarios y, 109 proveedores de agua a granel que venden agua a otros operadores. Posteriormente, muchos de estos



sistemas se han consolidado o integrado con otros, más con fines políticos que económicos y sin comprobaciones de mejoras en la eficiencia de los costes, pasando por una modificación legal por medio de la revisión de la Ley de Aguas en 2001, mediante la que se formalizó la opción de operar por separado o subcontratar total o parcialmente los sistemas de abastecimiento de agua a otros operadores, incluyendo los que acaban de ingresar en el mercado, proporcionando así nuevas posibilidades de reducción de costes por la producción conjunta (Urakami, 2007, p.131).

Tratándose de la privatización del sector, de los 1.936 operadores que suministran servicios en una escala superior a los 5.001 usuarios, solamente 10 operadores son de propiedad privada, correspondiendo el 0,5% de la participación del sector en esta escala de consumidores. Para los 15.674 operadores restantes que suministran servicios en una escala entre 101 y 5.000 usuarios, el escenario se altera bastante al considerar que, para esta escala, de los consumidores son 7.314 operadores de propiedad privada, lo que corresponde a un 47% del total<sup>37</sup>.

Sin duda, las iniciativas privadas aprovechan la fragmentación del mercado japonés en la prestación de los servicios a baja escala de consumidores, atendiendo una pequeña parte de la población del país que, por lo general, es suministrada por grandes operadores.

Así como las investigaciones desarrolladas en otros países, los investigadores llevaron a cabo estudios empíricos en los que buscaron explicar los efectos de la integración vertical y la densidad poblacional en la eficiencia de costes de la prestación de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua a la sociedad japonesa. La referencia del estudio, el principal método de análisis cuantitativo empleado, el objetivo, el principal alcance del estudio y la descripción literal de los principales resultados hallados en las investigaciones aplicadas a los operadores de abastecimiento y saneamiento de agua en Japón, son presentadas a continuación.

---

<sup>37</sup> Según datos obtenidos del FY2003 que fueron utilizados en el estudio Urakami (2007, p.131)

**Tabla III.10 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de Japón**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
Aida et al. (1997)	DEA	Reportar los resultados del uso del Análisis Envolvente de Datos – DEA para evaluar los resultados de la gestión de las agencias comprometidas con el suministro de agua y servicios relacionados en Japón.
108 en 1993	PER; SL	Los operadores de pequeño tamaño son más eficientes que los grandes operadores.
Mizutani y Urakami (2001)	SUR	Determinar el tamaño óptimo de un operador de abastecimiento de agua y reconsiderar la cuestión de las economías de escala, utilizando datos de la muestra de organizaciones de suministro de agua japonesas.
112 en 1994	SD; SL	Existen economías de la densidad y pequeña deseconomías de escala en el punto medio de la muestra. El tamaño óptimo de un operador sería el necesario para atender a una población de aproximadamente 766.000 personas.
Urakami (2005)	ML	Clasificar los sistemas de abastecimiento de agua japoneses en tres tipos y presentar algunos indicadores económicos para cada tipo mediante la estimación de la función de costes translogarítmica.
132 (captación y purificación); 1.924 (captación, purificación y distribución) y 290 (distribución) en 2001-2002	SL; EF	Ligeros retornos crecientes de escala para los operadores tipo 1 (captación y purificación de agua), con retornos constantes de escala para los operadores tipo 2A (captación, purificación y distribución) y 2B (distribución). Factores estructurales como captación de agua ejercen influencia significativa en los costes.
Urakami (2007)	SUR	Centrar en las economías de la integración vertical entre las actividades de captación y purificación de agua y la etapa de distribución de agua de la industria japonesa.
561 en 2003	SP	Economías de la integración vertical. Operadores que tienen una menor proporción de compra de agua pueden alcanzar mayores economías de la integración vertical.

Legenda: DEA- Análisis envolvente de datos; SUR - Regresiones que aparentemente no se relacionan; ML - Máxima verosimilitud; SL – escala; SP – alcance; SD – densidad, PER – Resultados de la gestión; EF – Factores de entorno.

Aunque exista participación del sector privado en los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en Japón, no hemos encontrado discusiones en las que se compara la gestión pública versus la gestión privada; sin embargo, el estudio de Mizutani y Urakami (2001) los autores concluyeron en la existencia de economías de la densidad y Urakami (2007) concluyó en la existencia de economías de alcance entre las diversas actividades del abastecimiento de agua de los operadores japoneses. El tema de la existencia de economías de escala es controvertido entre los estudios, pues Mizutani y Urakami (2001) concluyeron que existen deseconomías de escala, lo cual difiere de los resultados obtenidos por Urakami (2005), en el que concluyó la existencia de economías de escala entre los operadores japoneses.

Por fin, una aplicación del DEA concluyó que los operadores de pequeño tamaño son más eficientes que los grandes operadores (Aida et al., 1997), comprobando la importancia de su aplicación también al sector japonés y que la forma de captación de agua ejerce influencia significativa en la eficiencia del sector (Urakami, 2005).

### **III.4.2 Problemas estructurales de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de India**

Existe una estimación de que la población de la India alcanzará los 1.300 millones de habitantes antes de 2017<sup>38</sup>, encendiendo una luz roja sobre las necesidades de inversiones en el sector de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, para poder garantizar la universalización de dichos servicios con un nivel de calidad adecuado.

La responsabilidad del abastecimiento y saneamiento de agua en la India está dividido entre el gobierno central y los gobiernos estatales. Por un lado el gobierno central asume las atribuciones de competencia nacional, consideradas estratégicas para el sector, así como también el marco normativo para los recursos hídricos, la regulación y desarrollo de las cuencas fluviales entre los diversos Estados, la facilitación de los fondos para proyectos de agua y saneamiento a través de las vías presupuestarias y la regulación de las aguas subterráneas y económica a través del Ministerio de Recursos Hídricos (World Bank, 2006, p.8).

Respecto a las atribuciones de los gobiernos estatales, estos son responsables por las políticas para la asignación del agua para diferentes propósitos, así como también para establecer sistemas institucionales para su desarrollo y gestión, conforme a la estructura institucional de cada Estado, pudiendo ser por juntas especializadas a nivel de estados, juntas especializadas a nivel de ciudades, corporaciones municipales y entidades urbanas locales (World Bank, 2006, p.8).

En la India se desarrolla un proceso de privatización de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua que, entre 2006 y 2007, representó una modesta participación de las inversiones en el sector de un 3,8%<sup>39</sup> del total. En este sentido Singh et al. (2010, p.81) afirman que la privatización o acuerdos de asociación público-privada en el sector, corresponden a menos de la décima parte de los centros urbanos; sobre todo para las actividades de operación y mantenimiento de plantas de tratamiento y estaciones de bombeo.

Uno de los principales problemas estructurales proviene del “agua no contabilizada” (Kumar, 2010 y Singh et al., 2010) que es producto, básicamente, de factores tales como pérdidas físicas de agua, pérdidas por robo, fuga, medidores defectuosos, deficiencia en la recaudación, entre otros no menos importantes. Dichos problemas, conjuntamente con la eficiencia de escala de producción y propiedad de

---

<sup>38</sup> World Bank (2006, P.7)

<sup>39</sup> Dwivedi (2010, p.11)

los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en la India, fueron explorados por los investigadores.

Los estudios empíricos analizados sobre los operadores de abastecimiento y saneamiento de agua de la India, con su respectiva referencia a los principales métodos de análisis cuantitativo, sus objetivos, principal alcance de la investigación y descripción literal de los principales resultados encontrados, son presentados a continuación.

**Tabla III.11 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de India**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
Gupta et al. (2006)	DEA y TBR (2ª etapa)	Evaluar la eficiencia del sistema urbano de abastecimiento de agua en una selección de 27 ciudades de la India para el periodo 2004-2005.
27 en 2004-2005	SL; O	Ineficiencia de escala en promedio general. Los operadores que son administrados por corporaciones municipales y empresas paraestatales obtuvieron resultados de la gestión relativamente mejores, en comparación con el grupo combinado de corporaciones municipales y del gobierno. El tipo de gestión ejerce influencia en la eficiencia y, en cierta medida, corrobora los resultados que los operadores de propiedad privada están relativamente mejor en comparación con su contrapartes pública, pero sin una prueba estadística robusta.
Kumar (2010)	DEA y TBR (2ª etapa)	Medir los resultados de la gestión de 20 servicios públicos urbanos de agua, a partir de datos del estudio del Banco Asiático de Desarrollo para los servicios de agua de la India en 2005.
20 en 2005	PER;O;E F	Potencial incremento de los niveles de suministro de agua y reducción del “agua no contabilizada” en un 20%. Longitud de la red de distribución y el porcentaje de conexión de agua medida son los principales factores determinantes de los resultados de la gestión de los operadores. No hay pruebas significativas de que la propiedad sea determinante para los resultados de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua.
Singh et al. (2010)	DEA	Evolucionar una adecuada estructura de benchmarking para evaluar la eficiencia global de empresas seleccionadas de servicios públicos urbanos de agua que incorporan una serie de parámetros de sostenibilidad que satisfagan los intereses de las principales partes interesadas (consumidores, medio ambiente y servicios públicos).
18 en 2005	PER;SL	Amplio margen de mejora en la tecnología y la escala operativa y, por consiguiente, ahorro de costes. Significativo margen de reducción de pérdida de agua, cantidad de personal y gasto de electricidad. Mayores eficiencias técnicas para los operadores de tamaño medio y grande y mayores eficiencias de escala para los operadores de pequeño tamaño.

Leyenda: DEA - Análisis envolvente de datos; TBR - regresión Tobit; SL - escala; SP - alcance; O - Propiedad; EF - Factores de entorno; PER - Resultados de la gestión

Tal como ha ocurrido con los estudios empíricos aplicados a los operadores de abastecimiento y saneamiento de agua españoles, se constató unanimidad en la aplicación del *DEA* en las aplicaciones empíricas de los operadores de la India, reforzando la utilización del método para la evaluación de la eficiencia del sector. Algunos resultados sobre los reflejos de la escala de producción son contradictorios entre sí como, por ejemplo, la existencia de diseconomías de escala para el sector constatadas por Gupta et al. (2006), así como también la existencia de economías de escala determinadas por Singh et al. (2010) que coinciden con las realidades presentadas en aplicaciones empíricas en muchos otros países.

De otra forma, los resultados son similares en la cuestión de que la propiedad no es un factor determinante de una mejor eficiencia, ya que para Gupta et al. (2006) y Kumar (2010), en la India, no existen diferencias significativas entre la eficiencia de los operadores de propiedad pública y privada.

Finalmente, existe un potencial de reducción del 20% del “agua no contabilizada”, al mismo tiempo que factores de entorno como la longitud de la red y número de clientes medidos ejercen una influencia significativa negativa en la eficiencia del sector hindú (Kumar, 2010).

### **III.4.3 Otras evidencias empíricas del sector de abastecimiento y saneamiento de agua asiáticos.**

Otros interesantes mercados de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, también fueron discutidos en estudios empíricos aplicados como los desarrollados en Corea del Sur, Malasia, Palestina y otros países de Asia-Pacífico.

Inicialmente, Kim y Lee (1998) utilizaron una base de datos de 42 empresas, en el período comprendido entre 1989 y 1994, para analizar los efectos económicos de la integración espacial de los mercados de los servicios públicos urbanos de agua en Corea del Sur, empleando el concepto de economías de escala en términos de efectividad de costes. En dicho estudio se concluyó que existen economías de escala en la mayoría de las empresas de servicios públicos urbanos de agua en la región metropolitana de Seúl, las cuales han aumentado continuamente durante el período comprendido entre 1989 y 1994.

En otros estudios se analizó si existe alguna relación entre la propiedad y la gestión; en ese sentido, primero Estache y Rossi (2002), desarrollaron un trabajo de evaluación de los resultados de la gestión comparado entre países, con aplicación del *SFA* y que tuvo como objetivo proporcionar evidencias adicionales para el debate sobre la estimación de frontera estocástica de costes, usando datos de 1995 en una muestra de 50 compañías de agua de 19 países de la región Asia-Pacífico, concluyendo que la eficiencia no es significativamente diferente entre las empresas de propiedad privada, al ser comparadas con las de propiedad pública.

Un segundo estudio sobre la influencia de la propiedad en la gestión fue llevado a cabo por Munisamy (2009), en el que se aplicó el *DEA* sobre datos del año 2005, en una muestra de 17 operadores (11 públicos y 6 privados), con el objetivo de evaluar el impacto de la propiedad en los resultados de la gestión de las entidades de

suministro de agua de Malasia, con evidencia empírica cuantitativa y cuyos resultados fueron: (1) las entidades privadas superan a las entidades públicas en términos de eficiencia técnica, aunque ambas obtuvieron ineficiencia de escala; (2) los operadores privados tienen un promedio de puntuación del 86% de eficiencia técnica global y los operadores públicos del 70%; (3) la fuente de ineficiencia en los operadores de propiedad privada es debido totalmente a su escala, mientras que en los operadores de propiedad pública se debe tanto a la ineficiencia de escala, como a la ineficiencia técnica y, (4) no existen pruebas concluyentes de que la propiedad privada es más exitosa que la propiedad pública, ya que también existen operadores técnicamente eficientes que son de propiedad pública.

En síntesis, del análisis los hallazgos presentados por los investigadores especializados se puede concluir que, para los casos de las aplicaciones empíricas realizadas en los países del continente asiático, no se encontraron pruebas robustas de que la cuestión de la propiedad ejerza una influencia significativa en los resultados de la gestión de los operadores, apoyando la controversia sobre la privatización del sector.

Realidades adversas como las observadas en la región de Cisjordania y la Franja de Gaza en Palestina, también fueron estudiadas por Alsharif et al. (2008). En su estudio se evaluó la eficiencia de los sistemas de abastecimiento de agua mediante la aplicación del *DEA* en 33 municipios palestinos, utilizando para ello datos del período comprendido entre 1999 y 2002. Los autores concluyeron que la eficiencia de la Franja de Gaza es considerablemente inferior a la eficiencia presentada en Cisjordania, al mismo tiempo que las pérdidas de agua es el principal factor explicativo de la ineficiencia, en un escenario donde los tamaños relativos de los municipios tienen una influencia limitada en los índices de eficiencia.

Finalmente, se refuerza la ventaja del *DEA* ampliamente señalada anteriormente por la robustez del análisis comparativo, tanto para la evaluación de los resultados de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua para el estudio de operadores de diferentes entornos operativos, como para operadores de un único entorno operativo; por ejemplo, el caso de los estudios comparativos entre los países y otros estudios realizados en un mismo país, como es el caso de Palestina.

### **III.5 Características del sector de abastecimiento y saneamiento de agua de los países africanos**

Conforme ha sido presentado en las figuras I.1 y I.2, los niveles más bajos de cobertura para los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en el mundo se encuentran en el continente africano. Sin embargo, conforme ha sido abordado en el apartado anterior, debido a las altas cifras demográficas, el continente asiático supera al continente africano en el número de personas sin acceso a los servicios de saneamiento de agua, prevaleciendo el continente africano como la región geográfica con el mayor déficit de personas sin abastecimiento de agua potable.

Actualmente, este continente agrupa 53 países, muchos de ellos con realidades similares como, por ejemplo, Sierra Leona y Níger y otros con realidades completamente distintas como, por ejemplo, Egipto y Sudáfrica. Según *World Health Organization y United Nations Children's Fund* (2000, p.41), de un 96% de la población africana en el año 2000, un 60% estaba asistida con la cobertura de los servicios de saneamiento de agua y un 62% asistida con abastecimiento de agua, correspondiendo a la segunda más baja tasa de saneamiento de agua y la más baja tasa en abastecimiento de agua, entre todos los continentes del mundo. Y esto tiende a agravarse todavía más en las zonas rurales con, apenas un 45% para el saneamiento de agua y un 47% para el abastecimiento de agua.

El problema de la pobreza de muchos países africanos y la relación con sus limitaciones en sus respectivas capacidades de proveer los servicios mínimos y básicos para la calidad de vida humana, entre ellos los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua, son aspectos que vienen siendo discutidos por varias entidades africanas, principalmente por el *African Development Bank – AfDB* y entidades mundiales como el *World Bank* con apoyo de varios organismos principalmente alemanes y japoneses, que discuten soluciones para dar respuesta a dichos problemas que van, desde el acceso a los incentivos financieros para la prestación de los servicios, hasta la promoción de discusiones sobre políticas de privatización.

En ese sentido, las cuestiones de la influencia de los incentivos financieros y de la propiedad pública o privada en el sector del agua africano, ha sido el tema básico de discusión de los investigadores a los operadores de ese continente. Desafortunadamente, no hemos encontrado estudios realizados en las más importantes y desarrolladas realidades africanas como Egipto, Sudáfrica, Libia y República de las Seychelles. Sin embargo, estudios desarrollados en países como

Tanzania y Uganda y también algunos estudios comparativos entre varios países africanos se presentan a continuación.

### **III.5.1 Incentivos financieros y eficiencia de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Tanzania y Uganda.**

Los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en Tanzania pasaron por una reestructuración de su marco legal en 2009, a partir de la promulgación de la Ley 12/2009 del 15 de mayo y que actualmente regula el sector. Según *Energy and Water Utilities Regulatory Authority* (2010) la nueva norma reconoció la estructura anterior de las autoridades de agua que existían antes de su promulgación, incluyendo la realidad del distrito de *Dar es Salaam*, operado por *Dar es Salaam Water and Sewerage Corporation – DAWASCO*, empresa de propiedad pública y propietaria de los activos en su área de operación.

La Ley 12/2009 otorga al nivel local la responsabilidad por la prestación de los servicios, y sus operaciones se dan a través de las autoridades de agua que pueden delegar sus servicios a empresas de propiedad pública o privada que, en todos los casos, están bajo la regulación técnica y económica ejercida por un organismo de regulación de agua y energía del gobierno nacional, denominado *Energy and Water Utilities Regulatory Authority – EWURA*. El gobierno nacional también es responsable por toda la coordinación, planificación y asignación de los recursos a las autoridades de agua.

Tanzania presenta una característica interesante, según Swai (2009, p.482) la provisión de los servicios de abastecimiento de agua está dividida en dos partes; la primera para cumplir las necesidades de abastecimiento de agua de las comunidades rurales, incluyendo sus proyectos y, la segunda, para cumplir la explotación comercial del suministro de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en las ciudades, municipios y otras áreas, a través de las autoridades de agua.

Cada una de estas partes son contempladas con distintos niveles de aportes gubernamentales, de acuerdo con los subsidios de sus gastos y clasificadas en tres categorías de autonomía financiera; es decir, una categoría (a) en la que se encuentran las que son financieramente autosuficientes de todos los gastos anuales de operación y mantenimiento, incluidos los gastos de personal, gastos de energía y algunas aportaciones a la inversión; una categoría (b) en la que están las que tienen una autosuficiencia financiera para cubrir gastos de operación y mantenimiento, incluyendo sólo una parte de los gastos de energía y personal, recibiendo subsidios



del gobierno para cubrir estos gastos; y una categoría (c) donde se agrupan las que presentan autosuficiencia financiera solo para cumplir los gastos de operación y mantenimiento, recibiendo subsidios del gobierno para cubrir totalmente los gastos de energía y de salarios del personal.

Estos tres diferentes niveles de dependencia para cubrir los gastos de los servicios con aportes gubernamentales, fueron analizados en un estudio empírico desarrollado por Swai (2009). Ese estudio tuvo como objetivo medir la eficiencia de las autoridades urbanas de agua y alcantarillado en Tanzania para los periodos 2005-2006 y 2006-2007 usando *DEA* con orientación a las entradas, así como también el índice *TFP* de *Malmquist*. En ese estudio el autor concluyó que la categoría de las autoridades que son autosuficientes son las menos eficientes, en comparación con otros que reciben el apoyo financiero del gobierno para ejecutar sus actividades; asimismo concluyó que el aumento en los resultados de la gestión de las autoridades no es un resultado de los avances tecnológicos.

Por otra parte, en Uganda al igual que en Tanzania, las directrices de coordinación, planificación y asignación de los recursos a los operadores de agua, así como la regulación de los servicios, son atribuciones facultativas del gobierno central. Sin embargo, la regulación de las autoridades de agua es ejercida por la *Directorate of Water Development – DWD*, que también asume la responsabilidad de la orientación política y coordinación de todas las actividades del sector del agua, incluyendo la provisión de servicios de supervisión y apoyo a los gobiernos locales y a otros proveedores del servicio de suministro de agua. Sus administraciones locales también son responsables de establecer, desarrollar y facilitar la gestión eficiente de los sistemas, suministrando los servicios necesarios para la población local, teniendo en cuenta la participación del sector privado para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones de abastecimiento y saneamiento de agua, actuando también en la capacitación del recurso humano del gobierno central y local, así como también en la prestación de otros servicios comerciales, incluida la movilización de recursos financieros para las actividades de desarrollo del sector del agua (*World Water Assessment Programme, 2006, p.19*).

Los incentivos financieros para el sector también fueron analizados empíricamente por Mugisha (2007), en una investigación que tuvo como objetivo identificar los efectos de las solicitudes de incentivos financieros en la eficiencia técnica de la industria de abastecimiento urbano de agua en Uganda, utilizando datos de 15 operadores durante el período comprendido entre 2000 y 2006, utilizando el

modelo paramétrico *SFA*. En dicho estudio, el autor concluyó que la aplicación de incentivos financieros tiene un impacto positivo en la reducción de las ineficiencias técnicas del operador.

En resumen, existen pruebas empíricas consistentes que demuestran que, tanto los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de Tanzania como los de Uganda, requieren los incentivos financieros para prestar sus servicios de una forma más eficiente.

### **III.5.2 Propiedad y eficiencia de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua africanos.**

Una hipótesis planteada para la privatización del sector es que la participación privada en la prestación de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua facilitaría el proceso de universalización de los servicios, principalmente para la situación evidentemente crítica en los países africanos. Esta idea motivó a algunos investigadores a llevar a cabo trabajos empíricos comparativos con base en datos de varios países africanos.

Un primer trabajo fue desarrollado por Estache y Kouassi (2002), con el objetivo de demostrar que es conveniente evaluar con más cuidado las potenciales mejoras de resultados de la gestión que podrían derivarse de las reformas más acentuadas en las empresas. Para ello fue utilizada la *SFA* sobre una base de datos conformada por 21 operadores en 16 diferentes países durante el período comprendido entre 1995 y 1997. Los principales resultados fueron que alrededor del 12,9% de los servicios de agua de los países de la muestra operan de manera técnicamente eficiente, la corrupción presenta una relación negativa con la eficiencia; mientras que el índice de gobierno presenta una relación positiva y, finalmente, que la privatización ha tenido un impacto positivo en la eficiencia técnica de los servicios de agua en el contexto africano.

Otros dos trabajos con aplicaciones empíricas en el continente africano son fueron desarrollados por Kirkpatrick et al. (2004) y Kirkpatrick et al. (2006), ambos similares en la elección de la metodología cuantitativa de determinación de la eficiencia, utilizada para comparar los resultados entre los métodos *DEA* versus *SFA*, cambiando de un estudio para otro algunas variables y la cantidad de operadores analizados.

El objetivo del primer estudio (Kirkpatrick et al., 2004) fue revisar la evidencia econométrica existente sobre los efectos de la privatización de los servicios públicos de agua, en las economías en desarrollo, antes de presentar nuevos resultados mediante análisis estadísticos sobre los indicadores de gestión *DEA* y *SFA* en África. Para ello fue estructurada una base de datos relativa al año 2000 con 71 operadores, siendo 8 de propiedad privada y 63 de propiedad pública para aplicación del método *DEA*, y otra con 76 operadores para la aplicación del método *SFA*. Los principales resultados fueron que, con base en los análisis de los indicadores gestión y el *DEA*, el estudio confirmó que la privatización puede conducir a mejoras de resultados de la gestión. Sin embargo, con los resultados obtenidos de la *SFA*, aunque el coeficiente de la variable propiedad fue negativo y representó menores costes para la propiedad privada, el resultado no fue estadísticamente significativo, así como tampoco se observaron pruebas significativas de que la existencia o no de una regulación de precios ejerza algún tipo de influencia sobre los costes.

Finalmente, el estudio Kirkpatrick et al. (2006), con los mismos objetivos que el trabajo anterior, modificando la base de datos relativa al año 2000 para 66 operadores, de los cuales 9 fueron de propiedad privada y 57 de propiedad pública y aplicando el método *DEA*, y otra con 76 operadores para la aplicación del método *SFA*, llegando a los mismos resultados para ambos modelos, incluyendo el aspecto de la regulación. Sin embargo, el autor concluye que, al analizar los resultados de una forma conjunta, éstos no proporcionan una fuerte evidencia sobre el origen de las diferencias en los resultados de la gestión de los operadores de servicios públicos de agua de propiedad pública y privada en África.

En resumen, no se puede afirmar con seguridad que la privatización en África podría ser una solución razonable para la mejora de los resultados de la gestión, principalmente, por las controversias encontradas entre los tres estudios. Sin embargo se puede decir, con base en los hallazgos de los autores referidos, que las regulaciones de precios no están influenciando de forma significativa los resultados de la gestión de los operadores.

### **III.6 Características del sector de abastecimiento y saneamiento de agua de los países de la Oceanía**

Oceanía es el continente más pequeño y menos poblado del mundo formado, básicamente, por Australia, Nueva Zelanda, Papúa Nueva Guinea y las islas adyacentes del Melanesia, Micronesia y Polinesia, siendo su mayor parte ocupada por un único país que es Australia y que al mismo tiempo es el sexto país más grande del mundo y considerado como el territorio habitado más seco del planeta. Según *World Health Organization* y *United Nations Children's Fund* (2000, p.61), la cobertura del continente parece ser relativamente buena con 93% de la población con acceso al saneamiento de agua y 88% con acceso al abastecimiento de agua, pero estos resultados pueden estar sesgados si se aíslan los datos provenientes de los resultados de Australia; en cuyo caso los niveles medios de cobertura quedarían mucho más abajo, lo que implica en una ampliación total para el continente de acceso a 7,3 millones de personas al abastecimiento de agua y 6,3 millones de personas al saneamiento de agua, para que se cumplan las metas para 2015 propuestas por la comunidad internacional.

Australia no solo se destaca en el continente por ser el país más grande, seco y con mayores niveles de acceso a los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua, sino también por ser el único país en el que se encontró investigaciones empíricas para el sector, conforme se presenta a continuación.

#### **III.6.1 Eficiencia técnica del sector de abastecimiento y saneamiento de agua en australiano.**

Australia es políticamente formada por seis estados que son Nueva Gales del Sur, Queensland, Australia del Sur, Tasmania, Victoria y Australia Occidental y dos importantes territorios, Territorio del Norte y Territorio Capital de Australia – ACT, que funcionan también como estados en algunos aspectos. Cada uno de los seis estados y de los dos territorios disfruta de autonomía política y estructuran su propia legislación, siendo cada uno de ellos jurisdicciones donde sus respectivos titulares son responsables por los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua.

Una parte significativa de los servicios públicos australianos prestados en forma de red es de propiedad gubernamental y, generalmente, de ámbito estatal, lo cual es debido a que el proceso de privatización en este país es un fenómeno de fecha reciente. La participación privada en el sector de abastecimiento y saneamiento de agua en Australia es modesta (ver figura III.1), configurándose el caso de la asociación

público-privada para el sector llevado a cabo en el estado de Victoria como un ejemplo de grande extensión (Mumssen y Williamson, 2002, p.53-54).

Aunque la participación privada es muy incipiente, la regulación técnica y económica de los servicios es considerada ejemplar y muy legalista, teniendo como modelo su primera experiencia en el estado de Nueva Gales del Sur, en 1992, (Mumssen y Williamson, 2002) y presentada como un modelo pionero y de estricta reglamentación (De Witte y Marques, 2010). Supuestamente esta calidad del operador es el reflejo de los conocimientos y la experiencia de otros países adquiridos por los reguladores australianos que, según Mumssen y Williamson (2002, p.56) y De Witte y Marques (2010, p.193), fueron obtenidos de experiencias de los Estados Unidos y de Inglaterra y Gales.

Tal como ha sido comentado en el apartado I.4.1, las iniciativas australianas oriundas de organismos como la *Water Services Association of Australia – WSAA*, la *Australian Government National Water Commission – NWC* y la *National Water Initiative – NWI* reunieron experiencias para agrupaciones de indicadores de gestión que representan las características de los recursos de agua; de los activos; consumidores; medio ambiente; salud pública, precios y finanzas de los servicios . Esos indicadores corresponden a los elementos necesarios para un modelo de regulación que se centra en garantizar la eficiencia y economía de la industria, la protección de los derechos de los consumidores en relación al operador y la calidad del agua suministrada y, finalmente, facilitar el mantenimiento y la viabilidad financiera de la industria (Mumssen y Williamson, 2002, p.55).

Así como en Inglaterra y Gales, el sector es un monopolio natural con las tarifas reguladas por el precio máximo (*price cap*), el cual es determinado por un tribunal que es nombrado para tal fin, el cual considera los factores de la protección al consumidor, la eficiencia económica, la estabilidad financiera y los patrones medioambientales, entre otros no menos importantes en su proceso de evaluación de de la gestión (Mumssen y Williamson, 2002, p.57-58).

Tal como ha sido comentado en el apartado III.3.8, ese estricto modelo fue estudiado empíricamente y en forma comparativa con otros países de Europa, utilizando el método no paramétrico *DEA*. En ese estudio fue comparado con los Países Bajos, Inglaterra y Gales, Portugal y Bélgica, cada uno con su modelo característico, resultando ser el tercer mejor modelo en cuanto a los resultados de la gestión, y demostrando que puede ser considerado como un modelo útil para este fin.

Otros estudios fueron realizados por investigadores con aplicaciones empíricas para los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de Australia. A continuación es presentada una tabla en que se describen tales estudios, con detalles de la referencia del estudio, los principales métodos de análisis cuantitativo utilizado, el objetivo, alcance del estudio y la descripción literal de los principales resultados hallados en la investigación.

**Tabla III. 12 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento australianos**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
Woodbury y Dollery (2004)	DEA, TFP y TBR (2ª etapa)	Aumentar la literatura sobre la medición de los resultados de la gestión en el gobierno local en Australia mediante el análisis envolvente de datos (DEA) con los índices integrales de eficiencia de asignación y eficiencia técnica en los servicios municipales de agua de Nueva Gales del Sur (NSW).
73 en 1999-2000	PER; SL; P; EF	Ineficiencia de escala de 6,1% e ineficiencia técnica pura de 20,4%. La productividad aumentó ligeramente en un 0,2% para el suministro de agua que cambia a 1,1% cuando es ponderada de acuerdo al número de evaluaciones. Variables como población, viviendas por kilómetro, región de operación, pluviosidad, ratio de consumidores residenciales por consumidores totales, tipo de tratamiento y forma de captación de agua no ejercieron influencia significativa en la eficiencia.
Coelli y Walding (2006)	DEA, TFP y TBR (2ª etapa)	Conducir un análisis de los resultados de la gestión de la industria de suministro urbano de agua en Australia.
18 en 1996-2003	PER; P	Índice promedio de eficiencia técnica de 90,4% y promedio anual de crecimiento de la productividad entre menos 1,7% y más del 1,1%, dependiendo de las medidas utilizadas en cada modelo (DEA y TFP)
Byrnes et al. (2010)	DEA, TFP y TBR (2ª etapa)	Examinar 52 empresas de agua de la región de Nueva Gales del Sur (NSW) y Victoria con el fin de medir la eficiencia técnica relativa y la productividad durante un período de cuatro años (2000-2004) y medir los determinantes de la eficiencia relativa, con respecto a una serie de variables exógenas como la gobernabilidad, características de las redes y la consecuencia de los recientes instrumentos de la política urbanas de aguas.
52 en 2000-2004	PER; SL; P; EF	Los operadores de Victoria son 5% más eficientes, en términos de eficiencia general, y un 13% más eficientes por la eficiencia técnica pura que los operadores de Nueva Gales del Sur. Los resultados también sugieren existencia de deseconomías de escala. Factores como el ratio de consumo residencial por consumo total, densidad de los clientes, tamaño del operador, fuente de agua subterránea, función de reticulación de agua tratada, responsabilidad del mantenimiento de una presa o de obras de captación y tratamiento con filtración explican la eficiencia del sector.

Leyenda: DEA - Análisis envolvente de datos; TFP - Productividad total de los factores; TBR - regresión Tobit; SL - escala; P - Productividad; EF - Factores de entorno; PER -Resultados de la gestión.

Similar a los estudios analizados sobre las realidades del sector en España e India, los estudios aplicados a los operadores de abastecimiento y saneamiento de agua australianos utilizaron el DEA para la evaluación de la eficiencia. Sin embargo, todos los estudios se combinan con la aplicación de la TFP y el análisis de la segunda etapa para la determinación de los factores determinantes de la eficiencia por medio de una regresión Tobit, facilitando las comparaciones entre los resultados de dichos estudios.

Los resultados referentes a la existencia de deseconomías de escala en el sector australiano son convergentes (Woodbury y Dollery, 2004 y Byrnes et al., 2010). Por otro lado, los resultados referentes a la influencia de los factores de entorno en la eficiencia técnica son divergentes pues, factores como proporción consumidores residenciales en relación al total de consumidores y la forma de captación de agua no

presentaron ninguna influencia en la determinación de la eficiencia técnica en el estudio Woodbury y Dollery (2004); mientras que la proporción del consumo residencial, con relación al consumo total y la captación de agua a partir de un fuente subterránea, si presentaron una influencia significativa en la eficiencia técnica, de acuerdo con los resultados del estudio de Byrnes et al. (2010). Este último estudio también concluyó que otros factores de entorno como, la densidad de los clientes, tamaño del operador, fuente de agua subterránea, función de reticulación de agua tratada, responsabilidad del mantenimiento de una presa o de obras de captación y tratamiento con filtraciones si ejercen influencia significativa en la eficiencia técnica de los operadores de abastecimiento y saneamiento de agua australianos.

### **III.7 Características del sector de abastecimiento y saneamiento de agua de los países de América del Sur y América Central**

Gran parte de los países de América del Sur y América Central conforman parte de las regiones de Latinoamérica y el Caribe, región que constituye un parámetro de segmentación para los análisis del cumplimiento de las metas de desarrollo del milenio para 2015. Sumando las dos regiones, existe alrededor de 78 millones de personas que carecen de acceso al abastecimiento de agua y unos 117 millones de personas que tampoco tienen acceso a los servicios de saneamiento de agua, ubicándose la gran mayoría de estas personas en América del Sur (*World Health Organization y United Nations Children's Fund*, 2000, p.55), incluyendo a México que pertenece al continente de América del Norte y que está ubicado en Latinoamérica, ya comentado en el apartado III.2.3.

Según las *United Nations* (2008, p.40-42), la meta de desarrollo del milenio relativa a la cobertura a ser alcanzada para los servicios de abastecimiento de agua en la región establecida en 92% fue cumplida en 2006. Sin embargo, la meta de cobertura para los servicios de saneamiento de agua, fijada en 84%, se desarrolla más lentamente, habiéndose alcanzado un 79% de la cobertura para 2006; es decir, que se presenta un reto de crecimiento del 5% a ser cumplido antes de 2015.

Obviamente que estos niveles corresponden a un promedio entre los países de la región y que, para cada país, estos valores son bastante diferentes, tal como hemos comentado que en el apartado I.3.1, destacándose que, para Brasil, esas metas están lejos de ser cumplidas y que, por ello, requieren de mayores inversiones. Coincidencia o no, Brasil es justamente uno de los países de la región donde tardó más la implementación de nuevos marcos reguladores para el sector.

Las reformas en esta región comenzaron a partir de la década de los años 90 en diversos países del continente, iniciándose en Chile y seguido por Argentina y, posteriormente, a mediados de la década, por Bolivia, Colombia y Perú y, finalmente, a finales de esa misma década, por Nicaragua, Panamá, Paraguay, Uruguay y Venezuela (Foster, 2002, p.63-64 y Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas, 2010, p.1), quedando rezagado Brasil con sus recientes reformas, tal como ha sido abordado en el apartado I.3.

Como resultado de tales reformas se vislumbró un futuro promisor para la participación privada en el sector (Foster, 2002, p.64) y se estimó que, para el año 2000, aproximadamente el 40% de los consumidores de agua potable en zonas urbanas de la región disfrutarían, de alguna forma, de la protección reguladora (Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas, 2010, p.1).

Complementariamente, la ADERASA, constituida en 2001 por los entes reguladores de Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Chile, Nicaragua, Panamá y Perú, como se describió en la figura I.5, comienza en 2004 a publicar la evaluación de la gestión comparativa del sector entre los operadores de las Américas. Estas cuestiones de la privatización, regulación y resultados de la gestión del sector para algunos de los países de América Central y América del Sur se comentarán a continuación.

### **III.7.1 Privatización los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Chile y Argentina**

Así como en Inglaterra y Gales en Europa, en América del Sur, Chile llevó a cabo un proceso para la total privatización de los servicios, concediendo la responsabilidad por la prestación de los servicios a operadores en régimen de Sociedad Anónima, materializándose la transferencia a través de la venta de acciones y concesiones para la gestión y realización de inversiones en el sistema, lo que representa una característica única que diferencia a Chile del resto de países del mundo. Chile cuenta actualmente con un total de 58 empresas<sup>40</sup>, divididas en las categorías de mayores, medianas y pequeñas que prestan los servicios para toda la población, siendo sometidas a la permanente fiscalización de la Superintendencia de Valores y Seguros – SVS y bajo la regulación económica central, ejercida por la Superintendencia de servicios sanitarios – SISS.

---

<sup>40</sup> Superintendencia de servicios sanitarios (2010)



Delineando una trayectoria para el sector chileno, Venezuela y Jouravlev (2007) identificaron claramente cuatro fases; una primera fase comprendida entre los años 1950 y 1974, caracterizada por servicios prestados directamente por el Estado a nivel municipal, con tarifas menores que los costes de producción y una mínima participación del sector privado. Una segunda fase entre 1975 y 1990, caracterizada por la primera modernización del sistema público y orientada a la búsqueda del equilibrio financiero, donde ocurrió la promulgación de un nuevo marco regulador y la transformación de las empresas del sector en sociedades anónimas, pero aún con una mínima participación del sector privado. La tercera fase de 1991 a 1994 estuvo caracterizada por la segunda modernización del sector, previa a la privatización en que las empresas públicas que pasaron, por obligación, a generar beneficios y entregar dividendos anuales, también ocurrió en este período el inicio de las inversiones en el tratamiento de agua y las primeras experiencias con la participación privada en el sector. Finalmente, la cuarta fase, con la transferencia paulatina de empresas públicas al sector privado, por medio de ventas de acciones y concesiones, la cual que transcurrió entre 1995 y 2006, y estuvo caracterizada por el refuerzo y desarrollo de la SISS, el perfeccionamiento del marco regulador y la introducción de la contabilidad normativa.

La regulación en el país se da por competencia por comparación (*yardstick competition*), la cual se estructura a partir de una comparación con una empresa ficticia eficiente denominada de “empresa modelo” (basado en el modelo español para el sector eléctrico) y también conocido como el modelo ejemplar por los reguladores del sector en el ámbito internacional.

Muchos fueron los cambios e innovaciones experimentadas como consecuencia de las características basadas en el proceso de privatización en Chile, parecidas en cierta medida con las ocurridas en Inglaterra y Gales, con marcos divididos en fases, antes y después de la privatización, definiendo hechos puntuales para evaluación de las mejoras de resultados de la gestión que podrían convertirse en la inspiración de futuras y diversas investigaciones como, por ejemplo, de las relacionadas en apartado III.3.1.

Sin embargo, sólo hemos encontrado una única investigación en la que se comparan los resultados de la gestión general de sector después de la privatización, el cual fue llevado a cabo por Bitrán y Valenzuela (2003), con la utilización de indicadores de gestión para examinar los resultados de los inversores, consumidores y comparar los resultados de la gestión de las empresas de agua privatizadas con las

demás empresas de propiedad estatal. Para ello, los autores utilizaron una base de datos de 13 operadores en el período 1998-2001, concluyendo que el aumento de la eficiencia de la gestión privada se tradujo en menores tasas a largo plazo, siempre y cuando la tasa de ajuste del sistema permitiera la rápida transferencia de las eficiencias a los precios finales.

En un grado bastante menor, en Argentina también se ha llevado a cabo un proceso acentuado de privatización de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua a partir de 1991. Actualmente, la población atendida con los servicios prestados por operadores de propiedad privada es alrededor del 65%<sup>41</sup> y, dentro del sector privado, el 14%<sup>42</sup> de los operadores están organizados en forma de cooperativa. Con un total de 1.651 operadores organizados en diferentes formas jurídico-administrativa (empresas privadas, cooperativas y organismos públicos), dichos operadores funcionan bajo una estructura de gestión descentralizada en jurisdicciones regionales, provinciales y municipales (Calcagno et al., 2000, p.14-15).

Finalmente, en el ámbito de la regulación, un 71%<sup>43</sup> de las provincias de Argentina son reguladas por algún ente regulador, lo que corresponde a 76%<sup>44</sup> de la población del país. Aunque existe una representativa cobertura de la regulación en el país, algunos problemas son apuntados por Calcagno et al. (2000, p.18) en el cumplimiento de las actividades de regulación como, por ejemplo, debilidad institucional, injerencia política en los entes, debilidad de formación técnica y profesional, fuerte tendencia al exceso de control, regulación intrusiva, ausencia de sistemas tarifarios eficientes, ausencia de sistemas de información, participación de usuarios, ausencia de incentivos al cumplimiento de metas y compromisos, tendencia a regular al operador privado o principal y asimetría de información en la acción reguladora.

Respecto a las cuestiones de los cambios estructurales, este aspecto fue abordado en su estudio empírico por Estache y Trujillo (2003), quienes utilizando datos del período 1995-2001, desarrollaron un trabajo con el objetivo de presentar una evaluación de las mejoras de eficiencia alcanzadas a partir de las reformas del sector del agua para una muestra de las provincias argentinas, desde la perspectiva de un ente regulador del sector. Al final, el estudio concluyó que la privatización mejoró significativamente la productividad de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en el país.

---

<sup>41</sup> Calcagno et al. (2000, p.15) y Azpiazu et al. (2005, p.2)

<sup>42</sup> Ídem

<sup>43</sup> Asociación Federal de Entes Reguladores de Agua y Saneamiento (2011)

<sup>44</sup> Ídem

A pesar de que las cuestiones del reflejo de la propiedad en los resultados de la gestión del sector de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en el estudio Bitrán y Valenzuela (2003) para Chile y Estache y Trujillo (2003) para Argentina coinciden en sus resultados sobre la existencia de una superioridad en términos de eficiencia de la gestión privada, esta situación no es observada en otros países de América del Sur como, por ejemplo, la realidad brasileña, cuyos resultados son presentados a continuación.

### **III.7.2 Resultados de la gestión y propiedad de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil**

Toda la estructura referente a los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil ya fue aclarada en el apartado I.3.3 En resumen el sector es descentralizado en jurisdicciones de ámbito municipal, donde las administraciones locales son las titulares de los servicios, pudiendo delegar en los operadores de propiedad pública o privada la ejecución de ambos servicios (ver apartado 3.3). Sin embargo, gran parte de los servicios (86% de los municipios abastecidos con agua y 74% de los municipios atendidos con sistema de saneamiento de agua), son prestados por operadores regionales, como herencia de un antiguo modelo del sector originario de la década de los años 70.

Actualmente el sector ha pasado por un cambio normativo con la Ley 11.445/2007 y el Decreto 7.217/2010 y, en 2008, un 10,5% de la población atendida con servicios de abastecimiento de agua y 10,9% atendida con servicios de saneamiento de agua en Brasil era prestado por operadores de propiedad privada; es decir, un porcentaje bastante modesto para un país donde no existen prohibiciones legales que limiten la privatización del sector.

Las cuestiones de los resultados de la gestión del sector, posteriormente seguidas de sus interacciones con la economía de escala, los tipos de propiedad y factores de entorno pasaron a ser estudiados por los investigadores. Así, el primer estudio encontrado fue publicado por Carmo y Távora Junior (2003), con el objetivo de determinar el grado de eficiencia técnica de las 26 *Companhias Estaduais de Saneamento Básico - CESBs*, a través de la metodología *DEA*. En sus resultados, el estudio concluyó que el sector funciona con rendimientos crecientes de escala, con una eficiencia promedio de 96,15% y que los operadores localizados en la región sudeste son los más eficientes, seguidos por aquellos localizados en la región sur, centro-oeste, norte y nordeste.

Tres conclusiones interesantes pueden sacarse de ese primer estudio, una primera que señala la existencia de economías de escala en el sector, y una segunda que establece que el factor de entorno de ubicación geográfica, ejerce una influencia significativa en los resultados de la gestión del sector brasileño.

Desde entonces, otros 13 estudios empíricos fueron desarrollados sobre los operadores de Brasil, abordando aspectos de los resultados de la gestión como análisis financiero del valor económico añadido, eficiencia y, principalmente, realizando comparaciones entre la propiedad pública y privada. A continuación será presentada una tabla en el que están relacionados los estudios analizados con aplicaciones empíricas sobre los operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de aguas en Brasil, detallándose la referencia del estudio, el tipo del método cuantitativo de análisis empleado, el objetivo, alcance de la investigación y la descripción literal de los principales resultados hallados.

**Tabla III.13 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento brasileños**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
Carmo y Távora Junior (2003)	DEA	Determinar el grado de eficiencia técnica de las 26 compañías estatales de saneamiento básico, a través de la metodología <i>DEA</i> .
26 en 2000	PER; SL	Rendimientos crecientes de escala, con eficiencia promedio de 96,15%. Los operadores ubicados en la región sudeste son los más eficientes, seguidos por aquellos ubicados en la región sur, centro-oeste, norte y nordeste.
Castro (2003)	DEA	Verificar la aplicabilidad de la metodología <i>DEA</i> al sector de saneamiento, evaluando la eficiencia de las 71 mayores empresas prestadoras de servicios de aguas y alcantarillado en el Brasil, según el número de conexiones en alta de agua.
71 en 2000	DEA; PER	El <i>DEA</i> se presentó como útil y robusto para la identificación de las empresas eficientes, principalmente debido a su poder discriminante. Las empresas de alcance geográfico regional corresponden a 31% de la muestra con solamente 4 operadores considerados como eficientes, correspondiendo a 36% de las empresas eficientes (4 de 11).
Alencar Filho et al. (2004)	MA	Evaluar la gestión de las compañías estatales de saneamiento (CESB), por medio de una metodología alternativa denominada valor económico añadido (EVA), compatible con el modelo del flujo de caja descontado para evaluar la gestión financiera de las empresas que actúan en sectores de la economía formal.
26 en 1998-2001	FA	Los resultados de la gestión financiera de los operadores disminuyó, con relación al año de 1998 y los resultados a partir del valor económico añadido fueron corroborados por los resultados observados a partir de los indicadores de gestión.
Oliveira y Fernandez (2004)	OLS y COLS	Detectar posibles diferencias entre los dos grupos de empresas (público y privado), tanto en sus estructuras de asignación de recursos, como en sus niveles de utilización de insumos por unidad de producto.
136 (107 públicas y 29 privadas) en 1998-2002	O	Nivel de producción de los operadores estatales fue 79,8% menor que el verificado en los operadores de propiedad privada, siendo 43,7% originado por las menores productividades marginales del trabajo y del capital, y el restante de otros factores no observables. Los factores de la ineficiencia técnica y de asignación en conjunto fueron responsables por un aumento del 28,4% en los costes de los estatales, con relación a los costes de los privados.
Tupper y Resende (2004)	DEA y TBR (2ª etapa)	Caracterizar la eficiencia relativa de las empresas estatales de agua y saneamiento en Brasil para el período reciente y discutir la factibilidad de la implementación del régimen de competencia por comparación ( <i>yardstick competition</i> ).
20 en 1996-2000	PER	Resultados de la gestión inferior al óptimo para algunos operadores importantes. Los rangos de eficiencia determinados por el <i>DEA</i> pueden ser ajustados por medios econométricos con variables de densidad de la red y pérdidas en el sistema.

**Tabla III.13 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento brasileños (continuación)**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
Faria et al. (2005)	SFA	Comparar la eficiencia técnica de las empresas públicas y privadas de suministro de agua en Brasil.
148 (135 públicos y 13 privados) en 2002	O	Los operadores de propiedad privada son sólo marginalmente más eficientes que los de propiedad pública.
Ohira y Shirota (2005)	SFA	Contribuir al debate, midiendo y cuantificando el nivel de eficiencia de las empresas de saneamiento del Estado de São Paulo, a través de la estimación de frontera estocástica.
197 en 2002	PER; EF	Gran intervalo en cuanto al nivel de eficiencia, en relación a la frontera de costes estimados. No hay diferencias significativas entre los operadores con actuación regional en relación a los con actuación local.
Santana (2005)	OLS	Identificar los factores determinantes de los resultados de la gestión financiera de las empresas públicas municipales prestadoras de servicios de abastecimiento y saneamiento de agua.
80-128 en 1998-2003	PER	La eficiencia de los cobros; las inversiones por cuentas activas; la suficiencia de tesorería y el promedio de tarifas aplicadas son elementos determinantes de los resultados de la gestión financiera.
Sabbioni (2006)	OLS	Utilizar técnicas econométricas para medir los resultados relativos de la gestión de los servicios de agua y alcantarillado en Brasil.
280 en 2002	PER; EF	El coste de operación de la empresa aumentará si el precio del trabajo sube, independientemente de la elección de los <i>outputs</i> considerados (volúmenes, la población o conexiones). Parámetros exógenos afectan a la tecnología disponible para la empresa. Por fin existe robustez en la clasificación de los rangos.
Seroa da Motta y Moreira (2006)	DEA, TFP y OLS (2ª etapa)	Mostrar cómo la controversia sobre en qué nivel de gobierno reside el poder concedente y cómo el sector privado puede operar sin herir sus objetivos sociales de acuerdo al marco reglamentario del sector de agua y saneamiento brasileño esconden las cuestiones más cruciales asociadas a los resultados de la gestión productiva y financiera del sector.
104 (93 públicas y 11 privadas) en 1998-2002	PER; O; P; SL; EF	Los operadores regionales presentan las menores productividades y mayores economías de escalas que no son repasadas a las tarifas. Los operadores municipales dominan los niveles de productividad más altos y los niveles más bajos de tarifas, siendo que las autarquías municipales presentan las menores economías de escala y menores niveles de tarifas. Variables como demanda, renta y educación no explican la productividad. La propiedad no tiene importancia para los operadores municipales.
Da Silva e Souza et al. (2007)	SFA	Evaluar la eficiencia de costes de las compañías brasileñas públicas y privadas de suministro de agua.
164 (149 públicas y 15 privadas) en 2002	O	No hay pruebas de que los operadores de propiedad privada y pública sean significativamente diferentes en términos de eficiencia.
Grigolin (2007)	DEA	Hacer una breve revisión de la teoría de la regulación de los mercados, revisar el desarrollo histórico del sector de agua y saneamiento en Brasil, contextualizar las experiencias internacionales inglesa y francesa, indicar los principales puntos de control para el regulador y comparar la eficiencia económica de las empresas de saneamiento en el Estado de São Paulo.
57 en 1995-2004	PER; SL; O	La eficiencia promedio de los operadores ha disminuido, lo que indica que la relación coste y cantidad están subiendo a un ritmo más rápido que el nivel de producción y transferencias en las tarifas. Operadores regionales son más eficientes que los operadores privados y municipales, teniendo en cuenta rendimientos variables de escala. Sin embargo, sus tarifas son en promedio más altas. En promedio, las empresas privadas son más eficientes que los operadores municipales y regionales, si suponemos rendimientos constantes a escala. Los operadores regionales son más eficientes que los operadores privados y municipales teniendo en cuenta rendimientos variables a escala.
Da Silva e Souza et al. (2008)	SFA	Comparar las eficiencias de costes de las empresas públicas y privadas brasileñas de oferta de agua.
342 (324 públicas y 18 privadas) en 2002-2004	O	Evidencia de que los operadores de propiedad pública son más eficientes; sin embargo, la diferencia en eficiencia está disminuyendo.
Sabbioni (2008)	SFA	Analizar la eficiencia relativa de regionales (estatales) y tres diferentes tipos locales (municipales) empresas de prestación de servicios de agua y saneamiento de Brasil en el período entre 2000 y 2004.
180/340 en 2000-2004	SL; O	Operadores de propiedad pública de alcance regional tienen mejores resultados de la gestión que los operadores de propiedad privada y pública de alcance local, reforzando la hipótesis de economías de escala reales. En la comparación de operadores de alcance local, los de propiedad privada suelen tener mejores resultados de la gestión.

Legenda: OLS - Mínimos cuadrados ordinarios; COLS - Mínimos cuadrados ordinarios ajustados; SFA - Análisis de frontera estocástica; DEA- Análisis envolvente de datos; TFP - productividad total de los factores; MA - Análisis multivariante; TBR - Regresión Tobit; SL - escala; P - Productividad; PER - Resultados de la gestión; O - Propiedad; EF - Factores de entorno.

Aunque solo son 14 aplicaciones empíricas con datos de los operadores de abastecimiento y saneamiento de agua brasileños, éstas abordan abundantes e importantes aplicaciones de los métodos de análisis cuantitativos, pues los estudios engloban métodos como *OLS*, *COLS*, *SFA* y *DEA*, estos tres últimos conocidos como los tres métodos de análisis de frontera más ampliamente utilizados en la actualidad, debido a la fortaleza de sus resultados.

Diferentemente de las realidades observadas de muchos de los países comentados anteriormente, la cuestión sobre la existencia de economías de escala es unánime entre los estudios analizados, entre los que destacan los de Carmo y Távora Junior (2003); Seroa da Motta y Moreira (2006); Grigolin (2007) y Sabbioni (2008); probablemente debido a la eficiencia del modelo implementado por el *PLANASA* (ver apartado I.3), cuyo legado está presente hasta hoy. Esta conclusión se fortalece aún más en función de que las conclusiones sobre la existencia de economías de escala fueron soportadas a partir de diferentes métodos de análisis (*OLS*, *SFA* y *DEA*).

Otro tema bastante discutido en la realidad brasileña ha sido la cuestión de la propiedad y su influencia en los resultados de la gestión, el cual ha sido debatido, por lo menos, por 7 investigaciones especializadas con aplicaciones empíricas. Comparando los resultados de las diferentes investigaciones se observa que el tema es bastante controvertido, observándose que concluyeron, de forma irrefutable, que existe un mejor desempeño en los operadores de gestión privada (Oliveira y Fernandez, 2004 y Faria et al., 2005). Otros dos estudios concluyeron que no existen diferencias significativas entre los dos tipos de gestión (Seroa da Motta y Moreira, 2006 y Da Silva e Souza et al., 2007) y uno obtuvo resultados que apuntan a una superioridad de la gestión privada (Da Silva e Souza et al., 2008).

De los otros dos estudios restantes, Grigolin (2007), utilizando el *DEA*, concluyó que existe superioridad por parte de los operadores de gestión privada, donde se constataron retornos constantes de escala y también se determinó una superioridad de los operadores de gestión pública con respecto a la elección de retornos variables de escala. En cierta medida, este resultado corrobora junto al obtenido por Sabbioni (2008), en las que se concluyó que, por lo general, existe una superioridad de la gestión pública y una superioridad de la gestión privada cuando se compara solamente a los operadores de ámbito local.

Supuestamente, esos estudios con resultados de la superioridad de la gestión pública, están siendo influenciados por la existencia de economías de escala, explicadas principalmente por el uso de retornos constantes de escala y nivelando los

operadores en su escala de producción Grigolin (2007). En segundo lugar, influenciados por la existencia de 26 operadores de ámbito regional, atendiendo a un 86%<sup>45</sup> de los municipios que son abastecidos con agua y un 74%<sup>46</sup> de los municipios atendidos con sistema de saneamiento de agua, de los cuales 24 están bajo la gestión pública (ver tabla I.1), probablemente influenciando en los resultados presentados por Sabbioni (2008) sobre la superioridad general de los operadores públicos; aunque al comparar solamente los pequeños operadores de alcance local, estos resultados cambian drásticamente. Por último, en tercer lugar, que para los dos estudios se presenta la existencia de economías de escala.

Otro aspecto bastante interesante está relacionado con los tres diferentes resultados respecto a la influencia de la propiedad en tres diferentes estudios elaborados por los mismos investigadores y con el mismo método de análisis, en este caso el *SFA*, como una prueba contundente de la controversial superioridad de alguno de los tipos de propiedad. En ese sentido, el primer estudio desarrollado por Faria et al. (2005), utilizando una frontera de producción aplicada a datos del año 2002 de 148 operadores (135 públicos y 13 privados), concluyó que es mejor la gestión de los operadores privados; mientras que según el estudio de Da Silva e Souza et al. (2007), utilizando una función de costes aplicada a los datos de 164 operadores (149 públicos y 15 privados) del año 2002, concluyó por la ausencia de diferencias significativas entre las dos tipos de propiedad y, por último, el más reciente estudio realizado por Da Silva e Souza et al. (2008), utilizando una función de costes aplicada a un panel de datos de 342 operadores (324 públicos y 18 privados) durante el período comprendido entre 2002 y 2004, concluyó por la superioridad de la gestión de los operadores de propiedad pública.

Aunque la técnica utilizada sea la misma y que los resultados con relación a la influencia del tipo de propiedad sean similares y, consecuentemente, la gestión de los operadores sea distinta en los tres estudios analizados, no puede olvidarse que los tres estudios se diferencian un poco. En primer lugar, el uso de una frontera de producción o una función de costes, luego aspectos como el número de operadores analizados, análisis con datos en cortes transversales o análisis con datos en panel, donde la similitud de los resultados pasarían a ser una prueba incuestionable de la robustez de una conclusión uniforme sobre el reflejo de la propiedad.

---

<sup>45</sup> Calculado a partir de *Secretaría Nacional de Saneamento Ambiental* (2010, p.ii)

<sup>46</sup> Idem

Por último, Carmo y Távora Junior (2003) muestran evidencias de que el factor de entorno de la región geográfica en la que el operador está ubicado, ejerce algún tipo de influencia en la eficiencia y que los factores de entorno, de un modo general, ejercen influencia también en la tecnología disponible.

Desafortunadamente no hemos encontrado investigaciones aplicadas a la realidad brasileña en las que se aborden las ventajas de la producción conjunta de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua y, con ello, donde existan economías de alcance de la producción conjunta. Tampoco encontramos evidencias para conocer si existen o no economías de densidad y, finalmente, sí existe alguna relación entre la regulación de los servicios y la eficiencia o para saber si la regulación de los servicios conduce a mejoras en la práctica empresarial, transfiriéndolas a la sociedad, lo que conforma un panorama académico caracterizado por la falta de investigaciones en ese sentido, lo que representa un enorme vacío a ser cubierto por los investigadores brasileños y de otras partes, para ofrecer respuestas a esas importantes cuestiones.

### **III.7.3 Evaluación de los resultados comparativos de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Perú**

En Perú, la responsabilidad por la prestación de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua es de las municipalidades provinciales en sus respectivas jurisdicciones; las cuales tienen la facultad de otorgar los derechos de explotación. Un total de 50 operadores denominados como las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento - EPS, suministran los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en todo país, pudiendo constituirse, en términos jurídicos y administrativos, en empresas municipales de derecho privado de tipo públicas, privadas o mixtas, debiendo los grandes operadores encuadrarse en el régimen de sociedades anónimas con los alcaldes municipales y provinciales y conformando su junta administrativa para ejercer la titularidad del poder concedente (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 2006, p.42).

Tal como ha sido comentado, en la estructura jurídico-administrativa se contempla la apertura para la participación privada en el sector peruano; sin embargo, a partir de los datos conjuntos del rango de los resultados de la gestión de las empresas prestadoras del servicio de 2009, solamente un 1,2%<sup>47</sup> de las conexiones para los servicios de abastecimiento de agua son suministrados por operadores de

---

<sup>47</sup> Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (2010)



propiedad privada, significando un nivel bastante reducido de la participación privada en el sector.

Una posible explicación es ofrecida por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (2006, p.55), al comentar que el proceso de concesiones en el sector apenas ha comenzado muy recientemente, con la concesión de los servicios de saneamiento del departamento de Tumbes. En este sentido queda por delante la tarea de analizar, en el corto y mediano plazo, los resultados de la gestión alcanzado posterior a su privatización y determinar así sus fortalezas o debilidades, a fin de reducir el vacío y necesidades de inversión existente en el país.

Este escenario revela una interesante característica del modelo para el sector peruano frente a los demás países de América Latina y el Caribe una vez que, desde 1992 con la creación de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento – SUNASS, organismo de ámbito nacional encargado de fiscalizar y regular las actividades de todas las empresas que prestan los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua del país, se elimina la posibilidad de existencia de operadores auto regulados como, por ejemplo, se observa en países como Brasil y México.

Según la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (2006, p.44) las EPS's, por su carácter público, presentan limitaciones de financiación y se encuentran sometidas a un proceso presupuestario de los fondos que son sometidas a niveles restrictivos de gastos e inversiones.

La regla es igual para todos los operadores y, con esto, sometidos a un proceso de evaluación comparativa de la gestión, llevado a cabo por la SUNASS para garantizar la existencia de servicios de calidad a los menores costes posibles, sin olvidar que los indicadores conducen a la cobertura de los servicios y, consecuentemente, a la búsqueda de la universalización del acceso a tales servicios básicos.

Aunque la participación privada sea mínima, la existencia de un proceso de evaluación comparativa de la gestión llevado a cabo por el regulador económico del sector, se configura como un modelo de competencia por comparación o *yardstick competition*, incluso para la definición de precios de los servicios, convirtiéndose en una interesante fuente de inspiración para los investigadores. Por otro lado, los actores de los servicios están bastante involucrados con el proceso de universalización de los servicios, una vez que la cobertura representa un importante indicador de los resultados de la gestión, el cual es muy utilizado en el sector peruano

Así como en Brasil, en Perú también encontramos aplicaciones empíricas para los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua a partir de 2003. El trabajo pionero de Corton (2003), cuyos objetivos principales fueron describir la implementación de un sistema de evaluación comparativa de la agencia reguladora del sector de aguas en Perú, analizar las medidas alternativas de eficiencia y estimar una frontera de eficiencia con base en un modelo de regresión de los costes operativos. Para ello, la autora utilizó la metodología COLS sobre una base de datos de 44 operadores de 1998, concluyendo en la existencia de economías de escala, en atención a la existencia de un número igual o superior a cinco municipios y, en la medida que se aumentan los ingresos, la eficiencia tiende a disminuir.

Finalmente, otras investigaciones fueron desarrolladas contemplando siempre aspectos como las especificidades reguladoras del sector y dando importancia a factores como la cobertura de los servicios y de entorno. A continuación será presentado una tabla en el que se describen los estudios analizados con aplicaciones empíricas con operadores de los servicios de aguas y saneamiento en Perú, detallando la referencia del estudio, el tipo de técnica analítica empleada, el objetivo, alcance de la investigación y la descripción literal de los principales resultados hallados.

**Tabla III.14 – Resumen de los estudios empíricos con datos de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento peruanos**

Estudios y muestras	Métodos y Alcances	Objetivos y principales resultados
Corton (2003)	COLS	Describir la implementación de un sistema de evaluación comparativa de la agencia reguladora del sector de aguas en Perú, analizar las medidas alternativas de eficiencia y estimar una frontera de eficiencia con base en un modelo de regresión de los costos operativos.
44 empresas en 1998	PER; SL	Economías de escala en un suministro de un número igual o superior a cinco municipios. A medida que se aumentan los ingresos, la eficiencia tiende a disminuir.
Lin (2005)	SFA	Examinar cómo la introducción de variables de calidad afecta a la comparación de la gestión de los servicios públicos de agua en Perú.
36 empresas en 1996-2001	PER; Q	Cuanto más alto sea el nivel de calidad, mayor será el coste. Los <i>outputs</i> de calidad no deben ser ignorados en la frontera de costes por su posibilidad de afectar la clasificación de gestión.
Berg y Lin (2007)	SFA DEA y	Evaluar la consistencia de las clasificaciones de gestión de servicios públicos de agua para los servicios de agua peruanos, utilizando el <i>DEA</i> y el <i>SFA</i> para comparar los resultados relativos.
41 empresas en 1996-1998	SFA DEA x	Los resultados indican que el <i>DEA</i> y el <i>SFA</i> clasificación los resultados de la gestión de forma similar, además las técnicas tienen éxito comparable para la identificación de las utilidades con mejores y peores resultados. Sin embargo, las clasificaciones dadas por estas dos técnicas no están muy correlacionadas con las consideradas por el regulador de agua del Perú (SUNASS).
Lin y Berg (2008)	DEA TFP y	Proporcionar más evidencia empírica sobre los resultados empresariales, sobre la productividad y el cambio de calidad del sector del agua en los países en desarrollo mediante un estudio de caso en Perú, y proponer una evaluación de gestión comparativa basada en la estructura del modelo <i>DEA</i> y la calidad incorporada al índice de Malmquist.
43 empresas en 1996-2001	PER	Ligera mejora en la calidad del servicio en el período 1998-2001, lo que sugiere una falta de incentivos reguladores adecuados para que los operadores apalanquen estas mejoras durante este intervalo de tiempo.

Legenda: COLS - Mínimos cuadrados ordinarios ajustados; SFA - Análisis de frontera estocástica; DEA- Análisis envolvente de datos; TFP – productividad total de los factores; SL – escala; PER – Resultados de la gestión; Q – Calidad.

Así como para las aplicaciones al sector de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño, los investigadores que aplicaron sus estudios a los operadores peruanos, se preocuparon con métodos de análisis cuantitativo de fronteras como, por ejemplo, *COLS*, *SFA* y *DEA*.

Además de la evidencia de la existencia de economías de escala para el sector peruano señalada por Corton (2003), otra interesante evidencia fue encontrada por Berg y Lin (2007), quienes concluyeron que los resultados de los rangos de los resultados de la gestión calculados a partir del *DEA*, producen resultados similares a los calculados a partir del *SFA*, y que ninguno de los dos fueron similares a los rangos calculados por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.

La calidad de los servicios y su importancia en los resultados de la gestión también fue bastante explorada por los investigadores, concluyendo que dicho factor es tan relevante que debe ser considerado como una variable de producto (*output*) adicional, y no como un factor de entorno que explique o no los resultados de la gestión de los operadores (Lin, 2005 y Lin y Berg, 2008).

El bajo nivel de participación privada en el sector peruano es una limitación para la realización de estudios y el análisis de los efectos en los resultados de la gestión del sector. Sin embargo, existen evidencias de que factores como el volumen de ingresos (Corton, 2003), la cobertura de los servicios, la continuidad del servicio y el agua contabilizada (Lin, 2005) ejercen una influencia significativa en la eficiencia de los servicios.

#### **III.7.4 Otras evidencias empíricas y estudios comparativos en América del Sur y Central.**

Otras evidencias empíricas han sido analizadas, una de ellas en Colombia y otras cuatro con estudios comparativos entre diferentes países, de las cuales tres comparan países de Latinoamérica y uno compara países de América Central.

Preocupado por encontrar evidencias sobre la eficiencia en el sector, el estudio de Fernández y Londoño (2008) tuvo como objetivo la estimación de las economías de escala y de alcance para los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en Colombia, en un intento de demostrar el soporte económico y técnico de esas hipótesis. Para ello, los investigadores utilizaron el método *GMM* a un panel de datos de 77 operadores de abastecimiento de agua y 49 operadores de saneamiento de agua, durante el período comprendido entre 2003 y 2005. Al final, los autores concluyeron que las economías de escala estimadas son mayores para los operadores de pequeño tamaño y que éstas se agotan en el caso de operadores de gran tamaño,

existiendo economías de alcance en la producción conjunta de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento de agua.

Con base en información de ADERASA y utilizando datos de indicadores de gestión de los operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua de Latinoamérica para el período comprendido entre 2003 y 2008 Ferro y Romero (2009); así como los resultados de otros estudios comparativos realizados entre los países del continente Africano, se puede observar que en ambos se utilizan dos modelos de análisis; por una lado el análisis de regresión con datos de panel y, por el otro, el *DEA*. Estos modelos son los utilizados con frecuencia para comparar si los resultados obtenidos de la programación matemática con los de la econometría son similares, concluyendo que existe robustez en los modelos ante cambios de especificaciones; sin embargo, persisten los problemas de consistencia entre las dos metodologías, a pesar de que las muestras fueron compatibilizadas.

Valiéndose de tres técnicas (*DEA*, *SFA* y *TFP*) que fueron aplicadas a los datos de los años 2002 a 2005, el estudio Corton y Berg (2009) tuvo como objetivo analizar los resultados de la gestión de los servicios públicos de agua en la región de América Central, para identificar si aquellos que cumplen mejor su papel, e identificar las debilidades del sector. Al final del estudio los investigadores presentaron las siguientes conclusiones para cada una de las técnicas utilizadas:

- a) Con la utilización de la *DEA*, los operadores de los servicios en Panamá, El Salvador, Nicaragua y los pequeños operadores de Costa Rica, Guatemala y Honduras son 100% eficientes. Con relación al exceso de los *inputs*, el mayor operador de Costa Rica podría producir un resultado en la frontera óptima de eficiencia a partir de la reducción de 37% en dichos excesos. En el caso del operador de servicios de Honduras, un 44% de su eficiencia proviene de la consideración de su tamaño, en comparación con otros operadores;
- b) Con la *TFP*, los operadores de El Salvador, Nicaragua y los pequeños operadores de Costa Rica y Honduras no mostraron cambios en la eficiencia técnica durante el período. Los operadores de Panamá y Guatemala muestran un aumento en la eficiencia del 8% y 3%, respectivamente. El gran operador de Costa Rica muestra una disminución en la eficiencia del 2% y
- c) Con la aplicación de la *SFA*, se demuestra que un aumento del volumen tiene un efecto de incremento no proporcional en los costes. En término medio, indica la presencia de economías de escala en la región.

Con el objetivo de estimar la presencia de economías de escala y explorando una base de datos de prestadores de servicios de América Latina, Ferro et al (2010), sobre una base de datos de 90 operadores en 2005, concluyeron que existen economías de escala en la prestación de los servicios de agua potable y que las variables de entorno elegidas no son significativas en la mayoría de los casos.

Finalmente, hacemos referencia al estudio de Covelli et al. (2010) que, entre otros aspectos, abordó la cuestión de la regulación. Esta investigación tuvo como objetivo realizar estimaciones econométricas sobre la eficiencia relativa de las empresas prestadoras de servicios de abastecimiento y saneamiento de agua sobre una muestra de países latinoamericanos, con datos de panel para el período 2003-2008. Los principales resultados obtenidos apuntan que el modelo basado en los clientes se ajusta mejor como una representación empírica de la producción, que el modelo basado en el volumen distribuido. La densidad de población, el vuelco con tratamiento, el porcentaje de clientes medidos, la proporción de fuente subterránea y el porcentaje de pérdidas en la red, ejercen una influencia significativa como variables ambientales del modelo empírico y, finalmente, que no hay influencia significativa de la presencia de reguladores nacionales o regionales; sin embargo, la presencia de reguladores multisectoriales a cargo de la supervisión de los prestadores impacta negativamente a la productividad.

### **III.8 Propiedad y regulación de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua y su influencia en los resultados de la gestión.**

Para iniciar esta discusión, resulta importante plantear la necesidad de dar respuesta empírica a la cuestión sobre qué operadores, públicos o privados, son los que alcanzan mejores y mayores resultados de la gestión económica en su actividad. Este es uno de las interrogantes elementales que motiva y ha motivado a los investigadores, llevándoles a promover o cuestionar procesos de privatización de los servicios y, con ello, al planteamiento de algunas teorías económicas como la teoría de los derechos de propiedad, teoría de la agencia y teoría de la elección pública.

Diversos investigadores han puesto a prueba esas teorías para conocer su aplicabilidad al sector de abastecimiento y saneamiento de agua. La discusión de estas teorías subyacentes y aplicabilidad al sector, así como la consolidación de los resultados sobre las evidencias empíricas que establecen comparaciones entre los niveles de resultados de la gestión entre los tipos de propiedad pública y privada, los

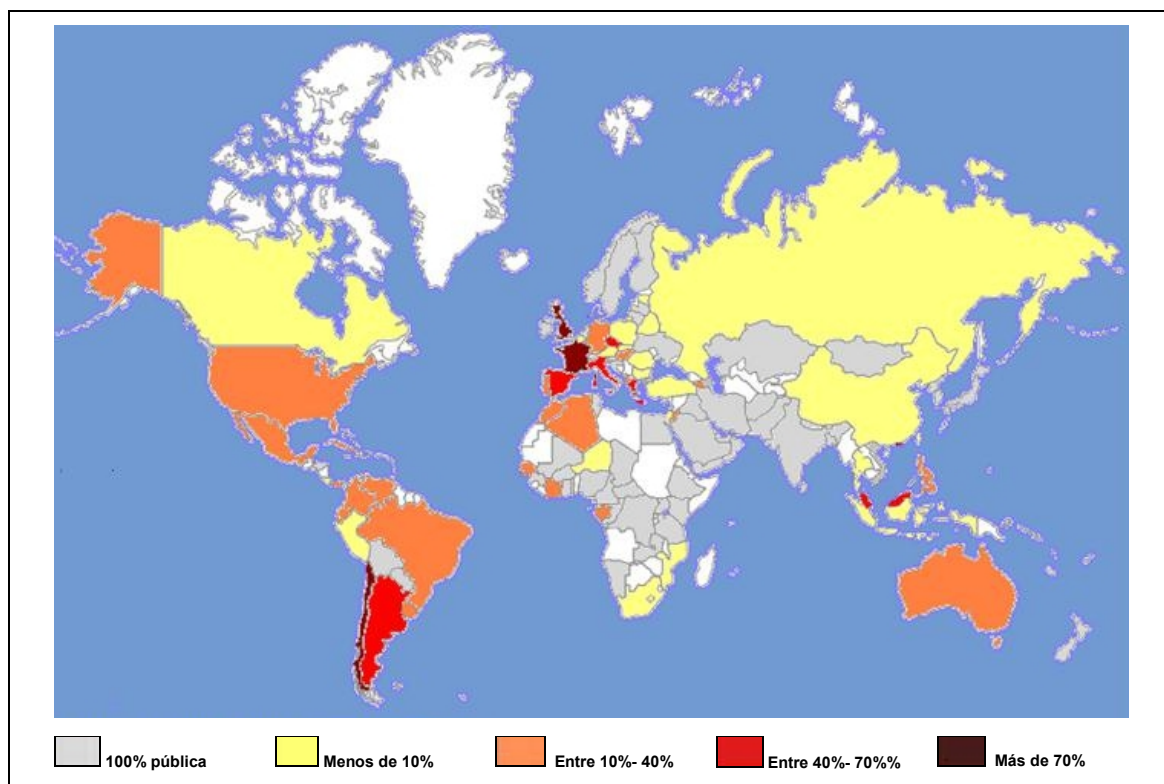
reflejos de la regulación y otras características estructurales en los resultados de la gestión del sector, se presentan a continuación.

### III.8.1 Evidencias empíricas relacionadas con la propiedad y resultados de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua.

La prestación de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, en gran parte de los países del mundo, está bajo la propiedad pública que se forma a partir de la naturaleza de la titularidad pública de estos servicios. En este sentido, la cuestión de la propiedad está más vinculada a la operación y gestión de los servicios, que a su titularidad. Partiendo de esta aclaración, la operación y gestión de los servicios puede ser puramente privada, puramente pública o de forma mixta, cuando existe una asociación público-privada.

Uno de los factores que fortalece el mantenimiento de la titularidad de los servicios en el ámbito municipal está en el enfoque estratégico de los servicios, en función de su importancia y necesidad para la sobrevivencia humana, como ya se ha argumentado anteriormente. Una visión espacial de estas estrategias y sus interacciones entre la propiedad pública y privada en el ámbito mundial es ilustrada en la figura III.1 a continuación.

Figura III.1 - Alcance de la participación privada de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en el mundo, en el año 2006



Fuente: Pérard (2006, p.2)

En la figura III.1 se puede observar los esfuerzos de cada país para alinear sus políticas públicas a las concesiones para las operaciones y gestión de los servicios, con interacciones entre las gestiones públicas y privadas. En casos extremos como en los Países Bajos, la política de propiedad para la operación y gestión de los servicios es prohibir la participación privada (ver apartado III.3.7); contrastando con el extremo opuesto donde se encuentran Inglaterra y Gales, donde existe una total privatización de estos servicios, incluyendo las transferencias de los activos operativos (ver apartado III.3.1).

Entre las teorías descritas en el apartado anterior, los sistemas públicos de abastecimiento y saneamiento de agua operados por empresas de propiedad pública suelen ser menos eficientes que aquellos gestionados por empresas de propiedad privada; esto es debido a la divergencia entre los objetivos de carácter político y social imperantes en el sector público; y los estrictamente económicos, imperantes en el sector privado. Este argumento también es corroborado por Coase (1960) al afirmar que es posible que, en algunos aspectos, el gobierno sea capaz de hacerlos a un coste más bajo que una organización privada; sin embargo, la máquina administrativa por sí sola, ya es costosa. Esto también es corroborado por Vergés (2008, p. 21) al afirmar que la teoría de los derechos de propiedad, en cuanto a su tesis de que las empresas públicas serán, por naturaleza, menos eficientes, de acuerdo con el paradigma del 'principal atomizado' de la teoría de agencia. También es válido bajo las premisas fundamentales de la teoría de la elección pública, relativas al comportamiento de los políticos y altos burócratas.

En primera instancia, estas aportaciones coinciden con estudios empíricos e investigaciones cuantitativas en las que se comparó los resultados de la gestión en organizaciones de gestión pública y privada; en los que se asegura que la propiedad no es una prueba irrefutable de un mejor o peor resultado de la gestión para el sector. Entre los autores que sustentan esta posición destacan García-Rubio et al. (2009a y 2009b); Abbott y Cohen (2009); Pérard (2009); González-Gómez y García-Rubio (2008); Bel y Warner (2008) y Renzetti y Dupont (2004 y 2003).

Tal como se ha presentado en el apartado III.2.1, las pruebas o tests empíricos de naturaleza cuantitativa para evaluar las diferencias entre los resultados de las gestiones provenientes de la propiedad pública y privada, empezaron con el trabajo seminal de Mann y Mikesell (1976), el cual tuvo como objetivo examinar los resultados de la gestión de las empresas operadoras de los servicios de abastecimiento y

saneamiento de agua, en cada forma de propiedad, examinando los datos promedios de costes para la operación del sistema y del capital invertido en el mismo, concluyendo con la superioridad de los resultados en los operadores de gestión pública; contrariando así las asunciones clásicas del paquete formado por las teorías de los derechos de propiedad, de la agencia y de elección pública.

Desde entonces, existen al menos 59 estudios con aplicaciones empíricas para los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de los Estados Unidos, Inglaterra y Gales, España, Alemania, Francia, Portugal, India, Malasia, Argentina, Brasil y Chile. Además, también se encontraron estudios cruzados ente los países de Asia del pacífico y africanos, tal como puede observarse en el resumen presentado en la tabla III.15 a continuación.

**Tabla III.15 – Estudios cuantitativos de la evaluación comparativa de los resultados de la gestión de los operadores públicos y privados de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua**

Estudio/País	Método	Resultados
Mann y Mikesell (1976) Estados Unidos	OLS	Operadores de propiedad privada tienden a tener costes operativos más altos, posiblemente atribuidos a las diferencias de salarios-sueldos.
Morgan (1977) Estados Unidos	OLS	Operadores de propiedad privada presentan una estructura de costes más baja
Crain y Zardkoohi (1978) Estados Unidos	OLS	Operadores de propiedad privada alcanzan altos niveles de eficiencia económica y bajos costes; en comparación con su contraparte de propiedad pública.
Crain y Zardkoohi (1980) Estados Unidos	OLS	El uso de los factores capital y trabajo se diferencia entre los operadores de propiedad pública y privada. Los de propiedad pública emplean, relativamente, más mano de obra y menos capital por unidad de producción que sus contrapartes de propiedad privada.
Bruggink (1982) Estados Unidos	OLS	Operadores de propiedad pública alcanzan costes operativos más bajos que los operadores de propiedad privada.
Feigenbaum y Teeple (1983) Estados Unidos	OLS	Sin diferencias significativas de costes entre los operadores de propiedad pública y privada.
Byrnes et al. (1986) Estados Unidos	DEA	No se encontró evidencia significativa que los operadores de propiedad pública desperdician más o trabajan con más holgura que los operadores de propiedad privada.
Fox y Hofler (1986) Estados Unidos	SFA	Sin diferencias significativas de costes entre los operadores de propiedad pública y privada.
Hausman et al. (1986) Estados Unidos	PI y OLS	Sin diferencias significativas de costes operativos entre los operadores de propiedad pública y privada.
Teeple y Glycer (1987a) Estados Unidos	OLS	No hubo diferencias significativas en la prestación de los servicios públicos de agua por operadores de propiedad pública, comparados con los prestados por operadores de propiedad privada.
Teeple y Glycer (1987b) Estados Unidos	OLS	Sostienen la igualdad de los operadores de propiedad pública y privada.
Byrnes (1991) Estados Unidos	SFA	No hay efecto de la propiedad en los costes de operación del servicio.
Lambert et al. (1993) Estados Unidos	DEA	Operadores de propiedad pública son técnicamente y globalmente más eficientes que los de propiedad privada
Raffiee et al. (1993) Estados Unidos	OLS	Los costes observados son menores para los operadores de propiedad privada que para los de propiedad pública.
Bhattacharyya et al. (1994) Estados Unidos	SUR	Operadores de propiedad pública son, en promedio, más eficientes que los de propiedad privada, sin embargo, son más dispersos en las buenas y malas prácticas.
Bhattacharyya et al. (1995a) Estados Unidos	SFA	Para los operadores que actúan en pequeños niveles de producción, la propiedad privada es más eficiente que la propiedad pública. Por otra parte, los operadores de propiedad pública con altos niveles de operaciones son más eficientes que los de propiedad privada.
Bhattacharyya et al. (1995b) Estados Unidos	SUR	Operadores de propiedad privada son técnicamente más eficientes que los de propiedad pública.
Neal, et. al (1996) Estados Unidos	PI	En términos de coste del capital, ingresos y eficiencia operativa, los operadores de propiedad privada son más eficientes que los operadores de propiedad pública
Houtsma (2003) Estados Unidos	PI	A pesar de que los operadores de propiedad privada tengan en promedio una tarifa mayor que los operadores de propiedad pública, en términos de eficiencia las dificultades de comparación ponen en duda las comparaciones de eficiencia en las dos propiedades, principalmente el hecho de que las de propiedad privada alcancen mayores eficiencias



**Tabla III.15 – Estudios cuantitativos de la evaluación comparativa de los resultados de la gestión de los operadores públicos y privados de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua (continuación)**

Estudio/País	Método	Resultados
Shih et al. (2004) Estados Unidos	DEA y SFA	Operadores de propiedad pública tienen menores costes que los operadores de propiedad privada.
Mosheim (2006) Estados Unidos	SFA	La propiedad no interfiere en la eficiencia técnica ni en la de asignación; sin embargo, los operadores de propiedad privada son más rentables y sostenibles que los de propiedad pública, que tienden a incrementar las tarifas, una vez que las diferencias en las ineficiencias de costes no explican las variaciones de los ingresos.
Wallsten y Kosec (2008) Estados Unidos	POR	En términos del cumplimiento de la Ley de Agua Potable (SDWA), no hay diferencias significativas entre los dos tipos de propiedad.
Norton y Weber (2009) Estados Unidos	DEA	De forma general, los servicios públicos de agua prestados por operadores de propiedad pública son más eficientes, seguidos de los prestados por operadores sin fines lucrativos y, por último, los prestados por operadores de propiedad privada.
Pérard (2009) Estados Unidos	OLS	En términos de cumplimiento de la Ley de agua potable, no hay diferencias significativas entre los dos tipos de propiedad.
Lynk (1993) Inglaterra y Gales	SFA	El nivel promedio de ineficiencia de los operadores de agua de propiedad privada parece haber sido mucho mayor que el de los operadores de propiedad pública, en el período inmediatamente anterior a la privatización.
Shaoul (1997) Inglaterra y Gales	PI	Los significativos aumentos en la eficiencia se habían producido antes de la privatización, que dejó poco espacio para mejorar la eficiencia sin reducir los niveles de servicio y la prestación de servicios en el futuro.
Ashton (2000a) Inglaterra y Gales	GLS y TFP	La privatización no parece haber elevado el nivel de tecnología o de crecimiento de la productividad desde 1989.
Saal y Parker (2000) Inglaterra y Gales	SUR	Los modelos muestran que después de la privatización no se produjo una reducción estadísticamente significativa en la tasa de crecimiento tendencial de los costes totales, rechazando la hipótesis de que el proceso de privatización en 1989 proporcionó un aumento de la eficiencia.
Saal y Parker (2001) Inglaterra y Gales	TFP y TTP	A pesar de la reducción de la mano de obra, la hipótesis de que la privatización se ha traducido en un aumento estadísticamente significativo en el crecimiento de la productividad global de la WASCs debe ser rechazada.
Saal y Parker (2004) Inglaterra y Gales	SUR y TFP	Con la utilización de métodos paramétricos y no paramétricos, a pesar de algunas contradicciones en los resultados, no se encuentran aumentos de productividad que se puedan atribuir directamente a la privatización.
Erbetta y Cave (2007) Inglaterra y Gales	DEA y SFA	Los resultados no permiten conclusiones de mejoras significativas de eficiencia en función de la privatización.
Saal et al. (2007) Inglaterra y Gales	TFP y SFA	Después de la privatización hubo mejora de la tecnología, sin aumentos de productividad.
Ordóñez y Bru (2003) España	DEA	El tipo de propiedad no es garantía incuestionable de una mayor eficiencia, ni la razón que justifique la necesidad de acudir a una gestión privada en este servicio.
García-Sánchez (2006) España	DEA	No hay pruebas significativas de las diferencias de la eficiencia técnica entre la gestión pública y privada.
García-Rubio et al. (2009a) España	DEA	Los operadores de propiedad privada son más eficientes en la reducción de costes, pero tienen menos eficiencia hidráulica que los de propiedad pública.
García-Rubio et al. (2009b) España	DEA	Los operadores de propiedad pública son más eficientes que los de propiedad privada.
Picazo-Tadeo et al. (2009a) España	DEA	La diferencia entre el promedio de los puntajes de la eficiencia técnica es insignificante; sin embargo, para la eficiencia específica de la mano de obra, la propiedad privada es más eficiente.
Picazo-Tadeo et al. (2009b) España	DEA	Operadores de propiedad privada superan a los de propiedad pública en la gestión de los factores de producción específicos, principalmente mano de obra.
Ruester y Zschille (2010) Alemania	OLS	Los consumidores pagan más caro cuando los operadores de propiedad privada están involucrados en el suministro de agua. Una baja calidad del agua está relacionada con una mayor probabilidad de participación del sector privado.
Ménard y Saussier (2000) Francia	LGR	No hay ninguna ventaja absoluta de un modo específico de forma de gobierno, los resultados de la gestión dependen de la adecuación del modo de gobierno a las cualidades de la transacción.
Martins et al. (2006a) Portugal	OLS	Relación positiva y significativa entre la propiedad privada y los costes totales.
Marques (2008a) Portugal	TFP	Operadores privados y más rurales son los que presentan mayores valores de productividad

**Tabla III.15 – Estudios cuantitativos de la evaluación comparativa de los resultados de la gestión de los operadores públicos y privados de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua (continuación)**

Estudio/País	Método	Resultados
Marques (2008b) Portugal	<i>PI</i> ; <i>TFP</i> y <i>DEA</i>	En la comparación de los indicadores parciales, los operadores de propiedad privada, por lo general, presentan un mejor resultado de la gestión, en particular sobre la calidad del agua, las pérdidas de agua y la mano de obra. Esta realidad es innegable en el tema de la calidad del agua. La productividad total de los factores es superior en los operadores de propiedad privada. La comparación de eficiencia por medio de la técnica <i>DEA</i> , indicó superioridad de los operadores de propiedad pública.
Estache y Rossi (2002) Asia Pacífico	<i>SFA</i>	La eficiencia no es significativamente diferente entre los operadores de propiedad privada; comparada con los de propiedad pública.
Gupta et al. (2006) India	<i>DEA</i>	El tipo de la gestión ejerce influencia en la eficiencia y, en cierta medida, corrobora los resultados que los operadores de propiedad privada están relativamente mejor en comparación con sus contrapartes públicos, pero sin una prueba estadística robusta.
Kumar (2010) India	<i>DEA</i>	No hay pruebas significativas de que la propiedad sea determinante para los resultados de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua.
Munisamy (2009) Malasia	<i>DEA</i>	No hay pruebas concluyentes de que la propiedad privada es más exitosa que la propiedad pública, ya que hay también operadores de propiedad pública técnicamente eficientes.
Estache y Kouassi (2002) Países Africanos	<i>GMM</i>	La privatización ha tenido un impacto positivo en la eficiencia técnica de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en el contexto africano.
Kirkpatrick et al. (2004) Países Africanos	<i>DEA</i> y <i>SFA</i>	Con base en los indicadores estadísticos y el <i>DEA</i> , el estudio confirma que la privatización puede conducir a mejoras de resultados de la gestión. Sin embargo, el análisis frontera estocástica de coste demostró que, mientras que el coeficiente de la variable de la propiedad fue negativo, en consonancia con menores costes de propiedad privada, el resultado no fue estadísticamente significativo.
Kirkpatrick et al. (2006) Países Africanos	<i>DEA</i> y <i>SFA</i>	Los resultados, en conjunto, no proporcionan una fuerte evidencia de las diferencias en los resultados de la gestión de los operadores de servicios públicos de agua de propiedad pública y privada en África. Los resultados del <i>DEA</i> presentan una superioridad del sector privado, el análisis de frontera estocástica de costes proporcionó algunas pruebas de que los operadores de propiedad pública tienen un mejor funcionamiento en los costes, pero sin significatividad estadística.
Estache y Trujillo (2003) Argentina	<i>TFP</i>	La privatización mejoró la productividad.
Oliveira y Fernandez (2004) Brasil	<i>OLS</i> y <i>COLS</i>	Nivel de producción de los operadores estatales fue 79,8% menor que el verificado en los operadores de propiedad privada, siendo 43,7% oriundo de menores productividades marginales del trabajo y del capital, y el restante de otros factores no observables. Los factores de la ineficiencia técnica y de asignación en conjunto fueron responsables por un aumento del 28,4% en los costes de los estatales en relación a los costes de los privados.
Faria et al. (2005) Brasil	<i>SFA</i>	Los operadores de propiedad privada son sólo marginalmente más eficientes que los de propiedad pública.
Seroa da Motta y Moreira (2006) Brasil	<i>DEA</i> y <i>TFP</i>	La propiedad no tiene importancia para los operadores municipales.
Da Silva e Souza et al. (2007) Brasil	<i>SFA</i>	No hay pruebas de que los operadores de propiedad privada y pública sean significativamente diferentes en términos de eficiencia.
Grigolin (2007) Brasil	<i>DEA</i>	En promedio, las empresas privadas son más eficientes que los operadores municipales y regionales, si suponemos rendimientos constantes a escala. Los operadores regionales son más eficientes que los operadores privados y municipales teniendo en cuenta rendimientos variables a escala.
Da Silva e Souza et al. (2008) Brasil	<i>SFA</i>	Evidencia de que los operadores de propiedad pública son más eficientes; sin embargo, la diferencia en eficiencia está declinando.
Sabbioni (2008) Brasil	<i>OLS</i>	Operadores de propiedad pública de alcance regional tienen mejores resultados de la gestión que los operadores de propiedad privada y pública de alcance local, reforzando la hipótesis de economías de escala reales. En la comparación de operadores de alcance local, los de propiedad privada suelen tener mejores resultados de la gestión.
Bitrán y Valenzuela (2003) Chile	<i>PI</i>	El aumento de la eficiencia de la gestión privada se traducirá en menores tarifas a largo plazo, siempre y cuando la tasa de ajuste del sistema permita una transferencia rápida de las eficiencias a los precios finales.

*OLS* - Mínimos cuadrados ordinarios; *COLS* - Mínimos cuadrados ordinarios ajustados; *SFA* - Análisis de frontera estocástica; *DEA* - Análisis envolvente de datos; *PI* - Análisis por indicadores de gestión; *SUR* - Regresiones que aparentemente no están relacionadas; *POR* - Regresión Poisson; *GMM* - Método de los momentos generalizados; *TFP* - Productividad total de los factores; *GLS* - Mínimos cuadrados generalizados; *LGR* - regresión Logit.

En la tabla se puede observar que la mayoría de los estudios analizados en los que se compara los resultados de la gestión entre los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, han sido llevados a cabo en los

Estados Unidos, con un total de 25 estudios; seguido de los 8 estudios realizados en Inglaterra y Gales; 7 en Brasil y 6 en España. Igualmente se puede observar que, aunque los resultados provienen de la aplicación de más de una técnica, el método más utilizado fue el *DEA* con 20 estudios; seguido del *OLS* aplicado en 15 investigaciones y el *SFA* aplicado en 14 estudios; lo que evidencia una notoria superioridad en la elección de métodos de análisis de frontera para realizar dichas comparaciones.

En términos cuantitativos absolutos, de los 59 estudios se obtuvieron aproximadamente 72 resultados para la comparación de los resultados de la gestión de los operadores públicos versus privados; de los cuales 36 presentaron ausencia de diferencias significativas, en 16 se concluyó la superioridad en la gestión pública, y en 20 se concluyó la superioridad en la gestión privada. Igualmente, de los 7 estudios aplicados a los operadores brasileños, se obtuvieron 10 resultados comparativos entre ambos tipos de propiedad y sus respectivas gestiones, observándose en 4 de ellos la superioridad de la gestión privada, en 3 la superioridad en la gestión pública y 3 estudios con resultados donde no se observaron diferencias significativas entre los dos tipos de gestión. Igualmente la técnica estadística predominante fue el método *SFA* aplicado en 3 investigaciones y el *DEA* con 2 aplicaciones.

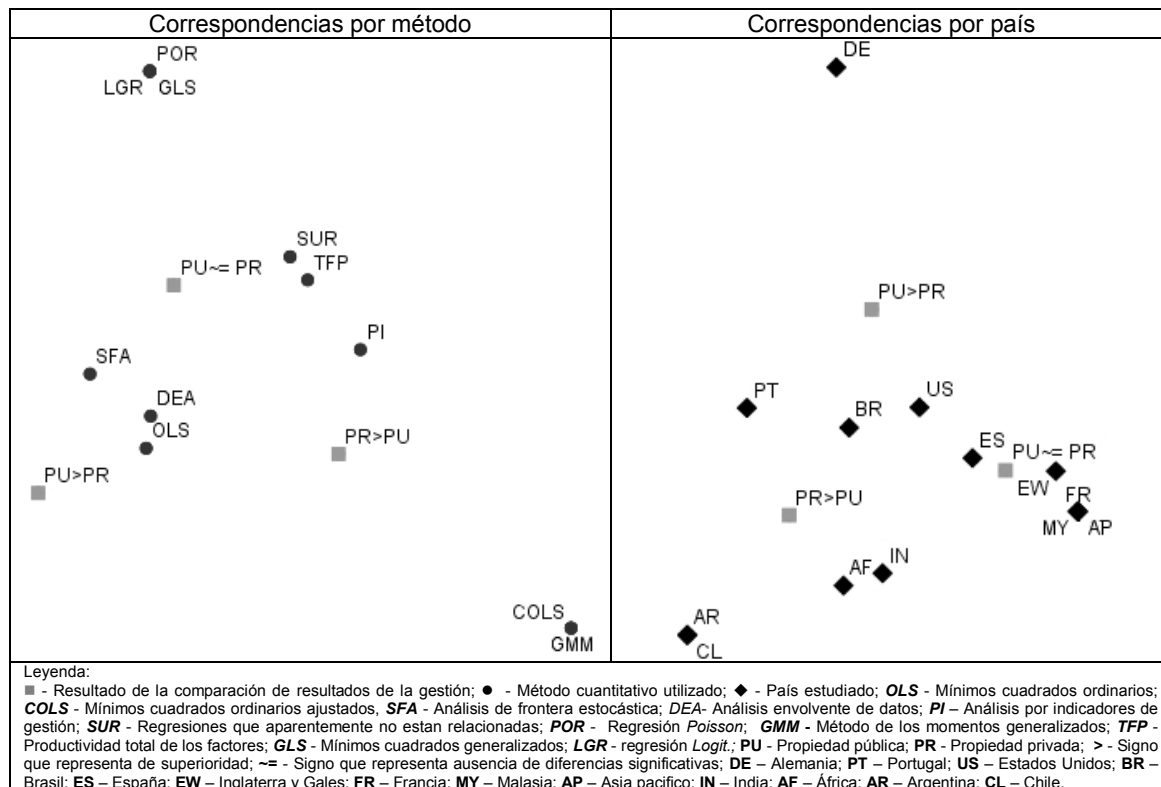
De los resultados de los análisis de los contenidos de los trabajos empíricos en los que se comparan los resultados de la gestión con las técnicas cuantitativas, se puede observar con frecuencia la obtención de resultados contradictorios, tanto en los de ámbito mundial, como en aquellos restringidos a la realidad brasileña, distanciándose de algunas suposiciones de las teorías clásicas donde se plantea cierta superioridad en la gestión privada.

Una mejor visión de los conflictos entre los resultados presentados para los resultados de las gestiones de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua operados por empresas de propiedad pública versus privada, puede ser dada a partir de las interacciones entre los resultados presentados por los estudios versus el método utilizado; así como también los resultados presentados por los estudios versus el país analizado. Para esto se utilizó el análisis de correspondencias con dos dimensiones del programa de análisis de datos estadísticos *SPSS*<sup>48</sup>, cuyos resultados son presentados a continuación en el gráfico III.1.

---

<sup>48</sup> Paquete estadístico para las ciencias sociales (*Statistical Package for the Social Sciences*).

**Gráfico III.1 - Visión espacial en dos dimensiones de la comparación de los resultados de la gestión de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua, operados por empresas de propiedad pública versus privada.**



A partir de la ilustración gráfica anterior se puede identificar que, con el uso de la técnica de análisis de los *PI*, *COLS* y *GMM*, los resultados permiten inferir que existe una superioridad de la gestión privada. Por otra parte, los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los métodos *POR*, *LGR*, *GLS*, *SUR* y *TFP*, permiten inferir la inexistencia de diferencias significativas entre ambos tipos de gestión. Sin embargo, los resultados obtenidos de la aplicación de los métodos *SUR* y *TFP*, permitieron comprobar pequeñas desviaciones hacia una superioridad de la gestión privada.

Por otro lado, los resultados obtenidos de la aplicación del *DEA*, *OLS* y *SFA*, fueron un poco menos específicos, oscilando siempre entre los tres resultados posibles (superioridad pública, superioridad privada y ausencia de diferencias significativas); aunque con una leve tendencia a la superioridad de la propiedad pública, seguido de la ausencia de diferencias significativas.

Analizando la realidad presentada para los operadores de cada país, los resultados de Inglaterra y Gales son robustos al afirmar que la propiedad no ejerce influencia significativa en los resultados de la gestión pues, entre todos sus estudios, solamente el de Lynk (1993) concluyó en la superioridad de la gestión pública del sector, basado en datos obtenidos antes del proceso de privatización total del sistema en 1989. Conclusiones similares fueron extraídas de las aplicaciones empíricas sobre

la realidad española, diferenciándose en la existencia de un estudio realizado por García-Rubio et al. (2009b) en el que se concluye la superioridad de la gestión pública y otro realizado por Picazo-Tadeo et al. (2009b) en el que se concluye la superioridad de la gestión privada. Sin embargo, en los estudios españoles se utiliza la misma técnica cuantitativa *DEA* para la estimación de sus resultados y obtención de conclusiones, fortaleciendo así su robustez de que la propiedad no es garantía absoluta de un mejor o peor resultado de la gestión.

Otras realidades y circunstancias particulares reinantes en países o regiones como Francia, Malasia y Asia del Pacífico produjeron conclusiones con tendencia a la ausencia de diferencias significativas en los resultados de la gestión, al comparar los dos tipos de propiedad. Sin embargo, no se encontró más de un estudio para comparar los resultados y comprobar la robustez de sus conclusiones. Una situación similar de ausencia de robustez fue también observada en los estudios aplicados en Alemania, en los que se concluyó la superioridad de la gestión pública, así como en otros realizados en Argentina y Chile, en los que se concluyó la superioridad de la gestión pública.

En la realidad portuguesa se concluyó con la existencia de diferencias en los resultados de la gestión entre los distintos tipos de propiedad y sus modelos de gestión, cuyos resultados presentan una predominancia de la superioridad de la gestión privada sobre la pública. Los resultados para la superioridad de la gestión privada también se mostraron más acentuados en los estudios aplicados a los operadores de los países africanos.

Entre todos los países analizados, los resultados menos convergentes fueron los obtenidos en los estudios realizados en Estados Unidos y Brasil, este último objeto de estudio de la presente investigación. Para los operadores estadounidenses, en 13 de los casos no se observaron pruebas significativas de que los resultados de la gestión estén afectados por las gestiones de cada tipo de propiedad; mientras que en 8 casos se concluyó la superioridad de la gestión pública y en 6 estudios los resultados se decantaron por la superioridad de la gestión privada. Por tanto, aunque divergentes, dichos estudios presentaron una mayor tendencia a la ausencia de diferencias significativas entre los dos tipos de gestión.

Por otro lado, los estudios realizados en el contexto brasileño, resultaron en 4 investigaciones en las que se concluyó la superioridad de la gestión privada; 3 estudios donde se obtuvo la superioridad en la gestión pública y 3 estudios en los que se concluyó en la inexistencia de diferencias significativas entre la gestión pública y

privada, ubicando la realidad brasileña casi en el baricentro del triángulo definido por los tres puntos del gráfico III.1 que representan los tres resultados posibles para este tipo de comparación.

Estos resultados demuestran, tanto en el ámbito internacional como en la realidad brasileña, la existencia de una controversia, tal como ya había sido presentada por García-Rubio et al. (2009a y 2009b); Pérard (2009); Abbott y Cohen (2009); González-Gómez y García-Rubio (2008); Bel y Warner (2008) y Renzetti y Dupont (2004 y 2003).

Ese planteamiento ya habría sido descrito por Laffont (1996, p. 1242) al argumentar que la propiedad no desarrolla ningún papel en el mundo de los contratos completos, pues todo lo que se logra con la privatización, podría ser duplicado por un contrato apropiado con una empresa pública, a excepción de una imposibilidad, en la práctica, del establecimiento de contratos completos. En este sentido, el planteamiento de Laffont (1996) está más alineado con los resultados de la comparación de las gestiones entre los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de propiedad pública versus propiedad privada, que los planteamientos clásicos de las teorías de los derechos de propiedad, de la agencia y de la elección pública.

Uno de los motivos que explica la dificultad de constatar la superioridad de los resultados de las gestiones obtenidos en operadores de propiedad privada para el sector de saneamiento, está asociada a su característica de industria de red de servicios de utilidad pública, lo que le conduce a una condición de monopolio natural que elimina la competencia y, consecuentemente, desmotiva la búsqueda continua de mayores índices de eficiencia y productividad, independientemente de la propiedad del operador de los servicios<sup>49</sup>. Esto es coherente con la teoría desarrollada por Leibenstein (1966) en la que se explicó el por qué las empresas en condición de monopolio, independientemente de su propiedad, son “*X-ineficientes*” con relación a las empresas que actúan en régimen de libre competencia.

Finalmente, en función de la presunción de que el sector de abastecimiento y saneamiento de agua obtienen un bajo resultado de la gestión, independientemente de su propiedad, no se puede olvidar que la regulación económica debe proporcionar incentivos en la búsqueda de una gestión satisfactoria para el sector, que conforme fue comentado en el apartado II.3, es el resultado obtenido de los efectos explicados

---

<sup>49</sup> Para una visión completa de dicho argumento con comparaciones de los resultados de la gestión entre varias industrias, puede verse Boardman y Vining (1989) y Vickers y Yarrow (1991).

por las interacciones entre las teorías de los derechos de propiedad, teoría de la agencia y teoría de la elección pública. A continuación se abordan algunas evidencias empíricas sobre el efecto de las regulaciones en los resultados de la gestión de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua.

### **III.8.2 Evidencias empíricas relacionadas con la regulación y resultados de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua.**

De la misma forma que algunos autores han realizado comparaciones de los resultados de la gestión obtenidos por los diversos operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua, en el estudio de Abbott y Cohen (2009) los autores también llevaron a cabo un análisis de contenido de la literatura empírica, en la que investigaron los efectos de la regulación de los servicios en los resultados de la gestión económica de los operadores. En total, los autores analizaron 7 estudios empíricos, cuyos resultados en consenso concluyeron que la regulación proporciona efectos positivos en los resultados de la gestión del operador, convergiendo con los dictámenes de la teoría económica subyacente de la regulación para las industrias monopólicas, que determinan que los incentivos proporcionados por la regulación motiva una mejora en sus resultados de la gestión.

Entre los primeros estudios puede citarse el de Peltzman (1971) y De Alessi (1974), dirigido al sector eléctrico, en el que se analizaron las consecuencias de la propiedad gubernamental y de la regulación. Posteriormente, Mann y Mikesell (1976) toman los aportes de Peltzman (1971) y De Alessi (1974) y realizan una prueba para determinar diferencias entre los costes de los operadores bajo la regulación local versus los servicios prestados bajo regulación estatal, esta última influenciada por una mayor eficiencia. Este trabajo también fue identificado como el primero en el que se investigaran los aspectos de la regulación en su forma básica; es decir, el tipo de ente regulador al que el operador está subordinado. Posteriormente, los trabajos evolucionaron hacia el análisis de factores más complejos, como la asimetría de la información que fue desarrollado en el trabajo pionero de Wolak (1994) e igualmente por Sawkins (1996) con estudios sobre la incidencia de los eventos reguladores en el mercado bursátil. Finalmente, Dijkgraaf et al. (2007) analizan el modelo de regulación llevado a cabo de forma espontánea y voluntaria, inicialmente implementada en los Países Bajos y seguida por Portugal, conocida como competencia por exposición (*sunshine competition*) en que se divulgan las peores y mejores prácticas, proporcionando un incentivo por rivalidad.

En resumen, han sido unos 29 estudios con esos perfiles, de los que se han obtenido al menos unos 36 resultados empíricos en los que se utilizan 11 diferentes técnicas cuantitativas de análisis que fueron aplicadas a los operadores de los Estados Unidos, México, Inglaterra y Gales, Portugal, Países Bajos, África, Latinoamérica; así como en estudios cruzados entre países involucrando a Holanda, Inglaterra y Gales, Australia, Portugal y Bélgica. En la tabla III.16 a continuación se presenta un resumen de dichas investigaciones por autor, en la que se describen las principales aportaciones de cada una; así como las técnicas utilizadas en el estudio.

**Tabla III.16 – Estudios cuantitativos sobre la influencia de la regulación en los resultados de la gestión de los servicios prestados por operadores de servicios de abastecimiento y saneamiento de agua**

Estudio	Método	Principales resultados
Mann y Mikesell (1976) Estados Unidos	OLS	Los operadores de los servicios públicos de agua bajo regulación local tienen mayores costes unitarios de funcionamiento que los operadores regulados por agencias reguladoras estatales (provinciales).
Bruggink (1982) Estados Unidos	OLS	La regulación no ejerce influencia en los costes
Wolak (1994) Estados Unidos	OLS	El operador que posee la información exclusiva y que el regulador no puede conocer totalmente, pues requiere de un esfuerzo para obtenerla, posee un nivel superior de costes y de <i>outputs</i> en relación con el operador cuyo regulador puede conocer totalmente su información exclusiva.
Aubert y Reynaud (2005) Estados Unidos	SFA	Los operadores regulados por la tasa de retorno son, en promedio, más eficientes; mientras que los operadores regulados por un modelo híbrido son, en promedio, menos eficientes.
Brocas et al. (2006) Estados Unidos	GMM	La regulación por tasa de retorno proporciona un resultado superior para el operador, comparado con aquellos que utilizan la regulación por precio máximo.
Wallsten y Kosec (2008) Estados Unidos	POR	La competencia, incluso en su forma más débil de evaluación comparativa por los consumidores o por los reguladores, puede mejorar el funcionamiento de los operadores.
Ozuna y Gomez (1998) México	SUR	No hay evidencia de que las limitaciones impuestas por el entorno regulador en el que opera un servicio público de abastecimiento y saneamiento de agua distorsionen los precios de los factores productivos.
Anwandter y Ozuna (2002) México	DEA	El establecimiento de un regulador autónomo no constituye un mecanismo de control útil, una vez que no tuvo un efecto positivo en la eficiencia técnica de los operadores.
Lynk (1993) Inglaterra y Gales	SFA	Mejoras en la productividad de las Autoridades Regionales de Aguas - <i>RWAs</i> inducida, en parte, por el objetivo de reducción de los costes operativos impuesta por las autoridades.
Sawkins (1996) Inglaterra y Gales	SUR	El equilibrio entre las partes interesadas es proporcionado por las obligaciones legales del regulador.
Morana y Sawkins (2000) Inglaterra y Gales	GARCH	Reducción significativa de la volatilidad de los precios de las acciones en ocho de las diez compañías operadoras de abastecimiento y saneamiento de agua.
Saal y Parker (2000) Inglaterra y Gales	SUR	Los resultados demuestran una disminución estadísticamente significativa en la tendencia de crecimiento de los costes después de la revisión de precios 1994/1995, aceptando la hipótesis de que el fortalecimiento de la regulación a partir de 1995 condujo a mejoras de eficiencia apreciables.
Saal y Parker (2001) Inglaterra y Gales	TFP	Los resultados de la mejora de productividad no son consistentes con la hipótesis de que el sistema de regulación se hizo más eficaz en la generación de incrementos de eficiencia después de la revisión de precios y consistentes con la noción de una regulación más rigurosa a partir de 1995 para prevenir el crecimiento superior a la rentabilidad, en comparación con los primeros cinco años de la propiedad privada.
Bottasso y Conti (2003) Inglaterra y Gales	SFA	El patrón de ineficiencia podría haber sido generado por los incentivos ofrecidos por elementos comparativos y competencia del mercado de capitales que llegó a ser plenamente operativo después de la revisión de precios de 1994.
Saal y Parker (2004) Inglaterra y Gales	SUR y TFP	Los aumentos de productividad que se produjeron tras la privatización son atribuibles al sistema de regulación económica que se aplicó a las compañías de abastecimiento y saneamiento de agua de Inglaterra y Gales, y que se hicieron más estrictos a partir de 1994.
Saal y Reid (2005) Inglaterra y Gales	SUR	El endurecimiento de la regulación parece haber tenido un impacto positivo, estadísticamente significativo, sobre el aumento de la productividad de los costes operativos.



**Tabla III.16 – Estudios cuantitativos sobre la influencia de la regulación en los resultados de la gestión de los servicios prestados por operadores de servicios de abastecimiento y saneamiento de agua (continuación)**

Estudio	Método	Principales resultados
Saal y Parker (2006) Inglaterra y Gales	TFP y SFA	La eficiencia promedio disminuyó hasta 1996 y luego mejoró. La mejora está en una posible respuesta a la presión reguladora resultante de la revisión de precios de 1995 por la <i>Ofwat</i> . Más tarde, los resultados de la gestión se redujeron de nuevo hasta el año 2000, cuando otra mejora se produjo, posiblemente en respuesta a una revisión de precios en 1999.
Erbetta y Cave (2007) Inglaterra y Gales	DEA	Los aspectos reglamentarios tras la privatización parecen reducir la ineficiencia de asignación y el cambio reglamentario definido por la revisión de precios de 1999 condujo a una reducción significativa de la ineficiencia técnica.
Saal et al. (2007) Inglaterra y Gales	TFP y SFA	La productividad mejoró tras la modificación normativa más restricta al régimen financiero establecida por la regulación.
Bottasso y Conti (2009) Inglaterra y Gales	GLS	El cambio técnico resultó ser más acelerado y se convirtió en positivo en el tercer año del panel, probablemente debido a la revisión de 1999 con la que se impusieron más rigor en la fórmula del <i>price cap</i> , induciendo a tales empresas a que mejoraran sus índices de eficiencia y productividad.
Martins et al. (2006b) Portugal	OLS	No existen evidencias significativas de los efectos de la regulación en los costes de los operadores.
Martins et al. (2008) Portugal	OLS	No existen evidencias significativas de los efectos de la regulación en la eficiencia de los costes de los operadores.
Dijkgraaf et al. (2007) Países Bajos	COLS y SFA	La competencia por exposición mejoró la eficiencia de los operadores.
De Witte y Saal (2009) Países Bajos	DEA y FDH	La regulación del tipo de competencia por exposición puede ser eficaz y adecuada para los operadores.
De Witte y Dijkgraaf (2010) Países Bajos	FDH y COLS	La regulación por incentivos aumentó significativamente la eficiencia de los operadores de agua potable de los Países Bajos.
De Witte y Marques (2010) Holanda, Inglaterra y Gales, Australia, Portugal y Bélgica	DEA	Incentivos reglamentarios mejoran la eficiencia de los operadores.
Kirkpatrick et al. (2004a) Países Africanos	SFA	No hay pruebas significativas de que la existencia o no de una regulación de precios ejerza una influencia en los costes de los operadores.
Kirkpatrick et al. (2006) Países Africanos	SFA	No hay pruebas significativas de que la existencia o no de una regulación de precios ejerza una influencia en los costes de los operadores.
Covelli et al. (2010) Latinoamérica	SFA	No hay influencia significativa de la presencia de reguladores nacionales o regionales; sin embargo, se observa un significativo aporte negativo a la productividad de la presencia de reguladores multisectoriales a cargo de la supervisión de los prestadores.

OLS - Mínimos cuadrados ordinarios; COLS - Mínimos cuadrados ordinarios ajustados. SFA - Análisis de frontera estocástica; DEA - Análisis envolvente de datos; PI - Análisis por indicadores de gestión; SUR - Regresiones que aparentemente no están relacionadas; POR - Regresión Poisson; GMM - Método de los momentos generalizados; TFP - Productividad total de los factores; GLS - Mínimos cuadrados generalizados; GARCH - Heteroscedasticidad autorregresiva condicional generalizada; FDH - Superficie de libre disponibilidad.

Puede observarse en la tabla anterior que la mayoría de las investigaciones realizadas sobre los efectos en los resultados de la gestión de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, se llevaron a cabo en Inglaterra y Gales, con 12 estudios; seguido de Estados Unidos donde se desarrollaron 6 estudios; Países Bajos con 4 estudios y México con 2 estudios.

Igualmente, al identificar las técnicas estadísticas de análisis utilizadas por los autores en sus respectivas investigaciones y considerando que algunos de ellos aplicaron la combinación de dos o más técnicas, puede observarse que el método más común fue el SFA, aplicado en 10 investigaciones; seguido del OLS y SUR, con 5 aplicaciones cada uno y el DEA y TFP con 4 aplicaciones cada uno. Igualmente, se observa que el test de la influencia de propiedad es el más utilizado por los

investigadores, reafirmando la adecuación de los métodos de análisis de frontera para este tipo de estudios comparativos.

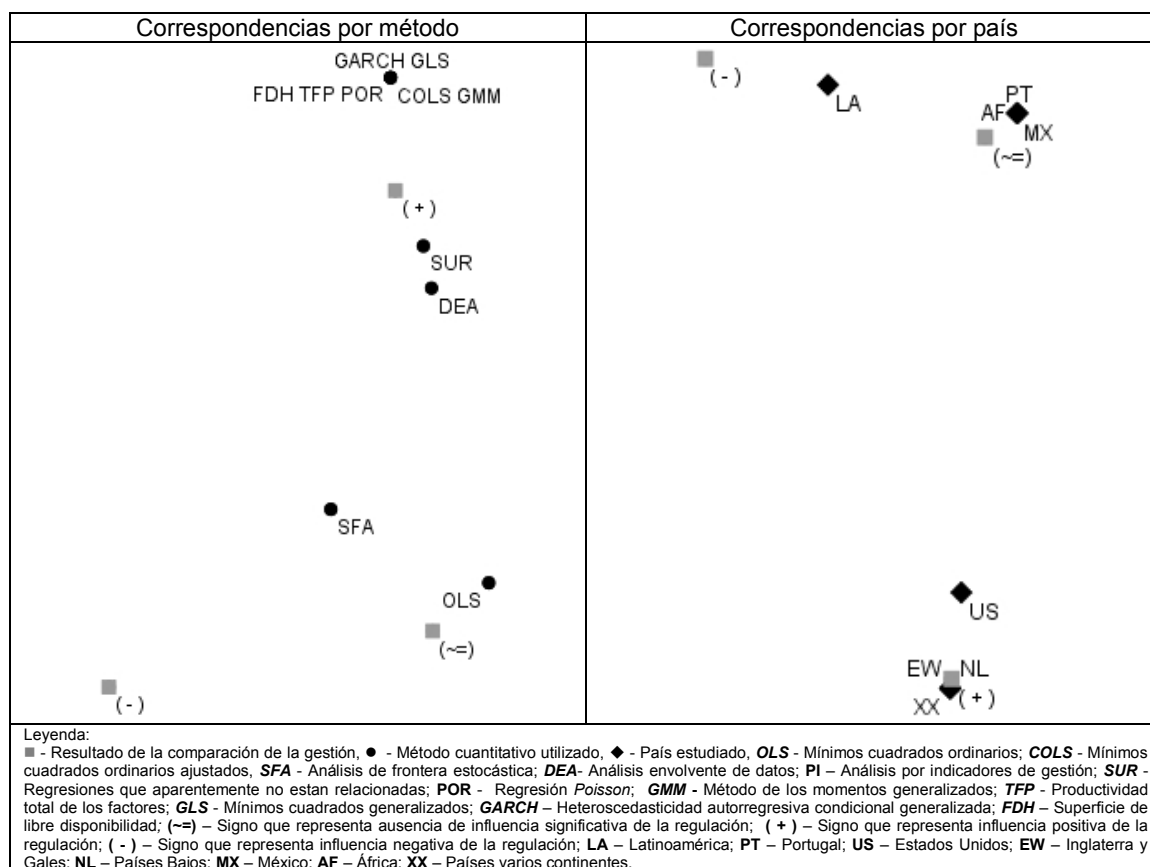
De los 36 resultados obtenidos de la aplicación de 11 métodos cuantitativos de análisis, 26 presentaron influencia positiva de la regulación en los resultados de la gestión del operador; 9 presentaron la ausencia de influencia significativa de la regulación en los resultados. Apenas un estudio resultó en la comprobación de influencia negativa de la regulación en los resultados de la gestión del sector, dada la presencia de una agencia reguladora multisectorial en los países latinoamericanos, recogido por Covelli et al. (2010) como uno de los hallazgos de su estudio.

Aunque el estudio de Covelli et al. (2010) contempla datos de los operadores latinoamericanos en los que se incluyó a Brasil, no se encontró ningún estudio con análisis exclusivos para los operadores de este país. Como fue abordado en el apartado I.3.2, las agencias reguladoras brasileñas fueron creadas a partir de 1997 y con una regulación adecuada a partir de la Ley 11.445/2007. Actualmente son 26 agencias reguladoras actuando en el sector, de las cuales 10 son de ámbito local y 16 con alcance estatal. En relación a las funciones de estas agencias reguladoras, 2 de las municipales y 15 de las estatales son de tipo multisectorial, regulando principalmente los servicios de electricidad, gas, transporte, abastecimiento y saneamiento de agua; el resto de entidades reguladoras están especializadas, únicamente, en la regulación de abastecimiento y saneamiento de agua, ampliando también su actuación a la recogida de los residuos sólidos, de acuerdo con el concepto de saneamiento básico brasileño.

Como puede observarse, existe un amplio campo de exploración empírica para la investigación sobre los efectos que la regulación podría tener en los resultados de la gestión de los operadores brasileños, y el presente estudio pretende avanzar en ese sentido. Analizando conjuntamente los resultados presentados en los estudios sobre la influencia de la regulación en los resultados de la gestión del sector, se observa que éstos suelen presentar una situación similar a la observada en los análisis de estudios empíricos en los que se analizaron las diferencias de resultados de las gestiones entre los operadores de propiedad pública versus propiedad privada; en otras palabras, no existe consenso sobre la incidencia de la regulación de los servicios en los resultados de la gestión de los operadores. El gráfico III.2 obtenido a partir del análisis de correspondencias con dos dimensiones del programa de análisis de datos estadísticos SPSS, presenta una visión espacial de los resultados, en el que se muestran hallazgos

importantes sobre el reflejo de la regulación en los resultados de la gestión de los operadores.

**Gráfico III. 2 - Visión espacial en dos dimensiones de los efectos de la regulación en los resultados de la gestión de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua**



Esta representación gráfica localiza en el espacio los resultados obtenidos a partir de los métodos *DEA*, *SUR*, *GARCH*, *GLS*, *COLS*, *GMM*, *FDH*, *TFP* y *POR* en una zona de convergencia, para una situación donde la regulación representa un factor que ejerce influencia positiva en los resultados de la gestión del operador, diferenciándose de los resultados presentados a partir de la utilización del método *OLS*, cuyos resultados presentan una tendencia a la ausencia de influencia significativa de la regulación en los resultados de la gestión de los operadores. Por último, se muestran los resultados pertenecientes a la utilización del método *SFA*, método con el que se observaron resultados variables entre la ausencia de influencia significativa, influencia positiva e influencia negativa de la regulación en los resultados de la gestión del operador, con mayor concentración en los resultados donde no se observa influencia significativa.

Los estudios realizados en los Estados Unidos, Inglaterra y Gales, Países Bajos y el estudio cruzado con datos de operadores de Holanda, Inglaterra y Gales, Australia, Portugal y Bélgica conducen a resultados que muestran un efecto positivo

de la regulación en los resultados de la gestión del operador. Sin embargo, los estudios aplicados en México, Portugal y otro cruzado entre los países africanos, llevaron a sus autores a concluir que no existe influencia de la regulación en los resultados de la gestión del operador. Igualmente, se observa un caso más controvertido, representado por el estudio aplicado a los países de Latinoamérica, en el que se concluyó la ausencia de influencia significativa en los reguladores nacionales o regionales; sin embargo, se constató influencia significativa negativa en los reguladores multisectoriales a cargo de la supervisión de los operadores, ubicando dicha realidad entre la ausencia de influencia y la influencia negativa de la regulación en los resultados de la gestión del operador.

En el apartado III.3.1 fue comentada la fortaleza reguladora de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Inglaterra y Gales ocurrida a partir de un evento puntal caracterizado por la privatización y corporativización en bloque a partir en 1989, lo que culminó con la creación de la *Ofwat*, como agencia reguladora nacional que centralizó toda la regulación de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en Inglaterra y Gales. Esta situación particularmente especial, motivó la búsqueda de evidencias empíricas de los resultados de la gestión de los operadores, antes y después de la privatización, así como los efectos de las diferentes regulaciones establecidas por la *Ofwat* en el marco de sus competencias.

Lo observado en los Países Bajos representa una situación totalmente contraria a la realidad de Inglaterra y Gales, donde predomina la propiedad privada y con un único regulador central de ámbito nacional. En los Países Bajos predominan los operadores de los servicios de propiedad pública, no existiendo ninguna agencia reguladora como la *Ofwat*, pues la regulación es ejercida de forma voluntaria a partir de 1997 por la *Vewin* (la competencia por comparación, ampliamente descrita anteriormente), circunstancias especiales que también motivaron a los investigadores a realizar estudios en busca de evidencias empíricas sobre los resultados de la gestión de los operadores y sus factores condicionantes, antes y después de la implantación del proceso de regulación.

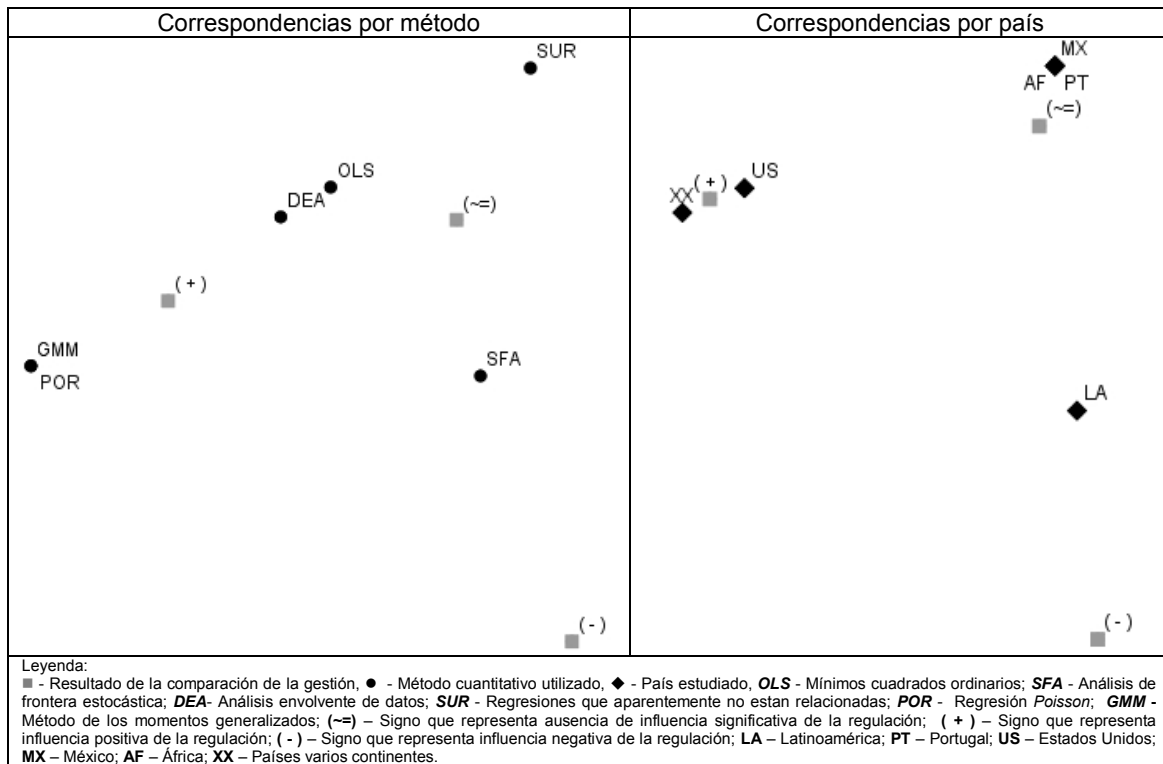
Los resultados obtenidos de los estudios empíricos realizados en Inglaterra y Gales y los Países Bajos, antes y después de las iniciativas reguladoras, posiblemente podrían ser aprovechados para ser aplicados a operadores de otros países, como Chile que sufrió un proceso de privatización en bloque entre 1995 y 2006, con la regulación económica centralizada realizada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios – SISS (ver apartado III.7.1). Sin embargo, la realidad brasileña es difícil de encajar en ese perfil, por lo menos hasta el año 2010, en el que es exigido el cumplimiento de la ley 11.445/2007 que, desafortunadamente, hace inviable la investigación de los resultados económicos ocasionados por los cambios de regulación. Asimismo, la normativa actual otorga a los municipios la responsabilidad de regulación de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua, pudiendo éstos, como titulares de los servicios, delegar dichas competencias en las agencias reguladoras estatales o agencias constituidas para la regulación de tipo multiregional.

El modelo brasileño, en el que se observan diferentes niveles y formas de regulación con ámbitos de alcance estatal y local, también es observado en los Estados Unidos, situación que fue analizada empíricamente en los trabajos de Bruggink (1982) y Mann y Mikesell (1976), en los que se obtuvo resultados contradictorios, en el primero se concluye que no hay indicios de efectos significativos de la regulación en los resultados de la gestión del operador, mientras que en el segundo trabajo se observa una superioridad de la regulación estatal frente a la local.

En el entorno mexicano, el modelo de regulación de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua presenta una característica interesante, la existencia de una mezcla de operadores regulados y no regulados o autorregulados, situación que se asemeja a la condición de algunos operadores brasileños de propiedad pública. Asimismo, la titularidad de los servicios en el país pertenece a las administraciones locales, pudiendo ser llevada a cabo la regulación de los operadores por agencias reguladoras provinciales o locales, reforzando su similitud con la realidad brasileña.

En el gráfico III.3 que se presenta a continuación se observa la visión espacial obtenida a partir de un análisis de correspondencias con dos dimensiones del programa de análisis de datos estadísticos *SPSS*, eliminando los resultados de las investigaciones realizadas en países donde la estructura de regulación no está alineada a la realidad brasileña, en este caso, Inglaterra y Gales y Países Bajos.

**Gráfico III.3 - Visión espacial en dos dimensiones de los efectos de la regulación en los resultados de la gestión de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua**



En esta nueva estructura de consolidación de resultados de los estudios, con relación a la influencia de la regulación de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en los resultados de la gestión de sus operadores, se concentraron más cerca de la ausencia de influencia significativa, tanto para el método de análisis cuantitativo utilizado, como para los países estudiados. Esto quiere decir que se observa una relación contraria a la teoría clásica, que sostiene que un sistema de regulación de los monopolios naturales va acompañado de beneficios proporcionados por la generación de incentivos de mejora de eficiencia, productividad y calidad de los servicios, o en otras palabras, las actitudes de los organismos reguladores son considerablemente débiles hasta el punto de no proporcionar presiones significativas para inducir mejoras de los niveles de resultados de la gestión.

No obstante, también se puede deducir del gráfico que esa posición no es unánime, pues los estudios realizados en el entorno estadounidense y el estudio cruzado con datos de operadores de Holanda, Inglaterra y Gales, Australia, Portugal y Bélgica conducen a una mayor robustez del efecto positivo de la regulación en los resultados de la gestión del operador; mientras que los estudios aplicados en México, Portugal y países africanos apuntan mayoritariamente a la ausencia de influencia, siendo la realidad estructural del sector Mexicano muy parecida a la brasileña, especialmente por la evolución de sus modelos reguladores. Posiblemente esta no sea

una explicación válida para las discrepancias en la relación regulación-resultados de la gestión de los operadores de cada país; sin embargo, seguramente los factores circunstanciales del entorno inherentes a cada país, deben considerarse como importantes elementos a ser observados en cada realidad donde se investigue el efecto de la regulación sobre la productividad y la eficiencia del sector del agua.

Finalmente, Abbott y Cohen (2009, p. 239) comentan los aspectos de la regulación que pueden ayudar en la comprensión sobre la relación regulación-eficiencia-productividad. Afirman los autores que, "...en general, el sector del agua está sujeto a elementos como el medio ambiente, planificación, regulación social y económica. Estos reglamentos se refieren a temas tan diversos como la salud pública (tales como estándares de calidad del agua potable); los precios (como la tasa de retorno y los mecanismos basados en incentivos); los ríos y la salud de los océanos. Hace tiempo, los gobiernos han asumido la responsabilidad de la regulación de las empresas de su propiedad por sí mismos, o se delegan a órganos de los gobiernos locales. En algunos casos, la regulación se separa de estos organismos para la realización de actividades comerciales en el sector del agua".

En el apartado que se desarrolla a continuación, se abordan otras características estructurales de los responsables de la prestación de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua y su relación con los resultados de la gestión obtenido en el proceso, aplicado en diversas realidades mundiales.

### **III.8.3 Evidencias empíricas relacionadas con otras características estructurales en los resultados de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua**

En los apartados III.8.1 y III.8.2 fueron abordados los dos principales factores institucionales y gubernamentales que pueden ejercer influencia significativa en los resultados de la gestión del sector de abastecimiento y saneamiento de agua, específicamente la propiedad y la regulación de los servicios, que para este estudio representan la *estructura de gobierno*. Sin embargo, otros factores relacionados, como la *estructura de mercado*, *estructura comercial* y *estructura de entorno*, de carácter exógeno y casi-exógeno, también podrían influir en el nivel de los resultados económicos del sector. Generalmente, dichos factores son de naturaleza ambiental, social y política, sobre los cuales los operadores no tienen perfecto control, aunque es posible que algunos sean de carácter endógeno.

Los propios conceptos básicos de la teoría de los derechos de propiedad; es decir, "internalización" y "externalidades", por sí mismos determinan la importancia de

la estructura de gobierno en sus resultados económicos, sean de propiedad pública o privada, regulados o no. En la práctica, la estructura de mercado y la estructura de entorno restringen la gestión y operación de los servicios y, por este motivo, los agentes siempre intentan internalizarlos y mantenerlos, lo máximo posible, bajo su control, facilitando el proceso de toma de decisiones.

Este planteamiento siempre fue defendido en las discusiones clásicas sobre la teoría de los derechos de propiedad y la teoría de la agencia y suficientemente debatido en el trabajo de Furubotn y Pejovich (1972, p. 1157), quienes concluyeron que “el entorno institucional en el que la actividad económica se lleva a cabo debe ser especificada con precisión. En particular, las relaciones de propiedad existentes y el intercambio, regulación y ejecución de los costes de las actividades contractuales se especifican en detalle para cada caso estudiado. Al hacer los modelos de optimización más generales, la literatura de los derechos de propiedad permite una mayor gama de datos institucionales a ser considerados y, por lo tanto, la amplia aplicabilidad de la teoría de producción e intercambio”.

Sobre esas relaciones de externalidades, internalización y factores exógenos para el sector de abastecimiento y saneamiento de agua, García et al. (2007, p. 814) enfatizan la preocupación con relación a factores como el equilibrio entre la integración vertical, el alcance de los servicios y escala de producción y una posible pérdida de la internalización de las externalidades. Todo esto refuerza la importancia de conocer y considerar en los estudios el máximo posible de factores exógenos y casi-exógenos<sup>50</sup>; así como su posible influencia en los resultados de la gestión del operador, manteniendo con esto un cierto grado de información proactiva de sus efectos en la prestación de los servicios.

Asimismo, diversos investigadores intentaron identificar la relación de dichos factores en los resultados de la gestión de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento. Algunos de estos factores definen la estructura de mercado como, por ejemplo, la escala de producción; alcance geográfico de los servicios; alcance de la producción conjunta de más de un servicio; longitud de la red; localidades atendidas; tamaño del operador; área, entre otros no menos importantes. Otra categoría de factores está relacionada con las características condicionantes del ambiente que define la estructura de entorno, como, por ejemplo, la región geográfica de operación; población; densidad; estructura de los clientes; demanda; formas de

---

<sup>50</sup> Este concepto de casi-exógeno ha sido dado para clasificar los factores de entorno institucional en que los operadores no tienen su pleno control, como la longitud de la red de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua, en función de la observación de Sabbioni (2006, p.20) de que la longitud de la red es considerada sólo parcialmente endógena.



captación de agua; altitud; temperatura; pluviosidad; inestabilidad del suelo; entre otros no menos importantes.

Entre los factores macroeconómicos característicos de cada estructura de entorno, los investigadores identificaron aspectos como el producto regional bruto y el producto interior bruto. Y finalmente, entre los factores político-sociales, se describen aspectos como la corrupción; partidos políticos en el poder; renta; educación e índice de desarrollo humano.

También se categorizaron otros factores de acuerdo a la calidad de los servicios y de la estructura comercial, donde fueron analizados aspectos tales como: cobertura de los servicios; continuidad de los servicios; “agua no contabilizada” (no contabilizada y pérdidas en el sistema)<sup>51</sup>; prácticas de medición<sup>52</sup>; capacidad de bombeo; tipos de tratamiento; y averías.

Entre los factores de la estructura de financiación, la independencia financiera fue el tema central de discusión de los investigadores, para que, por fin, sean incorporados otros factores relacionados con la estructura de gobierno, adicionalmente a los que ya han comentados y relacionados con la propiedad y regulación, entre los que podemos citar la corporativización y gobernanza. Entre los estudios empíricos realizados sobre la influencia de cada estructura comentada en los resultados de la gestión de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, algunos resultaron en hallazgos importantes e interesantes para el objeto del presente estudio, razón por la cual serán abordados a continuación.

La escala de producción, que puede resultar en economías, deseconomías o rendimientos constantes de escala, fue bastante estudiada por los investigadores y, sobre esa base, diversos autores como Clark y Stevie (1981), Bhattacharyya et al. (1994), Houtsma (2003), Shih et al. (2004) y Mosheim (2006) en los Estados Unidos, Anwandter (2000) para México, Ashton (2000a), Ashton (2000b) y Bottasso y Conti (2009) para Inglaterra y Gales, Ruester y Zschille (2010) en Alemania, García y Thomas (2001) para Francia, Antonioli y Filippini (2001) en Italia, Martins et al. (2008) para Portugal, Urakami (2005) en Japón, Singh et al. (2010) en India y Carmo y Távora Junior (2003), Grigolin (2007) y Sabbioni (2008) en Brasil, obtuvieron resultados irrefutables sobre la existencia de economías de escala entre la muestra de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en sus

---

<sup>51</sup> Ver Berg (2010, p.126)

<sup>52</sup> Según Berg (2010, p. 122) esta variable se clasifica como producto (*output*) de los servicios de abastecimiento de agua, aunque consideramos que también puede ser clasificada como una variable de calidad, exigido por algunas agencias reguladoras brasileñas.

respectivos países, lo que representa un importante factor de la estructura de mercado que ejerce influencia sobre los resultados de la gestión.

Por otro lado, Mann y Mikesell (1976) en los Estados Unidos; Ashton (2003) y Saal et al. (2007) en Inglaterra y Gales; García-Sánchez (2006) en España; Marques (2005), Sampaio et al. (2005) y Martins et al. (2006b) en Portugal; Mizutani y Urakami (2001) en Japón; Gupta et al. (2006) en India y Byrnes et al. (2010) en Australia, constataron la existencia de deseconomías de escala, lo que influyó negativamente sobre los resultados de la gestión general de los operadores. Esto puede ser interpretado como una falta de consenso sobre el tema, agregando mayor controversia en las discusiones de los diferentes autores. Sin embargo, según se ha presentado en el apartado III.7.2 en el que se describió la realidad brasileña, se observa una tendencia generalmente aceptada entre los autores sobre la existencia de economías de escala. De ello se puede inferir que, al menos en ese país latinoamericano, ese factor no representó un elemento controvertido entre los investigadores, lo cual pudo ser explicado satisfactoriamente con el modelo de estructura de mercado heredada del *PLANASA*.

Otro punto ampliamente discutido fue la posibilidad de factores de entorno como la densidad poblacional en la prestación de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua ejerza influencia en los resultados de la gestión de los operadores, más específicamente la densidad poblacional existente en la zona geográfica servida por el operador, así como la densidad de la red de suministro.

Sobre los efectos de la densidad poblacional del área de cobertura del operador, los resultados fueron unánimes entre todos los países investigados (Estados Unidos, Inglaterra y Gales, España, Japón, países asiáticos, Australia y Brasil) al concluir que este elemento constituye un factor que afecta positivamente los resultados de la gestión del sector y, con ello, existe una economía proporcionada por la densidad poblacional que genera un diferencial competitivo para los prestadores de los servicios en zonas más densas. En apoyo a estos argumentos pueden citarse los estudios empíricos de Bhattacharyya et al. (1995b); Bottasso y Conti (2003); Saal y Parker (2006); Bottasso y Conti (2009); García-Sánchez (2006); Picazo-Tadeo et al. (2009a); Mizutani y Urakami (2001); Estache y Rossi (2002); Byrnes et al. (2010) y Da Silva e Souza et al. (2007).

Para cumplir su función social de universalización del acceso de los servicios públicos, éstos deben acompañar el aumento poblacional y, en este sentido, según

Sabbioni (2006, p.20), la longitud de la red de suministro representa una variable sólo parcialmente endógena. Tal como ha sido comentado, esos aumentos son consecuencia de elevados niveles de inversiones de capital, y es por ello que parece lógico que al igual que la densidad poblacional tiene una influencia positiva en los resultados de la gestión de los operadores, la densidad de la red debería presentar el mismo comportamiento.

Sin embargo, en relación a la influencia de la densidad de la red de suministro en los resultados de la gestión de los operadores, se constata la existencia de cierta divergencia entre los estudios, pues en Estados Unidos, Feigenbaum y Teeple (1983) demostraron una influencia negativa, mientras que Hausman et al. (1986), Brocas et al. (2006) y Mosheim (2006) constataron la influencia positiva. Para la realidad de Inglaterra y Gales, Saal y Reid (2005) encontraron una influencia negativa para la densidad de la red destinada a los servicios de abastecimiento de agua y una influencia positiva para la densidad de la red destinada a los servicios de saneamiento; similares a los observados por Tupper y Resende (2004) para el caso brasileño, aunque en este caso no hubo comprobación estadística sobre la influencia de la densidad de la red de saneamiento; lo que es parcialmente divergente de los resultados presentados por Erbetta y Cave (2007), quienes concluyeron que existe una influencia positiva de la densidad de la red de suministro de ambos servicios en los resultados de la gestión del sector.

Divergencias y discrepancias como las antes descritas entre los resultados de los diversos trabajos realizados fueron también encontradas en estudios realizados en Alemania, pues Ruester y Zschille (2010) demostraron una influencia negativa de la densidad de la red, mientras que Zschille et al. (2009) concluyen con una influencia positiva. Por otra parte, en Francia, Chong et al. (2006) muestran la existencia de una influencia negativa de la densidad de la red en los resultados de la gestión y todos los estudios aplicados en Italia (Fabbri y Fraquelli, 2000 y Antonioli y Filippini, 2001); Colombia (Fernández y Londoño, 2008) y en el conjunto de países de Latinoamérica (Covelli et al., 2010) señalaron la existencia de un efecto positivo de la densidad de la red en los resultados de la gestión de los operadores.

Cabe destacar que el hecho de que la mayoría de los estudios concluyen que las ventajas en los resultados de la gestión del operador fueron proporcionadas por la densidad de la red de prestación de los servicios; esos resultados pueden ser explicados por su propia formulación matemática que es definida por el cociente que resulta de la población atendida entre la longitud de la red de suministro.

La población atendida, según concluye Picazo-Tadeo et al. (2009b), ejerce una influencia negativa en los resultados de la gestión de los operadores españoles y como una aproximación a la población atendida, Saal y Reid (2005)<sup>53</sup> concluyeron en la existencia de una influencia negativa en los resultados de la gestión del operador proporcionada por el número de conexiones gestionadas.

Con relación a la longitud de la red de prestación de los servicios, los hallazgos de esas investigaciones también apuntan a la existencia de una influencia negativa en los resultados de la gestión para operadores de los Estados Unidos (Bhattacharyya et al., 1995a), Países Bajos (Dijkgraaf et al., 2007), India (Kumar, 2010) y Colombia (Fernández y Londoño, 2008)<sup>54</sup>.

Esto puede ser interpretado como uno de los motivos que robustece los resultados que indican la existencia de una relación positiva entre la densidad de la red y los resultados de la gestión, pues ambos elementos de la división tienden a ser negativos y con ello, por vía de regla, su resultado tenderá a ser positivo.

Obviamente que, de alguna forma, el alcance geográfico de los servicios proporcionados por el operador, lo que define la estructura de mercado, también presenta gran parte de las características naturales de los dos factores descritos anteriormente y, con ello, algunas evidencias empíricas dieron soporte a la veracidad de dicha afirmación, existiendo algún tipo de influencia de una estructura de alcance geográfico al nivel regional o provincial, comparado con un alcance geográfico de ámbito local o municipal en los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en los Estados Unidos (Bhattacharyya et al., 1995b); en México (Ozuna y Gomez, 1998); en Australia (Byrnes et al., 2010) y en Brasil (Seroa da Motta y Moreira, 2006; Da Silva e Souza et al., 2008 y Sabbioni, 2008).

De forma similar, de los interrogantes planteados sobre la posible influencia del alcance geográfico en los resultados de la gestión, surgió un nuevo planteamiento de las aportaciones de los investigadores, al considerar que la estructura de entorno o regiones geográficas donde se localizan, también podría ejercer cierta influencia en los resultados de la gestión del operador. Tales hallazgos fueron evidenciados en estudios

---

<sup>53</sup>Los estudios Picazo-Tadeo et al. (2009b) y Saal y Reid (2005) utilizaron las variables población y número de conexiones como variables exógenas y no como de producto (*output*), para el cálculo de las puntuaciones de eficiencia, como es frecuente en los modelos matemáticos. Por este motivo, sólo estos dos estudios fueron mencionados como argumento para este caso.

<sup>54</sup> Los estudios Bhattacharyya et al. (1995b); Ozuna y Gomez (1998); Byrnes et al. (2010); Seroa da Motta y Moreira (2006); Da Silva e Souza et al. (2008) y Sabbioni (2008). Estos cuatro estudios utilizaron la variable longitud de la red como variable exógena y no como factores productivos (*input*), en este caso una *proxy* para el capital, en el cálculo de las puntuaciones de eficiencia, como es frecuente en los modelos matemáticos. Por este motivo solo estos dos estudios fueron mencionados como argumento para este caso.

aplicados a los operadores de Estados Unidos (Brocas et al., 2006), Inglaterra y Gales (Lynk, 1993 y Hunt y Lynk, 1995); Alemania (Zschille et al., 2009); Palestina (Alsharif et al., 2008), Brasil (Carmo y Távora Junior, 2003; Sabbioni, 2006; Da Silva e Souza et al., 2007 y Da Silva e Souza et al., 2008).

Algunos investigadores llevaron a cabo estudios empíricos sobre otra perspectiva de la estructura de mercado, con el objetivo de probar la existencia de economías provenientes de la producción conjunta de más de un servicio en el sector, influyendo positivamente en sus resultados de la gestión. La mayoría de los casos se centraron en los análisis de la prestación conjunta de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua. En este sentido, Kim (1987) y Kim y Clark (1988) en Estados Unidos; Lynk (1993) y Hunt y Lynk (1995) en Inglaterra y Gales; García y Thomas (2001) en Francia; Acarani (2000) en Italia; Martins et al. (2008) en Portugal y Urakami (2007) en Japón, concluyeron que existe una influencia positiva en los resultados de la gestión los operadores. Estos resultados contrastan con los presentados por Saal y Parker (2000), que concluyeron la existencia de una influencia negativa, proveniente de la deseconomías de alcance de la prestación conjunta de servicios, pero se puede decir que, por lo general, dicha influencia es positiva en un escenario global.

Una de las formas de analizar los efectos de la producción conjunta está asociada a la prestación de servicios para consumidores residenciales y para consumidores comerciales o industriales; cada uno como un tipo diferente de servicio prestado. Sobre esta base, algunas investigaciones que no tenían como objetivo principal el análisis de la producción conjunta de los servicios, utilizan el factor condicionantes/entorno de estructura de consumo (ratio consumo residencial versus comercial o industrial), y de manera tangencial identificaron su incidencia en los resultados de la gestión de los operadores. Así, un mayor consumo residencial proporciona efecto positivo en los resultados de la gestión para los operadores de Portugal (Sampaio et al., 2005) y Australia (Byrnes et al., 2010); mientras que representa pérdidas en los resultados de la gestión en Canadá (Renzetti y Dupont, 2008).

Igualmente, hay indicios de que el consumo industrial tiene un efecto positivo en los resultados de la gestión de los operadores en México (Anwandter y Ozuna, 2002) e Inglaterra y Gales (Bottasso y Conti, 2003), así como también existen indicios de un efecto negativo en los Países Bajos (Dijkgraaf et al., 2007) y en los estudios cruzados entre operadores de Holanda, Inglaterra y Gales, Australia, Portugal y Bélgica (De Witte y Marques, 2010), quienes califican este enfoque como de extrema

controversia que requiere ser mejor explorado por los investigadores para obtener conclusiones válidas e inobjetables.

Avanzando en las características de estructura del entorno o condiciones del entorno, las formas de obtención del agua impactan en los costes de producción de los servicios; así el agua captada desde fuentes superficiales consume mayores costes de tratamiento<sup>55</sup> químico que el agua captada desde fuentes subterráneas. Sin embargo, el agua subterránea demanda mayores costes relacionados con la estructura de bombeo, principalmente en el consumo de electricidad, lo que motivó a los investigadores a analizar también la combinación de las fuentes de agua (superficial y subterránea).

La relación negativa entre la captación de agua desde fuentes superficiales y los resultados de la gestión del operador es unánime de acuerdo con los resultados analizados correspondientes a estudios realizados en diferentes partes del mundo, entre los que destacan las aplicaciones empíricas en Estados Unidos (Shih et al., 2004 y Norton y Weber, 2009); Canadá (Renzetti y Dupont, 2008); Inglaterra y Gales (Bottasso y Conti, 2003) y Países Bajos (Dijkgraaf et al., 2007).

En este sentido, siguiendo un proceso lógico deductivo, se puede inferir que la captación de agua desde fuentes subterráneas proporciona una ventaja diferencial para los resultados de la gestión del operador, como, por ejemplo en los operadores de Inglaterra y Gales (Erbeta y Cave, 2007); Alemania (Zschille et al., 2009); Francia (Chong et al., 2006); Países Bajos (Dijkgraaf et al., 2007); Japón (Urakami, 2005); Australia (Woodbury y Dollery, 2004 y Byrnes et al., 2010) y para un conjunto de países de Latinoamérica (Covelli et al., 2010).

Sin embargo, en algunos de los estudios analizados se presentan conclusiones antagónicas, en las que se describe que la captación de agua desde fuentes subterráneas, proporciona una desventaja para la gestión. Entre esos estudios puede citarse a Saal et al. (2007) para Inglaterra y Gales y De Witte y Marques (2010) para un análisis cruzado entre los países Holanda, Inglaterra y Gales, Australia, Portugal y Bélgica.

Continuando con el análisis de las evidencias empíricas para los aspectos de la estructura de entorno, las condiciones climáticas y topográficas, como la temperatura, la precipitación y la altitud de los operadores en Canadá (Renzetti y Dupont, 2008); así como la inestabilidad del suelo en los Países Bajos (Dijkgraaf et al., 2007), son

---

<sup>55</sup> Los costes de tratamiento influyen negativamente en los resultados de la gestión del operador de acuerdo con Antonioli y Filippini (2001) y Da Silva e Souza et al. (2008).

elementos que contribuyen de forma negativa sobre los resultados de la gestión del operador. También se constataron indicios de otras realidades donde la precipitación contribuye positivamente en los resultados de la gestión del operador, como por ejemplo en Estados Unidos (Brocas et al., 2006) y España (García-Valiñas y Muñiz, 2007), perfectamente explicado por la escasez de agua en esos países, lo que imposibilita las comparaciones internacionales y quizás regionales por este motivo. Renzetti y Dupont (2008) explican que esas variables deben ser consideradas como ajustes en los procesos de evaluación comparativa de la gestión entre los distintos operadores.

En un ambiente en el que los recursos hídricos son escasos, la adecuada medición del consumo favorece el ahorro de este recurso; sin embargo, existen importantes gastos de capital como producto de la instalación de medidores o contadores de consumo. En este sentido, analizando los resultados de los estudios empíricos en los que se utilizó la política de medición inherente a la estructura comercial de cada operador, como factor explicativo de su gestión, se pudieron constatar resultados verdaderamente interesantes. El primero es que la mayoría de las evidencias sugieren que la medición proporciona un reflejo negativo en los resultados de la gestión, tal como ocurre, por ejemplo, en Estados Unidos (Feigenbaum y Teeple, 1983); Inglaterra y Gales, (Saal et al., 2007); Brasil (Sabbioni, 2006 y Sabbioni, 2008); países asiáticos (Estache y Rossi, 2002) y países de Latinoamérica (Covelli et al., 2010). Sin embargo resultados completamente contradictorios fueron obtenidos en estudios realizados en Estados Unidos (Bhattacharyya et al., 1995b); Portugal (Sampaio et al., 2005) e India (Kumar, 2010), poniendo de relieve la controversia de los resultados, principalmente con relación a las buenas conductas de ahorro del agua.

Por su parte, la realidad descrita por los resultados empíricos en Brasil parece tener consenso de resultados en los dos estudios llevados a cabo por Sabbioni (2006 y 2008), concluyendo que los costes de capital incurridos en las actividades de medición, ejercen una influencia negativa en los resultados de la gestión, lo que pudiera llevar a una conclusión sesgada, en caso de no considerar el valor añadido que podría obtenerse en los ingresos, como consecuencia de efectuar una medición más precisa. Este aspecto tiende a hacerse más crítico en los lugares donde se registra escasez de agua, donde los operadores se ven obligados a racionar y controlar el consumo y, con esta restricción, se ven obligados a desarrollar las políticas y sistemas de medición, agregando aún más costes de capital.

Otro aspecto que merece atención está relacionado con las buenas conductas en el uso y consumo de un recurso tan valioso como el agua. Este aspecto es el “agua no contabilizada”, que según Singh et al. (2010, p.81) involucra las pérdidas físicas y administrativas de agua ocasionadas por fugas, robo por conexiones ilegales, medición incorrecta, falta de control del proceso de facturación o políticas débiles de cobro del servicio. Este elemento ejerce una influencia importante en los resultados de la gestión de los operadores, lo cual está demostrado con resultados empíricos robustos, con la conclusión unánime de sus autores en cuanto a la influencia negativa ejercida sobre los resultados. Algunos de los estudios que soportan estos argumentos son los realizados en Estados Unidos por Bhattacharyya et al. (1995b); México por Anwandter y Ozuna (2002); Inglaterra y Gales por Erbeta y Cave (2007); Alemania por Zschille et al. (2009) y Ruester y Zschille (2010); Palestina por Alsharif et al. (2008); y por último, en Brasil por Tupper y Resende (2004). Sin embargo existe un estudio con resultado contrario a referida tendencia empírica, siendo Picazo-Tadeo et al. (2009b) el que se demuestra una influencia positiva sobre los resultados de la gestión para operadores españoles.

El hecho de involucrarse con la calidad de los servicios puede generar costes adicionales que pueden disminuir la eficiencia de los costes y, consecuentemente, los resultados de la gestión del operador. Algunas evidencias empíricas señalan la existencia de relaciones negativas entre dichos factores y los resultados de la gestión de los operadores y, como ejemplo, se citan las averías en operadores de Estados Unidos (Bhattacharyya et al., 1995a); el cumplimiento de la normativa de calidad en Inglaterra y Gales (Saal y Reid, 2005) y la continuidad y cobertura de la prestación de los servicios en Perú (Lin, 2005).

Finalmente, se consideran los efectos de algunos factores socio-políticos y macroeconómicos también relacionados a la estructura de entorno. En primer lugar, considerando la perspectiva socio-política, Estache y Kouassi (2002) demostraron que la corrupción proporciona una influencia negativa entre los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua africanos. Por otro lado, Seroa da Motta y Moreira (2006) constataron que el nivel de renta y de educación no ejercen influencia significativa en los resultados de la gestión de los operadores brasileños. Desde la óptica de los factores macroeconómicos, Kirkpatrick et al. (2006) y Kirkpatrick et al. (2004a) para los operadores de los países africanos, junto a Corton y Berg (2009) para los operadores centroamericanos, constataron que el Producto Interior Bruto – PIB, no es un factor significativo que condiciona los resultados de la gestión de los servicios. Igualmente, el estudio de Witte y Marques (2010) concluyó que el



Producto Regional Bruto – PRB, sí produce un efecto positivo en los resultados de la gestión del sector, en otras palabras, que la riqueza suele influir positivamente en los países más desarrollados.

Independientemente de cualquier teoría, los elementos relacionados con el funcionamiento de los operadores en su entorno operativo, especialmente los exógenos y casi-exógenos, se encajan en un constructo racional lógico que producirán en algún momento y, por lo general, variaciones en los resultados económicos, limitando considerablemente las decisiones financieras, lo cual no puede ser desestimado en un proceso de evaluación comparativa de la gestión.

En la gran mayoría de los países, como se ha descrito antes, los municipios son los responsables por la prestación de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua a través de sus administraciones locales y, consecuentemente, los responsables de la titularidad. Tal como se ilustró en la figura III.1, son pocos los países que se caracterizan por la predominancia de operadores de los servicios de propiedad privada. Este escenario resulta en una realidad en la que, en muchos casos, los servicios dependen de la viabilidad financiera de las administraciones locales y, en ese sentido, Brusca (1997, p. 233) señala que esta viabilidad “...viene condicionada, no sólo por sus activos y pasivos y las transacciones asociadas a ellos, sino también por factores sociales económicos, tendencia de la población, sucesos macroeconómicos y otras circunstancias del entorno, aunque por sí mismas no proporcionen información sobre en qué medida un municipio es o no financieramente fuerte. Por otra parte, éstas pueden transmitir información sobre las presiones ejercidas sobre la entidad para que ésta preste servicios”.

Asimismo, Capon et al. (1990) identificaron los determinantes de los resultados de la gestión financiera a partir de un meta-análisis del contenido de 320 estudios empíricos, concluyendo que factores como tamaño de la industria y su crecimiento, escala de producción, inversiones de capital, integración vertical, capacidad de utilización, entre otros, ejercen influencia en los resultados de la gestión financiera; mientras que la estructura comercial y la propiedad no influyen en dichos resultados. A este respecto, cabe mencionar que la evaluación de la situación financiera y los resultados de la gestión financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua y su encaje dentro de teorías clásicas subyacentes han sido comentadas en el apartado II.3 de este trabajo.

### III.9 Conclusiones

La literatura empírica muestra variedad de estudios dirigidos al análisis de la gestión del sector de abastecimiento y saneamiento de agua a nivel internacional. Cada investigador toma en consideración las realidades características de cada país y/o continente y presenta conclusiones sobre las relaciones de diferentes aspectos respecto al concepto de los resultados de la gestión y sus factores determinantes, desencadenando en cuestiones como la relación entre la propiedad, regulación y calidad de los servicios y los resultados de la gestión de los operadores, la existencia o no de economías de escala, de alcance de la producción conjunta y sus respectivas influencias en los resultados de la gestión de los operadores y la calidad de los servicios prestados. Adicionalmente a tales cuestiones claves, los investigadores intentaron explicar los factores determinantes de los resultados de la gestión, incorporando en sus modelos los factores de entorno, tratando de comprobar si estos elementos son o no determinantes de dichos resultados. Todas estas cuestiones fueron señaladas en el apartado II.2.

En este capítulo han sido revisadas una amplia gama de elementos en cada país y continente, resumiendo para cada uno los datos estudiados, las metodologías utilizadas, los objetivos, el alcance principal y sus hallazgos más importantes, con los que los autores, en muchos casos, llegan a conclusiones completamente divergentes para operadores de una misma realidad.

En la mayor parte de los casos, los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en los diversos países son de titularidad y jurisdicción local, con algunas excepciones como las realidades observadas en Inglaterra y Gales, Chile y Australia, todos éstos con jurisdicciones regionales, siendo la realidad de los dos primeros países los únicos ejemplos de privatización total, incluyendo la transferencia de la titularidad de los servicios. Estos son sólo algunos ejemplos de las disparidades estructurales, tal como las diferentes formas de regulación existentes en los Estados Unidos, el modelo auto regulado para muchos operadores de México y Brasil, la competencia por exposición en los Países Bajos, la estructura de mercado y contractual en Francia y Alemania, la densidad demográfica en Japón, el “agua no contabilizada” en la India, la dependencia de los incentivos financieros en Tanzania y Uganda y la eficiencia técnica en Australia, entre otros aspectos no relacionados.

Entre los métodos más utilizados para el análisis de la gestión de los servicios, encontramos los *OLS* y sus derivaciones, el *DEA* y el *SFA*, siendo estos dos últimos los más utilizados en los análisis de frontera. A excepción de los estudios analizados

con aplicaciones empíricas para los operadores de abastecimiento y saneamiento de agua de Francia, Argentina, Chile y Colombia, se encontró por lo menos una aplicación de la técnica *DEA*, y para España, India y Australia, dicha técnica es utilizada en todos los estudios analizados, comprobando su validez e importancia en los análisis de los resultados de la gestión del sector.

Entre los estudios que se centran en la escala de producción y sus reflejos en los resultados de la gestión, se puede evidenciar que algunos países fueron analizados con, por lo menos, dos aplicaciones empíricas y solamente se observaron dos casos donde los diferentes estudios concluyeron de forma coincidente. Primero, para los operadores australianos, de los que se concluyó que existen *deseconomías* de escala, y segundo, en el caso de los estudios de los operadores brasileños, en los que de forma unánime concluyen en la existencia de *economías* de escala. Del mismo modo, para el tema de la producción conjunta, diferentes estudios conducen a la existencia de *economías* de alcance para los operadores estadounidenses y portugueses.

El tema de propiedad resulta el aspecto de mayor polémica entre todos los elementos estudiados, y solamente para los operadores de Inglaterra y Gales, se puede afirmar, con seguridad, que la propiedad y sus distintos modelos de gestión no constituyen una prueba incuestionable de un mejor o peor resultado de la gestión. En otras palabras, se puede concluir que, para esa realidad, no hubo diferencias significativas entre la propiedad pública y privada, lo cual representa una contradicción a la teoría clásica de los derechos de propiedad, de la agencia y de la elección pública que establecen, inicialmente, mejores resultados de la gestión resultante de la propiedad privada, frente a su contraparte pública.

Así, diversos investigadores interesados en el sector de abastecimiento y saneamiento de agua en Estados Unidos, Inglaterra y Gales, España, Alemania, Francia, Portugal, India, Malasia, Argentina, Brasil, Chile, Asia Pacífico y África arrojaron resultados de sus estudios en los que tratan de comprobar empíricamente los constructos de estas tres teorías. Sin embargo, sus hallazgos no siempre permiten probar los aspectos planteados por dichas teorías, pues para este sector no existen pruebas contundentes ni suficientemente robustas en las que se vinculen los resultados de la gestión con el tipo de propiedad. En otras palabras, el sector se consolida mundialmente sobre la hipótesis que apoya la inexistencia de influencia significativa de la propiedad en los resultados de la gestión de sus operadores, incluyendo la realidad brasileña.

Simultáneamente, otros investigadores avanzaron con estudios similares para entender los efectos de la regulación en los resultados de la gestión del sector de abastecimiento y saneamiento de agua en Estados Unidos, México, Inglaterra y Gales, Portugal, Países Bajos, Bélgica, África y Latinoamérica, y con ello, intentar comprender qué tipo de incentivos proporcionados por el regulador podrían conducir a mayores y mejores resultados de la gestión, dado que en la teoría clásica, se sugiere que las presiones reguladoras vinculadas a los incentivos, generan un proceso natural de mejoras de los resultados de la gestión. Esto es debido a que la búsqueda de precios razonables y servicios de calidad exigidos por el regulador, proporcionaría una limitación a los derechos de propiedad, lo que resultaría en un examen continuo para la disminución de la asimetría de la información suministrada al regulador. En este caso, la agencia reguladora representa el principal en la relación operador-regulador, y el agente de la relación regulador-titular de los servicios; siendo esta última relación más vulnerable a las influencias proporcionadas por los procesos políticos que objetivan la maximización de los votos.

Estas premisas, conjuntamente con los conceptos de regulación de la calidad; regulación económica (precios máximos, ingresos máximos, tasa de retorno, escala móvil y empresa de referencia); competencia por comparación y competencia por exposición, representan un conjunto de posibilidades de incentivos para el sector. Considerando esta conjunción de factores y elementos condicionantes, los investigadores llevaron a cabo nuevos estudios, algunos de ellos abordando la regulación en su estructura de alcance geográfico (local o municipal, estatal o provincial y nacional o federal), seguido de los efectos de la asimetría informacional, reflejos de eventos reguladores en el mercado bursátil, diferencias de resultados de la gestión entre los diferentes tipos de regulación económica, regulación de la calidad de los servicios y, por último, la regulación en su forma más sencilla a través de la divulgación de los resultados comparativos de la gestión de forma voluntaria (competencia por exposición).

Los hallazgos de esos estudios fueron robustos y unánimes en las mejoras obtenidas para el sector para dos realidades. En primer lugar, sobre la influencia positiva de la regulación centralizada en la *Ofwat* sobre los resultados de la gestión de los operadores de Inglaterra y Gales; principalmente con la implantación del método de precios máximos en un proceso de competencia por comparación. En segundo lugar, la influencia positiva de la regulación basada en la competencia por exposición entre los operadores de los Países Bajos, corroborando las premisas de la teoría clásica. Los resultados de los estudios realizados en Estados Unidos también fueron

igualmente caracterizados; sin embargo, su estructura reguladora es dispersa entre las diferentes agencias reguladoras locales y estatales; es decir, distinta de la regulación centralizada en Inglaterra y Gales y de la regulación voluntaria y también centralizada por la *Vewin* en los Países Bajos. Además los resultados de la influencia positiva de la regulación no fueron unánimes.

Las realidades observadas en los estudios aplicados en México, Portugal y África coinciden en sus resultados sobre la ausencia de influencias significativas de la regulación en los resultados de la gestión del operador. Un único hallazgo aislado para Latinoamérica mostró la influencia negativa en los resultados de la gestión, provocado por la existencia de un regulador multisectorial. En este sentido, a excepción de Inglaterra y Gales y de los Países Bajos, no se puede garantizar que, de hecho, la regulación proporcione mejoras en los resultados de la gestión de los operadores, y con ello este factor pasa a una coyuntura similar al presentado por la influencia de la propiedad; es decir, la hipótesis de que no hay influencia significativa de los instrumentos reguladores en los resultados de la gestión de sus operadores.

El análisis de trabajos previos ha permitido constatar que no existe evidencia de investigaciones en las que se relacionen factores regulación-resultados de la gestión con aplicaciones exclusivas a los operadores brasileños; representando un importante vacío a ser cubierto en futuras investigaciones, y que pretende ser abordado en esta Tesis. Con relación a la posibilidad de que otros factores diferentes a la propiedad y la regulación pudieran ejercer influencia en los resultados de la gestión del operador, surge la estructura de mercado que establece la escala de producción para cada realidad constatada, con economías o diseconomías de escala, que podrían mejorar o empeorar los resultados de la gestión. Sin embargo, las investigaciones para los operadores brasileños presentaron resultados unánimes al concluir que existe una relación positiva entre la escala de producción y los resultados de la gestión de los operadores.

En relación a otros factores de la estructura del entorno, como densidad poblacional, densidad de la red de suministro, captación de agua subterránea y prestación conjunta de servicios, en la gran mayoría de los estudios, los resultados muestran la existencia de una influencia positiva sobre los resultados de la gestión. En el caso de la realidad brasileña, es en los dos primeros factores analizados en los que también se pudo establecer una relación positiva. Sin embargo, factores relacionados con la estructura comercial, como la medición del consumo y el agua no contabilizada, en la mayoría de los estudios permitieron concluir que existe una influencia negativa

en los resultados de la gestión, siendo estos resultados igualmente constatados en Brasil.

La estabilidad del suelo en los Países Bajos; las zonas turísticas y densidad de España; las proximidades del operador a la montaña o al mar en Perú y el ámbito geográfico de los operadores brasileños son ejemplos de algunas de las características que conducen a estructuras de entornos analizadas por los investigadores que, al mismo tiempo, son incorporados como variables del modelo. De un modo general, los factores relacionados con el entorno ejercen una influencia significativa en los resultados de la gestión y, como ejemplos de ello, podemos citar a España, Portugal, Australia y Brasil.

La estructura de entorno respecto al consumo en la que los operadores llevan a cabo su actividad, representa una relación de extrema controversia sobre la que no se puede deducir la existencia o no de influencia en los resultados de la gestión del operador y, en caso de que existiera esa relación, si ésta es positiva o negativa.

Cada operador tiene una cobertura determinada y circunscrita a la prestación del servicio en un área geográfica determinada. En este sentido, los investigadores concluyeron que los diferentes alcances de la cobertura de los servicios, sean éstos de ámbito local o regional, constituyen factores que ejercen algún tipo de influencia en los resultados de la gestión de los operadores. Esto es debido a la estrecha relación existente entre la cobertura y la escala de producción y, al menos, en la realidad brasileña, los operadores regionales obtienen ventajas relacionadas con las mejoras de sus resultados de la gestión, si éstos son comparados con operadores locales, lo que demuestra la existencia de economías de escala.

También se comprobó la evidencia existente de que factores como la renta y educación no afectan los resultados de la gestión de los operadores brasileños. Igualmente se observó evidencia empírica confiable que demuestra que el PIB (Producto Interior Bruto) no afecta los resultados de la gestión de los operadores de África y de Centroamérica. Sin embargo, el PRB (Producto Regional Bruto) si ejerce una influencia positiva en los resultados de la gestión de los operadores de los Países Bajos, lo que indica que la riqueza representa un factor importante en los países más desarrollados.

Una cuestión bastante discutida en el capítulo I fue inspirada en la discusión de las metas del milenio, relacionadas con la cobertura de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua para 2015, pues si por un lado las políticas públicas no son suficientes para alcanzar los niveles de universalización planteados, por el otro lado

las investigaciones para los operadores de Perú, América del Sur y el Caribe se orientaron a estudiar la universalización de los servicios al contemplar la cobertura del servicio como una variable de análisis.

Aunque de forma incipiente, la sostenibilidad financiera fue discutida en algunos casos en el ámbito internacional, con apenas cuatro estudios encontrados. Los estudios analizados demostraron que los operadores estadounidenses y brasileños operan en condiciones de dificultad financiera, y que esa dificultad estaba empeorando (Klase, 1995 y Alencar Filho et al., 2004). Asimismo se observa que para esos operadores existe una superioridad de la sostenibilidad financiera de los operadores de propiedad privada, frente a los de propiedad pública en Estados Unidos, al igual que en Inglaterra y Gales (Neal, et. al, 1996 y Shaoul, 1997). De estos cuatro estudios, tres utilizaron el análisis de indicadores de gestión y uno combinó indicadores de gestión y análisis discriminante, abriendo un espacio para el uso de técnicas innovadoras como el *DEA* en los análisis de la gestión económico-financiera y, consecuentemente, la sostenibilidad económico-financiera del sector.

Entre todos los estudios catalogados y analizados hasta ahora no se observaron aplicaciones para la eficiencia de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua utilizando el *DEA* y con variables de las finanzas corporativas que indiquen la sostenibilidad financiera del operador, elevando el concepto ampliamente discutido de eficiencia económica y su evolución al concepto de la eficiencia económico-financiera.

En este estudio se presenta un trabajo empírico que intenta abordar todos los vacíos presentados en estas conclusiones, aplicando el *DEA* en su estructura dinámica a la realidad intertemporal brasileña, permitiendo establecer estimaciones de la eficiencia económico-financiera orientada hacia la universalización de los servicios, para un panel de datos de una serie histórica. Adicionalmente, será verificada la influencia de los organismos reguladores del sector que ejercen control sobre los operadores, así como de la influencia de la propiedad y de los factores de entorno en dicha eficiencia.

Aunque la aplicación del *DEA* a los operadores brasileños no sea algo novedoso, pues se encuentran por lo menos cinco aplicaciones de dicha técnica al sector, la aplicación del *DEA* en la estructura dinámica es extremadamente novedoso, y no se tiene evidencia de su aplicación en Brasil, ni tampoco en el resto del mundo. Además, conforme se ha comentado, no se conoce ninguna prueba realizada sobre la influencia de la existencia de un ente regulador del operador en los resultados de su

gestión económico-financiera; correspondiendo a otro punto novedoso que se complementa con el estudio de otros aspectos de la estructura de gobierno ya debatidos, como por ejemplo la propiedad y la estructura de mercado, estructura comercial, estructura de financiación y la estructura de entorno.

Todos estos fundamentos, cuando son concatenados y consolidados, y verificando individualmente o en conjunto sí presentan algún tipo de relación de causa-efecto sobre los resultados de la gestión económico-financiera dará el soporte científico necesario para sustentar la problemática planteada en el estudio, así como para sus hipótesis, variables y técnicas de análisis definidos para la investigación. A pesar de que en el capítulo II se presenta el *DEA* como una herramienta robusta y comúnmente utilizada para la evaluación de los resultados de la gestión económica del sector de abastecimiento y saneamiento de agua en diversos países alrededor del mundo, inclusive Brasil, no se encontró ninguna aplicación de esta metodología para el análisis de la situación económico-financiera a la hora de definir los resultados de la gestión y, a partir de allí, lograr una evolución de esos resultados hacia un concepto más amplio que incluya aspectos de índole económica-financiera y de universalización del acceso a los servicios con calidad en una perspectiva intertemporal con el método *DSBM*, los cuales serán comentados en el capítulo IV.



**CAPÍTULO IV – ANÁLISIS DE LA GESTIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA DE LOS OPERADORES DE SERVICIOS PÚBLICOS DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO DE AGUA BRASILEÑO EN UN PROCESO DE UNIVERSALIZACIÓN DEL ACCESO.**

## IV.1 Introducción

Tal como hemos indicado en el capítulo III, existen algunas discrepancias entre las teorías económicas clásicas de los derechos de propiedad, de la agencia y de la elección pública, que indican una superioridad de la gestión de la propiedad privada frente a la propiedad pública, y los hallazgos empíricos respecto a los resultados de la gestión de los operadores del sector de abastecimiento y saneamiento de agua, que muestran en su mayoría una ausencia de diferencias significativas entre los rendimientos obtenidos por los dos tipos de propiedad. Asimismo, dichas teorías también apuntan que los incentivos proporcionados por la regulación pueden conducir a una mejora de la gestión, lo cual podría someterse a debate en el caso del sector de abastecimiento y saneamiento de agua.

Los estudios empíricos realizados en torno a las tres teorías referidas anteriormente para el sector se basaron fundamentalmente en modelos estructurados para medir la productividad, la eficiencia técnica, la eficiencia de asignación y la eficiencia económica total, sin dar la merecida importancia a dos aspectos muy relevantes: sostenibilidad económico-financiera y la universalización del acceso a los servicios, elementos bastante difundidos en las metas del milenio y también en el nuevo marco regulador brasileño para el sector.

En este sentido, forman parte de los objetivos de este capítulo, profundizar en el concepto de sostenibilidad económico-financiera, en términos de la situación financiera empresarial con ratios sacados de técnicas de análisis de los estados financieros, y en el concepto de universalización del acceso, ajustado a los niveles de calidad necesarios para un recurso tanpreciado e importante para la salud pública como el agua y su tratamiento, así como agruparlos en un concepto global de resultado de la gestión económico-financiera para el sector. Asimismo, pretendemos obtener una forma alternativa para dar respuesta a algunos de los interrogantes ampliamente debatidos por diversos investigadores y comentados en el apartado II.2, que, de forma resumida, son respondidos cuando se identifica la existencia o no de economías de alcance en la producción conjunta, la existencia o no de economías de escala, la existencia o no de influencia de la propiedad y de la regulación en la gestión del operador y por último la relación del entorno en que esta insertado el operador con su gestión.

Desechada la posibilidad de contestar en esta tesis estos interrogantes de la forma más habitual mediante la elección de las variables que comúnmente se establecieron con base en la función de producción *Cobb-Douglas* (trabajo, capital y

tecnología), se ha optado por realizar una valoración de la situación financiera con que se encuentran los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en su búsqueda de la universalización del acceso.

Con esa finalidad, se optó por realizar un análisis intertemporal del resultado de la gestión económico-financiera de los operadores de servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño mediante una estructura dinámica que considera los cambios de productividad entre los años de la muestra. Para ello se ha utilizado una metodología **empírico-analítica** dividida en tres etapas: revisión de la literatura empírica; análisis del resultado de la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en su búsqueda por la universalización del acceso; contraste de hipótesis relativas a los elementos y factores de que afectan dicha gestión y resultados.

La estructura de este capítulo es la siguiente: en primer lugar hacemos el planteamiento del problema y delimitamos los objetivos e hipótesis que orientan la investigación, en segundo lugar exponemos el diseño del estudio y metodología de análisis, pasando posteriormente al análisis de los resultados obtenidos en los trabajos y por último expondremos las conclusiones e implicaciones de los hallazgos empíricos.

## **IV.2 Planteamiento del problema, objetivos e hipótesis del estudio**

Los investigadores están mostrando cada vez mayor interés en las evidencias empíricas relativas a los resultados de la gestión en el sector de abastecimiento y saneamiento de agua, al igual que las diversas entidades relacionadas con el sector y la sociedad usuaria de los servicios en general. Sin embargo, los estudios realizados hasta el momento se han desarrollado de una forma un poco distinta de la propuesta en este estudio: primero por la importancia dada a la situación financiera en un proceso de universalización del acceso y en segundo lugar porque en este trabajo se lleva a cabo un análisis intertemporal de la gestión económico-financiera de los operadores del servicio, identificando los principales elementos que influyen en la misma a lo largo del tiempo.

Siendo conscientes de las dificultades que puede implicar el estructurar un indicador de la situación financiera en un proceso de universalización del acceso y conjugarlo con los aspectos relativos a la gestión económica, para analizar posteriormente cuáles son los factores y variables que le afectan, es decir conjugar características de cobertura y competencia con las teorías clásicas relativas a la

gestión de los servicios, como son la teoría de los derechos de propiedad, teoría de la elección pública y teoría de la agencia, dentro de un contexto de estructura de gobierno, mercado, comercial, de financiación y entorno operativo, este trabajo pretende precisamente abordar de forma conjunta ambos aspectos, tratando de rellenar así un importante **vacío** de la investigación empírica para el sector público en un área tan fundamental para el mantenimiento de la calidad de vida humana.

En este sentido, tanto la comunidad internacional como la normativa brasileña, plasmada en la Ley 11.445/2007 y en el Decreto 7.217/2010, han establecido entre sus principios básicos la universalización del acceso, la eficiencia y la sostenibilidad económico-financiera, de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua, tratando de establecer mecanismos de evaluación basados en la competencia por comparación (*yardstick competition*) que establezcan un rango para los valores obtenidos como consecuencia de la gestión.

En este sentido, uno de los problemas que surgen y que va a ser abordado en este estudio empírico es el siguiente:

***¿Cómo se puede obtener una medida para evaluar la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil en un proceso de universalización del acceso? y ¿qué factores y variables influyen en dicha medida?***

Esta problemática es por sí sola compleja, y su análisis se enmarca en un conjunto de teorías económicas ya consolidadas que se han orientado a dar explicaciones de los diferentes resultados económicos. Desde esta perspectiva, entendemos que es fundamental conocer las experiencias empíricas anteriores, seleccionar sus principios hallazgos y con esto diseñar una nueva perspectiva de análisis, lo cual redundará en la validez y robustez de los resultados encontrados. En este sentido, para llevar a cabo la investigación, bajo estas premisas, y tratar de dar una respuesta válida y robusta al problema planteado, se ha definido el siguiente objetivo del estudio:

***Determinar, medir y explicar la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil, orientados hacia un proceso de universalización del acceso, en función de sus estructuras de gobierno, mercado, comercial, dependencia financiera y entorno operativo.***

Teniendo en cuenta la complejidad del problema planteado y a efectos de estructurar todo el trabajo de forma coherente, para poder alcanzar este objetivo hemos tenido que realizar distintos pasos en el estudio, y por este motivo, decidimos dividir este objetivo global en cuatro objetivos específicos:

- 1) Analizar el contenido de las investigaciones empíricas en el ámbito de la evaluación de la gestión de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en diversos países del mundo, especialmente en Brasil;
- 2) Estructurar y medir la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en un proceso de universalización del acceso a partir de la selección de las principales variables;
- 3) Identificar los efectos de la propiedad, la regulación, la escala de producción y el alcance de la producción conjunta en la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso;
- 4) Verificar la influencia de las políticas comerciales, de la independencia financiera y del entorno operativo en la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso.

Recurriendo a las teorías económicas clásicas y su presunción de que la propiedad privada y su gestión proporcionan resultados de la gestión superiores a su contraparte pública, además de que los incentivos proporcionados por la regulación ejercen presiones motivadoras que inciden de forma positiva en la gestión de los operadores regulados, los resultados de los trabajos empíricos no han obtenido evidencias claras de cuál es la situación en la práctica de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, si bien existe una tendencia mayoritaria, debido a que en muchas ocasiones se constata la ausencia de diferencia significativa entre los dos tipos de propiedad (ve apartado III.8.1) en los estudios, acercándose así a las aportaciones de Liebenstein (1966) que sostiene la premisa de que los monopolios son *X-ineficientes*, independientemente de su propiedad.

Para la realidad brasileña, los resultados obtenidos en los trabajos empíricos relativos a la propiedad y la incidencia de la forma de propiedad o regulación en los resultados de la gestión, también siguen la tendencia mundial en la que predomina la ausencia de diferencias significativas entre los dos tipos de propiedad y que no existe

evidencia clara de que las diferentes formas de gestión ejerzan influencia en los resultados de la gestión del sector.

En este caso, consideramos además la perspectiva de sostenibilidad económico-financiera de los operadores en su búsqueda del cumplimiento de la función social de acceso a servicios abastecimiento y saneamiento de agua de calidad, en un proceso de universalización que se considera una de las metas del milenio y también bastante resaltada en la ley brasileña 11.445/2007 que reglamenta el sector.

En este sentido, formulamos la siguiente hipótesis de trabajo:

***H1: La estructura de gobierno establecida en función del tipo de propiedad no ejerce influencia significativa en los resultados de la gestión económico-financiera de los operadores servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso.***

Es importante señalar que estudios realizados en entornos diferentes, como el de Pérard (2009) para los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de los Estados Unidos y Corton (2003) para los peruanos, han constatado la existencia de incidencia de los objetivos políticos en los resultados de la gestión de sus operadores. El primero evidenció que la ideología política republicana en los Estados Unidos en el año 2002 aumentó el coste político de la privatización y el segundo que la cobertura de los servicios peruanos está condicionada a los incentivos políticos.

Un aspecto muy importante en ambos estudios es que los autores lograron aislar los resultados económicos definidos por la teoría de la elección pública en los resultados de gestión del sector, abriendo camino para otros estudios posteriores en este ámbito. En concreto, consideramos de interés realizar un análisis similar para la realidad brasileña, comparando la influencia del proceso electoral de 2006, en el que hubo elecciones a presidente de la república, senador, diputados federales, presidente del gobierno estatal y diputados estatales. En concreto, consideramos que los incentivos políticos proporcionados al sector de abastecimiento y saneamiento de agua se vieron reducidos a final de año, tras las elecciones, proporcionando una caída de los resultados de la gestión a partir de 2007.

En este sentido, es posible aislar la influencia política en los resultados obtenidos a partir de la formulación de una segunda hipótesis de trabajo, también relacionada con la estructura de gobierno de los operadores:

***H2: El proceso electoral brasileño del año de 2006 incidió de forma negativa y significativa en los resultados económico-financieros de la gestión de los operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en un proceso de universalización del acceso en el año inmediatamente posterior al proceso.***

Respecto a la regulación, en el apartado III.8.2 se ha puesto de manifiesto que no existe consenso en los resultados empíricos de los trabajos que asocian los incentivos proporcionados por la regulación y los resultados de la gestión de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua. A excepción de la unanimidad y robustez presentada por la influencia positiva de la regulación en la gestión en Inglaterra y Gales (considerada exigente) y Países Bajos (considerada la más laxa por ser voluntaria), en las demás realidades, como Estados Unidos, México, Portugal, países africanos y de Latinoamérica, la situación no es tan evidente, obteniendo resultados diferentes que muestran la ausencia de influencia en unos casos, la influencia positiva en otros, e incluso negativa en un único caso.

Aunque la Ley 11.445/2007 haya reglamentado las directrices mínimas para la actuación de las agencias reguladoras del sector en Brasil, no se tiene conocimiento de ninguna investigación empírica que verifique la fortaleza de las agencias reguladoras existentes, y si los incentivos proporcionados por la regulación económica han incidido en la obtención de mejoras en el sector. Sin embargo, en entornos como Estados Unidos, México y Latinoamérica, próximos a la estructura brasileña, no existen pruebas contundentes de influencia de la regulación en el resultado de la gestión de los operadores, principalmente en el caso de México por no estar regulado por un organismo centralizado nacionalmente como en el caso de Inglaterra y Gales, Chile o Perú, donde al igual que en Brasil existen operadores autorregulados.

En consecuencia se formula la tercera hipótesis de trabajo y última relativa a la estructura de gobierno de los operadores:

***H3: La experiencia de la agencia de regulación económica de los servicios de abastecimiento y saneamiento, no ejerce influencia significativa en la gestión económico-financiera de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso.***

Pasando al análisis de los aspectos estructurales de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, se debate sobre la estructura de mercado, que según Berg y Marques (2010, p. 2) está definida por la existencia o no de economías de escala y de alcance de la producción conjunta de los servicios.

Tratándose de un monopolio natural, y tal como se ha comentado en el apartado I.2, varias investigaciones han sido llevadas a cabo con el objetivo de identificar la escala óptima de producción de los servicios (escala de producción) y la combinación óptima de producción de servicios de forma conjunta (alcance de los servicios).

Como ya hemos señalado, las cuestiones relacionadas a la escala de producción no son unánimes en la literatura, evidenciando la mayoría de los trabajos resultados que apuntan a la existencia de economía de escala y algunos trabajos concluyen la existencia de deseconomías de escala. Sin embargo, los estudios empíricos aplicados a la realidad brasileña sugieren la existencia de economías de escala, donde algunos estudios también investigaron la existencia de economías de escala comparando operadores de alcance geográfico local con los de alcance geográfico regional. Los estudios muestran resultados convergentes en la ventaja proporcionada por el alcance regional, que facilita una mayor escala de producción, extensible a todos los estudios aplicados a la realidad brasileña.

En este sentido, se formuló la siguiente hipótesis:

***H4: Los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua se benefician de economías de escala de producción general de los servicios que ejercen una influencia significativa y positiva en la gestión económico-financiera de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso.***

El segundo aspecto de la estructura de mercado, ya comentado en el apartado III.8.3, está relacionado con la economía de alcance de producción conjunta de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento de agua, aunque en otros casos los autores investigaron la prestación de servicios para clientes residenciales e industriales o comerciales, siendo la prestación de servicios para cada uno de los dos tipos de clientes un producto diferente.



Los estudios que analizan la ventaja de la producción conjunta de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua convergen en la existencia de economía de alcance derivada de dicha producción conjunta. Por otro lado, los estudios que abordan la otra forma de economía de alcance, derivada de la producción conjunta de servicios prestados para los clientes residenciales y servicios prestados a los clientes industriales o comerciales, como dos productos distintos, muestran resultados diversos, sin ninguna prueba de la influencia de la relación de prestación de servicios a clientes residenciales frente a industriales y comerciales.

Pueden destacarse en este sentido los estudios de Bruggink (1982), para los operadores de los Estados Unidos, Bottasso y Conti (2009), para operadores de Inglaterra y Gales, Woodbury y Dollery (2004) con operadores australianos y Ferro et al. (2010) y Covelli et al. (2010) para operadores de Latinoamérica, obteniendo en la mayoría de los casos resultados convergentes que señalan la ausencia de influencia significativa de la prestación de forma conjunta de servicios a ambos tipos de clientes.

Desafortunadamente la base de datos de este estudio no permite medir la influencia de la producción conjunta de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua, pues todos los operadores de la muestra prestan los dos tipos de servicios de forma conjunta, por lo que hemos optado por la formulación de una única hipótesis para estudiar la influencia del alcance de la producción conjunta en la gestión económico-financiera de los operadores brasileños:

***H5: La participación de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua de tipo residencial en relación al total no ejerce influencia significativa en los resultados de la gestión económico-financiera de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso.***

Algunos elementos de la política comercial desarrollada por cada operador, que muchas veces son resultado de problemas de agencia y de la maximización de los votos en que se basa la teoría de la elección pública, influyen en la gestión del sector de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño, como la medición del consumo (Corrar, 1981; Sabbioni 2006 y 2008 y Alencar Filho y Abreu, 2007), la tarifa promedio aplicada (Santana, 2005 y Alencar Filho y Abreu, 2007), el deterioro de ingresos (Alencar Filho et al., 2004, Santana, 2005 y Alencar Filho y Abreu, 2007) y las pérdidas en la facturación (Alencar Filho et al., 2004 y Alencar Filho y Abreu, 2007).

En la actualidad, la legislación brasileña, a través de la Ley 11.445/2007 y el Decreto 7.217/2010 también considera estas cuestiones comerciales, al identificar algunos aspectos como niveles de tarifación, medición del consumo, facturación y cobro por los servicios, entre otros, como requisitos mínimos para la regulación del sector.

En el entorno de la estructura comercial de los operadores brasileños, la tarifación promedio aplicada ejerce una influencia positiva en la gestión financiera del sector (Santana, 2005), mientras que la medición del consumo (Sabbioni 2006 y 2008), deterioro de ingresos (Alencar Filho et al. 2004) y pérdidas en la facturación ejercen una influencia negativa en generillos resultados de la gestión del sector. Posiblemente esta relación también sea significativa en la explicación de los resultados de la gestión económico-financiera en un proceso de universalización del acceso.

En este sentido se plantea la siguiente hipótesis de trabajo:

***H6: La tarifación promedio aplicada ejerce una influencia positiva y significativa en los resultados de la gestión económico-financiera de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso, mientras que la medición del consumo, el deterioro de ingresos y las pérdidas en la facturación ejercen una influencia negativa y significativa en dicha gestión.***

En relación a la financiación, los operadores llevan a cabo la prestación de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua con recursos propios y ajenos. A este respecto, existe evidencia en Brasil de que la suficiencia de tesorería, como una aproximación del flujo de caja generado por las operaciones de la prestación de los servicios, ejerce una influencia positiva en los resultados de la gestión económico-financiera del sector (Santana, 2005) y que el nivel de endeudamiento ejerce una influencia negativa en términos generales en los resultados del sector (Alencar Filho et al. 2004).

Aunque debe cumplirse la condición de que el coste del capital ajeno sea menor que el coste del capital propio para que existan ventajas para el endeudamiento que expliquen una estructura de capital, según Spiegel y Spulber (1994), los aspectos de agencia también pueden proporcionar explicaciones para la estructura de capital de las empresas reguladas, sus inversiones e incluso las tarifas.

Con base en las evidencias presentadas, este estudio plantea la siguiente hipótesis de trabajo:

***H7: A medida que la suficiencia de tesorería ejerce una influencia positiva y significativa en los resultados de la gestión económico-financiera de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso, el endeudamiento ejerce una influencia negativa y significativa.***

Tal como se ha señalado en el apartado III.8.3, independientemente de cualquier teoría, los aspectos relativos a las condiciones y ambiente que definen el entorno operativo por lo general producen variaciones en los resultados económicos que influyen en las decisiones financieras y por tanto influyen en los resultados de la gestión económico-financiera del sector. Por esto, dichos aspectos del entorno deben ser considerados en un proceso de evaluación de la gestión utilizando la competencia por comparación (*yardstick competition*) que según Shleifer (1985) ayuda a controlar las heterogeneidades. Además, uno de los principios enumerados por la Ley 11.445/2007 enfatiza la utilización de métodos, técnicas y procesos que consideren las particularidades regionales y locales.

En este tema, los investigadores han llevado a cabo estudios que evalúan las condiciones operativas, tales como la forma de captación de agua, condiciones climáticas y topográficas como la temperatura, la precipitación, la altitud de los operadores, la inestabilidad del suelo, consumo *per cápita* de agua, la densidad poblacional y región geográfica en la que los operadores se insertan, es decir elementos característicos de cada entorno inherentes a cada entidad.

Desafortunadamente, no ha sido posible disponer de datos que capten todos estos elementos de entorno relacionados anteriormente, por lo que únicamente hemos podido incluir variables que capten los efectos del consumo *per cápita*, la densidad y la región geográfica en que está ubicado el operador.

Con relación al consumo *per cápita* de agua, Kirkpatrick et al. (2004a) y Kirkpatrick et al. (2006) concluyeron que ejerce una influencia negativa en los resultados de la gestión de los operadores africanos. Asimismo, los brasileños Corrar (1981) y Alencar Filho y Abreu (2007) concluyeron que es una variable importante para la evaluación de los resultados del sector mientras que Sabbioni (2006) concluyó que ejerce una influencia significativa negativa en los resultados de la gestión en general.

Con base en los resultados anteriores, hemos estructurado la siguiente hipótesis de trabajo:

***H8: El consumo medio de agua por cuenta ejerce una influencia negativa y significativa en los resultados de la gestión económico-financiera de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso.***

Otra condición del entorno a que los operadores están sometidos es la densidad poblacional del área de alcance de los operadores y tal como se ha señalado en el apartado III.8.3, existe un cierto grado de divergencia entre los diversos resultados relativos a la densidad de la red de suministro. Feigenbaum y Teeple (1983) para Estados Unidos, Ruester y Zschille (2010) para Alemania, y Chong et al. (2006) en Francia, demostraron una influencia negativa, mientras que Hausman et al. (1986), Brocas et al. (2006) y Mosheim (2006), también para los Estados Unidos, Zschille et al. (2009) también para el escenario alemán, Fabbri y Fraquelli (2000) y Antonioli y Filippini (2001) en Italia, Fernández y Londoño (2008) para los operadores colombianos y Covelli et al. (2010) para un conjunto de países de Latinoamérica, señalaron la existencia de un efecto positivo de la densidad de la red en los resultados de la gestión de los operadores.

Sin embargo, todos estos estudios referenciados utilizaron un concepto de densidad general de la red de suministro, la cual ha sido separada en densidad de la red de abastecimiento de agua y densidad de la red de saneamiento de agua por Tupper y Resende (2004) para el entorno brasileño, y Saal y Reid (2005) y Erbeta y Cave (2007) para el escenario de Inglaterra y Gales, siendo los dos primeros convergentes en relación a la influencia negativa de la densidad de la red de abastecimiento de agua y una influencia positiva de la densidad de la red destinada a los servicios de saneamiento de agua (aún que para esta densidad el coeficiente no se muestra significativo), siendo corroborado parcialmente por el último estudio que concluyó la existencia de una influencia positiva de la densidad de la red de suministro de ambos servicios en la gestión del sector de Inglaterra y Gales.

Estas ambigüedades empíricas proporcionan una novena hipótesis, considerando los resultados de los estudios que analizaron separadamente la red de abastecimiento y saneamiento de agua.

***H9: La densidad de la red de abastecimiento de agua ejerce influencia significativa y negativa en la gestión económico-financiera de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso, mientras que la densidad de la red de saneamiento de agua ejerce una influencia positiva y significativa.***

Aunque la base de datos obtenida para este estudio no permite analizar los efectos de las formas de captación de agua y tampoco las relaciones climáticas y topográficas a través de variables específicas, sin embargo, una evaluación de la relación de la región geográfica en que el operador se ubica, capta de forma conjunta estas condiciones que definen el entorno, incluyendo algunas cuestiones macroeconómicas como desarrollo humano y renta.

Esta problemática ha sido bien planteada en algunos estudios, por ejemplo Alsharif et al. (2008), relativo a las diferencias proporcionadas por los dos territorios palestinos de alto conflicto (Franja de Gaza y Cisjordania), o Zschille et al. (2009) y Ruester y Zschille (2010), que buscaron captar los efectos de la herencia de las distintas Alemanias, tras la reunificación. Para la realidad española, la preocupación se centra en la explicación de la incidencia de las zonas turísticas que proporcionan demandas estacionarias y con esto el efecto en los resultados de la gestión (Picazo-Tadeo et al., 2009a y 2009b). En Australia, Byrnes et al. (2010) constataron que los operadores australianos situados en Victoria obtienen mejores resultados que los situados en Nueva Gales del Sur. Por último, en el entorno de la situación peruana estudiada por Coton (2003), el autor concluyó que los gastos unitarios de la explotación son menores en los operadores ubicados en la región de la selva respecto a los obtenidos para los operadores ubicados en la costa y en la sierra.

En Brasil, la heterogeneidad entre las regiones geográficas también ha sido objeto de análisis en los trabajos empíricos, como Carmo y Távora Junior (2003), en el que se concluye que los operadores ubicados en la región sudeste son los más eficientes, Sabbioni (2006), que concluye que la ubicación en la región sudeste proporciona un efecto positivo en la eficiencia y los ubicados en la región nordeste un efecto negativo, mientras Da Silva e Souza et al. (2007) concluyen que no hay diferencias significativas entre los operadores ubicados en las regiones norte y sur y ubicarse en cualquier otra región que no sean estas dos permite un rendimiento superior. Por último, Da Silva e Souza et al. (2008), que se limitó a investigar los efectos de las regiones sur, sudeste y centro-oeste, por no haber en la muestra estudiada ningún operador de propiedad privada en las regiones norte y nordeste,

concluyeron que estar ubicado en la región sudeste es más ventajoso para la gestión que estar ubicado en la región centro-oeste, que a su vez es más ventajoso que ubicarse en la región sur.

Al objeto de introducir en nuestro estudio esta problemática, se propone una última hipótesis:

***H10: Los resultados de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua ubicados en la región sudeste del Brasil son significativamente superiores, en términos económico-financieros en un proceso de universalización del acceso, que los de los ubicados en las otras regiones del país.***

Una vez definida la problemática a abordar en el trabajo empírico, así como establecidos sus objetivos y los planteamientos de las expectativas a priori que generaron las hipótesis de trabajo, continuamos ahora con la descripción de cómo se hizo toda la parte empírica de la tesis, destinando el siguiente epígrafe a explicar el diseño del estudio y la metodología.

### **IV.3 Diseño del estudio y metodología**

Este apartado tiene como objetivo describir los elementos relativos al diseño del trabajo elaborado para lograr la validez de la investigación. Para Ryan et al. (2004) “el diseño de un estudio es el plan adoptado para contestar la cuestión que se investiga”. En este sentido este apartado ha sido dividido en 5 epígrafes: en el primero se expone cómo ha sido definida la muestra, la selección de los casos, y la obtención y ajuste de los datos; en el segundo se recoge la definición de las variables utilizadas para la estimación de los resultados de la gestión económico-financiera en un proceso de universalización del acceso, en el tercero se presenta toda la definición de las variables que incorporan el modelo econométrico explicativo de la evaluación de la gestión; en el cuarto epígrafe se describe el modelo adoptado para la estimación de los resultados de la gestión económico-financiera y la quinta y última parte en que se presenta el modelo econométrico utilizado.

#### **IV.3.1 Muestra y datos**

Como puede verse en la tabla I.1 de esta Tesis, en Brasil existen un total de 905 operadores en el sector, sin embargo, el conjunto de los operadores clasificados como sociedades de economía mixta con gestión pública y con gestión privada más otros 11 operadores clasificados como empresas privadas, y bajo régimen de sociedad

anónima, atienden cerca del 79% de la población brasileña con los servicios de abastecimiento de agua y cerca del 72% de los servicios de saneamiento de agua. Asimismo, los operadores en este grupo producen 80% del agua y son responsables del 83% del agua residual tratada, que representa la mayoría del sistema brasileño y por este motivo corresponde al objeto de esta investigación<sup>56</sup>.

Hasta 2008 eran 46 operadores en régimen de sociedad anónima en el sector en Brasil, sin embargo, *Sanesalto Saneamento S/A*, *Empresa Concessionária de Saneamento de Mauá S/A* y *Companhia de Saneamento do Amazonas S/A*, no operan la producción conjunta de los dos servicios, siendo las dos primeras exclusiva de los servicios de saneamiento de agua y la última exclusiva de agua, que limita a un total de 43 operadores que se pueden comparar plenamente.

Desafortunadamente, no se logró obtener los datos de la *Sociedade Anônima de Água e Esgoto do Crato*, de modo que este estudio ha sido llevado a cabo con una muestra final de 42 casos. Dichos datos describen la dimensión operativa, económica y financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño entre los años 2005 a 2008 con régimen jurídico de sociedad anónima.

Otro motivo que condicionó la elección de los operadores en régimen de sociedad anónima ha sido que, a diferencia de los otros tipos de regímenes jurídicos empresariales, las sociedades anónimas, según la legislación societaria brasileña están obligadas a divulgar sus cuentas anuales.

Entre los operadores, la *Companhia de Água e Esgoto do Ceará* – CAGECE (1), la *Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba* – CAGEPA (2), la *Companhia Catarinense de Águas e Saneamento* – CASAN (3), la *Companhia Estadual de Águas e Esgotos* – CEDAE (4), la *Companhia de Saneamento de Minas Gerais* – COPASA (5), la *Companhia Rio-Grandense de Saneamento* – CORSAN (6), la *Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo* – SABESP (7), *Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento* – SANASA (8), *Saneamento de Goiás S/A* – SANEAGO (9) y la *Companhia de Saneamento do Paraná* – SANEPAR (10) son empresas con sus acciones cotizadas en el mercado bursátil y por esto motivo todas sus cuentas anuales son publicadas en la *Comissão de Valores Mobiliários* – CVM de forma estandarizada, por lo que hemos optado por recurrir a esta fuente de datos económico-financieros para estos operadores.

---

<sup>56</sup> Según datos consolidados del Informe Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2010)

Todos los demás operadores son sociedades anónimas no cotizadas y por ello sus cuentas anuales no están disponibles en una base de datos única estructurada decoro en el caso de la *Comissão de Valores Mobiliários – CVM*. Por esto motivo se ha llevado a cabo una búsqueda individual de las cuentas anuales divulgadas por cada operador.

De esa forma, hemos buscado en los sitios *web* de cada uno de los operadores y se ha logrado obtener las cuentas anuales de la *Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB* (11), *Águas do Amazonas – ADA* (12), *Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN* (13), *Companhia de Saneamento da Capital – SANECAP*(14), *Empresa Baiana de Águas e Saneamento – EMBASA* (15) y *Companhia Espírito-Satense de Saneamento – CESAN*(16).

Tal como hemos indicado anteriormente, las sociedades anónimas están obligadas a divulgar sus cuentas anuales en un periódico local de gran circulación o en periódicos oficiales del gobierno, de ese modo fueron obtenidas las cuentas anuales de los operadores: *Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão – CAEMA* (17), *Empresa de Saneamento do Mato Grosso do Sul S/A – SANESUL* (18), *Concessionária Águas de Juturnaíba S/A – CAJ/RJ* (19), *Foz de Cachoeiro S/A - FOZ* (20), *Águas Guariroba S/A – AG* (21), *Águas do Paraíba S/A – CAP* (22), *Companhia de Saneamento de Diadema – SANED* (23), *Empresa Municipal de Água e Saneamento Ambiental S/A – EMASA* (24), *Companhia Águas de Joinville – CAJ/SC* (25), *DAE S/A - Água e Esgoto – DAEJUNDIAÍ* (26), *Águas de Limeira S/A - ADL* (27), *Águas de Niterói S/A – ADN* (28), *Companhia Municipal de Saneamento de Novo Hamburgo – COMUSA* (29), *Águas de Paranaguá S/A – APSA* (30) y *Águas do Imperador S/A – ADI* (31).

Finalmente, para las empresas cuyas cuentas anuales no fueron obtenidas de ninguna de las formas anteriormente descritas, fue hecha la solicitud por correo electrónico, siendo recibidas de la misma forma: *Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA* (32), *Companhia de Abastecimento D'água e Saneamento do Estado de Alagoas – CASAL* (33), *Companhia de Saneamento do Pará – COSANPA* (34), *Companhia de Saneamento do Tocantins – SANEATINS* (35), *Companhia de Desenvolvimento de Nova Odessa – CODEN* (36) y *Prolagos S/A - Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto – PROLAGOS* (37) y para completar todas las fuentes de datos económico-financieros, fueron recibidas por correo ordinario las cuentas de los operadores: *Águas e Esgotos do Piauí S/A –*



AGESPISA (38), *Companhia de Águas e Esgotos de Roraima – CAER* (39), *Companhia de Águas e Esgotos de Rondônia – CAERD* (40), *Companhia de Água e Esgoto do Amapá – CAESA* (41) y *Companhia de Saneamento de Sergipe – DESO* (42).

Respecto a los datos de tipo operativo, en el apartado 1.4.2 se ha hecho referencia al *Sistema Nacional de Informações em Saneamento – SINIS* que está estructurado con datos e indicadores sobre información operativa del abastecimiento de agua, información operativa de saneamiento de agua, información económico-financiera del balance, información financiera, información general e información sobre la calidad de los servicios.

En este sentido, el *SNIS* ha sido la base de datos utilizada para obtener las clasificaciones de los operadores y los datos de naturaleza operativa del periodo de 2005 a 2008, para todos los casos de este estudio. Aunque el sistema también contempla informaciones del balance y financieras, se ha optado por utilizar los valores de naturaleza económico-financiera presentados en las cuentas anuales auditadas por estar más completas y permitir una recopilación más fiable de los datos de dicha naturaleza utilizados en esta investigación.

En tanto que las cuentas anuales de los operadores han sido obtenidas a través de diversas fuentes y con distintas estructuras de divulgación, esto dificulta la comparabilidad de la información y para suavizar dicho problema y garantizar una mayor fiabilidad de los análisis, los datos del balance y de la cuenta de pérdidas y ganancias de todos los operadores han sido adaptados a la estructura estándar de divulgación de la *Comissão de Valores Mobiliários – CVM*, ajustando el nivel de detalle de divulgación con datos obtenidos de otros informes como cuadro de financiación, estado de tesorería (años de 2007 y 2008) y memoria.

Cabe mencionar también que para los operadores de la muestra, la base de datos *SNIS* presentó una pérdida insignificante de datos, como los datos del volumen facturado de los servicios de abastecimiento de agua y volumen facturado de los servicios de saneamiento de agua del operador SANECAP, que fue completado con los datos obtenidos del informe de gestión del operador en el año 2009<sup>57</sup>, cuentas activas de saneamiento de agua<sup>58</sup>, cuentas residenciales activas de saneamiento de

---

<sup>57</sup> Informe de gestión presentado en *Companhia de Saneamento da Capital* (2011)

<sup>58</sup> Estimado por la multiplicación de la cobertura del servicio de saneamiento de agua por el número de acometidas activas de abastecimiento de agua.

agua<sup>59</sup>, conexiones activas de saneamiento de agua<sup>60</sup> y volumen facturado de los servicios de saneamiento de agua<sup>61</sup> para los operadores CAJ y PROLAGOS, que no tenían estos datos y han sido obtenidos a través de estimaciones<sup>62</sup>.

Los datos obtenidos a través de las distintas fuentes, una vez revisados y completados, han sido empleados como variables de *input* y *output* del modelo no paramétrico de evaluación de la gestión económico-financiera en un proceso de universalización del acceso y como variables independientes del modelo paramétrico explicativo, tal como se presenta a continuación.

### **IV.3.2 Variables utilizadas en la evaluación de la gestión económico-financiera en un proceso de universalización del acceso y sus medidas**

Tal como hemos comentado, los estudios de evaluación de la gestión del sector de abastecimiento y saneamiento de agua se han basado fundamentalmente en una amplia utilización del modelo de la función de producción de *Cobb-Douglas* y sus variables que representan el trabajo, capital y tecnología en su dimensión física, como cantidad de trabajadores para trabajo, longitud de la red de suministro para capital y cantidad de electricidad consumida. Sin embargo, también han sido bastante utilizados algunos conceptos de la dimensión económico-financiero, tal como los gastos de la explotación – *OPEX*, los gastos de capital – *CAPEX* y los gastos totales de la explotación – *TOTEX*, que han sido los *inputs* de la dimensión económico-financiera más adoptados entre los principales estudios del sector en los que se ha utilizado el *DEA* en las estimaciones, de acuerdo con De Witte y Marques (2010).

Asimismo, en una revisión de todos los estudios referenciados en el capítulo III de este trabajo, entre estos tres conceptos, el *CAPEX* ha sido utilizado como variable en cerca del 45% de los estudios empíricos. En segundo lugar, el concepto de *OPEX*, fue utilizado como variable en cerca de 37% de los estudios empíricos y, en tercero, el concepto de *TOTEX*, que fue utilizado como variable en cerca de 20% de los estudios.

En este sentido, el *TOTEX* es la suma del *OPEX* con *CAPEX*, según ha sido definido por Coelli y Walding (2006) y por la *Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo* (2009), por lo que representa una solución conjunta en la evaluación de la asignación de los recursos.

---

<sup>59</sup> Estimado por regresión con acometidas activas (independiente), siendo para 2005  $R^2 = 0,99987444$  y significatividad: 0,00000, para 2006  $R^2 = 0,999901246$  y significatividad: 0,00000, para 2007  $R^2 = 0,99984435$  y significatividad: 0,00000 y para 2008  $R^2 = 0,999837616$  y significatividad: 0,00000

<sup>60</sup> Estimado por la multiplicación de la cobertura del servicio de saneamiento de agua por las conexiones activas de abastecimiento de agua.

<sup>61</sup> Estimado por la multiplicación de la cobertura del servicio de saneamiento de agua por el volumen facturado de de abastecimiento de agua.

<sup>62</sup> Para soluciones para datos perdidos ver Pérez (2005, p.750-752) y Hair et al. (1999, p.46-47)

Sin embargo, no han recibido tan apenas atención, variables como el porcentaje de los gastos básicos de la actividad sobre los ingresos de explotación, la situación financiera y la cobertura de los servicios ajustada a la calidad, que sin duda tienen su justificación en un modelo de evaluación de la gestión económico-financiera de los servicios de abastecimiento y saneamiento en un proceso de universalización del acceso. A continuación se presenta la descripción de cada una de las variables que van a ser utilizadas en el modelo propuesto.

#### **IV.3.2.1 Gastos de la explotación por m<sup>3</sup> facturado – OPEXm<sup>3</sup> (input 1)**

La *American Water Works Association* (1995, p.67) subdivide los gastos de explotación por m<sup>3</sup> facturado (*OPEX*) en gastos operativos, gastos de mantenimiento, gastos de depreciación o amortización, impuestos distintos al impuesto sobre beneficios e impuestos sobre los ingresos. En suma, dicha clasificación recoge lo mismo, aunque con nomenclaturas diferentes, que la nomenclatura presentada en la estructura contable brasileña, sumando los tributos sobre los ingresos; devoluciones de ventas y *rappels*; costes de los servicios suministrados; gastos de las ventas; gastos generales y administrativos; e impuestos distintos de los impuestos sobre beneficios evidenciados en la cuenta de pérdidas y ganancias.

En función de su naturaleza económica, los gastos de depreciación que se integran en los gastos de la explotación son considerados gastos de capital y por este motivo se hace necesaria su deducción en *OPEX* para que dicho gasto no sea computado en duplicidad.

No obstante, existe cierta preocupación en la identificación de la eficiencia en la asignación de estos gastos, lo que requiere que el *OPEX* sea convertido en su forma unitaria. En este sentido, el trabajo de la *Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo* (2009) representó una divulgación de primera mano de un borrador referente al estudio para la revisión de precios de la SABESP (el operador más grande de Brasil) para el año de 2009, y dividió los gastos totales de la explotación por la suma del volumen de agua facturada (facturación de agua abastecida + facturación de agua residual recogida).

Además, el volumen facturado corresponde a la variable más utilizada entre los estudios de gestión del sector de abastecimiento y saneamiento de agua con una incidencia de 64% de utilización, pasando el concepto de *OPEX* a un concepto unitario por metros cúbicos facturados, reuniendo así los conceptos de dimensión financiera y operativa (física) más utilizados en una única variable, más robusta y homogénea para la evaluación de la gestión económico-financiera según formulamos a continuación.

$$OPEXm^3_t = \frac{OPEX_t - DEP_t}{VFA_t + VFS_t} \quad (32)$$

Siendo  $OPEXm^3_t$  el valor de los gastos de la explotación sin depreciación por metros cúbicos facturados en el año  $t$ ,  $OPEX_t$  el importe total de los gastos de la explotación en el año  $t$ ,  $DEP_t$  el importe de la depreciación en el año  $t$ ,  $VFA_t$  el volumen total de abastecimiento de agua facturado en el año  $t$  y  $VFS_t$  el volumen total de agua residual tratada facturada en el año  $t$ .

Los datos de los gastos de la explotación fueron obtenidos de las cuentas anuales de 2005 a 2008 de cada operador y los datos volumen total de abastecimiento de agua facturado y volumen total de agua residual tratada facturada para los mismos años fueron sacados del *SNIS*. En base a dichos datos fueron calculados todos los valores de esta variable cuantitativa medida en *Real*<sup>63</sup> por metro cúbico.

La eficiencia en la asignación de los gastos de la explotación, proporciona ahorros que potencian la capacidad financiera y la capacidad de inversiones en búsqueda de la universalización de los servicios. Asimismo los operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua necesitan de un indicador que mida la reducción de los gastos básicos de la actividad frente a sus ingresos, tal como se explica en el siguiente apartado.

#### **IV.3.2.2 Porcentaje de los gastos básicos de la actividad sobre los ingresos de explotación – *PGBEX (input 2)***

La proporción de los gastos básicos de la actividad sobre ingresos de explotación mide la capacidad de ahorro económico en la asignación de dichos recursos, y refleja las políticas de decisiones adoptadas por los gestores que componen los resultados de la gestión económico-financiera del sector.

La relación de los gastos básicos de la actividad y los ingresos de la explotación incide en los resultados de la gestión del sector de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño, tal como se ha señalado en el apartado II.5, y ha sido comprobado empíricamente por Alencar Filho y Abreu (2007). Asimismo también se ha comprobado, como apuntó Alencar Filho et al. (2004), que esta relación proporciona una influencia negativa en el valor económico añadido, en tanto que mide el nivel de absorción de los ingresos directos de la prestación de los servicios frente a sus gastos básicos y por este motivo el objetivo sería su minimización en un proceso de evaluación comparativa de la gestión económico-financiera.

---

<sup>63</sup> Moneda actual brasileña

Esta relación es uno de los indicadores de la dimensión económico-financiera integrantes del *SNIS* y por tanto esta variable ha sido obtenida de dicha fuente. Sus competentes ya fueron descritos en la tabla II.3 y puede ser representado esquemáticamente por:

$$PGBEX_t = \frac{GBEX_t}{IDEX_t} \quad (33)$$

Siendo  $PGBEX_t$  la proporción de los gastos sobre los ingresos directos de la explotación en el año  $t$ ,  $GBEX_t$  el total de los gastos con los insumos de la explotación en el año  $t$ , que según el *SNIS*, corresponde a la suma de los gastos con personal, reactivos químicos, energía eléctrica, servicios exteriores, agua comprada, tributos sobre las ventas y otros gastos con insumos de la explotación.  $IDEX_t$  es el total de los ingresos directos de la explotación en el año  $t$ , que según el *SNIS* corresponde al importe de los ingresos anuales procedentes de las actividades-fines de los operadores, resultantes de la exclusiva aplicación de las tarifas, o de la suma de los importes anuales de los ingresos directos con los servicios de abastecimiento de agua, de saneamiento de agua y abastecimiento de agua a otros operadores.

Esta es una variable cuantitativa medida en porcentaje y ha sido obtenida del *SNIS* para todos los años del panel. En media, el 76% de los ingresos directos de los servicios se aplican a sus gastos básicos, quedando poca holgura para destinar recursos propios originarios de la explotación a nuevas inversiones de capital, justificando así la inclusión de la variable como un *input* a controlar por los reguladores, que deberían tratar de disminuir para que aumente la capacidad de futuras inversiones de capital.

Las variables *OPEX* por  $m^3$  y *PGBEX* consideran una evaluación económica de la asignación de los recursos, pero sin tener en cuenta un importante componente que influencia en los resultados económicos de esas asignaciones, bastante utilizado en los modelos de análisis de la gestión del sector, en este caso, el “capital”, asignado por cada operador que traspasa de periodo a periodo tal como se presenta en el siguiente apartado.

#### **IV.3.2.3 Gastos de capital por $m^3$ facturado – *CAPEX* $m^3$ (*Free link*)**

La utilización del gasto de capital como enlace discrecional o *free link* fue utilizado inicialmente para el sector eléctrico por Tone y Tsutsui (2010), que culminó en el desarrollo del *DEA* dinámico basado en holguras, y tal como hemos comentado en el apartado II.6.3.2, constituye el traspaso o *carry-over* que el operador puede controlar libremente para que su valor pueda ser aumentado o disminuido en

comparación a un determinado valor observado y una desviación de su valor actual no se refleja directamente en la evaluación de la eficiencia, pero su condición su continuidad entre dos periodos de tiempo tiene un efecto indirecto sobre la evaluación de la gestión. Con este objetivo, Tone y Tsutsui (2010) utilizaron el concepto financiero-contable de activos de capital para medir la variable, al igual que cerca del 45% de los estudios empíricos sobre evaluación de la gestión del sector de abastecimiento y saneamiento de agua.

Avanzando en los conceptos de capital, la *Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo* (2009) baso su estudio en el método de regulación económica por tasa de retorno bajo el concepto de coste del capital promedio ponderado, o en su expresión en inglés *Weighted Average Cost Of Capital – WACC*.

En Inglaterra y Gales, la composición del CAPEX es uniforme para todos los operadores de abastecimiento y saneamiento de agua reguladas por la *Ofwat*, a través del *Modern equivalent asset – MEA*. Desafortunadamente, en el caso brasileño no hay una estandarización igual similar en la realidad brasileña y con esto el estudio de la *Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo* (2009) pasa a ser la única referencia disponible de un entorno de regulación económica del sector en Brasil y posible de ser utilizado para la estructuración de una variable que capte los efectos de los incentivos de la regulación necesario para este trabajo empírico.

Para esto, el CAPEX es igual a la suma de los gastos con depreciación y la remuneración de la inversión reconocida por el regulador, en este caso, representa el resultado de la suma de las inversiones anuales en los sistemas de abastecimiento y saneamiento de agua más el activo circulante remunerable, multiplicado por el WACC.

$$CAPEX_t = (DEP_t + AIR_t + ACR_t) \times WACC \quad (34)$$

Siendo,  $DEP_t$  la depreciación en el año  $t$ ,  $AIR_t$  la inversión reconocida para la remuneración por el regulador en el año  $t$  y  $ACR_t$  el activo circulante remunerable considerado por el regulador en el año  $t$ .

Continuando el cálculo del CAPEX por metro cúbico se utilizó la fórmula clásica para el cálculo del WACC:

$$WACC = r \left( \frac{C}{C+D} \right) + K_d \left( \frac{D}{C+D} \right) \quad (35)$$

Siendo,  $r$  el coste efectivo de los capitales propios,  $K_d$  el coste de la deuda,  $C$  la cuantía de capitales propios,  $D$  la cuantía de la deuda. Siguiendo el ejemplo de la *American Water Works Association* (1995, p.219) la cuantía de capitales propios

corresponde al importe de las acciones preferentes e importe de las acciones ordinarias, extraído de las memorias de las cuentas anuales presentadas por los operadores y la cuantía de la deuda corresponde al importe del pasivo financiero de cada año.

El coste efectivo del capital propio es de 14,39% para todos los periodos del panel, de acuerdo a los datos presentados por la *Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo* (2009, p.28-30) y ha sido calculado para cada año por:

$$r_{CAPM} = r_f + \beta(r_m - r_f) + r_b + r_c \quad (36)$$

Siendo,  $r_{CAPM}$  el coste efectivo del capital propio,  $r_f$  rendimiento del activo libre de riesgo,  $r_m$  rendimiento del mercado,  $\beta$  = cantidad de riesgo con respecto a la cartera del mercado regulado,  $r_b$  es la prima de riesgo de Brasil y  $r_c$  es la prima por riesgo de las concesiones. Este último debería de obtenerse de la información individual de las concesiones y no está disponible en la base de datos de este estudio, por lo que ha sido excluida del modelo.

En lo relativo al coste de la deuda, Damodaran (1997, p.78) y Gitman (2004, p.407) definen que esta representado por:

$$K_d = K_a \times (1 - tx) \quad (37)$$

Siendo,  $K_d$  el coste de la deuda después de deducir los impuestos,  $K_a$  el coste de la deuda antes de considerar los impuestos y  $tx$  el tipo impositivo medio de deducibilidad fiscal. A su vez,  $K_a$  del año  $t$  es definido por:

$$K_a = \frac{GF_t}{\frac{PF_t + PF_{t-1}}{2}} \quad (38)$$

Donde,  $GF_t$  es el importe del gasto financiero presentado en la cuenta de pérdidas y ganancias del año  $t$  y  $PF_t$  es el importe medio del pasivo financiero del final del año  $t$ .

Como se percibe, la formulación es aparentemente simple, pues corresponde a la división del importe de los gastos financieros de un determinado año por el pasivo financiero a que se vincula dichos gastos. El denominador representa un promedio del pasivo financiero de un determinado año con el del año anterior, si bien existe un problema potencial para determinarlo, dado que al cabo de un año hay 12 meses para

contratar nuevos pasivos financieros y también liquidarlos<sup>64</sup> y esto representaría 48 meses para un panel de datos de 4 años.

Para disminuir esta discrepancia y resolver el problema se calculó el coste de la deuda para cada año mediante el cociente entre los gastos financieros divulgados en la cuenta de pérdidas y ganancias del operador de un determinado año y el promedio del pasivo financiero del mismo año con el año inmediatamente anterior, divulgadas en el balance del operador<sup>65</sup> y después se calculó un promedio para los cuatro años del panel, resultando en un único coste de la deuda para cada operador en el intervalo de 4 años.

Respecto a la tasa de deducción fiscal por impuestos, se utilizó el porcentaje de 34% (15% del impuesto sobre el beneficio + 10% adicional del impuesto sobre el beneficio + 9% de contribución sobre el beneficio neto), de acuerdo a la legislación fiscal brasileña y utilizado por la *Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo* (2009).

Al igual que está justificado la utilización del *OPEX* por metros cúbicos, el *CAPEX* también debe ser convertido en una unidad asignación de los recursos, es decir en su forma unitaria al nivel de prestación de los servicios, en este caso, el volumen de metros cúbicos facturados conforme la siguiente formulación matemática:

$$CAPEXm^3_t = \frac{CAPEX_t}{VFA_t + VFS_t} \quad (39)$$

Siendo,  $CAPEXm^3_t$ , los gastos de capital por metros cúbicos facturados en año  $t$ .

Ahora bien, como ya hemos señalado anteriormente, los gastos de capital por  $m^3$  facturado –  $CAPEXm^3$  es una variable cuantitativa medida en *Real* por metros cúbicos. Los datos para la construcción del numerador fueron sacados de las cuentas anuales de cada operador y los del denominador sacados del *SNIS*. En el período estudiado, esta variable ejercerá un papel indirecto de premiador y penalizador del indicador de gestión intertemporal obtenido en función de los *inputs* señalados y de los *outputs* de sostenibilidad económico-financiera y universalización del acceso que se describen a continuación.

---

<sup>64</sup> Para mas detalles ver Lima (2007, p. 30-31)

<sup>65</sup> Algunos operadores presentaron cuentas de pérdidas y ganancias y balances que no presentaban los datos de los gastos financieros y del pasivo financiero de forma expresa, en cuyo caso se recurrió a las memorias presentadas en las cuentas anuales de cada operador.



#### IV.3.2.4 Situación financiera – SF (*Output 1*)

En el apartado II.5 se puso en evidencia la fortaleza del modelo Beecher et al. (1992) para el establecimiento de un indicador que mide la situación financiera de los operadores del sector de abastecimiento y saneamiento de agua estadounidense. Ese indicador reunió las dimensiones de recursos generados; liquidez; endeudamiento; incremento de la autofinanciación; rotación y eficiencia; productividad y eficiencia y margen neto de la situación financiera. Además se comprobó su capacidad para clasificar correctamente los operadores estadounidenses con y sin dificultad financiera.

La situación financiera es reflejo de la gestión financiera del operador, y ya sea buena o mala es controlable por él y garantiza la auto-sostenibilidad del operador. Sin embargo, dada la naturaleza monopolística de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento y su función vital para las necesidades humanas, el sector cuenta con elevados niveles de subvenciones gubernamentales para el mantenimiento de la prestación de los servicios.

Esto puede ser comprobado cuando operadores técnicamente quebrados (deuda total > activo total) y de propiedad pública, aunque no íntegramente, ejecutan sus operaciones de abastecimiento y saneamiento de agua a lo largo de los años. De hecho, esa cultura endeudada se hizo patente en Brasil desde las financiaciones establecidas por el *PLANASA* y aún a día de hoy algunos operadores no han aprendido a ser financieramente auto-sostenibles como establece el marco legal brasileño: la Ley 11.445/2007 y el Decreto 7.217/2010.

Obviamente que una situación financiera favorable es imprescindible para cualquier negocio en marcha y como hemos señalado es el resultado de las decisiones financieras de sus gestores. Sin embargo para el funcionamiento de los operadores de propiedad pública, dicha condición solamente garantiza una mayor independencia para el cumplimiento de las metas de universalización de los servicios. Por este motivo, en un primer momento este modelo de evaluación de la gestión no busca identificar los operadores con mejores índices de situación financiera, sino la mejor gestión intertemporal y con esto se lleva a cabo la búsqueda conjunta de la auto-sostenibilidad económico-financiera y la universalización del acceso.

En este sentido, la situación financiera para este estudio es un *output* a maximizar y aplicando este concepto al modelo propuesto, el valor obtenido de la variable situación financiera a cabo del período estudiado ejercerá un papel directo en el índice de gestión obtenido. La variable ha sido calculada según el modelo de

Beecher et al. (1992) detallado en la tabla II.2 y transcrito según la formulación matemática que se indica:

$$SF_t = \frac{BN_t + DEP_t}{IEX_t} + \frac{AC_t}{PC_t} + \frac{CAO_t}{AT_t} + \frac{BR_t}{CAO_t} + \frac{IEX_t}{AT_t} + \frac{IEX_t}{OPEX_t} + \frac{BN_t}{IEX_t} \quad (40)$$

Simplificando la formulación se tiene:

$$SF_t = \frac{2BN_t + DEP_t}{IEX_t} + \frac{AC_t}{PC_t} + \frac{CAO_t + IEX_t}{AT_t} + \frac{BR_t}{CAO_t} + \frac{IEX_t}{OPEX_t} \quad (41)$$

Siendo  $SF_t$  la situación financiera en el año  $t$ ,  $BN_t$  el beneficio neto en el año  $t$ ,  $DEP_t$  la depreciación en el año  $t$ ,  $AC_t$  el activo circulante en el año  $t$ ,  $PC_t$  el pasivo circulante en el año  $t$ ,  $CAO_t$  el capital en acciones ordinarias en el año  $t$ ,  $IEX_t$  los ingresos de la explotación en el año  $t$ ,  $AT_t$  los activos totales en el año  $t$ ,  $BR_t$  los beneficios retenidos en el año  $t$  y  $OPEX_t$  los gastos de la explotación en el año  $t$ .

Todos los valores para los cálculos de la variable cuantitativa situación financiera han sido obtenidos de las cuentas anuales de cada operador en cada año del panel y su resultado final es medido por unidades decimales.

La aplicación del modelo de Beecher et al. (1992) para los operadores brasileños, al igual que en su aplicación original para los operadores estadounidenses, presentó coherencia en los resultados, al no clasificar ningún operador técnicamente quebrado en una situación diferente a la de dificultad financiera, dando validez para la utilización de dicha medida para captar la situación de financiera de los operadores brasileños en el modelo de evaluación de la gestión.

Por lo general también se observa que los operadores brasileños se encontraron entre 2005 y 2008 una situación media de dificultad financiera, pasando incluso a una situación financiera media de peligro. Así, posiblemente muchos operadores encuentran dificultades en la prestación de los servicios como consecuencia de su dependencia económico-financiera. Aunque exista este problema, la universalización del acceso a los servicios de calidad se hace necesaria y en este punto los operadores deben canalizar fuerzas para obtener avances, así los dos últimos *outputs* del modelo contemplan tales esfuerzos, tal como se presenta en el siguiente apartado.

---

<sup>66</sup> La expresión AC/PC está con un resultado limitado a 1,5 conforme modelo Beecher et al. (1992)

#### **IV.3.2.5 Cobertura de la prestación de los servicios de abastecimiento de agua - COBAC (*output 2*) y de los servicios de saneamiento de agua - COBSC (*output 3*) ajustados por la calidad.**

La universalización del acceso de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua ha sido un reto en los países subdesarrollados y en vía de desarrollo, y esta preocupación se ha reflejado en algunos estudios empíricos, como Corton (2003), Lin (2005), Berg y Lin (2007) y Lin y Berg (2008) en los operadores de Perú, Oliveira y Fernández (2004) en operadores brasileños, Ferro y Romero (2009) con los operadores de los países de Latinoamérica y Swai (2009) con operadores de Tanzania.

Básicamente, los estudios referenciados han tratado de medir la universalización del acceso a través de la variable de cobertura de los servicios en su aspecto general de porcentaje de la población atendida. Sin embargo, los estudios Oliveira y Fernandez (2004) y Ferro y Romero (2009) plantearon una formulación más específica, desmembrando la cobertura en dos variables: cobertura de los servicios de abastecimiento de agua y cobertura de los servicios de saneamiento de agua.

Para la realidad brasileña, la cobertura de los servicios de abastecimiento de agua puede ser medida por el índice de población suministrada con abastecimiento de agua, divulgado por el *SNIS* y obtenida por el cociente entre la población total suministrada con abastecimiento de agua y la población total de los municipios suministrados. Asimismo la cobertura de los servicios de saneamiento de agua divulgada por el *SNIS* está representada por el cociente entre la población total suministrada con saneamiento de agua y la población total de los municipios.

Algunos estudios añadieron el concepto de ajustes de los *outputs* a aspectos de la calidad en los estudios empíricos del sector de abastecimiento y saneamiento de agua, tal como Lynk (1993), Hunt y Lynk (1995), Saal y Parker (2000), Saal y Parker (2001) y Saal y Parker (2004) mediante el ajuste a la calidad para el agua distribuida y para el agua residual tratada y posteriormente Saal et al. (2007) mediante el ajuste a la calidad para las conexiones de abastecimiento de agua y conexiones de saneamiento de agua.

Generalmente los ajustes a la calidad han sido realizados mediante el índice de calidad medioambiental en el caso de Inglaterra y Gales, como un compuesto que determina una *proxy* para la calidad del agua suministrada y el agua residual tratada.

Desafortunadamente, existen muchos datos perdidos relativos a la calidad de los servicios en la base de datos brasileña del *SNIS*, que impide la determinación de

una *proxy* similar a la utilizada en estudios aplicados en los operadores de Inglaterra y Gales. Sin embargo, las pérdidas en el sistema es sinónimo de ineficiencia que produce influencia en el resultado económico y ambiental<sup>67</sup> (García y Thomas, 2001 y 2003 y Marques, 2005). Esta variable también guarda relación con la edad de red (Bhattacharyya et al. 1995a y Marques, 2005) y el potencial de la infraestructura para proporcionar servicios de calidad (Marques, 2005; Erbetta y Cave, 2007 y Ruester y Zschille, 2010), e incluso con menos interrupciones (Marques, 2008b).

En este sentido, se hizo necesario un ajuste de la cobertura del servicio de abastecimiento de agua al nivel de pérdidas en el sistema de distribución. Esta variable está recogida en el *SNIS* y su resultado es dado por el volumen de agua producida más volumen comprado menos volumen de agua utilizado por el operador y volumen de agua consumido por los clientes, dividido por el volumen de agua producida más comprada menos volumen de agua utilizado por el operador. Adicionalmente, el modelo planteado también se preocupó de premiar los avances anuales en la cobertura del servicio ajustado a la calidad.

Considerando los aspectos anteriores en un indicador final para el valor del *output*, éste ha sido calculado mediante la siguiente expresión matemática:

$$COBAC_t = COBA_t \times (1 - IPS_t) \times \frac{COBA_t \times (1 - IPS_t)}{COBA_{t-1} \times (1 - IPS_{t-1})} \quad (42)$$

Simplificando se tiene:

$$COBAC_t = \frac{[COBA_t \times (1 - IPS_t)]^2}{COBA_{t-1} \times (1 - IPS_{t-1})} \quad (43)$$

Siendo,  $COBAC_t$ , la cobertura de los servicios de abastecimiento de agua ajustada a la calidad en el año  $t$ ,  $COBA_t$  cobertura de los servicios de abastecimiento de agua en el año  $t$  y  $IPS_t$  el índice de pérdidas de agua en el sistema en el año  $t$ .

Respecto a la cobertura de los servicios de saneamiento de agua, comentada hemos indicado en el apartado I.2 que sus avances no acompañan los avances en la infraestructura de los servicios de abastecimiento de agua, derivado de los elevados gastos de capital que ocasiona un estado crítico de universalización del acceso en los países subdesarrollados y en vía de desarrollo.

---

<sup>67</sup> En detalle García y Thomas (2001 y 2003) apuntan que una de las formas de vinculación de las pérdidas en el sistema y el resultado económico esta en el costo de oportunidad del agua que se pierde a su destinación a clientes potenciales. Además, las pérdidas de agua son preocupantes en una política de conservación de recursos, especialmente en áreas donde la escasez de agua pueden ser graves.

Para la realidad brasileña, Oliveira y Fernandez (2004) constatan la importancia de introducir las variables de cobertura en la prestación de los servicios de abastecimiento y en la prestación de los servicios de saneamiento de agua en el contexto de estimación paramétrica de la relación capital-trabajo de los operadores y dicha importancia también fue captada por Ferro y Romero (2009) que las utilizaron como variables de *output* en una estimación no paramétrica del *DEA* para la evaluación de la eficiencia del sector en Latinoamérica. Esto revela que, especialmente en el caso de la cobertura de los servicios de saneamiento de agua, las preocupaciones sociales no han sido consideradas en la mayor parte de los casos en las aplicaciones empíricas.

En la práctica, en el caso del servicio de saneamiento de agua brasileño, aunque exista la cobertura de los servicios, no está garantizada su adecuada conexión, es decir no todas las viviendas se conectan a una red de alcantarillo disponible y con esto no todas las aguas residuales son recogidas y según el *International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities* (2011), la recogida y depósito de aguas residuales no significa que los líquidos sean totalmente tratados antes de ser devueltos al medio ambiente, pudiendo considerarse una característica de calidad del servicio.

El *SNIS* contempla el indicador que representa el nivel de agua residual tratada frente al agua consumida, pero debido la cantidad de datos perdidos, no ha podido ser utilizada en esta investigación y, por este motivo, el nivel de agua residual recogida fue utilizada como una *proxy* para esta variable. Así la cobertura de los servicios de saneamiento de agua ajustada a la calidad, ha sido calculada del siguiente modo:

$$COBSC_t = COBS_t \times IRAR_t \times \frac{COBS_t \times IRAR_t}{COBS_{t-1} \times IRAR_{t-1}} \quad (44)$$

Simplificando se tiene:

$$COBSC_t = \frac{(COBS_t \times IRAR_t)^2}{COBS_{t-1} \times IRAR_{t-1}} \quad (45)$$

Siendo,  $COBSC_t$ , la cobertura de los servicios de saneamiento de agua ajustada a la calidad en el año  $t$ ,  $COBS_t$  cobertura de los servicios de saneamiento de agua en el año  $t$  y  $IRAR_t$  el índice de recogida de aguas residuales en el año  $t$ .

Estas dos últimas variables son de naturaleza cuantitativa y todos sus componentes han sido obtenidos del *SNIS* y son medidas en unidades decimales.

En el cuadro a continuación es presentado un resumen de las variables utilizadas en la evaluación de la gestión económico-financiera en un proceso de universalización del acceso.

**Cuadro IV.1 – Variables utilizadas en la evaluación de la gestión económico-financiera en un proceso de universalización del acceso**

Variable	Abreviatura	Definición	Calificación en el modelo
Gastos de la explotación por m <sup>3</sup> facturado	$OPEXm_t^3$	Cociente entre el importe total de los gastos de la explotación sin depreciación el año $t$ , y la suma del volumen total de abastecimiento de agua facturado y el volumen total de agua residual tratada facturada en el año $t$ .	Input
Porcentaje de los gastos básicos de la actividad sobre los ingresos de explotación	$PGBEX_t$	Cociente entre el importa total de los gastos brutos de la explotación en el año $t$ , y el importe total de los ingresos directos de la explotación en el año $t$ .	Input
Gastos de capital por m <sup>3</sup> facturado	$CAPEXm_t^3$	Cociente entre el importe total de los gastos de capital el año $t$ , y la suma del volumen total de abastecimiento de agua facturado y el volumen total de agua residual tratada facturada en el año $t$ .	Free link
Situación financiera	$SF_t$	Cociente entre la suma de dos veces el beneficio neto con la depreciación en el año $t$ y los ingresos de la explotación en el año $t$ , más el cociente entre el activo circulante en el año $t$ y el pasivo circulante en el año $t$ , más cociente entre la suma del el capital en acciones ordinarias en el año $t$ y los ingresos de la explotación en el año $t$ y los activos totales en el año $t$ , más cociente entre los beneficios retenidos en el año $t$ y el capital en acciones ordinarias en el año $t$ , más el cociente entre los ingresos de la explotación en el año $t$ y los gastos de la explotación en el año $t$ .	Output
Cobertura de la prestación de los servicios de abastecimiento de agua ajustado por la calidad	$COBAC_t$	Cociente entre el producto de la cobertura de los servicios de abastecimiento de agua en el año $t$ con 1 menos el índice de pérdidas de agua en el sistema en el año $t$ y el producto de la cobertura de los servicios de abastecimiento de agua en el año $t-1$ y 1 menos el índice de pérdidas de agua en el sistema en el año $t-1$ .	Output
Cobertura de la prestación los servicios de saneamiento de agua ajustado por la calidad	$COBSC_t$	Cociente entre el producto de la cobertura de los servicios de saneamiento de agua en el año $t$ con 1 menos el índice de recogida de aguas residuales en el año $t$ y el producto de la cobertura de los servicios de saneamiento de agua en el año $t-1$ con 1 menos el índice de recogida de aguas residuales en el año $t-1$ .	Output

Como se observa en la tabla anterior, todas las definiciones de las variables son resultados de cocientes, relativizando todas las variables empleadas, lo cual facilita la homogeneidad a efecto de realizar comparaciones entre operadores de gran tamaño y operadores de tamaño más reducido.

Una vez justificadas todas las variables del modelo de evaluación de la gestión económico-financiera en un proceso de universalización del acceso, queda pendiente la identificación de los elementos que pueden explicar la realidad para el escenario brasileño y contrastar así las hipótesis planteadas, tal como se presenta a continuación.

### **IV.3.3 Variables explicativas de los resultados de la gestión económico-financiera en un proceso de universalización del acceso.**

En términos generales, el apartado anterior describe cómo va a construirse el modelo de evaluación de la gestión económico-financiera en un proceso de universalización del acceso, cuyo resultados permitirán obtener un índice de gestión que se toma como variable dependiente del modelo econométrico que trata de explicar los resultados obtenidos a través de las variables independientes, clasificadas en variables de estructura de gobierno, variables de estructura de mercado, variables de estructura comercial, variables de estructura de financiación y variables de estructura del entorno operativo.

En los apartados II.5 y III.8 hemos comentado los aspectos que de acuerdo con la literatura puede considerarse que influyen en términos generales en los resultados de la gestión de los operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua, algunos de ellos sujetos a controversias, como los casos de la propiedad y regulación que definen la estructura de gobierno, la escala y alcance de la prestación conjunta de los servicios que definen la estructura de mercado o la densidad de los clientes en el entorno en que el operador esta insertado.

En relación a la estructura de gobierno, la propiedad – PROP, representa una variable independiente dicotómica que capta la estructura de gobierno establecida por cada tipo de propiedad (publica = 0 o privada = 1). En total en el panel hay 11 operadores<sup>68</sup> en régimen de sociedad anónima de propiedad privada que no han cambiado a lo largo de los años y son: *Águas do Amazonas - ADA*, *Concessionária Águas de Juturnaíba S/A - CAJ/RJ*, *Foz de Cachoeiro S/A - FOZ*, *Águas Guariroba S/A - AG*, *Águas do Paraíba S/A - CAP*, *Águas de Limeira S/A - ADL*, *Águas de Niterói S/A - ADN*, *Águas de Paranaguá S/A - APSA*, *Águas do Imperador S/A - ADI*, *Companhia de Saneamento do Tocantins - SANEATINS* y *Prolagos S/A - Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto - PROLAGOS*. Todos los demás operadores en régimen de sociedad anónima son de propiedad pública.

El objetivo de considerar esta variable ha sido tratar de captar los efectos conjuntos de las teorías de los derechos de propiedad, de la agencia y de la elección pública, tratando de dar respuesta a la hipótesis científica H1, esperando que el coeficiente de esta variable en el modelo econométrico no sea significativo para un

---

<sup>68</sup> Aunque el SNIS indique el operador *Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR* como de gestión privada, en el catastro de la *Comissão de Valores Mobiliários – CVM* su control accionario es estatal y por este motivo representa un caso en que se asignó la propiedad pública para la variable PROP.

intervalo de confianza mínimo de 95%, tal como hemos explicado en los apartados III.8.1 e IV.2.

Una forma de observar la incidencia de la elección pública en la gestión del sector a través del modelo econométrico explicativo es mediante la identificación de los períodos que sufren presiones a través de los incentivos políticos. Por ello, el proceso electoral brasileño de 2006, en que fueron electos el presidente del país, los senadores, diputados federales y, especialmente relevante para esta investigación, los presidentes de gobiernos estatales y diputados estatales como autoridades políticas, se considera que puede influenciar directa o indirectamente en los resultados de económicos de los operadores de propiedad pública y de alcance geográfico regional o *CESBs*.

Asumiendo que los incentivos políticos de las elecciones de 2006 disminuyen en el año inmediatamente posterior, sus efectos serían captados fundamentalmente por los operadores de alcance geográfico regional de propiedad pública a partir del año de 2007. En este sentido, Operador estatal de alcance regional en 2007 - EST07 representa una variable independiente dicotómica que tiene el objetivo de captar la influencia del año de 2007 y, consecuentemente los efectos de las elecciones públicas en la gestión económico-financiera en un proceso de universalización del acceso de los *CESBs* de propiedad pública. Para esta variable se ha asignado el valor 1 para los *CESBs* de propiedad pública en el año de 2007 del panel y 0 para los demás casos y se espera que su coeficiente en el modelo econométrico sea negativo y significativo para un intervalo de confianza mínimo de 95%.

Aunque el proceso político de 2006 no sea para elegir a los políticos gestores municipales es necesario identificar si este proceso también ejerce influencia entre los operadores locales de propiedad pública y para captar esta información, la variable independiente dicotómica Operador municipal de alcance local en 2007 – MUN07 ha sido incluida en el modelo econométrico en el que asume el valor 1 cuando es un operador de alcance geográfico local de propiedad pública en el año de 2007 y 0 para los demás casos. Inicialmente se espera que el coeficiente que representa esta variable no sea significativo para un intervalo de confianza mínimo de 95%.

Sin embargo, los operadores de propiedad privada, por su propia naturaleza de gestión privada son a priori menos vulnerables a los efectos de los procesos políticos, aunque los gobernantes y la sociedad puedan ejercer presiones para la mejora de los servicios. Así Operador privado en 2007– PRI07 es una variable independiente dicotómica que conjuntamente a las variables EST07 y MUN07 tiene el objetivo de



confirmar si el proceso político de 2006 interfiere solamente en los *CESBs* de propiedad pública, reforzando con esto la influencia de la teoría de la elección pública en el sector. La variable asume el valor 1 para los todos los operadores de propiedad privada en el año 2007 del panel y 0 para los demás casos y se espera que el coeficiente en el modelo econométrico no sea significativo para un intervalo de confianza mínimo de 95%, completando el contraste de la hipótesis H2.

Como cuarta variable relacionada con la estructura de gobierno, va a utilizarse la experiencia en la regulación económica que tiene la agencia reguladora – EXRE, que es una variable independiente cuantitativa medida en años con decimales y ha sido calculada por la diferencia de días transcurridos entre la fecha de creación, obtenida de la norma de constitución de cada agencia que ejecuta la regulación económica y el último día de cada año del panel dividido por 365. En algunos casos, como para los operadores de Inglaterra y Gales, los investigadores plantearon modelos más robustos comparando el antes y después de la actuación de la agencia reguladora, que también han sido desarrollados para los operadores estadounidenses bajo diferentes regímenes de regulación económica. Asimismo, para operadores de Estados Unidos, México y Latinoamérica, se han construido modelos más sencillos con variables ficticias que captan la existencia o no de agencia reguladora para un determinado operador. En este caso, la elección de la experiencia de regulación económica del regulador sería una variable intermedia entre estos dos modelos, aunque no capte la incidencia de los diferentes tipos de regulación económica.

Al igual que la propiedad, la experiencia explica la acción conjunta de las teorías de los derechos de propiedad, del agente y de la elección pública y los efectos tangenciales de la teoría de los incentivos de la regulación, tratando de dar respuesta a la hipótesis H3. Según hemos señalado en los apartados III.8.2 e IV.2, posiblemente la regulación no va a ejercer influencia en la gestión del sector brasileño, por este motivo se espera que su coeficiente en el modelo econométrico no sea significativo para un intervalo de confianza mínimo de 95%.

En el anexo I se presenta la relación de operadores brasileños bajo el control de agencia reguladoras, limitado al período del panel.

Tal como se ha comentado en el apartado I.3, la actual estructura de mercado de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño fue heredada del *PLANASA*, que incentivó la creación de los operadores de prestación de servicios en el ámbito estatal para que los sistemas se beneficiasen de economías de escala. En la actualidad, en cuanto al alcance geográfico de la prestación de los

servicios se divididos en tres clases: local, micro-regional y regional, diferenciándose por la cantidad y complejidad de sus sistemas de prestación de servicios, tanto en sistemas físicos y el político/institucional como el territorial/espacial.

Además, Corton (2003, p. 138), pone de relieve que los votos se distribuyen de acuerdo al número de conexiones existentes y para la realidad brasileña, una única conexión puede generar varias cuentas. En este sentido, las variables cuentas de abastecimiento de agua – CUEA y cuentas de saneamiento de agua – CUES, son variables cuantitativas, medidas en cantidad, cuya principal función es captar los efectos de la escala de producción de los servicios establecida por la estructura de mercado y contrastar con ello la hipótesis científica H4.

En el caso brasileño, los operadores locales atienden a un único municipio, los micro-regionales a un pequeño conjunto de municipios (entre 3 y 5) y los regionales la mayoría de los municipios de un Estado. En este sentido, la variable alcance geográfico del servicio – ALC, es una variable independiente ficticia, asumiendo el valor 1 para los operadores de alcance geográfico estatal y 0 para los demás. En nuestra base de datos, 17 operadores han sido clasificados como locales, 2 micro-regionales y 23 regionales. Esta clasificación puede ser observada en el anexo I.

La principal función de esta variable es captar los efectos del ámbito de la prestación de servicio, proporcionando una mayor homogeneidad para todas las demás comparaciones y complementar el contraste de la hipótesis científica H4, una vez que los operadores de alcance regional y micro-regional atienden a una mayor extensión territorial, y consecuentemente operan en mayores escalas de producción de los servicios.

Tal como se ha explicado en los apartados III.8.3 e IV.2, existe cierta unanimidad en los estudios llevados a cabo de la existencia de economías de escala para los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño, a pesar de la existencia de controversias entre los estudios de otros países. En este sentido, se espera que el coeficiente de las variables CUEA, CUES y ALC sea positivo y significativo para un intervalo de confianza mínimo del 95%.

Como última variable de la estructura de mercado, hemos considerado el alcance de la producción conjunta de los servicios, tratando en este caso la prestación de los servicios para clientes residenciales y para clientes no residenciales, como dos productos distintos. Para esto hemos definido dos variables independientes cuantitativas medidas en porcentaje: participación de las cuentas residenciales de abastecimiento de agua – PRA y participación de las cuentas residenciales de

saneamiento de agua – PRS. De acuerdo con el *SNIS*, la primera representa la proporción de cuentas activas de clientes residenciales de abastecimiento de agua sobre el total de cuentas activas de abastecimiento de agua y la segunda la proporción de cuentas activas de clientes residenciales de saneamiento de agua sobre el total de cuentas activas de saneamiento de agua.

Tal como hemos comentado anteriormente, el estudio de Sabbioni (2006) muestra una influencia negativa del consumo residencial en la gestión del sector de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño, aunque para el contexto de otros países, los hallazgos son ambiguos. Así, se espera que los resultados del modelo econométrico muestren que los coeficientes de ambas variables son negativos y significativos para un intervalo de confianza de 95%, tratando de contrastar con ello la hipótesis H5.

Para la realidad brasileña, Oliveira y Fernandez (2004, p. 14) ponen en evidencia la importancia de considerar variables de la estructura comercial, como índice de lectura del consumo o pérdidas en la facturación para eliminar posibles sesgos provenientes de la estructura de propiedad, en tanto que en un operador de propiedad pública puede diferir de las dadas por los operadores de propiedad privada. En este sentido, es importante verificar hasta qué punto la estructura comercial de los operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua pueden influir en la gestión económico-financiera en la búsqueda de la universalización del acceso. Para esto las variables consideradas, tal como se ha comentado en los apartados II.5, III.8.3 y IV.2, han sido: Índice de cuentas medidas – ICM; Tarifa media aplicada – TMA; Índice de deterioro de ingresos – IDI; Índice de pérdidas en la facturación – IPF.

En lo relativo al índice de cuentas medidas – ICM es una variable independiente cuantitativa, medida en porcentaje, y la mayoría de los estudios empíricos realizados para el sector señalaron que los altos niveles de medición del consumo ejercen una influencia negativa en los resultados del sector, es decir que por lo general las inversiones de capital para llevar a cabo la medición del consumo no se traduce en mejoras de rendimiento. En este sentido, se espera que el signo del coeficiente para esta variable sea negativo y significativo para un intervalo de confianza mínimo de 95%, tratando de contrastar con esto parte de la hipótesis H6. Para el *SNIS*, esta variable representa la cantidad de cuentas activas que disponen de contadores dividida por la cantidad total de cuentas del operador.

La tarifa media aplicada – TMA es una variable independiente cuantitativa medida en Real por metro cúbico. Representa el sustento del sistema de

abastecimiento y saneamiento de agua, es decir los cobros por una tarifa razonable que atienda los intereses de la sociedad y de los inversores. También capta el producto de la relación entre el operador y la agencia reguladora, representando a la sociedad, o de la relación directa operador y sociedad, en el caso de operadores autorregulados. En teoría reflejan los resultados de los clientes con acceso a los servicios con la calidad necesaria y por otro lado la rentabilidad deseada por el operador.

Obviamente que los resultados económicos resultantes de las tarifas de los servicios de utilidad pública están condicionadas por factores teóricos, tal como se argumenta desde la teoría de la agencia y de la elección pública, tal como hemos comentado en el apartado II.3. Para la realidad brasileña, Santos (2003) constató que dicha variable ejerce una influencia positiva y significativa en los resultados de la gestión financiera de los operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño, aunque Seroa da Motta y Moreira (2006) indicaron que los operadores de alcance regional no moderan las tarifas en un modelo que los autores consideraran débil para comprobar la relación tarifa-gestión.

Los datos de esta variable también han sido obtenidos del SNIS y se calcula por el cociente entre los ingresos directos de la explotación (abastecimiento y saneamiento de agua) y el volumen total facturado (agua + agua residual).

Se espera que dicha variable ejerza una influencia positiva y significativa para un intervalo de confianza del 95%, lo que permitirá contrastar la hipótesis H6.

No siempre los valores facturados por el consumo son recibidos por el operador, dado que por falta de pago o por otras circunstancias, como procesos judiciales por ejemplo, el operador puede no llegar a cobrar nunca el importe. Por ello, consideramos el índice de deterioro de ingresos – IDI como tercera variable independiente de tipo cuantitativa y medida en porcentaje. Tal como hemos comentado en el apartado II.5, dicha variable ejerce una influencia negativa en los resultados de la gestión y en el valor económico añadido del sector en el ámbito brasileño, pues mide la eficiencia de la política de recuperación de créditos llevada a cabo por el operador, que también se relaciona con problemas de agencia. En este sentido, se espera que el signo de su coeficiente en el modelo econométrico sea negativo y significativo para un intervalo de confianza mínimo de 95%, contrastando parte de la hipótesis H6.

Esta variable también ha sido obtenida de *SNIS*, y tal como se describe en la tabla II.3 ha sido calculada por la diferencia entre los ingresos de la explotación y la recaudación total dividido por los ingresos de la explotación.

Aunque la variable de pérdidas en el sistema sea la medida de la calidad de la cobertura de los servicios de abastecimiento de agua de un determinado operador, las pérdidas en la facturación es un concepto más amplio que según hemos comentado en el apartado III.8.3, además de las pérdidas físicas en el sistema también son sumadas las pérdidas administrativas de agua como fuga, robo (conexiones ilegales), medición defectuosa, facturación pobre y políticas de cobro de la prestación de los servicios.

Para medir este concepto, el *SNIS* ha definido el índice de pérdidas en la facturación – IPE, que tal como hemos descrito en la tabla II.3, es obtenida como la diferencia entre volumen de agua total (producida+comprada-utilizada por el operador) y volumen de agua facturada dividido por volumen de agua (producida+comprada-utilizada por el operador). En el modelo econométrico, representa una variable independiente cuantitativa, medida en porcentaje, y según se ha explicado en el apartado IV.2, para la realidad brasileña el coeficiente esperado es negativo y significativo, para un intervalo de confianza mínimo de 95% y permitirá completar el contraste de la hipótesis H6.

Las políticas comerciales proporcionan eficiencia en la generación de recursos propios que se completa con una visión de la estructura de financiación del operador, ya sea por recursos propios o por capital ajeno. A este respecto, hay evidencia en los estudios de la realidad brasileña de que el índice de suficiencia de tesorería – IST y el de endeudamiento – END, son las dos variables que captan este factor en los operadores.

El índice de suficiencia de tesorería – IST para este estudio es una variable independiente cuantitativa, medida en porcentaje, que representa el excedente porcentual entre el importe de la recaudación y los pagos de los gastos de la explotación, gastos con servicios de las deudas y gastos fiscales. En teoría cuanto mayores los resultados obtenidos, mayor la capacidad de mejora de la liquidez del operador y, consecuentemente su situación financiera y niveles de inversión hacia la universalización del acceso.

Una preocupación inicial relativa a la evaluación de este excedente como elemento de evaluación de la gestión financiera para el sector de abastecimiento y saneamiento de agua fue planteada de forma incipiente por el *International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities* (2004), con la intención de contrastar si la recaudación del operador le permite absorber sus deudas. Posteriormente, Santos (2004) indicó que el índice de suficiencia de tesorería - IST es una de las variables que más influyen en la gestión financiera de los operadores brasileños de alcance local.

En teoría esta variable representa un *proxy* del flujo de tesorería generado por las operaciones y con esto la capacidad del operador para autofinanciarse, es decir su independencia financiera. En el modelo econométrico de este trabajo se espera que su coeficiente sea positivo y significativo para un intervalo de confianza de 95%, tratando de contrastar parte de la hipótesis H7.

Por otro lado, la financiación del operador a través del capital ajeno define su grado de dependencia de los recursos externos y los estudios clásicos de estructura de capital para empresas reguladas, señalan que el endeudamiento puede ser explicado por la teoría de la agencia. El nivel de endeudamiento – END, calculado de acuerdo con el *SNIS* como la suma del pasivo circulante, pasivo exigible a largo e ingresos anticipados divididos por el activo total es una variable independiente cuantitativa medida por número índice y se espera que su coeficiente ejerza una influencia negativa y significativa para un intervalo de confianza mínimo de 95% en los resultados de la gestión económico-financiera en un proceso de universalización del acceso, completando el contraste de la hipótesis H7.

Finalmente, el último factor que hemos considerado que influye en la gestión económico-financiera en un proceso de universalización del acceso a los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, es el entorno operativo en que el operador está insertado. Tal como hemos señalado en el apartado III.8.3, esta estructura representa factores exógenos que no están bajo el control del operador y necesitan ser incorporados al modelo para facilitar la homogeneidad de un proceso de competencia por comparación. Para esto han sido utilizadas las variables, consumo medio por cuenta – CMC, densidad de la red de abastecimiento de agua – DENA, densidad de la red de saneamiento de agua – DENS y región geográfica de Brasil en la que el operador está ubicado, siendo región sudeste – RSUD, región centro-oeste – RCENT, región sur – RSUR y región nordeste – RNOR.

Algunos estudios aplicados a la realidad de los operadores españoles ya pusieron de relieve la cuestión de la demanda estacionaria de agua inherente a las zonas turísticas, con la preocupación de que el consumo del agua por los clientes influye en el rendimiento del operador. Asimismo, Corrar (1981) y Alencar Filho y Abreu (2007) coinciden en la importancia del consumo de agua en la evaluación de los resultados del sector de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño y el modelo econométrico planteado por Sabbioni (2006) estableció una relación negativa entre el nivel de consumo y los resultados de la gestión de los operadores. En este sentido, la variable consumo medio por cuenta – CMC es una variable independiente cuantitativa en el modelo econométrico planteado en este trabajo, medida por metros cúbicos por cuentas al mes y definida por el SNIS como el resultado del volumen de agua consumida menos el volumen de agua vendido a otro operador, dividido por la cantidad de cuentas activas de agua.

Esta variable capta las necesidades de agua a que cada operador está sometido en sus condiciones normales y se esperase que su coeficiente ejerza una influencia negativa y significativa para un intervalo de confianza mínimo de 95% en el modelo econométrico, tratando de contrastar la hipótesis H8.

Como hemos señalado, la influencia positiva de la densidad poblacional en los resultados de la gestión de los operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua es prácticamente unánime entre las investigaciones empíricas analizadas. Para Berg (2010, p. 133), el número de consumidores por la longitud de la red es una *proxy* comúnmente utilizada y adecuada para este caso. Sin embargo, la mayoría de los estudios analizados que estudiaron los efectos de dicha densidad utilizaron la relación entre la población atendida y la longitud de la red.

Para este estudio la densidad ha sido observada de forma separada para los dos tipos de servicios prestados por los operadores. En primer lugar, la densidad de la red de abastecimiento de agua – DENA que fue calculada por el cociente entre la población atendida con los servicios de abastecimiento de agua y la longitud de la red de abastecimiento de agua, capta los efectos de la densidad específica de este servicio. En segundo lugar, la densidad de la red de saneamiento de agua – DENS fue calculada por la relación entre la población atendida con los servicios de saneamiento de agua y la longitud de la red de saneamiento de agua que capta la densidad poblacional para dicho servicio. Ambas variables son independientes y cuantitativas, medidas por población por kilómetros y se espera el resultado del coeficiente de DENA

sea negativo y el de DENS sea positivo, ambos significativos para un intervalo de confianza mínimo 95%, contrastando así la hipótesis H9.

Por último, la influencia de región geográfica de Brasil en que el operador está ubicado en la gestión económico-financiera en un proceso de universalización del acceso, fue incorporado al modelo econométrico por cuatro variables independientes, teniendo en cuenta que son en total cinco regiones geográficas y según Gujarati (2004, p.301-303) esto representa una cautela para que no se presente un caso de colinealidad perfecta, que representa una “trampa de las variables ficticias”. En este caso, la región geográfica que no le fue asignada ninguna variable ficticia, pasa a ser tomada como referencial y la comparación todas las demás regiones fueron realizadas en relación a ella.

Como región de referencia elegida fue la región Norte de Brasil, así las variables independientes ficticias, región sudeste – RSUD, asume el valor 1 si el operador está ahí ubicado y 0 si no, dando el mismo tratamiento para las demás variables región centro-oeste – RCEN, región sur – RSUR y región nordeste – RNOR.

Conforme ya hemos señalado en el apartado IV.2, se espera que en el modelo econométrico utilizado el coeficiente de la variable región sudeste – RSUD sea positivo y mayor a todos las demás que indican la región de ubicación y la variable centro-oeste – RCEN un coeficiente positivo y superior a los sacados por la región sur – RSUR y región nordeste – RNOR.

Se espera que para la región sudeste – RSUD y centro-oeste – RCEN, sus coeficientes sean significativos para un intervalo de confianza mínimo de 95% y para la región sur – RSUR y región nordeste – RNOR, sus coeficientes no presenten resultados significativos, contrastando la hipótesis H10.

En resumen, las variables, sus abreviaturas, definiciones y expectativa de resultado a priori del modelo econométrico utilizado en el estudio son presentadas en el cuadro IV.2



**Cuadro IV.2 – Descripción de las variables independientes del modelo econométrico**

Variable	Abreviatura	Definición	Expectativa a priori e hipótesis relacionada	
<b>Estructura de gobierno</b>				
Propiedad del operador	PROP	Indicación de la propiedad a que está sometida el operador, siendo 0 = pública y 1 = privada.	≈	H1
Operador estatal de alcance regional en 2007	EST07	Indicación de los operadores de alcance geográfico regional de propiedad pública, siendo 1 = para este tipo de operador en 2007 y 0 = cuando no.	-	H2
Operador municipal de alcance local en 2007	MUN07	Indicación de operador de propiedad pública de alcance geográfico local, siendo 1 = para este tipo de operador en 2007 y 0 = cuando no.	≈	H2
Operador privado en 2007	PRI07	Indicación de operador de propiedad privada, siendo 1 = para este tipo de operador en 2007 y 0 = cuando no.	≈	H2
Experiencia de la regulación económica	EXRE	Diferencia de días transcurridos entre la fecha de creación, obtenida de la norma de constitución de cada agencia que ejecuta la regulación económica y el último día de cada año del panel dividido por 365.	≈	H3
<b>Estructura de mercado</b>				
Cuentas de abastecimiento de agua	CUEA	Cantidad total de cuentas activas de abastecimiento de agua.	+	H4
Cuentas de saneamiento de agua	CUES	Cantidad total de cuentas activas de saneamiento de agua.	+	H4
Alcance geográfico de los servicios	ALC	Indicación del alcance geográfico de la prestación de los servicios, siendo 0 = local/microregional y 1 = regional (CESB)	+	H4
Participación de las cuentas residenciales de abastecimiento de agua	PRA	Cantidad de cuentas activas de clientes residenciales de abastecimiento de agua dividido por la cantidad total de cuentas activas de abastecimiento de agua.	-	H5
Participación de las cuentas residenciales de saneamiento de agua	PRS	Cantidad de cuentas activas de clientes residenciales de saneamiento de agua dividido por la cantidad total de cuentas activas de saneamiento de agua.	-	H5
<b>Estructura comercial</b>				
Índice de cuentas medidas	ICM	Cantidad de cuentas activas proveídas de contador dividido por la cantidad total de cuentas activas.	-	H6
Tarifa media aplicada	TMA	Ingresos directos de la explotación (abastecimiento y saneamiento de agua) dividido por el volumen total facturado (agua + agua residual).	+	H6
Índice de deterioro de ingresos	IDI	Diferencia entre los ingresos de la explotación y la recaudación total dividida por los ingresos de la explotación.	-	H6
Índice de pérdidas en la facturación	IPF	Diferencia entre el volumen de agua del servicio (volumen de agua producida + comprada - utilizada por el operador) y volumen de agua facturada dividido por volumen de agua del servicio.	-	H6
<b>Estructura de financiación</b>				
Índice de suficiencia de tesorería	IST	Recaudación total dividida por la suma de gastos básicos de la actividad, gastos del servicio de la deuda y gastos fiscales.	+	H7
Nivel de endeudamiento	END	Suma del pasivo circulante, pasivo exigible a largo e ingresos anticipados dividido por el activo total.	-	H7
<b>Estructura del entorno operativo</b>				
Consumo medio por cuenta	CMC	Diferencia entre el volumen de agua consumida y volumen de agua vendida a otro operador dividido por la cantidad de cuentas activas de agua.	-	H8
Densidad de la red de abastecimiento de agua	DENA	Población atendida con los servicios de abastecimiento de agua (en 1.000) dividida por la longitud de la red de abastecimiento de agua.	-	H9
Densidad de la red de saneamiento de agua	DENS	Población atendida con los servicios de saneamiento de agua (en 1.000) dividida por la longitud de la red de saneamiento de agua.	+	H9
Región sudeste	RSUD	Indicación de la región geográfica de Brasil en que está ubicado el operador, siendo 1= Región sudeste y 0 = otra región.	+ ; > entre todas	H10
Región centro-oeste	RCEN	Indicación de la región geográfica de Brasil en que está ubicado el operador, siendo 1= Región centro-oeste y 0 = otra región.	+ ; > que RSUR y RNOR	H10
Región sur	RSUR	Indicación de la región geográfica de Brasil en que está ubicado el operador, siendo 1= Región sur y 0 = otra región.	≈	H10
Región nordeste	RNOR	Indicación de la región geográfica de Brasil en que está ubicado el operador, siendo 1= Región nordeste y 0 = otra región.	≈	H10

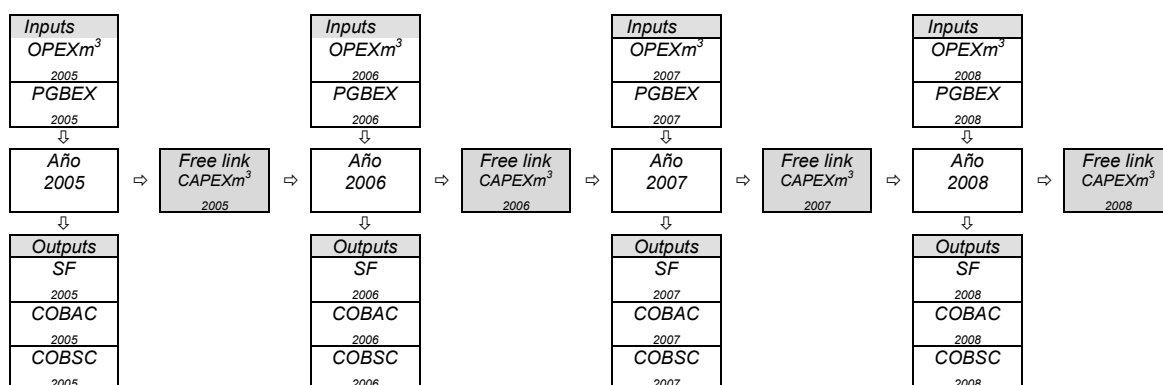
Una vez realizada la descripción de las variables utilizadas para la construcción del modelo no paramétrico de estimación del indicador de la gestión económico-financiera en un proceso de universalización del acceso y del modelo econométrico explicativo de dicha gestión, la próxima etapa consiste en la descripción de los modelos cuantitativos elegidos, que van a ser expuestos en el siguiente apartado.

#### IV.3.4 Metodología empleada para la evaluación de la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileños en un proceso de universalización del acceso

Según hemos expuesto a lo largo del trabajo, entre las distintas metodologías utilizadas para la evaluación de la gestión del sector de abastecimiento y saneamiento de agua, el *DEA* es la más utilizada, habiendo comprobado su idoneidad para este tipo de trabajos. No obstante, tal como hemos señalado en el apartado III.9, no nos consta su aplicación en una estructura dinámica capaz de desarrollar una evaluación intertemporal. Por este motivo, esta tesis supone un avance en este tipo de análisis para el sector, dado que se utiliza un modelo *DEA* dinámico basado en holguras - *DSBM* para la evaluación de la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso.

Tanto la metodología clásica del *DEA* como su modelo aditivo *DSBM*, han sido estudiados en el apartado II.6. El modelo utilizado está compuesto por dos *inputs*, un *free link* y tres *outputs*. Esas variables ya han sido descritas anteriormente y al incluirlas en la estructura dinámica intertemporal del modelo se obtiene la siguiente representación esquemática:

Figura IV.1 – Estructura del *DEA* dinámico utilizada en el estudio empírico-analítico



Un problema básico del *DEA* está en la adecuada elección de la orientación del modelo utilizado en cada caso, y tal como hemos señalado, puede ser establecida claramente para algunos sectores, como por ejemplo la orientación al *output* para los casos en que las *DMUs* son provistas de una cantidad fija de recursos y son presionadas para producir la mayor cantidad posible de *outputs* (Coelli et al., 1998, p. 158).

En relación a la orientación del modelo, Gasparini (2000), para los servicios públicos en general, y Carmo y Távora Junior (2003), para el sector de abastecimiento y saneamiento de agua, plantean que en función de la obligatoriedad de la prestación del servicio impuesta para dichos servicios, el modelo debe ser orientado al *input*, así las unidades productivas no controlan su oferta de servicios, y se esfuerzan para intentar minimizar los consumos de sus *inputs*.

Tras sintetizar estas aportaciones, se percibe un problema: si el sector está obligado a minimizar los *inputs*, dada la obligación de prestar los servicios y por otro lado las presiones para alcanzar la universalización del acceso y la sostenibilidad financiera presiona a una mayor cantidad de *outputs*, el resultado sería que ninguna de las dos orientaciones captaría el efecto doble de minimizar los *inputs* y maximizar los *outputs* al mismo tiempo. Para este problema específico, el modelo no-orientado es una posible solución y por este motivo ha sido utilizado en este estudio.

Un segundo problema surge con la elección del tratamiento dado a la escala de producción que define el modelo en rendimientos constantes y variable de escala. Una solución para dicho problema es presentada por Hollingsworth y Smith (2003) que sugieren la utilización del rendimiento variable de escala, cuando se utilizan ratios como medidas de los *inputs* y de los *outputs*. Sin embargo en el artículo no se desarrolló una estructura empírica, que fue llevado a cabo en la propuesta de Zhu (2000), obteniendo una elección robusta a partir de la aplicación de la prueba-*t* para muestras relacionadas, siendo una muestra los rangos obtenidos en el modelo de rendimientos constantes de escala y la otra los rangos obtenidos utilizando los rendimientos variables y en caso de que existan diferencias significativas de las medias se elige el modelo de rendimientos variables.

Desafortunadamente, los resultados obtenidos para los rangos en ambos tipos de rendimientos de este trabajo no presentan una distribución normal, imposibilitando, la aplicación de la prueba-*t* para muestras relacionadas o apareadas. Una solución para este problema ha sido la aplicación de una prueba no paramétrica. Según Pérez (2005, p.335) entre las conveniencias de utilizar la estadística no paramétrica están la

ausencia de normalidad y que la variable viene dada en forma de rango, como es el caso de los resultados presentados por el *DEA*. Para este tipo de variables de naturaleza continua, el mismo autor (p.367) recomienda dos tipos de pruebas: la prueba de los signos o la prueba de *Wilcoxon* de los rangos con signo.

Partiendo de estas propuestas, se estimó un rango de la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso con el modelo *DSBM* no-orientado con rendimientos constantes de escala y otro con rendimientos variables de escala (formulación matemática 46). Posteriormente, los rangos obtenidos de cada uno de los modelos fueron trasladados a *SPSS* para la comparación de medias mediante la prueba de los signos y por la prueba de *Wilcoxon* de los rangos con signo.

Los contrastes de los resultados obtenidos en ambas pruebas fueron: individualmente para los años de 2005 y 2006, se rechazan la homogeneidad de los dos rangos al 95%, mientras que para los años de 2007 y 2008, se aceptan la homogeneidad entre los dos rangos al 95% y para un análisis conjunto de todos los años también se rechazan la homogeneidad de los dos rangos al 95%. Por ello resulta razonable, para este caso, la utilización del modelo con rendimientos variables de escala.

Como hemos señalado anteriormente, en el *DSBM*, es posible la combinación de cuatro categorías de variables de enlace (*carry-overs* o *links*): *good link*; *bad link*; *free link* y *fixed link* en un modelo no-orientado. Sin embargo el trabajo pionero del modelo, Tone y Tsutsui (2010) desarrolla su experimento para el sector eléctrico con la utilización de un único *link*, en este caso el *free link*, representado por el activo de capital. Siguiendo en esta misma línea, para el sector de abastecimiento y saneamiento de agua, los costes de capital traspasan de un período a otro en la evolución de la situación financiera y de cobertura del servicio, y calibran la tecnología que facilita la disminución de los recursos y con esta función ha sido elegido para tal fin.

Así, el modelo final propuesto en la tesis para evaluar los resultados de la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso es el *DSBM*, construido a partir de dos *inputs*: Gastos de la explotación por  $m^3$  facturado -  $OPEXm^3_t$  y Porcentaje de los gastos básicos de la actividad sobre los ingresos de explotación -  $PGBEX_i$ ; un *free link*: Gastos de capital por  $m^3$  facturado -

$CAPEXm_t^3$ ; y tres *outputs*: Situación financiera -  $SF_t$ , Cobertura de la prestación de los servicios de abastecimiento de agua ajustado por la calidad -  $COBAC_t$  y Cobertura de la prestación los servicios de saneamiento de agua ajustado por la calidad -  $COBSC_t$ , no-orientado y con rendimientos variables de escala. En este sentido, Tone y Tsutsui (2010) señalan que es posible plantear un ajuste en la formulación matemática (31) para captar la inclusión del *free link* en el modelo y con esto obtener una puntuación ajustada *a posteriori* (*AdjustedScore*). Así la expresión matemática del modelo final propuesto es:

$$\bar{\rho}_o^* = \frac{1 - \frac{1}{m + nfree} \left( \sum_{t=1}^m \frac{W_i^- S_{iot}^{-*}}{x_{iot}} + \sum_{i=1}^{nfree} \frac{S_{iot}^{free*-}}{z_{iot}^{free}} \right)}{1 + \frac{1}{s + nfree} \left( \sum_{i=1}^s \frac{W_i^+ S_{iot}^{+*}}{y_{iot}} + \sum_{i=1}^{nfree} \frac{S_{iot}^{free*+}}{z_{iot}^{free}} \right)} \quad (46)$$

*Sujeto a:*

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n z_{ijt}^\alpha \lambda_j^t &= \sum_{j=1}^n z_{ijt}^\alpha \lambda_j^{t+1} & (\forall i; t = 1, \dots, T-1) \\ x_{iot} &= \sum_{j=1}^n x_{ijt} \lambda_j^t + s_{it}^-, & (i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T) \\ x_{iot}^{fix} &= \sum_{j=1}^n x_{ijt}^{fix} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T) \\ y_{iot} &\leq \sum_{j=1}^n y_{ijt} \lambda_j^t - s_{it}^+, & (i = 1, \dots, s; t = 1, \dots, T) \\ y_{iot}^{fix} &= \sum_{j=1}^n x_{ijt}^{fix} \lambda_j^t, & (i = 1, \dots, r; t = 1, \dots, T) \\ z_{iot}^{free} &= \sum_{j=1}^n z_{ijt}^{free} \lambda_j^t + s_{it}^{free}, & (i = 1, \dots, nfree; t = 1, \dots, T) \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j^t &= 1, & (t = 1, \dots, T) \quad (\text{rendimiento variable de escala}) \\ \lambda_j^t &\geq 0, s_{it}^- \geq 0, s_{it}^+ \geq 0 \text{ y } s_{it}^{free} : free(\forall i, t) \end{aligned} \quad (47)$$

Para la interpretación de los resultados se han utilizado los informes *AdjustedScore*, *ProjectionLink* y *ProjectionInputOutput*, todos ellos generados por el *DSBM*, cuyos datos son presentados en tablas y gráficos para los análisis descriptivos.

Como es inherente a todo el trabajo científico de naturaleza cuantitativa, los casos atípicos (*outliers*) pueden sesgar los resultados de las estimaciones, y los obtenidos a través del *DSBM*, también son vulnerables a este tipo de problema, pues puede generar una frontera irreal y sesgada hacia arriba, por la influencia de una o más *DMUs* atípicas en el modelo. Por ejemplo, Sexton (1986) afirma que es probable

que los resultados establecidos por el *DEA* sean inestables cuando sus evaluaciones se basan en observaciones atípicas. Así, trabajos como Wilson (1993 y 1995), Pastor et al. (1999), Fox et al. (2004), Jahanshahloo et al. (2004), Sousa y Stošić (2005), Chen y Johnson (2006), Banker y Chang (2006), Johnson y McGinnis (2006) y Mahlberg y Raveh (2007) trataron de identificar las *DMUs* atípicas, siendo todos ellos llevados a cabo utilizando la estructura del *DEA* estático. Entre ellos, el trabajo puede destacarse el de Banker y Chang (2006) por su aplicabilidad a partir de la condición de que las *DMUs* súper-eficientes san posibles observaciones atípicas.

En cuanto a los casos atípicos, Hair et al. (1999, p.59) recomiendan mucha cautela en su mantenimiento o eliminación, pues desde su punto de vista deberían ser mantenidos "...a menos que existan una prueba de que son verdaderas aberraciones y no son representativos de las observaciones de la población" y con esta misma preocupación el trabajo Banker y Chang (2006) introdujeron el concepto de "niveles de selección" o *screen levels* como escrito originalmente que define los niveles de contaminación de los datos tomándose como referencia las puntuaciones de súper-eficiencia por encima de 1,0; 1,2; 1,6 y 2,0. Adicionalmente fueron analizadas las sensibilidades a las *DMUs* atípicas a través de correlaciones de *Pearson* y *Spearman* combinados con análisis de regresión *OLS* para comprobar la robustez de la identificación de las *DMUs* atípicas a partir de modelos de súper-eficiencia.

Recientemente, Costa (2010, p.114-115) ha llevado a cabo un trabajo utilizando el *DSBM* para analizar la gestión de las universidades publicas federales brasileñas, orientándose en las aportaciones de Banker y Chang (2006), bajo la idea de que los modelos basados en súper-eficiencia permiten la identificación de posibles *DMUs* atípicas y con esto posibilitan la eliminación de los datos anómalos. En dicho trabajo se utilizan las puntuaciones definidas por el *SuperSBM*, combinado con la técnica univariante de detección de casos atípicos de valores estandarizados (valores *Z*), asumiendo como atípicas, las *DMUs* que obtuvieron valores *Z* que excedieron a 3,0 (estando en la región de la hipótesis nula  $|z_i| > 3$ ). Al final una única *DMU* mostraba un valor *Z* superior a 3, sin embargo no fue excluida del modelo por no haber ejercido influencia alguna en cualquier otra *DMU* ni tampoco en la frontera.

Sin embargo, Seo (2006, p. 10) señala que el método de valores estandarizados no es muy bueno para la identificación de los casos atípicos, principalmente para las pequeñas muestras y que los valores extremos pueden en mascarar la desviación típica. Para solventar este problema, el mismo autor (p.11) propone la utilización de los valores estandarizados ajustados, es decir calculados a

partir de la desviación media absoluta – *MAD*, además (p.37) argumenta que estos modelos tienen sus aplicaciones recomendadas para los casos de una distribución simétrica y en caso de que la distribución sea asimétrica una solución aceptable sería la utilización del método Tukey. Este método fue creado por John Wilder Tukey en 1977 y consiste en la visualización de los casos atípicos en un gráfico de caja y bigotes que utiliza los primeros y terceros cuartiles, Q1 y Q3 para obtener medidas robustas para la media  $\hat{\mu}_n = (Q1 + Q3)/2$  y para la desviación típica  $\hat{\sigma}_n = Q3 - Q1$ .

En esta tesis, el modelo de identificación de las *DMUs* atípicas ha sido elaborado fundamentalmente con base en la conjunción de las aportaciones de Banker y Chang (2006), que recomiendan el cálculo de la súper-eficiencia mediante la identificación de las *DMUs* potencialmente atípicas, las aportaciones de Seo (2006), que indica la aplicación del método Tukey para un conjunto de datos asimétricos y así aislar las *DMUs* súper-eficientes con características atípicas, y por último las de Costa (2010) que observó la importancia de excluir solamente las *DMUs* atípicas que influyen en la frontera. En línea con ello, para la identificación de los casos atípicos se han seguido las siguientes etapas:

1ª Aplicación del modelo de súper-eficiencia definido por las formulaciones matemáticas (13) – *SuperSBM* no-orientado y (16) - rendimientos variables escala, con dos *inputs* ( $OPEX_m^3_t$  y  $PGBEX_t$ ) y tres *outputs* ( $CF_t$ ,  $COBAC_t$  y  $COBSC_t$ ). Para este caso, el *free link* ( $CAPEX_m^3_t$ ) no se incorpora como variable del modelo *SuperSBM*, siguiendo el propio constructo teórico definido por Tone y Tsutsui (2010), asumiendo que el *free link* no asume características de *input* ni de *output*, pues no se refleja directamente en la puntuación de los resultados de la gestión, pero la condición de continuidad entre dos períodos de tiempo tiene un efecto indirecto sobre dicha puntuación.

2ª Con los resultados del *SuperSBM* se aplicó el método de visualización de los casos atípicos en un gráfico de caja y bigotes construido con el método Tukey.

3ª Identificación en el informe resumido (hoja *summary*) de cada resultado anual del *SuperSBM*, si la *DMU* más atípica en la visualización del gráfico de caja y bigote sirvió de referencia para otra(s) *DMUs* (en *Frequency in Reference Set*). Esta etapa fue importante, pues permitió una identificación de las observaciones atípicas que empujan la frontera hacia arriba que representan “aberraciones” al modelo.

4ª Excluir todas las *DMUs* que se presentaron como más atípicas en por lo menos un año y que sea referencia para por lo menos una otra *DMU*;

5ª Volver a la aplicación del modelo definido en la 1ª etapa sin la(s) *DMU(s)* atípica(s), repitiendo todas las demás etapas, y reproduciendo el proceso hasta que no quede visualización de observaciones atípicas en el gráfico de caja y bigote.

Las estimaciones *DSBM* para los resultados de la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso, así como las estimaciones del *SuperSBM* para la detección de las *DMUs* atípicas, han sido realizadas utilizando el paquete informático *DEA-Solver-Professional Version 7.0*, cuyos resultados serán comentadas en los análisis empíricos. A continuación se presenta el modelo econométrico construido para ver qué factores pueden explicar dichos resultados.

#### **IV.3.5 Metodología empleada para la construcción de un modelo explicativo de los resultados de la gestión económico-financiera**

Como es común en los estudios empíricos que utilizan la metodología *DEA*, los autores buscan explicaciones para las puntuaciones finales del rango establecido. Algunas de estas explicaciones son basadas simplemente en pruebas de medias como tests de *Mann-Whitney*, *Wilcoxon*, *t-Student* y *Kolmogorov-Smirnof* y otros se basan en modelos más completos basados en modelos econométricos como análisis de regresiones como *Tobit*, *SFA* y *OLS*.

Entre todos los modelos explicativos señalados, el modelo econométrico *Tobit* ha sido el más utilizado, con más de 17 aplicaciones para el análisis de la segunda etapa del *DEA*, lo cual se justifica porque las puntuaciones de gestión pueden ser clasificadas como una variable dependiente limitada – VDL, que según Wooldridge (2010, p. 535-567) son aquellas cuyo intervalo de valores es substancialmente limitado, siendo conveniente su utilización cuando la variable dependiente se presenta censurada por encima (derecha) o por debajo (izquierda) de algún valor, es decir cuando existe pérdida de datos en la variable dependiente y asimismo sea posible conocer si los valores perdidos se presentan por encima o por debajo de un determinado límite. Esta aplicación es también útil en la estimación de los parámetros cuando la variable dependiente es truncada, es decir cuando se excluye de la base datos un subconjunto de la población del esquema del muestreo, en este sentido esta variable está restringida a un subconjunto de la población antes del muestreo.

Es importante enfatizar que tanto el modelo de regresión censurada como el modelo de regresión truncada se asemejan, pues ambos son caracterizados por pérdidas de información. Sin embargo el modelo truncado es más restringido, pues no



son computados en la regresión los casos en que las variables dependientes son la referencia de truncamiento y con esto algunas informaciones de un determinado segmento de la población no son tomadas en cuenta, lo que puede proporcionar un problema potencial para los estudios explicativos de las puntuaciones del *DEA* para pequeñas muestras, pues su probable truncamiento sería en puntuación igual 1 y todas las *DMUs* con esta puntuación serían excluidas del modelo, resultando en un poder explicativo sesgado para las puntuaciones debajo de la frontera, es decir de baja gestión.

Otro potencial problema con relación a la aplicación del modelo econométrico *Tobit* en los datos de esta tesis está en la necesidad de contemplar la premisa de normalidad, y tal como comenta Wooldridge (2010, p. 566-567) si cualquiera de las hipótesis de la regresión normal censurada fuera violada, especialmente si existiera heterocedasticidad o ausencia de normalidad de los residuos, las estimaciones por máxima verosimilitud generalmente son sesgadas e inconsistentes.

Wooldridge (2010, p. 535) también argumenta que se pueden utilizar otros modelos lineales para estimaciones econométricas con estas características, dado que el modelo lineal es siempre una buena aproximación a los resultados, especialmente próximo de los valores medios, pero probablemente se hace posible la obtención de resultados fuera del intervalo límite de la variable. Además Pérez (2007, p.137) presenta como soluciones para la existencia de heterocedasticidad la utilización de los métodos de mínimos cuadrados generalizados y mínimos cuadrados ponderados que son tipos de modelos lineales generalizados - *GLM*.

Originalmente, el modelo *GLM* fue propuesto por Nelder y Wedderburn (1972), en el que demostraron que la generalización de algunas proposiciones del modelo de regresión lineal determinaba una segunda familia de modelos que partían de la observación de que algunos modelos de regresión como lineal clásico, logístico, *Probit* y *Poisson*, entre otros, pueden ser expuestos en una forma exponencial canónica. Así, dada esta nueva forma de representación exponencial, verificaron que una parte relevante del log-verosimilitud difiere solamente en la especificación de una función de enlace y en una función de varianza. La función de enlace ejerce el papel de expresar la media condicional de la variable de respuesta en función de los estimadores lineales y la función de varianza expresa la varianza de la variable de respuesta en función de la media (Guan y Gutierrez, 2002, p. 378-379).

En suma, se puede decir que el modelo *GLM* es una flexibilización del modelo *OLS*, permitiendo que el modelo lineal sea relacionado a la variable de respuesta por

medio de una función “enlace” o “link” y permitiendo que la magnitud de la varianza estimada sea una función del valor previsto del modelo. Esta estructura flexibiliza también la elección del modelo estadístico por detrás de la regresión, proponiendo una reponderación reiterada del modelo de mínimos cuadrados utilizando máxima verosimilitud para los parámetros del modelo (Nelder y Wedderburn, 1972, p. 372).

De acuerdo con Hardin y Hilbe (2007, p. 10), el modelo lineal clásico, supone que las observaciones de la variable dependiente  $y$  son independientes con distribución normal y varianza constante y que las covariables están relacionadas con el valor esperado de la variable independiente, de tal forma que:

$$E(y) = \mu \quad (48)$$

$$\mu = X\beta \quad (49)$$

La formulación matemática (49) define la relación de identidad entre el estimador lineal  $X\beta$  y la media  $\mu$ . Sin embargo, el modelo *GLM* generaliza esa condición suponiendo que la distribución de la variable dependiente  $y$ , dado un estimador lineal  $X\beta$ , es un miembro de la familia exponencial canónica. Para una muestra aleatoria de  $n$  observaciones  $(y_i, x_i)$ ,  $i = 1, \dots, n$ , define  $n_i = X_i\beta$ . Define también que:

$$\mu \equiv E(y_i) = g^{-1}(n_i); \quad Var(y_i) = V(\mu_i)a(\phi) \quad (50)$$

Para todo  $g(\cdot)$ , conocido como la función *link*, todo  $V(\cdot)$ , conocido como función de varianza, y alguno parámetro de escala  $a(\phi)$ . La media y la varianza de  $y_i$  expuesta de esa forma sigue la propiedad de la familia exponencial canónica. Así el modelo *GLM* proporciona flexibilidad en la elección de la función apropiada, denominada de opciones de *link* (*complementary log-log, identity, inverse square, log, log-log, logit, probit y reciprocal*) y en la elección de la distribución de la variable dependiente, denominada de opciones de familia o family (*bernoulli, binomial, gamma, gaussian, inverse gaussian, negative binomial y poisson*).

Adicionalmente, el estimador de  $\beta$  por máxima verosimilitud puede ser obtenido con la solución del siguiente sistema de ecuaciones:

$$\frac{\partial L}{\partial \beta} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i - \mu}{a(\phi)V(\mu)} \left( \frac{\partial g^{-1}(n)}{\partial n} \right) \Big|_{n = n_i} X_i^t = 0 \quad (51)$$

Siendo  $L$  el log verosimilitud. Por ejemplo, en el caso de la regresión *OLS*,  $g(\cdot)$ , es la función identidad,  $V(\mu) = 1$ , y  $a(\phi)$  es el error de la varianza. En el caso de la regresión de *Poisson*,  $g(\mu) = \ln(\mu)$ ,  $V(\mu) = \mu$ , y  $a(\phi) = 1$ .

Esa condición revela que la premisa que está implícita en el *GLM* es que la familia exponencial puede ser adaptada simplemente especificando  $g(\cdot)$ , utilizando un opción de  $link(\cdot)$  y especificando  $V(\cdot)$  usando una opción de  $family(\cdot)$ . En ese caso,  $L$  no es la verdadera verosimilitud, pero una casi-verosimilitud y la solución para el sistema de ecuaciones (49) producirá un estimador de  $\beta$  por máxima casi-verosimilitud (Guan y Gutierrez, 2002, p. 380).

Finalmente, el modelo *GLM* parte de la premisa de que las observaciones son independientes e idénticamente distribuidas (*iid*). Sin embargo, en muchos casos, principalmente cuando los datos son longitudinales o en panel, las observaciones pueden estar correlacionadas. En ese caso, los estimadores por *GLM* no son consistentes. Para tratar con estas situaciones, Liang y Zeger (1986) desarrollaron una extensión del modelo denominado ecuaciones de estimación generalizada – *GEE* o *Generalized Estimating Equations*, desarrollando un algoritmo en dos etapas en el que primero se estima el *GLM* y, seguidamente, una matriz de valores de escala (Hardin y Hilbe, 2003, p. 3-5).

El modelo *GEE* es apropiado para datos en los que no hay normalidad en la distribución de los datos y correlacionados a lo largo del tiempo, precisamente como se presentan los valores de la variable dependiente obtenidos con la utilización del *DSBM* para esta investigación. En este sentido, Liang y Zeger (1986) especificaron la esperanza de la variable dependiente como una función lineal de covariables, establecieron la varianza como una función conocida de la media y por fin definieron una matriz de correlación de trabajo.

Para delimitar la formulación del modelo *GEE* se considera  $n$  grupos de individuos semejantes, donde  $y_{ij}$  es la variable respuesta de interés para el  $j$ -ésimo individuo del  $i$ -ésimo grupo y  $x_{ij}$  es un vector  $p \times 1$  de covariables para el  $j$ -ésimo individuo del  $i$ -ésimo grupo,  $i = 1, \dots, n$  y  $j = 1, \dots, m_i$ . El valor de  $m$  puede variar de un grupo a otro. Se define, para el  $i$ -ésimo grupo, el vector  $m_i \times 1$  de respuestas,  $y_i = (y_{i1}, \dots, y_{im})'$  es la matriz de covariables  $m_i \times p$ ,  $X_i = (X_{i1}, \dots, X_{im})'$ . Para escribir las ecuaciones generalizadas se supone que:

a) La relación entre la media de la variable respuesta,  $\mu_i$ , es la variable explicativa  $X$  que puede ser expresa bajo forma lineal a través de una función de ligación conocida,  $g$ , tal que:

$$g(\mu_i) = X_i \beta \tag{52}$$

Siendo  $\beta$  el vector de  $p$  parámetros.

b) La varianza de la variable respuesta puede se expresa por una función conocida de la media de esta variable, es decir:

$$V_i = f(\mu_i) / \phi \quad (53)$$

En que  $\phi$  es el parámetro de dispersión definido en la familia exponencial.

Avanzando en la descripción del modelo *GEE*, Liang y Zeger (1986) definen la estimación de  $\beta$  como la solución del sistema de ecuaciones diferenciales la casi-puntuación obtenida en la formulación matemática a continuación:

$$U_k(\beta) = \sum_{i=1}^n D_i V_i^{-1} S_i = 0 \quad k = 1, \dots, p. \quad (54)$$

$$\text{con } D_i = \partial_{\mu_i} / \partial \beta_k \text{ y } S_i = (y_i - \mu_i)$$

Para utilizar esas ecuaciones para datos correlacionados, Liang y Zeger (1986) especificaron una matriz de correlación de trabajo incorporada en el término de la ecuación (53). Considerando  $R_i(\alpha)$  la matriz de correlación con dimensión  $m_i \times m_i$  para cada  $y_i$ , en que  $\alpha$  es un vector que caracteriza completamente  $R_i(\alpha)$ , la ecuación (53) se vuelve una matriz de covariancia para el  $i$ -ésimo grupo determinada por la siguiente expresión matemática:

$$V_i = A_i^{1/2} R(\alpha) A_i^{1/2} / \phi, \quad (55)$$

Siendo  $A_i$  una matriz diagonal  $m_i \times m_i$ , con  $f(\mu_i)$  como elementos de la diagonal principal y  $\phi$  el parámetro de escala para distribuciones de la familia exponencial. El número de observaciones y la matriz de correlación se pueden diferenciar de un grupo a otro. Sin embargo es posible asumir que  $R_i(\alpha)$  es completamente especificado por el vector de parámetros desconocidos  $\alpha$ , considerado el mismo para todos los grupos.

En este sentido, existen varias posibilidades de estructuras de matriz de correlación de trabajo, pudiendo destacar cuatro de ellas: permutable (*exchangeable*); independiente (*independent*); auto regresiva (*autoregressive*) y no estructurada (*unstructured*). En el cuadro siguiente se presenta un resumen de cada una de estas estructuras de la matriz de correlación.

**Cuadro IV.3 – Especificación y notaciones matemáticas de las matrices de correlación del modelo GEE**

Especificación de la estructura de matriz de correlación	Notaciones matemáticas de la estructura de matriz de correlación
Permutable – considera una dependencia temporal constante, es decir, la correlación entre las observaciones de los individuos de un mismo grupo es la misma.	$Corr(Y_{ij}, Y_{ik}) = \begin{cases} 1, si j = k \\ \alpha, si j \neq k \end{cases} \quad R(\alpha) = \begin{bmatrix} 1 & \alpha & \alpha & \alpha \\ \alpha & 1 & \alpha & \alpha \\ \alpha & \alpha & 1 & \alpha \\ \alpha & \alpha & \alpha & 1 \end{bmatrix} \quad (56)$
Independiente – asume la ausencia de dependencia temporal, es decir, la correlación entre las observaciones de los individuos de un mismo grupo es cero.	$Corr(Y_{ij}, Y_{ik}) = \begin{cases} 1, si j = k \\ 0, si j \neq k \end{cases} \quad R(\alpha) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (57)$
Autoregresiva – se supone que la correlación de las observaciones de los individuos es una función exponencial de retardo de tiempo.	$Corr(Y_{ij}, Y_{ij+t}) = \alpha^t, t = 0,1,2,3 \quad R(\alpha) = \begin{bmatrix} 1 & \alpha & \alpha^2 & \alpha^3 \\ \alpha & 1 & \alpha & \alpha^2 \\ \alpha^2 & \alpha & 1 & \alpha \\ \alpha^3 & \alpha^2 & \alpha & 1 \end{bmatrix} \quad (58)$
No estructurada – considera que entre cada observación dentro del grupo hay un valor de correlación diferente.	$Corr(Y_{ij}, Y_{ik}) = \begin{cases} 1, si j = k \\ \alpha_{jk}, si j \neq k \end{cases} \quad R(\alpha) = \begin{bmatrix} 1 & \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 \\ \alpha_1 & 1 & \alpha_4 & \alpha_5 \\ \alpha_2 & \alpha_4 & 1 & \alpha_6 \\ \alpha_3 & \alpha_5 & \alpha_6 & 1 \end{bmatrix} \quad (59)$

Fuente: adaptado de Agranonik (2009, p.29-30)

Cada una de las estructuras de la matriz de correlación presenta resultados diferentes para las estimaciones, en este sentido, seleccionar la estructura de correlación más adecuada es fundamental para aumentar la eficiencia de las estimaciones de los parámetros del modelo. Preocupados con este tipo de elección, Hardin y Hilbe (2003, p. 141-142) presentaron cinco directrices generales a observar:

- 1) Si el tamaño del panel es pequeño y los datos están completos, se usa la correlación no estructurada;
- 2) Si los datos son recogidos a lo largo del tiempo, entonces, se utiliza una estructura que considere la correlación en función del tiempo, como la autoregresiva;
- 3) Si las observaciones están agrupadas sin un orden lógico y no recogidas a lo largo del tiempo, se utiliza la correlación permutable;
- 4) Si el número de grupos es pequeño, se utiliza la correlación independiente;
- 5) Si más de una especificación de correlación satisface el modelo, entonces, se utiliza el criterio de la estadística de casi-verosimilitud bajo el modelo de independencia o *quasilikelihood under the independence model information criterion* – *QIC* para seleccionar la mejor estructura de correlación.

El estadístico *QIC* es calculado comparando un determinado modelo según una estructura de correlación especificada con un modelo generado utilizando la estructura de correlación independiente y es calculado por la siguiente ecuación:

$$QIC(R) = -2Q(\hat{\beta}(R); I, D) + 2\text{trace}(\hat{\phi}_1 \hat{V}_R) \quad (60)$$

Siendo  $Q$  la casi-verosimilitud,  $\hat{\beta}(R)$  el vector de estimadores de casi-verosimilitud bajo el modelo candidato con matriz de correlación  $R$ ,  $I$  es la matriz identidad,  $D$  son los datos observados,  $\hat{\phi}_1 = \left. \frac{-\partial^2 Q(\beta, I, D)}{\partial \beta \partial \beta'} \right|_{\beta = \hat{\beta}}$  y  $\hat{V}_R$  es el estimador de covarianzas robusto obtenido a través del modelo conteniendo la matriz de correlación  $R$ .

Los valores obtenidos de  $QIC$  pueden ser utilizados para comprar las diferentes estructuras de correlación y cuanto menor sea su valor, mejor será la eficiencia del modelo (Hardin y Hilbe, 2003, p. 140). Algunas veces ocurre de los valores  $QIC$  no resultan necesariamente muy diferentes y en ese caso se recomienda que se elija el modelo más adecuado según la teoría en que se basa la estimación.

Tanto el modelo *Tobit* como los modelos de la familia *GLM* permiten que los resultados de la variable dependiente estén dentro de un intervalo de puntuación entre 0 y 1. Sin embargo el modelo *Tobit* necesita de una distribución normal para la variable dependiente y el *GLM*, en contrapartida puede utilizar la distribución logística, rompiendo la restricción de normalidad para la variable dependiente y de los residuos.

En nuestro caso, la variable dependiente procedente de los resultados de la puntuación del *DSBM* para la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso, puede ser clasificada como una variable dependiente limitada – VDL, sin embargo las puntuaciones anuales no siguen una distribución normal, por lo que no se cumple con la hipótesis de normalidad, además los datos del panel están correlacionados. Por ello, en esta tesis se utiliza como modelo econométrico de análisis la extensión *GEE* de modelo *GLM*, con la instrucción de mando *xtgee* del paquete informático *STATA 11.2 - Statistics/Data Análisis* para los 40 operadores en un panel de tiempo que va de 2005 a 2008. Como opción de *link* fue especificada la función *logit* representada por  $\ln(p/1-p)$ , dado que la variable dependiente contiene valores comprendidos entre 0 y 1. Se ha seleccionado como opción de *family* la distribución binomial, cuya varianza es representada por  $\mu = (1 - \mu/k)$ , donde los resultados solamente pueden ser agrupados en dos categorías: dentro y debajo de la frontera óptima de resultados de la gestión.

La puntuaciones de la gestión obtenidas del *DSBM*, también tienen la característica de un pequeño panel (2005-2008) con datos completos, donde el

número de grupos también es pequeño (dentro y debajo de la frontera óptima de gestión), siendo todos los obtenidos a lo largo del tiempo. De acuerdo con los criterios para la selección de la matriz de correlación definidos por Hardin y Hilbe (2003, p. 141-142), la estructura podría ser no estructurada, independiente y autoregresiva, en cuyo caso se recomienda la utilización del *QIC* para identificar la correlación más eficiente en el modelo econométrico. La siguiente tabla muestra los resultados de la estadística *QIC* para cada una de las estructuras de correlación de matriz.

**Tabla IV.1 – Resultados de la *QIC* para cada una de las estructuras de correlación**

<b>Estructura de Correlación</b>	<b><i>QIC</i></b>
Independiente	<b>138.079</b>
Autoregresiva (1)	140.227
Autoregresiva (2)	140.435
Autoregresiva (3)	140.503
No estructurada	138.958

Los resultados presentados en la tabla IV.1 evidencian que el menor *QIC* corresponde a la estructura de correlación de matriz independiente, por lo que siguiendo la recomendación de Hardin y Hilbe (2003, p. 141-142), ésta fue la estructura elegida para el modelo econométrico final. También se puede observar que la las estructuras autoregresivas 1 a 3 son las que presentan, respectivamente, las mayores *QIC*, y tal como hemos expuesto previamente, el modelo *DSBM* proporciona la identificación de una medida de la evaluación de gestión intertemporal por medio de una variable de enlace que traspasa a lo largo del tiempo los resultados de la gestión de una *DMU* que convierte esa variable en un elemento crucial del modelo, teniendo en cuenta que la reducción o aumento de la productividad de un período influencia en la productividad de período siguiente.

En este sentido, Färe y Grosskopf (1996, p. 151) destacan que “los modelos dinámicos de producción permiten que la decisión de un período inflencie los resultados de otros períodos, pues la interdependencia temporal es la esencia de un modelo dinámico”, y por tanto el menor valor de la estadística *QIC* para la estructura de correlación independiente frente a la estructura autoregresiva, indica que la elección de la variable  $CAPEXm^3$  como enlace controlable (*Free link*) ha sido adecuada, una vez que las puntuaciones obtenidas del *DSBM* captaron bien los trasposos de productividad de un año a otro, hasta el punto de convertir dichas puntuaciones en una variable dependiente con una estructura de correlación de matriz independiente en el modelo econométrico. En cambio, si la estructura elegida fuera uno de los modelos autoregresivos, la influencia de la productividad de un año en el otro sería computada dos veces, una primera en el modelo *DSBM* y otra en el *GEE*.

Tras los cálculos del modelo econométrico *GEE*, se han interpretado los resultados de los coeficientes en términos de las señales y probabilidades aceptables para un intervalo de confianza mínimo de 95%, tratando así de contrastar las hipótesis H1 a H10. Adicionalmente para reforzar los contrastes de las hipótesis H1 a H4 y complementar la explicación de algunos coeficientes se utilizó también el test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney calculado utilizando el paquete estadístico *SPSS* para los datos de todos los años del panel de forma apilada, que tal como hemos comentado es ampliamente utilizado en las explicaciones de diferencias de gestión y es obtenido mediante la siguiente expresión:

$$U = \sum_{i=1}^{n1} \sum_{j=1}^{n2} u(x_i, y_j) \quad (61)^{69}$$

Para contrastar la hipótesis de igualdad se utilizó el criterio del p-valor, rechazando la hipótesis nula al nivel  $\alpha$ , es decir cuando el p-valor es menor que 5%, y aceptándola en caso contrario, en la línea recomendada por Pérez (2005, p.340).

Concluida toda la descripción metodología de esta tesis a continuación se presenta los análisis de los resultados, inicialmente con los análisis de las estimaciones de las puntuaciones de la gestión económico-financiera intertemporal de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso calculados y, después los análisis de las estimaciones del modelo econométrico explicativo que se acabó de plantear.

#### **IV.4 Análisis de resultados**

Una vez llevada a cabo la caracterización del sector y la descripción teórica y metodológica que soportan esta investigación, en este apartado pretendemos realizar la descripción y análisis de los resultados de los modelos estimados. En una primera etapa serán comentadas las estimaciones obtenidas en el *DSBM* que define el rango para la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño y en una segunda etapa serán comentadas las estimaciones del modelo econométrico explicativo para este resultado de gestión.

Esta parte será finalizada con las conclusiones e implicaciones socio-políticas de los hallazgos, terminando con esto la aplicación empírica.

---

<sup>69</sup> Puede verse al respecto Pérez(2005, p.338-340)



#### IV.4.1 Gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso.

Tal como hemos expuesto, el *DSBM* para establecer el rango intertemporal de la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso ha sido estimado a partir de dos *inputs* ( $OPEXm^3_t$  y  $PGBEX_t$ ), un *free link* ( $CAPEXm^3_t$ ) y tres *outputs* ( $SF_t$ ,  $COBAC_t$  y  $COBSC_t$ ), mediante la opción no-orientada y con rendimientos variables de escala. Los estadísticos descriptivos para las variables que representan los *inputs*, *free link* y los *outputs* son presentados en la siguiente tabla.

**Tabla IV. 2 – Estadísticos descriptivos de las variables para la estimación del resultado de la gestión**

	Año	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica
$OPEXm^3$	2005	42	0,8759	3,1720	1,5104	0,4697
	2006	42	0,9394	3,5496	1,6780	0,4892
	2007	42	0,8728	4,5987	1,7465	0,5900
	2008	42	0,9068	3,9546	1,8234	0,5453
$PGBEX$	2005	42	32,09%	138,18%	78,52%	21,39%
	2006	42	32,63%	150,14%	80,86%	23,75%
	2007	42	46,62%	116,90%	76,72%	16,34%
	2008	42	49,45%	108,03%	77,99%	16,14%
$CAPEXm^3$	2005	42	0,0405	0,6781	0,2889	0,1369
	2006	42	0,0426	0,6536	0,3205	0,1436
	2007	42	0,0490	0,7382	0,3436	0,1568
	2008	42	0,0354	0,7422	0,3331	0,1467
$SF$	2005	42	-17,4277	5,3583	2,4115	3,5048
	2006	42	-15,5719	6,6112	2,6388	3,3731
	2007	42	-14,0148	7,1718	2,8968	3,2708
	2008	42	-12,9141	8,1297	2,7729	3,2129
$COBAC$	2005	42	0,1300	0,8100	0,4864	0,1607
	2006	42	0,1400	0,8000	0,4562	0,1723
	2007	42	0,1300	0,8000	0,4679	0,1720
	2008	42	0,0800	1,2000	0,4940	0,2174
$COBSC$	2005	42	0,0000	1,0200	0,2662	0,2957
	2006	42	0,0000	1,1100	0,2681	0,3223
	2007	42	0,0000	1,1300	0,2869	0,3335
	2008	42	0,0000	0,9600	0,2926	0,3225

Los valores recogidos en la tabla permiten un primer análisis exploratorio de los datos, tras calcular todas las variables de las 42 *DMU*'s en los períodos 2005 a 2008, observando que algunos estadísticos llaman bastante atención. En primer lugar, en media los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en régimen de sociedad anónima ubican el sector en una puntuación de dificultad financiera, si bien al excluir de los estadísticos la situación financiera del operador SANED, que presenta una condición extrema de dificultad financiera atípica,

se obtiene una nueva media de 2,90 para 2005; 3,08 para 2006; 3,31 para 2007 y 3,16 para 2008, que indica que se encuentran en una situación financiera débil a crítica.

En términos cuantitativos, el anexo II presenta la evolución de la situación financiera de los 42 operadores, donde puede observarse que en 2005 eran solamente 9 operadores con situación financiera de buena a excelente, pasando a un total de 14 operadores en 2006, 17 en 2007 y disminuyendo a 11 operadores en 2008. Estos resultados indican que, la mayoría de los operadores se encuentran en una situación financiera débil, que indica la necesidad de cautela, pues volvió a empeorar en 2008 con una relevante disminución de la cantidad de operadores con situación de buena a excelente. Estos resultados son similares a los obtenidos por Alencar Filho et al. (2004) para los operadores brasileños y también están en línea con los del estudio de Klase (1995) que concluyó que la situación financiera total de los operadores de oeste Virginia (EE.UU.) en 1988 y 1989 era precaria y potencialmente empeorando.

Una posible explicación de la dificultad financiera puede ser dada por otra variable que también llama la atención en los estadísticos descriptivos, y son los elevados niveles medios de gastos básicos de la actividad sobre ingresos de explotación – *PGBEX*, situados entre 76,72% y 80,86%, que indica bajo potencial de ahorro frente a la asignación de los recursos para todo el sector.

Otro aspecto en el que los resúmenes estadísticos apuntan como bastante precario para el sector está relacionada con la cobertura de los servicios de calidad, pues en media, poco menos de 50% de la población está siendo atendida con los servicios de abastecimiento de agua y un poco menos de 30% está siendo atendida con los servicios de saneamiento de agua, ambos ajustados al nivel de calidad definido por esta investigación.

En su conjunto, los estadísticos de las variables señalan una baja frontera para la gestión calculada por el modelo *DSBM*, así el primer paso es avanzar en la detección de los casos atípicos (*outliers*), con la combinación del *SuperSBM* y el método de visualización gráfica de Tukey, pasando posteriormente al análisis de los resultados de la puntuación de gestión y al análisis de sensibilidad de las holguras según se indica a continuación.

#### **IV.4.1.1 Identificación de las *DUMs* atípicas**

No se puede olvidar que tanto el *SuperSBM* como el *DSBM*, son modelo aditivos del modelo *DEA* original y por ello se basan en las directrices de las estimaciones no paramétricas que no están restringidas o impactadas por hipótesis

como ausencia de normalidad, existencia de multicolinealidad, existencia de heteroscedasticidad, etc. Sin embargo algunos datos de los estadísticos descriptivos, como los valores mínimos presentados por la variable *SF*, que indica la existencia de valores de *outputs* negativos, contradicen las indicaciones de una función de producción y como hemos comentado en el apartado II.6.3, estos valores han sido reemplazados por valores positivos que penalizan en la valoración final de la gestión, y con esto se ha solucionado el problema señalado.

Aunque dichas suposiciones no limiten las estimaciones no paramétricas, el *DEA* también es sensible a los casos atípicos. La tabla IV.3 presentada a continuación recoge los datos de la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso, con una orientación de súper-eficiencia (*SuperSBM*), sus rangos, puntuaciones de la gestión y la indicación de la cantidad de *DMUs* que les tomaran como referencia, identificando así las potenciales *DMUs* atípicas, es decir las que empujan la frontera hacia arriba de forma anómala y que no representa la realidad observada entre las otras *DMUs* de la población.

Tabla IV.3 – Resumen de las *DMUs* súper-eficientes (1ª vuelta)

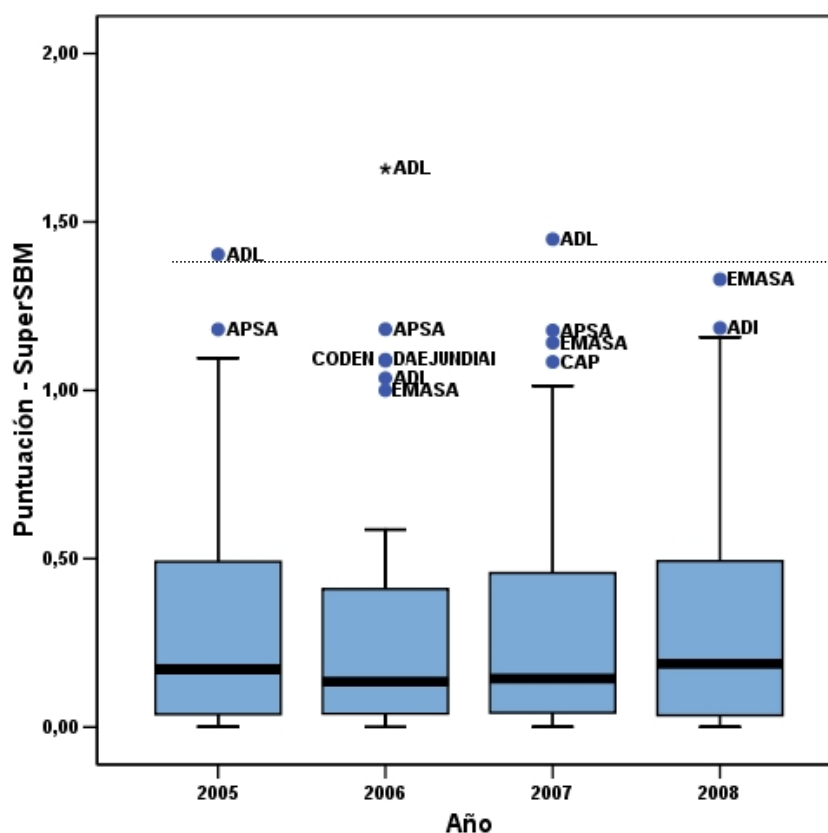
Año	Rango	DMU	Puntuación	Referencia para otras DMUs	Año	Rango	DMU	Puntuación	Referencia para otras DMUs
2005	1	ADL	1,403457	35	2006	1	ADL	1,657445	37
	2	APSA	1,180942	0		2	APSA	1,181268	0
	3	ADN	1,095832	1		3	CODEN	1,091078	2
	4	CAJ-SC	1,050531	1		4	DAEJUN	1,087827	0
	5	EMASA	1,043079	1		5	ADI	1,036053	0
	6	SANEP A	1,033174	0		6	EMASA	0,999893	0
	7	ADI	1,018000	0					
2007	1	ADL	1,448619	35	2008	1	EMASA	1,329608	4
	2	APSA	1,177820	3		2	ADI	1,185018	7
	3	EMASA	1,141441	1		3	ADL	1,157729	31
	4	CAP	1,084433	1		4	PROLA	1,121244	9
	5	CODEN	1,013458	0		5	CODEN	1,043759	0
	6	ADN	1,011070	0		6	SABESP	1,041341	1
				7		ADN	1,019353	0	

La tabla anterior evidencia entre 6 y 7 *DMUs* súper-eficientes en los años del panel, algunas con importantes niveles de influencia para otras *DMUs*, como es el caso del operador ADL que fue referencia para un número importante, entre 31 y 37, operadores. Potencialmente esta *DMU* está empujando la frontera de redimiendo hacia arriba en todos los años, siendo superado por el operador EMASA en 2008, que también se presenta aumentando la frontera, aunque de manera menos contundente, pues es referencia solamente para 4 otros operadores.

Para se comprobar cuales de las *DMUs* súper-eficientes son las que se caracterizan como atípicas, como ya hemos comentado en la metodología, se ha

realizado una visualización gráfica del método Tukey en un diagrama de caja y bigote conforme se presenta a continuación.

**Gráfico IV.1 - Diagrama de caja y bigote con identificación de los datos atípicos 2005 a 2008 – 1ª vuelta**



En el diagrama de caja y bigote, las puntas de los bigotes indican los límites mínimos y máximos, los lados más cortos de los rectángulos representan los cuartiles Q1 y Q3 y la cinta en el medio de cada rectángulo representa la mediana que coincide con el cuartil Q2. En este sentido, la representación gráfica evidencia la asimetría de la distribución en todos los años, justificando la aplicación del método Tukey para la identificación de las *DMUs* atípicas, siguiendo las aportaciones de Seo (2006) que así lo indican para casos de distribuciones asimétricas.

Con relación a las observaciones atípicas, en 2005, los operadores ADL y APSA se ubicaron por encima del límite superior del cuartil Q3, asimismo ADL, APSA, CODEN, DAEJUNDIAI, ADI y EMASA lo hicieron en 2006, ADL, APSA, EMASA y CAP en 2007 y EMASA y ADI en 2008.

Entre todos los casos atípicos señalados, el operador ADL en 2006 representa una *DMU* atípica extrema que sin duda empuja la frontera hacia arriba de forma anómala, mientras las demás *DMUs* no se comportaron de una forma tan sobresaliente en el conjunto de los años. Este resultado por si ya confirma la exclusión del operador ADL como una *DMU* del modelo propuesto. Esta afirmación es reforzada

por el hecho de ser referencia para 88% de las *DMUs* en 2006, 83% en 2005 y 2007 y 74% en 2008, aunque para estos tres últimos años relacionados no sea un valor extremo como el presentado en 2006. La observación sería, de acuerdo a las orientaciones de Hair et al. (1999, p.59) una “aberración” que no debe ser mantenida por proporcionar prejuicios al modelo de evaluación.

Siguiendo la regla definida en la metodología, las *DMUs* con puntuaciones de súper-eficiencia más atípicas deben ser excluidas del modelo, siempre que hayan sido ejemplo para por lo menos otra *DMU*. Esta regla también conduciría a la exclusión del operador EMASA de las *DMUs* del modelo por haber sido la observación más atípica en 2008 y ser ejemplo para otros 4 operadores, los cuales son CAEMA, CAGECE, CESAN y COMUSA. En este sentido, para el año de 2008, los resultados presentados por EMASA camuflan los resultados presentados por los cuatro operadores relacionados, lo que puede caracterizarse como un motivo razonado de la exclusión del operador del conjunto de *DMUs* que forman parte del modelo.

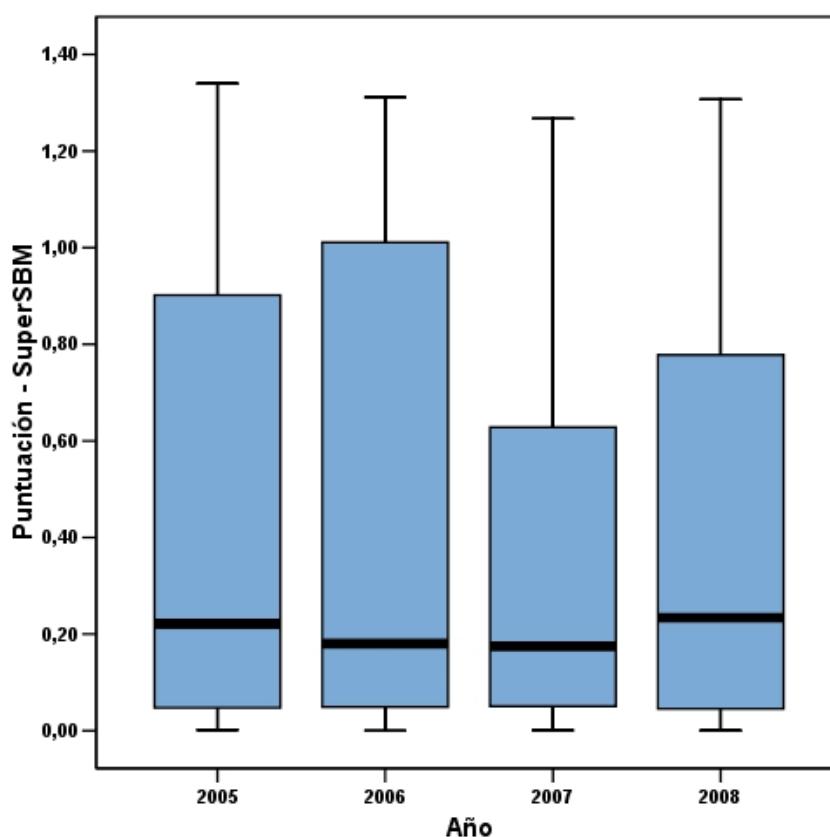
Tal como hemos comentado, no solo ADL y EMASA se presentaron como *DMUs* que sobresalen el límite superior en la visualización del diagrama de caja y bigote y que representan potenciales observaciones atípicas, pero de acuerdo a la metodología empleada por esta tesis, inicialmente se excluyó solamente las observaciones más atípicas de cada año, asumiendo una prudencia para no retirar innecesariamente *DMUs* del modelo y para no correr este riesgo se dio una segunda vuelta en el cálculo del *SuperSBM*, sin los dos operadores excluidos inicialmente. Los resultados de las *DMUs* súper-eficientes en una segunda vuelta son los que se presentan a continuación.

**Tabla IV.4 – Resumen de las *DMUs* súper-eficientes (2ª vuelta)**

Año	Rango	<i>DMU</i>	Puntuación	Referencia para otras <i>DMUs</i>	Año	Rango	<i>DMU</i>	Puntuación	Referencia para otras <i>DMUs</i>
2005	1	APSA	1,339961	4	2006	1	APSA	1,311073	2
	2	ADN	1,216079	30		2	DAEJUN	1,190516	14
	3	CAJ-SC	1,181425	1		3	CODEN	1,108537	25
	4	DAEJUN	1,087648	4		4	ADN	1,107602	11
	5	SABESP	1,071529	6		5	ADI	1,092985	2
	6	FOZ	1,054561	3		6	FOZ	1,088211	4
	7	SANEP A	1,054538	2		7	SABESP	1,087943	5
	8	ADI	1,030033	0		8	SANEAT	1,029514	1
	9	CORSA	1,025325	0		9	CAP	1,024622	0
	10	CAESB	1,016853	1		10	CAESB	1,015641	0
2007	1	APSA	1,267121	20	2008	1	ADI	1,307153	17
	2	FOZ	1,138611	20		2	PROLA	1,127342	18
	3	CAP	1,135208	1		3	CODEN	1,115921	5
	4	ADN	1,107288	15		4	FOZ	1,059401	5
	5	SABESP	1,087174	4		5	ADN	1,053914	1
	6	ADI	1,085685	4		6	SABESP	1,051637	1
	7	CODEN	1,066054	0		7	SANEP A	1,021117	0
	8	SANASA	1,054124	1		8	SANASA	1,016941	0

Se observa que la súper-eficiencia está distribuida en una cantidad mayor de *DMUs*, y también una menor concentración de referencia para otras *DMUs*, cuando se compara con los resultados de la primera vuelta del *SuperSBM*. Estas evidencias atenúan la posibilidad de existencia de otros casos atípicos que puede ser confirmada en el siguiente gráfico.

**Gráfico IV.2 - Diagrama de caja y bigote con identificación de los datos atípicos 2005 a 2008 – 2ª vuelta**



En la segunda vuelta, el diagrama de caja y bigote no evidencia ninguna *DMU* que exceda al límite superior de puntuación del *SuperSBM*, comprobando que solamente los operadores ADL y EMASA representan *DMUs* seguramente atípicas que elevan la frontera de gestión y que deben ser excluidas del conjunto final de las *DMUs* con las que se pretende estimar los resultados de la gestión económico-financiera intertemporal de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso.

La robustez del modelo de selección de los casos atípicos utilizado es comprobada por su convergencia con el nivel de selección de puntuación súper-eficiencia superior a 1,2 establecido por Banker y Chang (2006), pues para los resultados presentados en la primera vuelta, ADL en 2005,2006 y 2007 y EMASA en 2008 fueron las únicas *DMUs* que superaron esta puntuación en el modelo *SuperSBM*, dando mayor seguridad en la eliminación de estas observaciones, antes de avanzar con la definición de los resultados de la gestión estudiada según se presenta a continuación.

#### IV.4.1.2 Análisis intertemporal de los resultados de la gestión

Con la exclusión de las *DMUs* consideradas atípicas se ha intentado tener una mayor robustez del modelo de análisis de la gestión económico-financiera intertemporal de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño y así los nuevos estadísticos descriptivos contemplando las 40 *DMUs* seleccionadas para el modelo final son los presentados en la siguiente tabla.

**Tabla IV.5 – Estadísticos descriptivos de las variables para la estimación del resultado de la gestión (sin casos atípicos)**

	Año	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típica
<i>OPEXm<sup>3</sup></i>	2005	40	0,9268	3,1720	1,5401	0,4614
	2006	40	0,9612	3,5496	1,7137	0,4734
	2007	40	1,1197	4,5987	1,7840	0,5787
	2008	40	1,0645	3,9546	1,8611	0,5298
<i>PGBEX</i>	2005	40	32,09%	138,18%	79,38%	21,28%
	2006	40	32,63%	150,14%	82,19%	23,45%
	2007	40	46,62%	116,90%	77,40%	16,39%
	2008	40	49,45%	108,03%	78,03%	16,49%
<i>CAPEXm<sup>3</sup></i>	2005	40	0,0577	0,6781	0,2984	0,1327
	2006	40	0,0584	0,6536	0,3318	0,1371
	2007	40	0,0490	0,7382	0,3554	0,1505
	2008	40	0,0477	0,7422	0,3446	0,1399
<i>SF</i>	2005	40	-17,4277	5,3583	2,3123	3,5639
	2006	40	-15,5719	6,6112	2,5116	3,4037
	2007	40	-14,0148	6,9230	2,7507	3,2701
	2008	40	-12,9141	8,1297	2,6211	3,1975
<i>COBAC</i>	2005	40	0,1296	0,7929	0,4779	0,1561
	2006	40	0,1400	0,7576	0,4473	0,1669
	2007	40	0,1338	0,7833	0,4545	0,1649
	2008	40	0,0778	0,7824	0,4688	0,1837
<i>COBSC</i>	2005	40	0,0007	1,0177	0,2435	0,2841
	2006	40	0,0001	1,1122	0,2454	0,3134
	2007	40	0,0008	1,1255	0,2647	0,3236
	2008	40	0,0003	0,9583	0,2709	0,3124

Según hemos comentado en el diseño metodológico, el modelo de análisis de la gestión planteado en esta tesis ha sido calculado a partir de la estructura dinámica

basada en holguras, *DSBM* no-orientada con rendimientos variables de escala. Los resultados obtenidos para el modelo elegido son los presentados a continuación.

**Tabla IV.6 – Resultados del *DSBM* para las puntuaciones de la gestión estudiada**

No.	Rango	DMU	Puntuaciones				
			Total	2005	2006	2007	2008
1	26	ADA	0,089017	0,072443	0,081019	0,107428	0,100312
2	1	ADI	1	1	1	1	1
3	1	ADN	1	1	1	1	1
4	17	AG	0,298354	0,252545	0,261363	0,374374	0,365051
5	36	AGESPISA	0,000016	0,076071	0,000004	0,018816	0,012686
6	12	APSA	0,764289	1	1	1	0,407298
7	25	CAEMA	0,103338	0,059860	0,078929	0,128572	0,228097
8	37	CAER	0,000012	0,416827	0,068271	0,068145	0,000004
9	40	CAERD	0,000003	0,000003	0,000003	0,000002	0,000003
10	24	CAERN	0,126812	0,128360	0,115423	0,144937	0,122043
11	32	CAESA	0,015054	0,014146	0,011631	0,019611	0,0153189
12	10	CAESB	0,819705	1	1	0,752268	0,611025
13	16	CAGECE	0,308202	0,305287	0,259067	0,284002	0,444388
14	22	CAGEPA	0,181108	0,1107569	0,189156	0,2353786	0,2553193
15	14	CAJ-RJ	0,486142	0,526424	0,537508	0,555997	0,372836
16	1	CAJ-SC	1	1	1	1	1
17	1	CAP	1	1	1	1	1
18	39	CASAL	0,000004	0,000004	0,000004	0,000003	0,000003
19	30	CASAN	0,043279	0,028763	0,037042	0,064539	0,056866
20	18	CEDAE	0,297087	0,368601	0,297255	0,158729	1
21	21	CESAN	0,204068	0,193764	0,176379	0,204833	0,257864
22	1	CODEN	1	1	1	1	1
23	23	COMPESA	0,143786	0,170171	0,160344	0,140400	0,116271
24	33	COMUSA	0,003274	0,002176	0,001202	0,008479	1
25	13	COPASA	0,512089	0,496267	0,469814	0,534323	0,551359
26	28	CORSAN	0,082350	1	0,096591	0,056147	0,047878
27	35	COSANPA	0,000018	0,000004	0,004248	0,007261	0,006015
28	11	DAEJUNDIAI	0,789453	1	1	0,643251	0,618836
29	29	DESO	0,067789	0,051027	0,064533	0,080769	0,080917
30	19	EMBASA	0,261159	0,279993	0,241842	0,263884	0,260614
31	1	FOZ	1	1	1	1	1
32	34	PROLAGOS	0,000048	0,378001	0,000011	1	1
33	1	SABESP	1	1	1	1	1
34	1	SANASA	1	1	1	1	1
35	15	SANEAGO	0,311807	0,254486	0,296150	0,342983	0,372246
36	27	SANEATINS	0,086866	0,061301	1	0,088191	0,052296
37	20	SANECAP	0,240275	0,420555	0,389390	0,336047	0,110104
38	38	SANED	0,000006	0,000007	0,000006	0,000006	0,000005
39	1	SANEPAR	1	1	1	1	1
40	31	SANESUL	0,034080	0,023545	0,036925	0,034652	0,050560

Como puede observarse, considerando las puntuaciones totales, 9 operadores son totalmente eficientes, los cuales son: ADI, ADN, CAP, FOZ, CAJ-SC, CODEN, SABESP, SANASA y SANEPAR, siendo los 4 primeros relacionados de propiedad privada y las demás de propiedad pública. En este sentido, las puntuaciones obtenidas por todos ellos definirán la frontera de excelencia de la gestión económico-financiera intertemporal de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño. Con un efecto contrario en relación a la frontera, los



10 operadores con menores niveles de gestión son CAERD, CASAL, SANED, CAER, AGESPISA, COSANPA, PROLAGOS, COMUSA, CAESA y SANESUL, calificados como los principales actores de la ineficiencia del sector, siendo el séptimo de propiedad privada y los demás de propiedad pública.

Algunos otros operadores también contribuyeron en la gestión del sector, como APSA que estuvo en la frontera de excelencia entre los años de 2005 a 2007, y sorprendentemente perdiendo rendimiento en el último año de panel, mientras que CAESB y DAEJUNDIAI estuvieron en la frontera de excelencia en 2005 y 2006, deteriorando sus rendimientos en 2007 y 2008. Estos últimos resultados son preocupantes, pues contribuyen a la pérdida en el rendimiento general del sector que año a año debería buscar su mejora tanto en su sostenibilidad financiera como en la universalización del acceso. Una realidad opuesta a esta fue observada por los operadores CEDAE y COMUSA que hasta 2007 obtuvieron bajos rendimientos pero pasaron a la frontera en 2008, sirviendo con esto de ejemplo de evolución y recuperación. Por último, CORSAN puede ser puesto como un ejemplo de descenso, dado que tras obtener un resultado de la gestión pleno en 2005 disminuyó significativamente entre 2006 y 2008.

Comparando los resultados presentados con los de otros estudios empíricos relacionados a la gestión del sector brasileño, no resultan sorprendentes los resultados satisfactorios presentados por la SABESP, que coinciden con los resultados encontrados por Carmo y Távora Junior (2003), Alencar Filho et al. (2004), Tupper y Resende (2004) y Sabbioni (2006), y además es notoriamente el operador de mayor envergadura en el país.

Es importante contrastar los resultados de la gestión obtenida con hechos internos que tienen lugar en los operadores. En este sentido, considerando el aspecto negativo, en el caso del operador SANED que obtuvo el tercer peor resultado, éste está en estos momentos en un proyecto de fusión con el operador SABESP, que está siendo tramitado por el consejo de gobierno del municipio de Diadema, titular y operador de los servicios, y uno de los motivos de esta operación fue la deuda del operador, que es considerada como impagable<sup>70</sup>. Esto demuestra que el modelo estima una realidad factible de la gestión económico-financiera, testificando que para este caso el modelo *DSBM* presentó información fiable para este tipo de cuestión.

---

<sup>70</sup> Según ABCD Maior (2011a) y ABCD Maior (2011b)

Este tipo de conclusión ya se esperaba, no sólo por la utilización frecuente del *DEA*, sino también por la existencia de conclusiones contundentes respecto a que la metodología es útil y robusta en la identificación discriminatoria de la gestión, como Thanassoulis (2000a y 2000b) para la realidad de los operadores de Inglaterra y Gales, Anwandter (2000) y Anwandter y Ozuna (2002) para la realidad de operadores mexicanos y Castro (2003) para la realidad de los operadores brasileños.

Otro informe facilitado en los resultados del *DSBM* presenta un resumen estadístico de las puntuaciones obtenidas por todos las *DMUs* y permite una evaluación global para el sector brasileño. La siguiente tabla muestra los estadísticos para los distintos años.

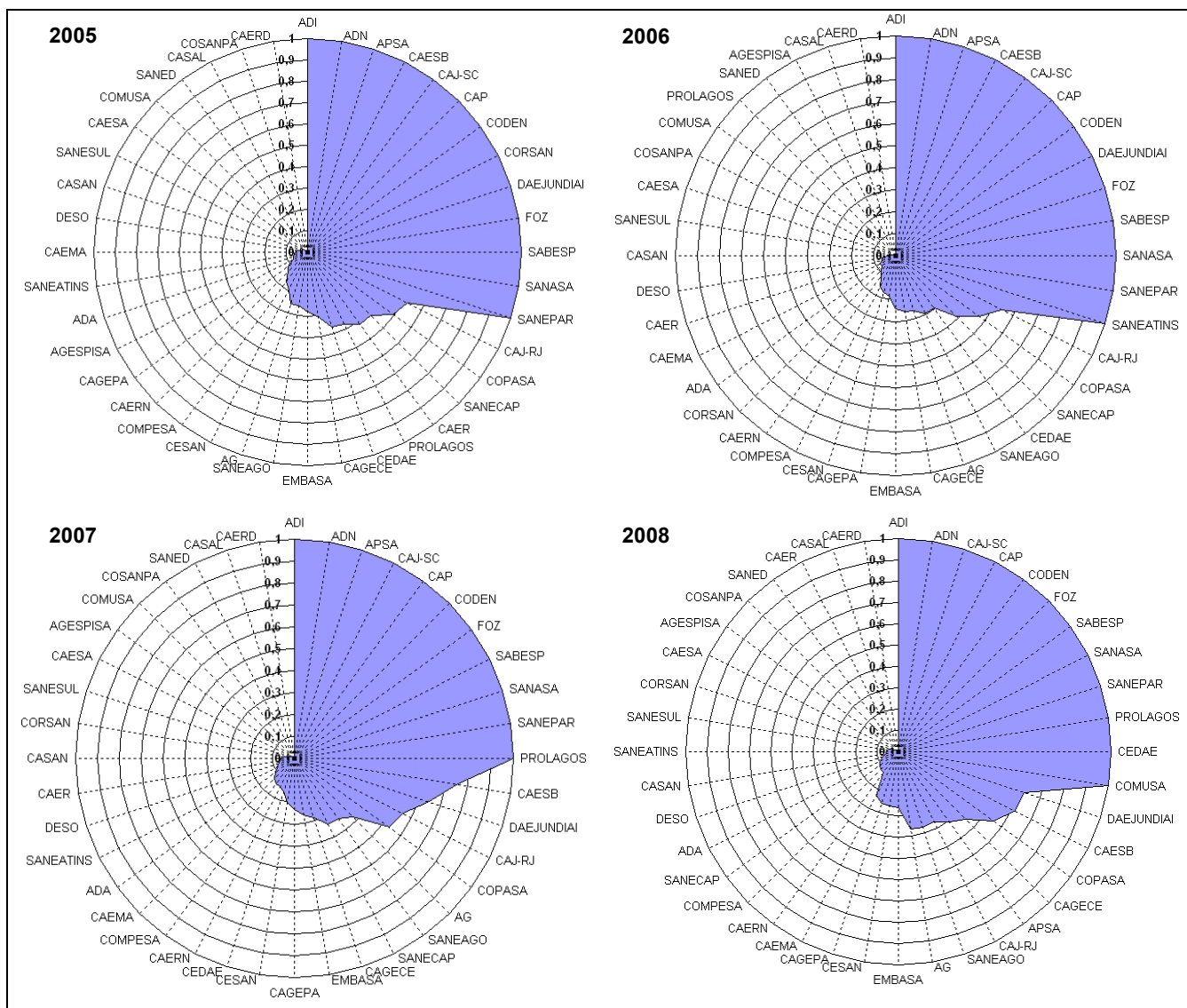
**Tabla IV.7 – Resumen estadísticos de los resultados del *DSBM* para la gestión estudiada**

Estadístico	Puntuaciones				
	Total	2005	2006	2007	2008
Média	0,3817	0,4423	0,4219	0,4164	0,4379
Maximo	1	1	1	1	1
Mínimo	0	0	0	0	0
Desv. Tip.	0,3986	0,4159	0,4252	0,4045	0,4077

Los datos muestran que el rendimiento intertemporal económico-financiero de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso se encuentra, para los cuatro años, muy por debajo del satisfactorio, pues los operadores alcanzan, en media, solamente el 38,17% de su rendimiento necesario. Estos resultados se aproximan a los obtenidos en las aportaciones de Liebenstein (1966), donde se muestra que los monopolios son “*X-ineficientes*”, independientemente de su propiedad, y semejantes a algunas otras realidades constatadas, como la mexicana (Anwandter, 2000) y portuguesa (Marques, 2008a).

Los resultados también evidencian que la ineficiencia se agrava con un análisis individual de cada año del panel, pues entre 2005 y 2006 hubo una ligera evolución en el resultado medio de la gestión que pasó a descender ligeramente en 2007 y 2008, lo cual indica que el sector, en términos medios, no está avanzando ni en la sostenibilidad financiera ni en la universalización del acceso, aunque la Ley 11.445/2007 y el Decreto 7.217/2010 hagan constar estos avances en sus principios, poniendo la realidad brasileña en una zona de peligro en este tema, que necesita ser mejor explotada, regulada e incentivada. Una visión espacial de esta ineficiencia puede ser observada a continuación.

**Gráfico IV.3 – Radio-X anual de la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso**



Los gráficos presentados demuestran el gran vacío en la sostenibilidad económico-financiera y universalización del acceso a los servicios que debe ser rellenado, y el ligero deterioro de rendimiento que hubo en 2007 y 2008, poniendo al sector en una situación de alarma para el cumplimiento de la Ley 11. 445/2007, del Decreto 7.217/2010 y de las metas de reto del milenio.

Es posible una identificación individual de los efectos de cada *input*, *output* y *free link* en la gestión estudiada, que es dado por la propia estructura del *DSBM*, como modelo no radial basado en las holguras, por lo que es posible analizar cada una holgura individualmente e identificar la sensibilidad de cada *DMU* en sus avances hacia la frontera de excelencia, según se muestra en los análisis presentados en el siguiente apartado.

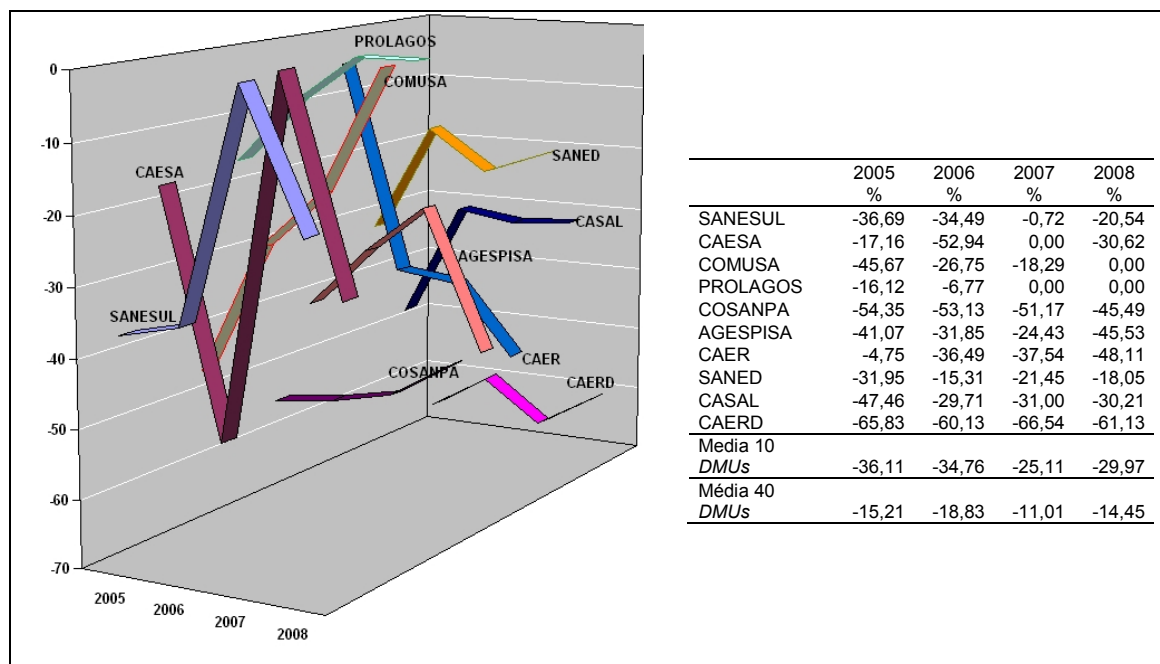
#### **IV.4.1.3 Análisis de sensibilidad a través de las holguras**

En el *DEA*, las holguras en los *inputs*, significan el porcentaje que debe ser disminuido cada *input* para que la *DMU* alcance la región de frontera de excelencia. En una relación inversa, las holguras de los *outputs*, indican que porcentaje debe ser aumentado cada *output*, es decir, indica la orientación en la cual habrán de mejorarse los niveles de gestión en cada *DMU*, proporcionando una evaluación de la sensibilidad en el trayecto hacia la frontera.

Como hemos señalado en el apartado II.6.3.2, el *DSBM* también permite calcular el exceso de *input*, el déficit de *output*, déficit de *link*, el exceso de *link* y la desviación de *link*, representando las holguras captadas por el modelo. En este sentido, para todos los casos, el resultado óptimo que se toma como referencia es igual a 0.

La adecuada evaluación de las holguras proyectadas en el modelo *DSBM* se convierte en una herramienta útil para el proceso de toma de decisiones y en esta tesis se ha llevado a cabo el análisis de las 10 *DMUs* con peores resultados obtenidos en su gestión general, correspondiendo al 25% de la población incluida en el modelo de evaluación final. Esto ha sido decidido así para facilitar una mejor visualización gráfica y claridad en la disposición y explicación de los datos analizados, teniendo en cuenta que la interpretación de estos resultados es igual para todas las demás *DMUs* con puntuaciones por debajo de la frontera de excelencia en la gestión. El gráfico siguiente recoge la evolución de las holguras en la variable gastos de la explotación por m<sup>3</sup>.

**Gráfico IV.4 – Evolución de las holguras con los gastos de la explotación por m<sup>3</sup> - OPEXm<sup>3</sup>**



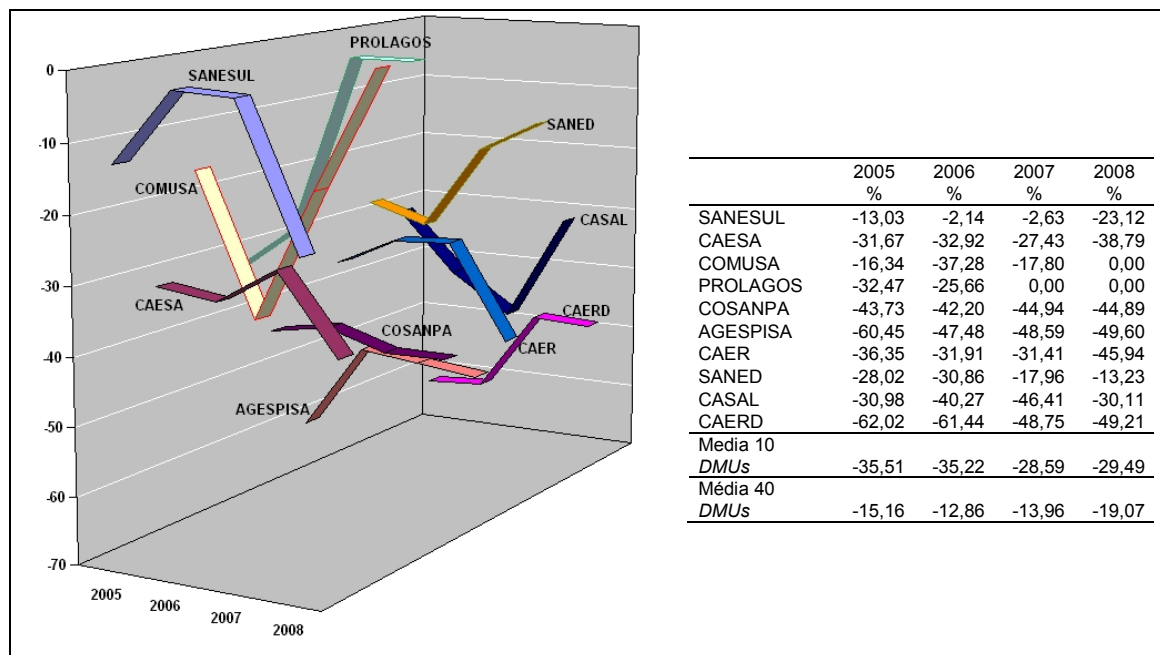
El gráfico evidencia que durante los años del panel para este *input* hubo una optimización observada en los operadores PROLAGOS y COMUSA, que alcanzaron la zona de frontera en 2007 y 2008 respectivamente. En una situación opuesta, el operador CAER se encuentra en constante declive en relación a la frontera año tras año y conjuntamente con los operadores CAERD y COSANPA utilizan los *OPEXm<sup>3</sup>* en exceso.

Tal como se presentan estos operadores, se puede decir que existe una debilidad en la capacidad de asignación de los recursos en lo que a los gastos de la explotación se refiere, teniendo en cuenta que operadores como SANESUL, CAESA y AGESPISA mejoraron substancialmente la asignación de estos recursos en 2007, cayendo drásticamente en 2008.

Observando la realidad encontrada para los 40 operadores del modelo, existe un exceso de utilización de *OPEXm<sup>3</sup>* en el 15,21% de los casos en 2005, 18,83% en 2006, 11,01% en 2007 y 14,45% en 2008, representando un reto inicial de optimización por parte de los agentes gestores del sector.

Otro *input* analizado se refiere al porcentaje de los gastos básicos de la actividad sobre ingresos de explotación – *PGBEX*, y tal como hemos señalado representa la capacidad de ahorro en la asignación de los recursos básicos frente a los ingresos de la prestación de servicios. En este sentido, el siguiente gráfico presenta una visualización espacial de las 10 *DUMs* seleccionadas.

**Gráfico IV.5 – Evolución de las holguras en el porcentaje de los gastos básicos de la actividad sobre ingresos de explotación - *PGBEX***



Al igual que en los resultados presentados para *OPEXm<sup>3</sup>*, los operadores PROLAGOS a partir de 2007 y COMUSA a partir de 2008 pasaron a gestionar los resultados del *PGBEX* en una frontera de gestión óptima y operadores como SANED y CASAL han avanzado poco a poco en la disminución de estos excesos. Por otro lado SANESUL y CAESA pierden capacidad en la gestión del *PGBEX*, aunque AGESPISA, COSANPA y CAERD fueron los que más contribuyeron a los excesos de este *input*.

Esto muestra una situación preocupante, teniendo en cuenta que los excesos en este *input* representan una dificultad del operador para autofinanciar el cumplimiento de sus gastos básicos, lo que puede llevar a la prestación de los servicios a un nivel deficitario y dependiente de subvenciones gubernamentales para su mantenimiento.

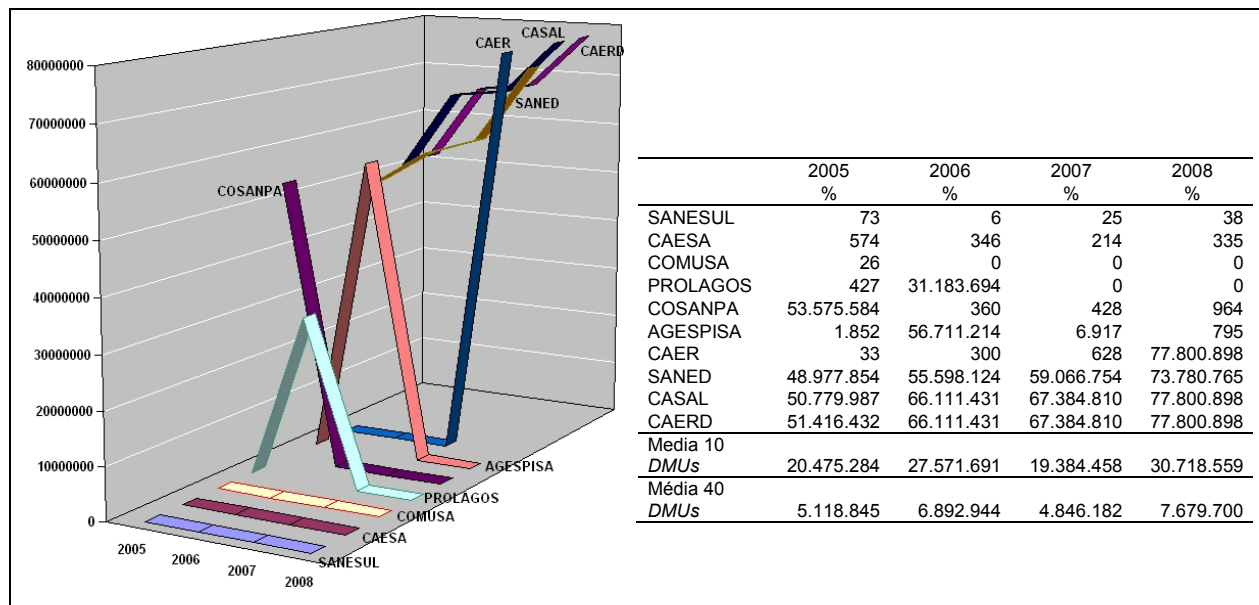
Para el conjunto de los operadores brasileños analizados, los excesos medios de *PGBEX* fueron en media de 15,16% en 2005, 12,86% en 2006, 13,96% en 2007, pasando a 19,07% en 2008. De forma similar a lo constatado con los excesos de *OPEXm<sup>3</sup>*, existe una dificultad de los agentes gestores de los operadores para optimizar estos resultados, además al analizar estos dos *inputs* de forma conjunta se percibe un comportamiento parecido para ambos excesos presentados, lo que indica cierta fragilidad en la asignación de los gastos.

Entre los 10 operadores con peores rendimientos, solamente PROLAGOS es gestionado por una estructura de propiedad privada, por lo que en cierta medida las holguras calculadas para *OPEXm<sup>3</sup>* y *PGBEX* pueden ser explicadas por las aportaciones de la teoría de los derechos de propiedad de Alchian (1965 y 1966), que sugiere que la propiedad pública debilita la relación entre la utilidad gerencial y el beneficio de la firma que afecta negativamente en la gestión de la empresa estatal. Otra posible explicación de estos resultados también puede estar relacionada con problemas de agencia, como grado de esfuerzo del gestor en la minimización de los gastos y fragilidad de la regulación del sector, tal como ausencia propiamente dicha o por una actuación laxa por parte de la agencia reguladora que no ejerce una política de presión para la reducción de gastos, o por medio de incentivos económicos o de aplicación de penalidades y presionando para obtener mejoras de gestión del sector. Sin embargo, este fenómeno será mejor explicado en el modelo econométrico.

Tal como hemos indicado en la metodología, el *DSBM* elegido para la definición de las puntuaciones de gestión estudiada en esta tesis asume un modelo no-orientado, es decir, los resultados optimizados llevan en consideración interacciones en la minimización de los *inputs* y la maximización de los *outputs* simultáneamente, proporcionando un mayor equilibrio entre estos dos componentes.

Iniciando el análisis de la sensibilidad de las *DMUs* a sus niveles de *outputs*, la situación financiera representa la sostenibilidad financiera del operador y la existencia de déficit puede restringir la continuidad y avances en la prestación de los servicios. El gráfico siguiente presenta un escenario del referido *output* para los 10 operadores con peores puntuaciones en la gestión.

Gráfico IV.6 – Evolución de las holguras en la situación financiera



La situación de insuficiencia de la situación financiera muestra resultados bastante discrepantes, pues tal como hemos señalado en la tabla IV.5, los valores presentados en sus estadísticos descriptivos presentan desviaciones típicas superiores a la media, indicando una cierta medida de heterogeneidad entre las *DMUs*, que según hemos explicado previamente es corregida por el modelo *DSBM*, al sustituir los valores de *outputs* negativos por valores que penalicen la puntuación final de las respectivas *DMUs*, *ajustando así* las unidades a una característica más homogénea.

Siguiendo las mismas características que las presentadas por los excesos de los *inputs*, la situación financiera de los operadores COMUSA a partir de 2006 y PROLAGOS a partir de 2007, se sitúa en la frontera de excelencia, siendo el último operador un ejemplo de fracaso y superación por parte de los agentes gestores de la condición financiera en el panel estudiado, teniendo en cuenta que estaba un 428% por debajo de la frontera en 2005, pasando a un porcentaje extremadamente elevado de 31.183.694% en 2006, pero superando este déficit a partir de 2007 al alcanzar la frontera óptima de gestión. Estas oscilaciones también fueron constatadas por operadores como COSANPA y AGESPISA, lo cual pone de manifiesto la flexibilización de la gestión de la situación financiera por cada operador.

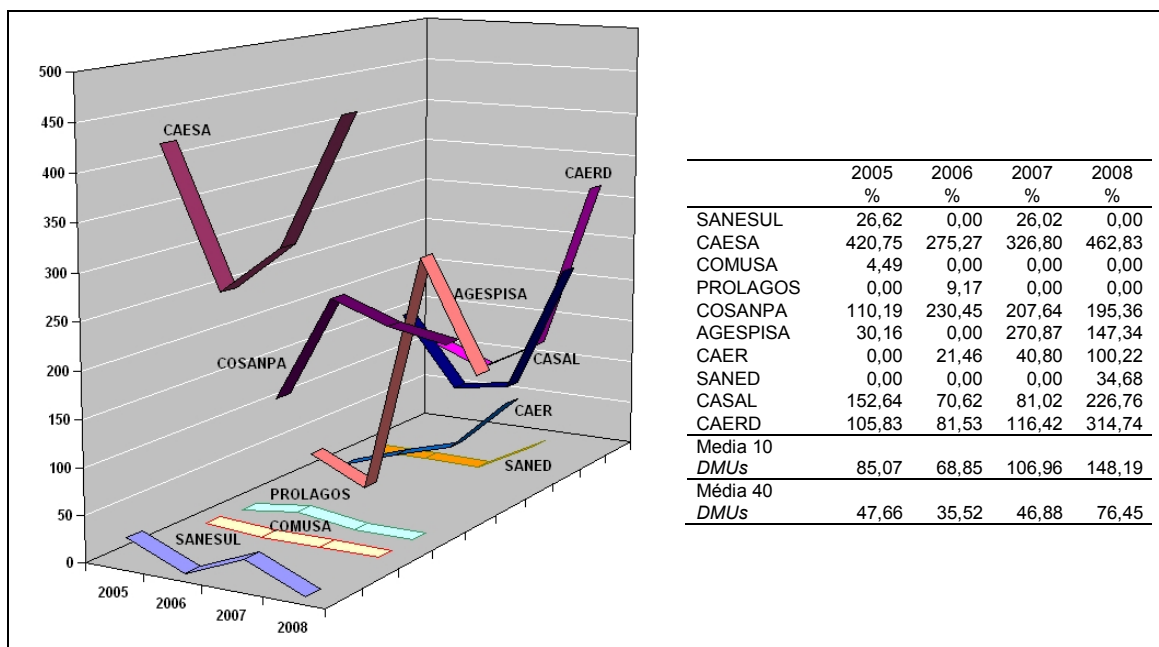
A excepción de COMUSA y PROLAGOS, los demás operadores se presentan con situación financiera precaria, siendo los casos más extremos, los presentados por CAER, SANED, CASAL y CAERD que están técnicamente quebradas.



Analizando los estadísticos descriptivos que constatan la situación de los operadores brasileños en la zona de situación financiera de débil a marginal y los resultados extremos de déficit en la situación financiera se puede afirmar que representa la magnitud con peor gestión por parte de los agentes, empujando el rendimiento general del sector hacia abajo y que se agrava cada vez más, confirmando así lo que había señalado Alencar Filho et al. (2004). Esto refuerza que la realidad brasileña no es diferente de la constatada para los operadores de oeste Virginia (EE.UU.) en los años de 1988 y 1989 en el estudio de Klase (1995), que muestra que la situación financiera total de dichos operadores era precaria y potencialmente seguía empeorando.

Como hemos señalado en el capítulo 1.2, el sector de abastecimiento y saneamiento de agua necesita de elevados gastos de capital, principalmente en los servicios de saneamiento que son mas dispendiosos, lo que requiere de una adecuada situación financiera para cumplir estas necesidades de inversiones en búsqueda de la universalización del acceso, así la propia situación de dificultad financiera del sector ya denota avances débiles en la cobertura de los servicios, tal como será constatado en los análisis de los dos gráficos siguientes (IV.7 y IV.8).

**Gráfico IV.7 – Evolución de las holguras en la cobertura de la prestación de los servicios de abastecimiento de agua ajustado a la calidad - COBAC**



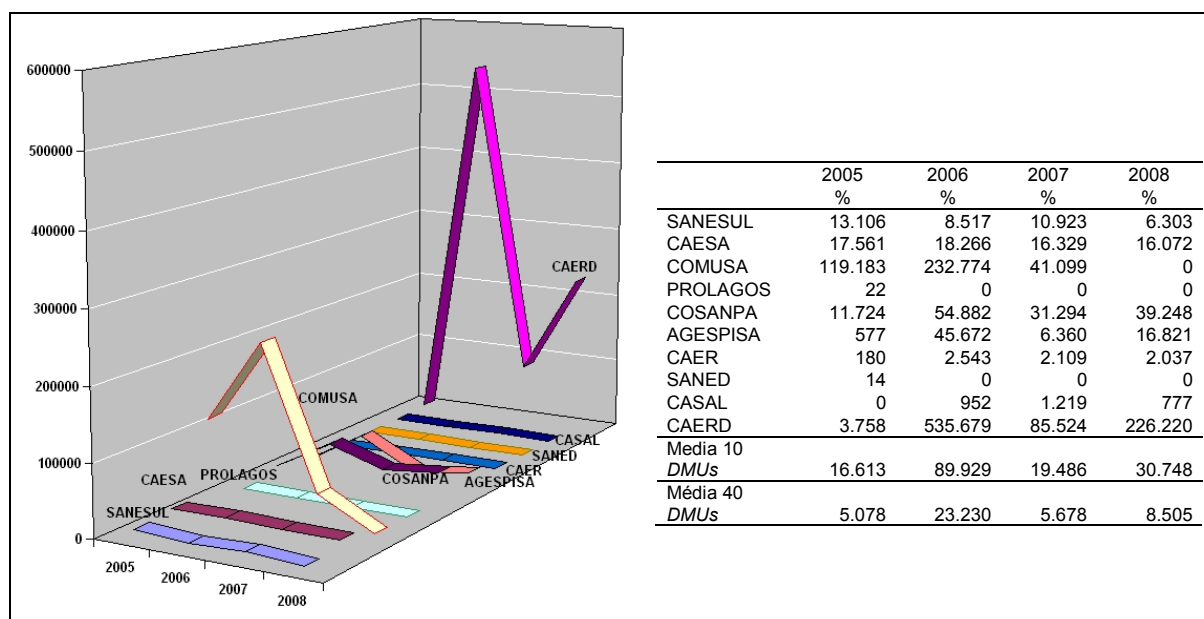
Los operadores PROLAGOS en 2006 y COMUSA en 2005 se presentaron cerca de la frontera de excelencia, alcanzándola en los demás años del panel. En dirección contraria a estos dos operadores, CAESA, CAERD, CASAL y COSANPA

están retrayendo la cobertura de los servicios de abastecimiento de agua de calidad y parte de esta situación puede ser explicada por la debilidad de los agentes gestores para minimizar los excesos de asignación de *inputs* y de maximizar la situación financiera, confirmando que estos dos aspectos negativos conducen a una restricción para llevar a cabo nuevas inversiones de capital en el sector.

Siguiendo con el bajo nivel de gestión apuntada por la situación financiera, la inclusión de la *COBAC* contribuye al bajo nivel de rendimiento del sector, una realidad convergente con la presentada por Ferro y Romero (2009, p.76), que indican que la inclusión de la cobertura en la prestación de los servicios de abastecimiento de agua como *output* del modelo *DEA*, proporciona una disminución drástica en el rendimiento general del sector en Latinoamérica.

Este déficit tiende a ser mayor cuando se trata de los avances en la cobertura de los servicios de saneamiento de agua ajustada a la calidad - *COBAC*, tal como puede observarse en el gráfico siguiente.

**Gráfico IV.8 – Evolución de las holguras en la cobertura de la prestación de los servicios de saneamiento de agua ajustado a la calidad - *COBSC***



Como venimos señalando a lo largo de esta tesis, la cobertura de los servicios de saneamiento de agua brasileño se presenta inferior a la cobertura de abastecimiento de agua y esta diferencia aumenta con los ajustes de la calidad en ambas coberturas.

Para este *output*, los agentes gestores de PROLAGOS y SANED a partir de 2006 y COMUSA a partir de 2008, pasaron a superar sus deficiencias de gestión, siendo esta última un ejemplo de superación a ser seguido por operadores extremadamente débiles en este aspecto, pues existía un déficit de cobertura ajustada a la calidad de 119.183% en 2005 que pasó a 232.774% en 2006 y de 41.099% en 2007, y fue completamente eliminado en 2008. Posiblemente esto se dio por una disminución gradual de los excesos de *input* y el alcance de la frontera de la situación financiera, que proporciona un mayor potencial para realizar inversiones de capital. Por otro lado, CASAL que en 2005 estaba en la frontera óptima de gestión, pasó a gestionar estos avances de forma bastante deficitaria a partir de 2006.

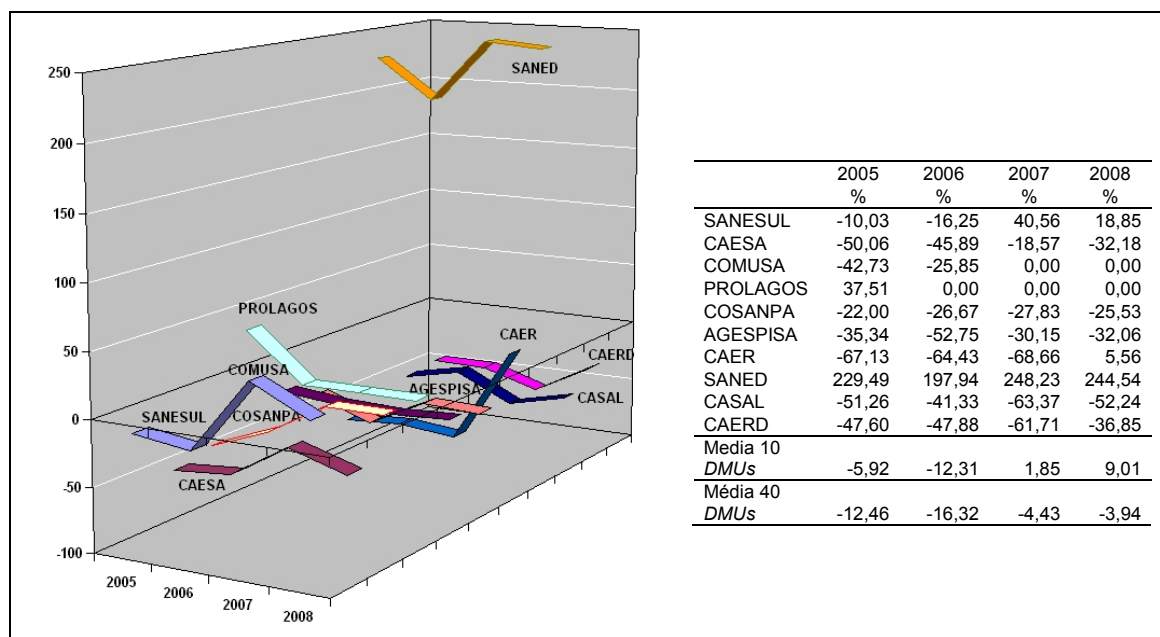
Al igual que CASAL, operadores como SANESUL, CAESA, COSANPA, AGESPISA, CAER y principalmente CAERD se presentan con altas carencia en la cobertura de los servicios de saneamiento de agua ajustada a la calidad, caracterizando una situación preocupante, principalmente por la relación de este servicio con la salud pública.

Por lo general, los resultados de los avances en la cobertura de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil, están en un ritmo de contracción y muestran una situación divergente a la mostrada por Cortón (2003), que concluyó que gran parte de los operadores peruanos aumentaron su cobertura peruana en más del 20% durante el período de 1996 a 1998.

Sintetizando las holguras presentados por COBAC y COBSC, se puede afirmar que existe poco interés de los brasileños en proporcionar avances en estos aspectos que debe ser revisado urgentemente para hacer frente a las necesidades básicas de la población y acompañar el crecimiento de un país en vía de desarrollo.

Finalizando los análisis de las holguras, analizamos el déficit de *link* y el exceso de *link*, que en este caso caracteriza la desviación del *free link*, según se desprende del siguiente gráfico.

**Gráfico IV.9 – Evolución de las holguras en los gastos de capital por m<sup>3</sup> - CAPEXm<sup>3</sup>**



De acuerdo con la estructura teórica del modelo *DSBM* de Tone y Tsutsui (2010), comentada anteriormente, a diferencia de los *inputs* y *outputs*, este link asume una postura híbrida que puede ser aumentado o disminuido según el valor observado. Este valor observado se define a partir de un análisis de sus valores entre las *DMUs* en la frontera excelencia, definiendo así un valor de referencia que debe ser alcanzado por las otras *DMUs*, como uno de los requisitos para que suban hacia la frontera con la optimización de un recurso que los operadores pueden controlar plenamente, como lo son los gastos de capital por m<sup>3</sup>- *CAPEXm<sup>3</sup>*.

Como se observó en el gráfico anterior, el modelo sugiere que entre los 10 peores resultados presentados en la gestión general, algunas *DMUs* aumentan sus *CAPEXm<sup>3</sup>* como son los casos de SANED en todos los años, SANESUL en 2007 y 2008, PROLAGOS en 2005 y CAER en 2008 y otras los disminuyen o los mantienen, como ocurre en todos los demás casos.

En términos relativos esto quiere decir que el operador SANED, podría aumentar sus gastos de capital en 229,49%, 197,94%, 248,23% y 244,54% respectivamente, para cada año del panel sin causar perjuicios a la asignación de los *inputs*, al mismo tiempo que tampoco proporcionaría perjuicios a la situación financiera ni a la generación de los demás *outputs* relacionados a la cobertura. En otras palabras esto quiere decir que para avanzar en la universalización de los servicios este operador puede asumir gastos más elevados para sus inversiones, al igual que ocurre

en muchos de los casos de adquisiciones de activos fijos de una forma urgente que implica en un mayor esfuerzo financiero.

En media, las desviaciones del  $CAPEXm^3$  para el sector en Brasil, fueron mayores en 2006, con un exceso medio de 16,32% y menores en 2008, con un exceso de 3,94%, que indica una superación general del sector en el panel estudiado. Sin embargo, conforme ya se ha comentado anteriormente, el proceso electoral para presidente de la república, senadores, presidentes de los gobiernos estatales y de los diputados federales y estatales que tuvo lugar en el año de 2006, y la búsqueda de votos puede haber sido el motivo de los aumentos de estos gastos, como plataformas políticas que desencadenaron en elevadas inversiones en un corto intervalo de tiempo, siendo reforzado por su elevada disminución en el periodo inmediatamente posterior al proceso electoral que sugiere una fuerte influencia de la teoría de la elección pública en el sector, comprobando también que este *link* es perfectamente controlable por cada operador que justifica la elección del modelo *DSBM*.

#### **IV.4.1.4 Conclusiones e implicaciones relativas a los bajos resultados de la gestión económico-financiera de los operadores en un proceso de universalización del acceso.**

Los resultados revelan que de una forma general los operadores de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño se encuentran en bajos niveles de gestión económico-financiera, constatando así las aportaciones de Liebenstein (1966) de que los monopolios son “*X-ineficientes*”, independientemente de su propiedad. No obstante, observando los resultados presentados en la tabla IV.6 y en el gráfico IV.3 esta misma realidad también sugiere que los operadores de propiedad privada son menos ineficientes en el periodo estudiado. Esto se puede deducir por dos motivos principales, primero por una mayor concentración de operadores privados más lejos de la baja frontera, siendo el operador PROLAGOS la única excepción a esta regla, pues fue el único de propiedad privada que estuvo entre los 10 operadores con peores rendimientos generales de todo el panel, que asimismo alcanzó la frontera óptima a partir de 2007 y en segundo lugar por los bajos resultados de la gestión, que representan, en media, solamente el 38,17% de la situación óptima, lo que demuestra una tendencia de ineficiencia.

Estos hallazgos, visiblemente apuntan a una posible respuesta a la hipótesis H1, sin tener en cuenta cualquier prueba de media o técnicas econométricas, infiriendo que para la realidad brasileña, los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua de propiedad privada tienen en general una mejor gestión económico-financiera que los operadores de propiedad privada en un proceso de universalización del acceso, por lo que todo apunta a un rechazo de la hipótesis de ausencia de diferencias significativas en los análisis econométricos. Además, el aumento en los excesos de gastos de capital por  $m^3$  -  $CAPEXm^3$  en el período electoral de 2006 apunta a una probable utilización de tales servicios para la captación de votos que conduce a una posible aceptación de la hipótesis H3.

Otro punto de discusión que también puede llevar a conclusiones interesantes se refiere a la débil actuación de los agentes gestores para avanzar en la minimización de los excesos en la asignación de los recursos (*inputs*) y en la maximización de la situación financiera y cobertura con calidad de los servicios (*outputs*), comprobando que de una manera general la sociedad brasileña se encontró desprotegida en cuanto a la prestación de un servicio tan fundamental en todo el periodo del panel, que representa cierto desinterés de los gobiernos para llevar a cabo acciones oportunas para introducir mejoras en el sector, que se espera se haya resuelto a partir de 2010 con los resultados fijados para el total cumplimiento de la Ley 11.445/2007 y el Decreto 7.217/2010, que disciplina entre otros aspectos, el control de los gastos, la sostenibilidad económica-financiera, la universalización del acceso y reglas mínimas de actuación de las agencias reguladoras.

Centrándonos en el análisis de la escala de producción mostrado en la tabla IV.6 y el gráfico IV.3, también se puede observar que los actores que contribuyen a una mejor y peor gestión del sector sufren interacciones entre operadores de alcance geográfico regional y local que apunta a una inexistencia de economías de escala para la gestión estudiada, y con esto se muestra una tendencia a rechazar la hipótesis H4 de existencia de economías de escala en el sector. Asimismo, los resultados también presentan una mayor concentración de operadores de la región geográfica sudeste de Brasil en la zona de la frontera óptima de gestión, señalando una posible aceptación de la hipótesis H10.

Entre todos los problemas apuntados se puede afirmar que lo más preocupante es la debilidad de la situación financiera presentada por el sector para hacer frente al principio de avances en la universalización de los servicios según determina la Ley 11.445/2007 y el Decreto 7.217/2010, que se agrava para operadores como CAER,

SANED, CASAL y CAERD, que en 2008 se presentaron como empresas técnicamente quebradas que necesitan de subvenciones gubernamentales para la continuidad de los servicios. Desafortunadamente, los datos de estas subvenciones no estaban disponibles en las cuentas anuales de todos los operadores, imposibilitando sus análisis, considerado como una limitación de esta tesis.

La principal implicación del bajo rendimiento general del sector de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño está en su población, principal parte interesada por los servicios que puede estar corriendo elevados riesgos en su salud.

Según hemos comentado en la metodología de la tesis, en una próxima etapa de análisis se utilizan los resultados de las puntuaciones del *DSBM* como variable dependiente de un modelo econométrico de regresión *GLM* que permita confirmar con robustez explicativa las suposiciones de contrastes de hipótesis comentadas hasta ahora, y que va a ser presentado en el siguiente apartado.

#### **IV.4.2 Factores explicativos de la gestión económico-financiera de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso.**

Tal como se ha comentado en la metodología, se va a utilizar el modelo *GEE* con la ayuda del test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney, descrito en el apartado IV.3.5 , para estimar y evaluar los factores de estructura de gobierno, de mercado, comercial, de dependencia financiera y del entorno que influyen en las puntuaciones de la gestión económico-financiera intertemporal de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso, obtenidas mediante la metodología *DSBM*, esto objeto de completar los análisis en una segunda etapa.

Las observaciones han sido analizadas en un panel longitudinal para el período comprendido entre 2005 y 2008 con una variable dependiente, en este caso las puntuaciones de gestión, y 23 variables independientes, siendo 9 relativas a características cualitativas, entre las que se incluyen variables ficticias, y 14 variables métricas. La tabla IV.8 muestra los estadísticos descriptivos de las variables independientes y de la variable dependiente tras descomponer los valores generales de la desviación típica, los valores mínimos y máximos en dos clases: resultados entre los operadores, calculando la desviación típica a través de los individuos de la muestra y dentro del panel longitudinal., en el que se calcula la desviación típica a lo largo del tiempo para los individuos de la muestra.

**Tabla IV.8 – Resumen estadístico de la variable dependiente y de las variables independientes métricas**

Variable	Clase	Media	Desv. Tip.	Min	Max	Observaciones
PER	General	0,429598	0,409652	0,000002	1,000000	N = 160
	Entre		0,381449	0,000003	1,000000	n = 40
	Dentro		0,158292	-0,164893	1,176634	T = 4
EXRE	General	1,74	3,12	0,00	11,98	N = 160
	Entre		3,07	0,00	10,48	n = 40
	Dentro		0,70	-0,92	3,63	T = 4
CUEA	General	888,99	1495,28	16,28	8582,73	N = 160
	Entre		1508,36	17,02	8296,58	n = 40
	Dentro		60,25	632,09	1175,14	T = 4
CUES	General	428,53	1099,04	1,34	6967,35	N = 160
	Entre		1108,33	1,35	6664,84	n = 40
	Dentro		51,67	153,74	731,05	T = 4
PARA	General	91,93	3,09	71,36	97,16	N = 160
	Entre		2,41	85,88	95,98	n = 40
	Dentro		1,96	73,82	98,56	T = 4
PRS	General	87,83	7,85	57,82	100,00	N = 160
	Entre		7,77	61,99	100,00	n = 40
	Dentro		1,57	79,76	97,02	T = 4
ICM	General	84,67	20,32	25,58	100,00	N = 160
	Entre		20,37	26,55	100,00	n = 40
	Dentro		2,36	76,06	95,07	T = 4
TMA	General	1,98	0,52	0,93	3,51	N = 160
	Entre		0,46	1,08	3,07	n = 40
	Dentro		0,25	1,09	2,97	T = 4
IDI	General	8,82	9,65	-10,98	44,69	N = 160
	Entre		8,96	-0,95	40,76	n = 40
	Dentro		3,77	-6,87	21,95	T = 4
IPF	General	41,24	14,24	18,02	75,00	N = 160
	Entre		14,01	20,68	73,25	n = 40
	Dentro		3,19	29,15	53,21	T = 4
IST	General	105,50	23,89	47,77	218,66	N = 160
	Entre		20,84	54,29	163,36	n = 40
	Dentro		12,02	51,35	160,80	T = 4
END	General	0,61	0,54	0,02	3,20	N = 160
	Entre		0,53	0,03	2,76	n = 40
	Dentro		0,12	0,11	1,09	T = 4
CMC	General	13,98	3,48	8,68	26,70	N = 160
	Entre		3,31	9,76	23,72	n = 40
	Dentro		1,15	9,32	18,00	T = 4
DENA	General	334,77	112,67	188,64	649,86	N = 160
	Entre		110,35	201,43	600,89	n = 40
	Dentro		27,33	266,95	513,94	T = 4
DENS	General	519,16	343,23	134,18	2347,38	N = 160
	Entre		335,30	165,56	1800,68	n = 40
	Dentro		86,60	-68,48	1065,85	T = 4

Considerando los datos de la tabla anterior se puede hacer un análisis previo de la situación que caracteriza de una forma general al sector brasileño, como la baja experiencia en la regulación económica (1,74 años en media), un mercado compuesto básicamente por clientes residenciales (en media 91,93% para agua y 87,83% para saneamiento) que es absolutamente lógico por la propia función social inherente al sector, elevado nivel de medición del consumo (84,67% en media) que demuestra una preocupación general por la utilización de un recurso tan importante como el agua que es perjudicado por la existencia de elevados niveles de “agua no contabilizada”, es decir pérdidas en la facturación (41,24% en media).

Con relación a la estructura de financiación, se observa que el sector está muy endeudado (0,61 en promedio) que posiblemente se debe a una baja capacidad de



generación de recursos de tesorería con la explotación de los servicios (105,50% en promedio).

En cuanto a las densidades de las redes de suministros se denota la existencia de discrepancia en la cobertura de los servicios de saneamiento de agua respecto a la cobertura de los servicios de abastecimiento de agua, con densidad en media 1,6 veces menor.

Una vez realizado el análisis preliminar, la tabla IV.9 muestra los resultados del modelo econométrico *GEE*, así como los cálculos de los efectos marginales para los 40 operadores en un panel longitudinal de 4 años.

**Tabla IV.9 – Resultados del modelo econométrico *GEE***

Variable	Coefficiente	Desviación Típica	Z	P> z	[95% Intervalo de confianza]	
PROP	0.281353	0.142206	1.98	0.048	0.002635	0.560070
EST07	-0.100995	0.046422	-2.18	0.030	-0.191981	-0.010009
MUN07	-0.076863	0.078176	-0.98	0.326	-0.230085	0.076359
PRI07	0.153588	0.146406	1.05	0.294	-0.133363	0.440539
EXRE	0.022182	0.015012	1.48	0.140	-0.007241	0.051604
CUEA	-0.000729	0.000231	-3.16	0.002	-0.001182	-0.000277
CUES	0.001574	0.000459	3.43	0.001	0.000674	0.002473
ALC	-0.466149	0.139779	-3.33	0.001	-0.740110	-0.192187
PRA	-0.008588	0.010202	-0.84	0.400	-0.028584	0.011408
PRS	0.001845	0.006516	0.28	0.777	-0.010925	0.014615
ICM	-0.014843	0.004250	-3.49	0.000	-0.023172	-0.006514
TMA	0.066768	0.117628	0.57	0.570	-0.163778	0.297314
IDI	-0.003834	0.008340	-0.46	0.646	-0.020179	0.012511
IPF	-0.019293	0.004544	-4.25	0.000	-0.028198	-0.010387
IST	0.006302	0.002668	2.36	0.018	0.001073	0.011531
END	-0.326318	0.130040	-2.51	0.012	-0.581192	-0.071445
CMC	-0.003037	0.019457	-0.16	0.876	-0.041172	0.035098
DENA	-0.000130	0.000513	-0.25	0.799	-0.001136	0.000875
DENS	-0.000557	0.000207	-2.69	0.007	-0.000963	-0.000152
RSUR	0.586723	0.147222	3.99	0.000	0.298174	0.875272
RSUD	0.658641	0.157960	4.17	0.000	0.349046	0.968236
RCEN	0.345467	0.195538	1.77	0.077	-0.037780	0.728713
RNOR	0.560295	0.149462	3.75	0.000	0.267355	0.853236

Los resultados muestran que el modelo econométrico es significativo, con una Prob > chi2 = 0.0000 y con Wald chi2(21) = 138.57, que constatan la robustez general del modelo. Individualmente, los coeficientes relativos a 14 variables resultaron significativas (PROP, ALC, EST07, CUEA, CUES, CUES, ICM, IPF, IST, END, DENS, RSUR, RSUD, RCEN y RNOR) para un intervalo de confianza mínimo

de 95%, mientras que las restantes 9 variables resultaron no significativas (MUN07, PRI07, EXRE, PARA, PRS, TMA, IDI, CMC y DNA).

Según se ha señalado en la metodología, las variables independientes elegidas para explicar los resultados de la gestión económico-financiera intertemporal de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso han sido agrupadas en 5 factores: 1º) estructura de gobierno, 2º) estructura de mercado, 3º) estructura comercial, 4º) estructura de financiación y 5º) estructura del entorno operativo y así son analizadas en los siguientes apartados.

#### **IV.4.2.1 El efecto de la estructura de gobierno**

El efecto de la estructura de gobierno en la gestión del sector de abastecimiento y saneamiento de agua, seguramente ha sido el tema más explotado entre los diversos investigadores en diversas realidades mundiales y en esta tesis ha recibido igualmente una importancia considerable, realizando un análisis independiente para la variable propiedad y experiencia de la regulación económica y un análisis conjunto de las variables operador estatal de alcance regional en 2007, operador municipal de alcance local en 2007 y operador privado en 2007, según se presenta a continuación.

##### **IV.4.2.1.1 La influencia del tipo de propiedad y sus respectivos modelos de gestión**

Tal como hemos comentado en el apartado III.8.1, la influencia de cada tipo de propiedad a que están sometidos los operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en sus rendimientos generales es el tema de mayor interés y también de mayores controversias, que en la mayor parte de los casos culminan con una verdadera falta de argumentos consensuales de la superioridad de uno u otro tipo de gestión. Sin embargo, en este estudio orientado a la sostenibilidad económico-financiera y de cobertura de los servicios con una perspectiva de futuro, la gestión desencadenada por la propiedad privada se presenta más favorable en el período de 2005 a 2008.

Esta afirmación se basa en la influencia marginal presentada por el coeficiente de la variable propiedad – PROP, de 0,281353, siendo positivo y significativo para un intervalo de confianza mínimo del 95%, tal como puede verse en la tabla VI.9. En otras palabras, esto quiere decir que la gestión de la propiedad privada proporciona un resultado promedio de un 28% superior a la gestión proporcionada por la propiedad

pública, lo cual no parece una novedad, dado que el gráfico IV.3, generado a partir de los datos de las puntuaciones gestión obtenidas a través del *DSBM* ya proporcionaban una indicación visual de estos resultados.

Otra forma de confirmar esta afirmación está contenida en los resultados presentados en el test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney:

**Tabla IV.10 – Test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney para las diferencias de gestión en relación al tipo de propiedad**

	PROP (agrupación)	N	Rango promedio	Suma de rangos	U de Mann-Whitney	W de Wilcoxon	Z	Sig. asintót. (bilateral)
PER	Pública	120	71,32	8558,00	1298	8558	-4,359	0,000
	Privada	40	108,05	4322,00				

Los datos demuestran que los resultados del test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney para la propiedad también indican una superioridad de la gestión privada frente a la gestión pública, pues el contraste de hipótesis rechaza la hipótesis nula de igualdad entre las medias al 5% (Sig. asintót. bilateral = 0,000).

Con base en todos los datos analizados se puede decir que para la propiedad todos los resultados fueron convergentes, reforzando la afirmación de que el modelo econométrico es robusto para explicar este fenómeno y rechazar así la hipótesis H1 de que para un intervalo de confianza mínimo del 95%, la estructura de gobierno establecida para cada tipo de propiedad no ejerce influencia significativa en la gestión económico-financiera intertemporal de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso.

En relación al rendimiento general del sector brasileño, los resultados obtenidos corroboran los mostrados por Oliveira y Fernandez (2004) y por Faria et al. (2005) que también apuntaron a una superioridad de la gestión privada. Si comparamos con los obtenidos en otros estudios relativos a la realidad presentada en diversos países, ésta conclusión converge con hallazgos como los de Mosheim (2006), Neal et al. (1996), Bhattacharyya et al. (1995a y 1995b), Crain y Zardkoohi (1978) y Morgan (1977) para operadores estadounidenses, Picazo-Tadeo et al. (2009b) para la realidad española, Marques (2008a) en un escenario portugués, Bitrán y Valenzuela (2003) y Estache y Trujillo (2003), para las privatizaciones chilenas y argentinas, respectivamente, y por fin Kirkpatrick et al. (2004 y 2006), y Estache y Kouassi (2002) para el contexto general de diversos países africanos, pero difiere del resto de casos recogidos en la tabla III.15.

Aunque podría decirse que se ponen en evidencia una vez más las aportaciones de Liebenstein (1966), de que con independencia de la propiedad, el hecho es que en monopolios como el sector de abastecimiento y saneamiento de agua se presenta por lo general, una baja gestión económico-financiera intertemporal en un proceso de universalización del acceso, esto se acentúa para los operadores de propiedad pública. Desde el punto de vista teórico, este resultado también es compatible con los presupuestos en la teoría clásica desarrollada por Coase (1959 y 1960), Alchian (1965 y 1969), Demsetz (1964, 1966 y 1967), Alchian y Demsetz (1972 y 1973) que indican que generalmente la propiedad pública debilita los derechos de propiedad del estado. Asimismo, el rendimiento del sector es más deteriorado por los agentes gestores de los operadores de propiedad pública que por los agentes gestores de los operadores de propiedad privada, indicando potenciales problemas de agencia que aumentan los costes de las transacciones en el sector, tal como plantea Renzetti y Dupont (2003, p.10). La siguiente tabla presenta otra explicación matemática de esta realidad.

**Tabla IV.11 – Test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney para las diferencias de los *inputs*, *link* y *outputs* en relación a cada tipo de propiedad**

	PROP (agrupación)	N	Rango promedio	Suma de rangos	U de Mann-Whitney	W de Wilcoxon	Z	Sig. asintót. (bilateral)																																																												
<i>OPEX</i> <sup>m</sup>	Pública	120	83,45	10014,00	2046	2866	-1,395	0,163																																																												
	Privada	40	71,65	2866,00					<i>CAPEX</i> <sup>m</sup>	Pública	120	83,38	10006,00	2054	2874	-1,363	0,173	Privada	40	71,85	2874,00	<i>PGBEX</i>	Pública	120	91,19	10943,00	1117	1937	-5,056	0,000	Privada	40	48,43	1937,00	<i>SF</i>	Pública	120	73,97	8876,00	1616	8876	-3,089	0,002	Privada	40	100,10	4004,00	<i>COBAC</i>	Pública	120	74,33	8919,00	1659	8919	-2,920	0,004	Privada	40	99,03	3961,00	<i>COBAS</i>	Pública	120	72,03	8644,00	1384	8644	-4,004
<i>CAPEX</i> <sup>m</sup>	Pública	120	83,38	10006,00	2054	2874	-1,363	0,173																																																												
	Privada	40	71,85	2874,00					<i>PGBEX</i>	Pública	120	91,19	10943,00	1117	1937	-5,056	0,000	Privada	40	48,43	1937,00	<i>SF</i>	Pública	120	73,97	8876,00	1616	8876	-3,089	0,002	Privada	40	100,10	4004,00	<i>COBAC</i>	Pública	120	74,33	8919,00	1659	8919	-2,920	0,004	Privada	40	99,03	3961,00	<i>COBAS</i>	Pública	120	72,03	8644,00	1384	8644	-4,004	0,000	Privada	40	105,90	4236,00								
<i>PGBEX</i>	Pública	120	91,19	10943,00	1117	1937	-5,056	0,000																																																												
	Privada	40	48,43	1937,00					<i>SF</i>	Pública	120	73,97	8876,00	1616	8876	-3,089	0,002	Privada	40	100,10	4004,00	<i>COBAC</i>	Pública	120	74,33	8919,00	1659	8919	-2,920	0,004	Privada	40	99,03	3961,00	<i>COBAS</i>	Pública	120	72,03	8644,00	1384	8644	-4,004	0,000	Privada	40	105,90	4236,00																					
<i>SF</i>	Pública	120	73,97	8876,00	1616	8876	-3,089	0,002																																																												
	Privada	40	100,10	4004,00					<i>COBAC</i>	Pública	120	74,33	8919,00	1659	8919	-2,920	0,004	Privada	40	99,03	3961,00	<i>COBAS</i>	Pública	120	72,03	8644,00	1384	8644	-4,004	0,000	Privada	40	105,90	4236,00																																		
<i>COBAC</i>	Pública	120	74,33	8919,00	1659	8919	-2,920	0,004																																																												
	Privada	40	99,03	3961,00					<i>COBAS</i>	Pública	120	72,03	8644,00	1384	8644	-4,004	0,000	Privada	40	105,90	4236,00																																															
<i>COBAS</i>	Pública	120	72,03	8644,00	1384	8644	-4,004	0,000																																																												
	Privada	40	105,90	4236,00																																																																

Según los datos, entre los componentes elegidos para la evaluación de la gestión económico-financiera en el proceso de universalización del acceso, los que más deterioran los derechos de propiedad, sorprendentemente no incluyen la asignación de los gastos de la explotación - *OPEX* ni la asignación de los gastos de capital - *CAPEX*, pues la U de Mann-Whitney de igualdad de las medias para ambos no es aceptable al 5%, señalando la existencia de diferencias en la asignación de los gastos básicos de la actividad frente a los ingresos de la explotación (*PGBEX*), en los que la propiedad privada se presentó significativamente superior. Esta realidad genera poca o ninguna holgura financiera para mejorar la situación financiera del operador ni la cobertura de los servicios con calidad, y para estos *outputs*, la propiedad privada también se presenta significativamente superior. Es posible que una explicación para

esto esté en las tarifas aplicadas para cada uno de los tipos de operadores público o privado, tal como será comentado en el apartado IV.4.2.3.

Una prueba más robusta para la deducción de los efectos de esta teoría en la gestión económico-financiera intertemporal de los operadores servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso puede ser dado a continuación.

#### **IV.4.2.1.2 La influencia del proceso electoral de 2006**

Según hemos indicado, entre todos los años del panel longitudinal, el año 2007 fue el que produjo menor resultado de la gestión, coincidiendo con el final de los incentivos políticos de las elecciones presidenciales de 2006, en las que conjuntamente fueron electos los presidentes de los gobiernos estatales y los diputados estatales, y que como hemos indicado representan los gestores políticos de las *CESBs* de propiedad pública. En este caso, representan este grupo todos los operadores de alcance geográfico regional, a excepción del operador SANEATINS que es de propiedad privada.

Los aumentos de los  $OPEXm^3$  y  $CAPEXm^3$  comentados en el apartado IV.4.1.3, ya señalan un exceso de gastos de la explotación y de capital, especialmente en el año de las elecciones, que puede representar costes de los procesos políticos que afectan a los operadores.

Obviamente, según se ha comentado en la metodología, los procesos electorales proporcionan efectos en los operadores regionales (*CESBs*) de propiedad pública en el año inmediatamente posterior al proceso electoral, es decir en 2007, y para este año la variable ficticia que capta este efecto en el modelo econométrico se presentó negativa y significativa para un intervalo de confianza mínimo del 95%, según se observa en la tabla IV.9.

La elasticidad del coeficiente indica una influencia negativa de 10%, de los *CESBs* de propiedad pública en el año de 2007 y con esto se acepta la hipótesis H2 de que el proceso electoral brasileño del año 2006 proporcionó reflejos negativos y significativos en la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua en un proceso de universalización del acceso, para un intervalo de confianza mínimo de 95%. Los datos de la tabla siguiente corroboran esta hipótesis en un análisis no paramétrico.

**Tabla IV.12 – Test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney para las diferencias de gestión en relación a los CESBs de propiedad pública en el año de 2007**

	EST07 (agrupación)	N	Rango promedio	Suma de rangos	U de Mann- Whitney	W de Wilcoxon	Z	Sig. asintót. (bilateral)
PER	otro año	137	83,84	11486,00	1118	1394	-2,233	0,026
	año 2007	23	60,61	1394,00				

Los resultados presentados en la tabla también indican un menor rango para la variable EST07, aceptando así también la hipótesis H2 al 5% (Sig. asintót. – bilateral = 0,026), reforzando los resultados presentados por el modelo econométrico.

Los resultados del modelo econométrico también indicaron que los operadores locales de propiedad pública en 2007 (MUN07) observaron un deterioro en el rendimiento estudiado del 7,7%, mientras que los operadores privados en 2007 (PRI07) avanzaron en promedio un 15%, pero para ambos casos no hay significatividad estadística, comprobando que este proceso político influencia solamente en los operadores de propiedad pública estatal (CESBs de propiedad pública) y por tanto, se puede decir que los efectos políticos doctrinados por la teoría de la elección pública son aceptables para la gestión económico-financiera intertemporal de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso.

Aunque en una estructura de análisis diferente, este resultado converge con los hallazgos de Pérard (2009), que señala que para los operadores estadounidenses la ideología política republicana aumentó el coste político de la privatización, en términos de que el sector es vulnerable a los procesos políticos, por lo menos para estas situaciones.

En teoría, la regulación económica debería inhibir este tipo de influencia negativa en la gestión, que es traspasada a los consumidores finales de los servicios. Sin embargo, esta presunción no parece ser verdadera para la realidad brasileña, tal como se presenta a continuación.

#### **IV.4.2.1.3 La influencia de la experiencia de la agencia reguladora en la regulación económica**

Según hemos comentado en el apartado II.4, las agencias reguladoras que actúan en el sector de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua ejercen un papel de agente del gobierno y de principal en la relación con el operador regulado, según la teoría de la agencia. Ese doble papel también aumenta las posibilidades de su utilización para fines políticos, caracterizando su convergencia

también con la teoría de la elección pública. De acuerdo con De Alessi (1974, p.1), la regulación generalmente causa una restricción del beneficio que debilita los derechos de propiedad de los propietarios. Sin embargo, desde un punto de vista teórico, esta restricción pretende garantizar una tarifa razonable para la remuneración de la inversión y para el consumidor final.

En Brasil, la mayoría de los operadores son autorregulados y se espera que esto cambié gradualmente para atender a lo dispuesto en la Ley 11.445/2007 y en el Decreto 7.217/2010, incluyendo la forma de actuación de las agencias ya existentes.

Los resultados presentados en el modelo econométrico son coherentes con esta realidad, pues el efecto marginal obtenido para el coeficiente de la variable EXRE, ha sido de 0,022 positivo, es decir que cada año de experiencia de la agencia reguladora proporcionaría mejoras promedias de 2,2% en la gestión estudiada. Sin embargo la columna  $P > |z| = 0,14$  de la tabla IV.9 demuestra que este valor no es significativo al 5%, por lo que se acepta la hipótesis H3 de que la experiencia de la agencia de regulación económica de los servicios de abastecimiento y saneamiento no ejerce influencia significativa en la gestión económico-financiera intertemporal de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso, para un intervalo de confianza mínimo de 95%.

Transformando la variable EXRE, de cuantitativa a variable cualitativa ficticia, siendo los valores mayores que cero reemplazados por 1, y captando así los efectos de la existencia o no de regulación económica en la gestión, obtenemos una evidencia alternativa a partir del test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney, cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla IV.13 – Test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney para las diferencias de gestión en relación a la existencia o no de actuación en la regulación económica del operador**

	EXRE - ficticia (agrupación)	N	Rango promedio	Suma de rangos	U de Mann- Whitney	W de Wilcoxon	Z	Sig. asintót. (bilateral)
PER	No regulada	112	80,74	9042,50	2661,50	3837,50	-0,099	0,921
	regulada	48	79,95	3837,50				

Los resultados del test, con una Sig. asintót. (bilateral) igual a 0,921, indican la aceptación de que las medias son iguales para ambos grupos (regulados económicamente o no), lo que refuerza los resultados presentados por el modelo econométrico *GEE* en que se acepta la hipótesis H3. Aunque no se conoce una evidencia empírica que mida los efectos de la regulación económica en el sector brasileño, estos resultados son convergentes con otros hallazgos presentados para otros países, como Bruggink (1982) para operadores de los Estados Unidos, Ozuna y

Gómez (1998) y Anwandter y Ozuna (2002) para operadores mexicanos, y Martins et al. (2006b y 2008) para los operadores portugueses.

Esto indica que los problemas de agencia y de los preceptos de la teoría de la elección pública desencadenados por la regulación económica parecen no influenciar en los derechos de propiedad ni tampoco en la gestión económico-financiera intertemporal de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso. A pesar de que este resultado ya era esperado en la construcción de la hipótesis, una actuación laxa de las agencias reguladoras puede proporcionar riesgos para el sector y para la sociedad que necesita evolucionar en función de las incertidumbres medioambientales mundiales, si bien se espera que con la puesta en marcha de la Ley 11.445/2007 y el Decreto 7.217/2010, esta actuación pase a surtir efectos positivos para el sector.

#### **IV.4.2.2 Los efectos de la estructura de mercado**

Según se ha presentado a principio de este capítulo, solo ha sido posible medir los efectos de la estructura de mercado bajo dos aspectos, primero por la escala de producción de los servicios y segundo en relación al alcance proporcionado por la prestación conjunta de servicios para clientes residenciales y no residenciales como dos tipos de productos distintos.

Con relación a la escala de producción de los servicios, los resultados presentados para los servicios de abastecimiento de agua difieren de los resultados presentados para los servicios de saneamiento de agua, pues el primero, captado por los efectos de la variable CUEA, presentó un coeficiente negativo y significativo al 0,2%, aunque con pequeña elasticidad de 0,00073 para cada mil cuentas, es decir cada mil unidades de cuentas de abastecimiento de agua el rendimiento estudiado se reduce en promedio un 0,073%, representando una ligera deseconomía de escala para este tipo de servicio.

A diferencia del hallazgo anterior, para la prestación de los servicios de saneamiento de agua, en este caso representado por la variable CUES, se ha obtenido un coeficiente positivo y significativo al 0,1%, con una influencia marginal también bastante pequeña de 0,001574, indicando que para cada mil unidades de cuentas de saneamiento de agua se aumenta en promedio un 0,16% el rendimiento estudiado, representando para este caso una ligera economía de escala en la producción de dichos servicios.



Aunque no ha sido considerada en el modelo econométrico final, se ha llevado a cabo una simulación en la que se reemplazan las variables CUEA y CUES por una única variable representando la suma de ambas, obteniendo un coeficiente de 0,0000685, pero sin significatividad estadística, poniendo en duda la existencia de efectos de la escala de producción combinada para los dos servicios. Sin embargo, estas dos variables solamente captan los efectos del nivel de producción de los servicios, sin considerar los respectivos esfuerzos para obtenerlos en función de los largos espacios geográficos a recorrer, tal como se presenta en la realidad brasileña, y en este caso la variable ALC representa esta función.

Los operadores de alcance geográfico regional atienden en promedio un 2,6 veces más el número de cuentas de abastecimiento de agua y un 1,6 veces más <sup>71</sup> el número de cuentas de saneamiento de agua, indicando el potencial de los operadores de alcance geográfico regional para alcanzar una escala de producción mayor que los operadores de alcance geográfico local y microregional, posibilitando una nueva dimensión de análisis de los efectos de la escala de la producción conjunta de los servicios en el rendimiento estudiado.

De acuerdo con los resultados mostrados en la tabla V.8, el coeficiente de la variable ALC en el modelo econométrico es de 0,466149, negativo y significativo al 0,1%, indicando que los operadores de alcance regional obtienen en promedio un resultado de la gestión económico-financiera intertemporal en un proceso de universalización del acceso un 46,61% inferior al obtenido por los operadores de alcance geográfico local y microregional. El test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney para este mismo análisis también corrobora esta conclusión econométrica, según se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla IV.14 – Test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney para las diferencias de gestión entre los operadores de alcance geográfico regional y los de alcance geográfico local y microregional**

	ALC (agrupación)	N	Rango promedio	Suma de rangos	U de Mann-Whitney	W de Wilcoxon	Z	Sig. asintót. (bilateral)
PER	Local/Microregional	64	104,66	6698,00	1526,00	6182,00	-5,405	0,000
	Regional	96	64,40	6182,00				

Los resultados presentados en la tabla IV.14, rechazan la hipótesis nula de igualdad de medias entre los dos tipos de alcance geográfico, con una significatividad (Sig. asintót. – bilateral) de 0,000). Esto muestra la superioridad de la gestión calculada para los operadores locales y microregionales, reforzando la conclusión que las economías de escala proporcionadas por la variable CUES son eliminadas por las

<sup>71</sup> Ambos sacados de las estadísticas de Mann-Whitney para las diferencias de la cantidad de cuentas de abastecimiento y saneamiento de agua en relación a cada tipo de alcance regional.

deseconomías de escala determinadas por la variable CUEA en un análisis conjunto de la prestación de ambos servicios considerando el esfuerzo necesario para recorrer el espacio geográfico necesario.

Posiblemente este fenómeno se explica por elevadas inversiones de capital que carecen en el sector para una adecuada cobertura, haciendo que los operadores de alcance geográfico regional absorban mayores gastos de capital y tengan más dificultad de hacer frente a la universalización del acceso por necesitar cubrir una mayor extensión territorial. Todo esto repercute en menores coberturas ajustadas a la calidad, conforme se presenta en la tabla siguiente:

**Tabla IV.15 – Test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney para las diferencias de los *inputs*, *link* y *outputs* y promedio de tarifa aplicada en relación a cada tipo de alcance geográfico de los operadores**

	ALC (agrupación)	N	Rango promedio	Suma de rangos	U de Mann-Whitney	W de Wilcoxon	Z	Sig. asintót. (bilateral)
<i>OPEXm<sup>3</sup></i>	Local/Microregional	64	72,53	4642,00	2562	4642	-1,776	0,076
	Regional	96	85,81	8238,00				
<i>CAPEXm<sup>3</sup></i>	Local	64	58,23	3727,00	1647	3727	-4,963	0,000
	Regional	96	95,34	9153,00				
<i>PGBEX</i>	Local/Microregional	64	66,80	4275,00	2195	4275	-3,055	0,002
	Regional	96	89,64	8605,00				
<i>SF</i>	Local	64	91,61	5863,00	2361	7017	-2,476	0,013
	Regional	96	73,09	7017,00				
<i>COBAC</i>	Local/Microregional	64	102,30	6547,00	1677	6333	-4,859	0,000
	Regional	96	65,97	6333,00				
<i>COBAS</i>	Local/Microregional	64	109,53	7010,00	1214	5870	-6,471	0,000
	Regional	96	61,15	5870,00				

Los resultados presentados en la tabla IV.15 confirman la significatividad de la superioridad del *CAPEXm<sup>3</sup>* para los operadores de alcance geográfico regional, así como la deficiencia de *COBAC* y *COBAS*, ratificando la idea de que por ser un operador de alcance geográfico regional exige un esfuerzo superior de los componentes asociados a las inversiones de capital frente a los operadores de alcance geográfico local y microregional. Además, en todos los demás componentes utilizados para el cálculo del resultado de la gestión estudiado (*OPEXm<sup>3</sup>*, *PGBEX* y *SF*), los operadores de alcance geográfico regional también se presentaron significativamente inferiores, especialmente para *PGBEX*, que al igual que los componentes asociados al capital también presentó elevada deficiencia.

Una posible explicación de este fenómeno puede estar en la política de subsidios cruzados inherente a los operadores de alcance geográfico regional, que además de estar insertada entre las diversas categorías sociales de los consumidores, también se presenta entre las diversas localidades en que estos operadores actúan, siempre que los más ricos subsidian los más pobres. Esta explicación queda plasmada

especialmente en la tabla IV.16, que presenta un promedio de tarifas aplicadas estadísticamente igual para ambos alcances geográficos.

Desafortunadamente no ha sido posible obtener la información sobre los subsidios cruzados, lo cual representa una restricción para esta tesis, convirtiendo esto en una indicación para posibles estudios a desarrollar en el futuro.

Un análisis en conjunto de los resultados presentados para las variables CUEA, CUES y ALC llevan a un rechazo de la hipótesis H4 de que los operadores los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua se benefician de economías de escala de producción de los servicios, que ejercen una influencia significativa y positiva, para un intervalo de confianza mínimo del 95%, en la gestión económico-financiera de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso, aunque específicamente para la prestación de los servicios de saneamiento de agua esta hipótesis sea verdadera.

Estos resultados son contrarios a algunas evidencias empíricas mostradas en la literatura para los análisis de la gestión de los operadores brasileños, como Carmo y Távora Junior (2003), Grigolin (2007) y Sabbioni (2008), pero convergentes con las de otros estudios, como Mann y Mikesell (1976) para operadores de los Estados Unidos, Saal y Parker (2000), Ashton (2003), Stone & Webster Consultants (2004) y Saal et al. (2007) para operadores de Inglaterra y Gales, García-Sánchez (2006) para operadores españoles, Marques (2005), Sampaio et al. (2005) y Martins et al. (2006b) para operadores portugueses, Aida et al. (1997) y Mizutani y Urakami (2001) para los japoneses, Gupta et al. (2006) y Singh et al. (2010) para los indios y Byrnes et al. (2010) para los operadores australianos, que también concluyeron con la existencia de influencia negativa de la escala de producción en el rendimiento general del sector.

Respecto al alcance de la producción conjunta de los servicios prestados a los clientes residenciales y no residenciales, los resultados del modelo econométrico muestran una ligera desventaja al prestar servicios de abastecimiento de agua a los clientes residenciales (efecto marginal de -0,008588 para la variable PRA) y ventaja al prestar servicios de saneamiento de agua (efecto marginal de 0,001845 para la variable PRS). Sin embargo, ambos resultados no fueron significativos al 5% ( $P > |z|$  igual a 0,400 y 0,777 respectivamente), por lo que se acepta la hipótesis H5 de que la participación en el servicio de abastecimiento y saneamiento de agua del tipo residencial en relación al total no ejerce influencia significativa para un intervalo de confianza mínimo de 95% en la gestión económico-financiera de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso.

El mayor interés para contrastar esta hipótesis se dio por no conocer nada sobre los efectos de la estructura de mercado proporcionada por la relación entre clientes residenciales y no residenciales en los operadores brasileños y los resultados arrojados son convergentes con los hallazgos de Bruggink (1982) para los operadores de los Estados Unidos, Bottasso y Conti (2009) para operadores de Inglaterra y Gales, Woodbury y Dollery (2004) en operadores australianos y Ferro et al. (2010) y Covelli et al. (2010) para operadores de Latinoamérica.

Siguiendo los postulados de las teorías clásicas de los derechos de propiedad y teoría de la agencia, los agentes gestores deben preocuparse de la internalización de los resultados económicos proporcionados por la estructura de mercado, disminuyendo los costes de las transacciones. Generalmente dicha estructura no es controlable por los gestores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, que en un proceso de competencia por comparación, debe ser considerada en el modelo econométrico para facilitar una mayor homogeneidad entre los operadores. Sin embargo, la estructura comercial llevada a cabo por cada operador también es diferente y está caracterizada por un mayor control de los agentes gestores y algunos de sus aspectos también ejercen influencia en la gestión del sector tal como se explica a continuación.

#### **IV.4.2.3 Los efectos de la estructura comercial**

Las variables de estructura comercial captan los efectos de algunas características de la relación operador-consumidor inherentes a los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua y representan los resultados obtenidos por los agentes gestores en dicha relación.

Inicialmente, la política de medición del consumo ejerce una influencia negativa y significativa en el resultado de la gestión estudiada ( $P > |z| = 0,000$ ). Para cada 1% de aumento porcentual de consumo medido, en este caso de la variable ICM, se obtiene en término medio una reducción del 1,5% en el resultado. Esto significa que las inversiones para medir el consumo con la instalación de contadores no están proporcionando ventajas para los operadores en su gestión económico-financiera intertemporal en un proceso de universalización del acceso.

Este resultado es convergente con otras evidencias empíricas para la realidad brasileña, como Sabbioni (2006 y 2008) y otros estudios aplicados a otras realidades, como Estados Unidos (Feigenbaum y Teeple, 1983), Inglaterra y Gales, (Saal et al., 2007), países asiáticos (Estache y Rossi, 2002) y países de Latinoamérica (Covelli et al., 2010).

Una posible explicación de este fenómeno puede estar asociada al bajo consumo medio mensual por cuenta (CMC) de 13,98 m<sup>3</sup>, según se recoge en la tabla IV.8. A pesar de que este resultado sea esperado por la hipótesis inicial, esta realidad es preocupante, pues está en dirección contraria a buenas conductas de autosostenibilidad medioambiental para un recuso tan fundamental como el agua.

Respecto a los niveles de tarifas aplicadas, parece no ser un elemento incuestionable de mejora para el sector, pues a pesar del hecho de que el coeficiente de la variable muestra una ligera influencia marginal positiva, representando para cada real por metro cúbico de aumento, un aumento proporcional promedio de un 6,7% en el rendimiento, sin embargo el coeficiente no es significativo al 5% ( $P > |z| = 0,570$ ). El signo obtenido por el coeficiente es convergente con el resultado presentado por Santana (2005), que concluyó que la tarifa promedia aplicada ejerce una influencia positiva y significativa para la gestión financiera de los operadores municipales brasileños.

El deterioro de los ingresos refleja la capacidad de pago de los consumidores, que está representada por la variable IDI y sus resultados en el modelo econométrico muestran un coeficiente negativo, indicando que para cada 1% de aumento en los deterioros del ingreso, resultaría un 0,38% de disminución en el resultado de la gestión, pero el coeficiente no es significativo al 5% ( $P > |z| = 0,833$ ). La relación de influencia negativa entre IDI y el resultado de la gestión fue divergente con la encontrada por Santana (2005), que muestra una influencia positiva y significativa en la gestión financiera de los operadores municipales brasileños. El signo negativo del coeficiente es un resultado más lógico, pues esta variable representa pérdidas de tesorería que pueden comprometer la situación financiera del operador, además es un resultado completamente convergente con el presentado en Alencar Filho et al. (2004) que indica una relación inversa entre esta variable y el valor económico añadido de los *CESBs* brasileños.

Finalmente, las pérdidas en la facturación, que representa el “agua no contabilizada” por pérdidas físicas y administrativas, vienen representadas por la variable IPF. En el modelo econométrico, la variable presenta un coeficiente negativo y significativo ( $P > |z| = 0,000$ ), con una elasticidad de 0,019293, es decir que cada 1% de aumento en las pérdidas en la facturación representa una disminución promedio de 1,9% en el rendimiento estudiado.

Este resultado se asemeja al hallado por Alencar Filho et al. (2004) y Tupper y Resende (2004) para la realidad de los operadores brasileños, para Estados Unidos por Bhattacharyya et al. (1995b), para México por Anwandter y Ozuna (2002), para Inglaterra y Gales por Erbeta y Cave (2007), para Alemania por Zschille et al. (2009) y Ruester y Zschille (2010), y por último, en Palestina por Alsharif et al. (2008).

A pesar de que las tarifas promedio aplicadas y el deterioro de los ingresos no se presentan como problemas significativos para la gestión de los operadores que buscan mejoras de la gestión económico-financiera en un proceso de universalización del acceso, la medición del consumo, aunque significativa no tiene tanta importancia como una mejora en la gestión de las pérdidas en la facturación, que parece ser el verdadero problema de la estructura comercial y que debe ser resuelto por cada operador que busque dichas mejoras.

En este sentido, una agrupación de todos estos resultados presentados por los componentes de la estructura comercial conducen a un rechazo parcial de la hipótesis H6 de que la tarifa promedio aplicada ejerce una influencia positiva y significativa en la gestión económico-financiera de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso, mientras que la medición del consumo, el deterioro de ingresos y las pérdidas en la facturación ejercen una influencia negativa y significativa en dicha gestión.

Otro tipo de análisis puede ser obtenido a partir de los resultados del test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney, en el que se contrastan las diferencias de medias en las agrupaciones por alcance geográfico, propiedad y sometimiento a la regulación económica, y que esboza un retrato general comparativo entre todos los componentes de la estructura comercial de los operadores, tal como se presenta en la tabla siguiente.

**Tabla IV.16 – Test de rangos de Mann-Whitney para las diferencias de los componentes de la estructura comercial en relación a cada tipo de alcance geográfico, propiedad y sometimiento a regulación económica**

	ALC, PROP y EXRE (ficticia) (agrupación)	N	Rango promedio	Suma de rangos	U de Mann-Whitney	W de Wilcoxon	Z	Sig. asintót. (bilateral)
ICM	Local/Microregional	64	98,42	6299,00	1925,00	6581,00	-3,997	0,000
	Regional	96	68,55	6581,00				
	Pública	120	77,51	9301,00	2041,00	9301,00	-1,415	0,157
	Privada	40	89,48	3579,00				
No regulada	Regulada	112	83,29	9328,50	2375,50	3551,50	-1,164	0,244
	Regulada	48	73,99	3551,50				
TMA	Local/Microregional	64	85,86	5495,00	2729,00	7385,00	-1,195	0,232
	Regional	96	76,93	7385,00				
	Pública	120	75,69	9082,50	1822,50	9082,50	-2,276	0,023
	Privada	40	94,94	3797,50				
No regulada	Regulada	112	74,70	8366,50	2038,50	8366,50	-2,419	0,016
	Regulada	48	94,03	4513,50				
IDI	Local/Microregional	64	73,81	4724,00	2644,00	4724,00	-1,491	0,136
	Regional	96	84,96	8156,00				
	Pública	120	85,17	10220,50	1839,50	2659,50	-2,209	0,027
	Privada	40	66,49	2659,50				
No regulada	Regulada	112	86,21	9656,00	2048,00	3224,00	-2,383	0,017
	Regulada	48	67,17	3224,00				
IPF	Local/Microregional	64	77,04	4930,50	2850,50	4930,50	-0,771	0,440
	Regional	96	82,81	7949,50				
	Pública	120	84,48	10137,50	1922,50	2742,50	-1,882	0,060
	Privada	40	68,56	2742,50				
No regulada	Regulada	112	79,84	8942,50	2614,50	8942,50	-0,274	0,784
	Regulada	48	82,03	3937,50				

Como se puede observar, entre todos los componentes de la estructura comercial que se comparan, en el alcance geográfico de los operadores, la única diferencia encontrada está relacionada con la medición del consumo, dado que los operadores de alcance geográfico local y microregional se presentan con un nivel de medición del consumo significativamente superior que los operadores de alcance geográfico regional, comprobando la hipótesis de que estos últimos tienen más dificultad para avanzar en las inversiones de capital, aunque los altos niveles de medición del consumo sean desfavorables en el modelo econométrico.

Aunque exista ausencia de significatividad estadística al 5% en el modelo econométrico, el promedio de tarifas aplicadas ejerce una influencia positiva en la gestión, mientras que el deterioro de los ingresos ejerce una influencia negativa y por último las pérdidas en la facturación también presentan una influencia negativa, con significatividad estadística para estas variables. Los datos de la tabla IV.16 evidencian que los clientes están pagando en términos medios un 25% más por la tarifa de los servicios prestados por operadores de propiedad privada, observando a la vez que los operadores de propiedad pública se someten a mayores deterioros de los ingresos y pérdidas en la facturación en porcentajes medios de 28% y 23% respectivamente.

Estas deficiencias observadas en la gestión pública, combinada con menores *PGBEX*, (recogido en la tabla IV.11) resultan en mayores rentabilidades para los

operadores de propiedad privada, siendo estos resultados compatibles con las aportaciones de Seroa da Motta y Moreira (2006), también para los operadores brasileños. La superioridad de la tarifa aplicada por los operadores de propiedad privada frente a la aplicada por los operadores de propiedad pública también se presentó para otras realidades, tal como algunos estudios aplicados a los operadores estadounidenses, como Hausman et al. (1986), Houtsma (2003) y Mosheim (2006), y para operadores de Alemania, como se presenta en Ruester y Zschille (2010).

Así, es posible que las tarifas medias fijadas por los operadores de propiedad pública sean parte de la agenda privada de sus agentes gestores en la búsqueda de la maximización de los votos, como plantea la teoría de la agencia y de la elección pública, tal como señala Renzetti y Dupont (2003, p.11), debilitando con esto los derechos de propiedad.

Avanzando en el aspecto de la regulación económica, se observa que la actuación de las agencias reguladoras parece no surtir efectos en los incentivos para la medición del consumo ni para la disminución de las pérdidas en la facturación del sector, pues los resultados presentados en la tabla IV.16 evidencian que estos aspectos, en promedio, son iguales para operadores regulados y autorregulados en el contexto de la regulación económica. Sin embargo, la regulación económica parece estar incentivando la disminución en el deterioro de los ingresos en un promedio del 28%, aunque las tarifas aplicadas bajo la regulación económica son un 26% más altas en promedio. Una explicación para este fenómeno puede estar en el hecho de que desde los años 80, en que el sector de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil operaba sin práctica de recuperación de los costes, con altos índices de pérdidas de agua y con tarifas políticamente administrables (Seroa da Motta, 2004, p.12), las pocas agencias reguladoras existentes probablemente están regulando con base en los presupuestos de la recuperación de los costes y remuneración de las inversiones.

No está al alcance de esta investigación el análisis de la recuperación de los gastos de producción de los operadores y cómo se lleva a cabo en el sistema de regulación económica brasileño. Sin embargo se sugiere este tipo de análisis para estudios futuros.

Todos estos hallazgos pueden ser derivados de potenciales problemas de agencia por una deficiencia de internalización que deteriora los derechos de propiedad y por los incentivos políticos que afectan a los operadores. La realidad presentada también compromete la actuación de las agencias reguladoras en cuanto al



cumplimiento del inciso V artículo 23 de la ley 11.445/2007, respecto a las políticas de medición, facturación y cobro de los servicios.

Otros problemas de agencia pueden estar relacionados con las políticas de financiación de cada operador, en este caso las necesidades de recurrir al capital ajeno, en detrimento de una autofinanciación, tal como se observa en los análisis presentados a continuación.

#### **IV.4.2.4 Los efectos de la estructura de financiación**

Tal como se presenta en la tabla IV.2, existen operadores en que los ingresos totales de la explotación no son suficientes para cubrir los gastos básicos con la actividad de la explotación en todos los años del panel, lo cual proporciona una dependencia financiera de capital ajeno y de subvenciones gubernamentales.

Si por un lado, el índice de suficiencia de tesorería representa un importante elemento que garantiza la autofinanciación de los operadores, el nivel de endeudamiento establece la dependencia del operador al capital ajeno.

Aunque que sea notorio que existe ventaja del endeudamiento cuando el coste del capital ajeno, descontados los impuestos, sea menor que el coste del capital propio (rentabilidad económica) y también que la autofinanciación disminuye el riesgo financiero del operador y consecuentemente mejora su situación financiera, estos resultados son ejemplos típicos de problemas de agencia proporcionados por los gestores financieros que pueden influenciar en la gestión estudiada.

En relación a los resultados obtenidos en el modelo econométrico, la variable IST presenta un coeficiente positivo y significativo al 2% ( $P > |z| = 0,018$ ), con elasticidad de 0,006302, indicando que cada 1% de aumento en el índice de suficiencia de tesorería representa un aumento promedio de un 0,6% en el rendimiento del operador, revelando una ligera ventaja del operador con mayores capacidades de autofinanciación y que para este elemento existe un riesgo, aunque pequeño, siendo también convergente con los resultados presentados por Santana(2005) para la gestión financiera de los operadores municipales brasileños.

Una posible explicación de los resultados relativos a la ligera influencia de la autofinanciación en los resultados de la gestión de los operadores puede ser dada por la propia composición de la muestra, que presenta un 75% de operadores de propiedad pública, lo que aumenta las posibilidades de influencia de las subvenciones gubernamentales en estos resultados. Conforme ya hemos indicado anteriormente, no ha sido posible evaluar estos efectos con la base de datos existente, representando así una limitación para este trabajo y una posibilidad para estudios futuros.

Para el nivel de endeudamiento, la variable END muestra en el modelo econométrico un coeficiente negativo y significativo al 1% ( $P > |z| = 0,012$ ), con una elasticidad bastante representativa de 0,326318, es decir para cada punto de aumento del nivel de endeudamiento, se deteriora en promedio un 32,63% la gestión económico-financiera intertemporal en un proceso de universalización del acceso, resultado concordante con los presentados por Alencar Filho et al. (2004) para la gestión de los *CESBs* brasileños.

Entre todas las variables estudiadas en el modelo econométrico, el endeudamiento únicamente está por debajo del alcance geográfico en que cada operador actúa, demostrando que el riesgo financiero proporcionado por el endeudamiento representa un elemento de incuestionable importancia, y que debe ser considerado por los agentes gestores para posibles mejoras del rendimiento estudiado para el sector. Obviamente estas afirmaciones se refuerzan con las mejoras de la suficiencia de tesorería.

En este sentido, se acepta la hipótesis H7 de que a medida que la suficiencia de tesorería ejerce una influencia positiva y significativa en la gestión económico-financiera de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso, el endeudamiento ejerce una influencia negativa y significativa, ambas para un intervalo de confianza del 95%.

Al igual que en las explicaciones anteriores, un análisis adicional para la estructura de financiación puede ser dado por los resultados del test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney, en el que se contrastan las diferencias de medias en las agrupaciones por alcance geográfico, propiedad y sometimiento a la regulación económica, tal como se presenta en la tabla siguiente.

**Tabla IV.17 – Test de rangos de Mann-Whitney para las diferencias de los componentes de la estructura de financiación en relación a cada tipo de alcance geográfico, propiedad y sometimiento a regulación económica**

	ALC, PROP y EXRE (ficticia) (agrupación)	N	Rango promedio	Suma de rangos	U de Mann-Whitney	W de Wilcoxon	Z	Sig. asintót. (bilateral)
IST	Local/Microregional	64	87,38	5592,00	2632,00	7288,00	-1,533	0,125
	Regional	96	75,92	7288,00				
	Pública	120	77,06	9247,00	1987,00	9247,00	-1,627	0,104
	Privada	40	90,83	3633,00				
	No regulada	112	75,60	8467,50	2139,50	8467,50	-2,042	0,041
Regulada	48	91,93	4412,50					
END	Local/Microregional	64	80,72	5166,00	3058,00	7714,00	-0,049	0,961
	Regional	96	80,35	7714,00				
	Pública	120	82,03	9844,00	2216,00	3036,00	-0,725	0,468
	Privada	40	75,90	3036,00				
	No regulada	112	87,42	9791,00	1913,00	3089,00	-2,886	0,004
Regulada	48	64,35	3089,00					

Los resultados presentados en la tabla ponen de relieve que, para un nivel de significatividad del 5%, el alcance geográfico y propiedad del operador no representaron influencia en la estructura de financiación del operador, sin embargo esta realidad no es igual cuando se compara las diferencias presentadas por operadores que están sometidos al proceso de regulación económica.

Aunque el modelo econométrico rechaza la hipótesis de que el proceso de regulación económica proporciona incentivos que conducen a mejoras en la gestión económico-financiera intertemporal en un proceso de universalización del acceso, su coeficiente es positivo y para la estructura de financiación dicha regulación parece estar proporcionando beneficios, una vez que los operadores regulados se presentan con un índice promedio de suficiencia de tesorería un 22% más elevado que los operadores no regulados y con un nivel promedio de endeudamiento un 36% inferior. En este sentido, es probable que estudios futuros con avances en el panel puedan concluir la existencia de efectos positivos de la regulación económica en la gestión del sector.

Los datos presentados confirman empíricamente las aportaciones relatadas por Spiegel y Spulber (1994) al afirmar que los aspectos de agencia pueden proporcionar explicaciones a la estructura de capital de empresas reguladas, sus inversiones y tarifas.

Por último, falta por evaluar los efectos de la estructura del entorno en que los operadores prestan los servicios en la gestión estudiada, y que va a ser llevado a cabo en el siguiente apartado.

#### IV.4.2.5 Los efectos de la estructura de entorno

Tal como ya hemos indicado, los aspectos relativos a las condiciones ambientales que definen el entorno operativo de los operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua, producen variaciones en los resultados económicos que afectan a sus rendimientos, y por este motivo no pueden ser olvidados en un modelo econométrico de evaluación de la gestión.

En este estudio, las características de entorno operativo seleccionadas han sido el consumo medio de agua por cuentas, la densidad de la red de abastecimiento y saneamiento de agua y por último la región geográfica en que el operador actúa.

La tabla IV.9 muestra que el coeficiente de la variable CMC en el modelo econométrico es negativo y con elasticidad 0,003037, indicando que para cada metro cúbico por cuenta de incremento en el consumo, representa una reducción de 0,3% en la gestión estudiada, corroborando lo obtenido en otros estudios, como De Witte y Marques (2010) para un estudio comparado entre Holanda, Inglaterra y Gales, Australia, Portugal y Bélgica, Kirkpatrick et al. (2004a y 2006) para los países africanos y Sabbioni (2006) para la realidad brasileña. Sin embargo, el coeficiente no es significativo al 5% ( $P > |z| = 0,876$ ) y por ello, se rechaza la hipótesis H8 de que el consumo medio de agua por cuenta ejerce una influencia positiva y significativa, para un intervalo de confianza de 95%, en la gestión económico-financiera de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso.

En este sentido, este resultado econométrico no muestra la misma dirección que el análisis factorial de Corrar (1981) y de Alencar Filho y Abreu (2007), que concluyeron que el consumo por cuenta activa es importante para la evaluación de la gestión del sector.

Con relación a la densidad de la red, la tabla V.8 también evidencia que los coeficientes para la densidad de la red de abastecimiento de agua y la densidad de la red de saneamiento de agua, conducen a una deseconomía de la densidad, la primera (DENA) resultó en un coeficiente negativo en el modelo econométrico, con ligera elasticidad de 0,000130, que indica que para cada unidad de aumento de población atendida por kilómetro de red de abastecimiento de agua, se reduce en promedio el resultado de la gestión en 0,01%, coincidiendo inicialmente con el estudio de Saal y Reid (2005) para operadores de Inglaterra y Gales y Tupper y Resende (2004) para operadores brasileños, y en sentido opuesto a los hallazgos de Erbetta y Cave (2007), también para los operadores de Inglaterra y Gales. Sin embargo, como ocurre para

algunas otras variables del modelo econométrico utilizado en esta tesis, el resultado no fue significativo al 5% ( $P > |z| = 0.799$ ).

Respecto a la densidad de la red de saneamiento de agua, la tabla IV.9 indica que el coeficiente también es negativo con ligera elasticidad, igual a 0,000557, lo que indica que para cada unidad de aumento de población atendida por kilómetro de red de saneamiento de agua, en promedio se disminuye el resultado de la gestión en un 0,06% y a diferencia del resultado presentado para DENA, el resultado del coeficiente es significativo al 0,7%, realidad totalmente contraria a la presentada por los estudios de Saal y Reid (2005) y Erbetta y Cave (2007) para los operadores de Inglaterra y Gales y Tupper y Resende (2004) para los operadores brasileños, aunque este último no presentó significatividad estadística.

En este sentido, se rechaza la hipótesis H9 de que mientras que la densidad de la red de abastecimiento de agua ejerce influencia significativa y negativa en la gestión económico-financiera de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso, la densidad de la red de saneamiento de agua ejerce una influencia positiva y significativa, considerando un intervalo de confianza del 95%.

Por último, la región geográfica en la que el operador está ubicado, captada a través de los resultados presentados por las variables RSUR, RSUD, RCEN y RNOR, representando las regiones Sur, Sudeste, Centro-oeste y Nordeste respectivamente, siendo todos los resultados interpretados con relación a la región Norte, que no se configura como variable del modelo econométrico por mostrar una colinealidad perfecta.

Según los datos presentados en la tabla IV.9, los coeficientes asumidos para todas las variables de las regiones geográficas fueron positivos y significativos al 5% a excepción de RCEN que fue significativo al 8%, siendo 0,586723 para RSUR, 0,658641 para RSUD, 0,345467 para RCEN y 0,560295 para RNOR, que indica que en promedio los operadores ubicados en la región Norte son los de menores rendimientos, seguidos por los ubicados en la región Centro-oeste que se presentaron en promedio un 35% superiores a los de la región Norte y en secuencia, los ubicados en la región Nordeste, Sur y Sudeste que son en promedio superiores a los ubicados en la región Norte en un 56%, 59% y 66% respectivamente.

Estos resultados son congruentes con los presentados por Carmo y Távora Junior (2003), Sabbioni (2006), Da Silva e Souza et al. (2007) y Da Silva e Souza et al. (2008), en cuanto a la superioridad presentada por los operadores ubicados en la región sudeste, por lo que se acepta la hipótesis H10 de que, considerando un

intervalo de confianza del 95%, los resultados de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua ubicados en la región sudeste del Brasil son significativamente superiores, en términos de gestión económico-financiera, en un proceso de universalización del acceso, que los de los ubicados en las otras regiones del país.

Una explicación para estos resultados está en el hecho de que la región Sudeste concentra un 60% de los operadores de propiedad privada y un 63% de los operadores de alcance geográfico local y microregional, factores determinantes de las ventajas en la gestión del sector.

#### **IV.4.2.6 Conclusiones e implicaciones respecto a los efectos en la gestión**

El modelo econométrico *GEE* permite comprobar que la estructura de gobierno definida por la propiedad ejerce influencia en la gestión económico-financiera intertemporal de los operadores servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño, en un proceso de universalización del acceso, siendo para la gestión privada, en promedio un 28% superior a la gestión pública, consolidando así los resultados preliminares apuntados en el análisis de las valoraciones generadas por el *DSBM*. Este resultado también fue corroborado en un análisis alternativo a través del test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney, dando así mayor robustez a los resultados, que rechazan la hipótesis inicial de ausencia de diferencias significativas.

En este sentido, las presunciones de las teorías clásicas de los derechos de propiedad, de la agencia y de la elección pública, de que la gestión inherente a la propiedad pública obtiene mayores costes de transacciones totales que la gestión desencadenada por la propiedad privada, se presenta más plausible cuando se trata de la gestión económico-financiera intertemporal de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en un proceso de universalización del acceso, frente a la tendencia empírica mundial de que para el rendimiento del sector, la gestión proporcionada por cada tipo de propiedad no parece ser una característica de gobierno que represente algún tipo de influencia significativa e incuestionable.

Este resultado implica que los derechos de propiedad del Estado se están debilitando en una gestión pública que se consolida con la influencia presentada por el proceso electoral del año de 2006, con una reducción promedia de un 10% del resultado de la gestión de los operadores de alcance regional de propiedad pública en 2007, lo que sitúa al sector brasileño en un plano vulnerable a los procesos políticos como preconiza la teoría de la elección pública.

Sin embargo, estas afirmaciones deben ser utilizadas con mucha cautela pues los operadores de propiedad privada están cobrando un 25% más por los servicios, lo que aumenta el potencial de rentabilidad de este tipo de gestión y con esto alcanzan mejores resultados para la proporción de los gastos básicos con la actividad de explotación en relación a los ingresos de la explotación y que, por una reacción en cadena, disminuye el potencial de mejoras en la situación financiera y consecuentemente en las coberturas de los servicios ajustados a la calidad.

Respecto a la experiencia del operador en el proceso de regulación económica, el modelo indicó que la actuación de la agencia reguladora en la generación de los incentivos que conduzcan a mejoras de gestión esta siendo insignificante, lo cual implica una preocupación respecto a la estructura legal del sector, específicamente en el cumplimiento de la ley 11.445/2007 reglamentada por el Decreto 7.217/2010.

Aunque este escenario conduzca a la aceptación la hipótesis H3 de que la experiencia de la agencia de regulación económica de los servicios de abastecimiento y saneamiento, no ejerce influencia significativa en la gestión económico-financiera intertemporal de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso, su actuación aunque laxa no parece estar limitando los derechos de propiedad por presentar un coeficiente positivo en el modelo econométrico, que parece actuar en una regulación de una tarifa más razonable que cubra los gastos para el sector, una reducción de los deterioros de los ingresos, en la mejora de la suficiencia de tesorería (0,6% de aumento en PER para cada 1% de aumento de IST) y una disminución del endeudamiento (33% de disminución en PER para cada punto de aumento en END), representado estos dos últimos una influencia positiva y negativa respectivamente para la gestión estudiada y aceptando con esto la hipótesis H7.

En cuanto la estructura de mercado, individualmente existe una ligera diseconomía de escala para las cuentas activas de abastecimiento de agua y una ligera economía de escala relativa a las cuentas activas de saneamiento de agua. Sin embargo dichas escalas de producción no consolidan todos los resultados con los costes de transacciones originados por los esfuerzos para la prestación de los servicios que necesitan recorrer largas distancias y en este caso se presentó una diseconomía de escala, pues los operadores de alcance geográfico regional obtienen rendimientos promedios un 47% inferiores que los operadores de alcance local y microregional, rechazando la hipótesis H4 de que los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua se benefician de economías de

escala de producción general de los servicios que ejercen una influencia significativa y positiva.

Centrándose en la estructura comercial, la gestión estudiada parece no ser vulnerable al deterioro de los ingresos ni mejorar por medio de las tarifas promedio aplicadas, siendo afectado significativamente por la medición del consumo con una reducción promedio de un 1,5% en la puntuación de gestión para cada 1% de aumento en la medición. Asimismo, las pérdidas en la facturación también influyen significativamente en el sector con una disminución promedio de 1,9% en la puntuación de la gestión para cada 1% de aumento de pérdida en la facturación, rechazando parcialmente la hipótesis. En este sentido, una agrupación de todos estos resultados presentados por los componentes de la estructura comercial conducen a un rechazo parcial de la hipótesis H6 que esperaba una influencia positiva y significativa para la tarificación promedio aplicada y una influencia negativa y significativa para medición del consumo, deterioro de ingresos y pérdidas en la facturación.

Cabe resaltar que a pesar del rechazo de la hipótesis por ausencia de significatividad de los coeficientes, todas sus señales fueron coherentes con la expectativa a priori y que a excepción de la medición del consumo, la gestión proporcionada por la propiedad pública presenta desventajas en todos los demás componentes de la estructura comercial, inclusive en los deterioros de los ingresos y tarifa promedio aplicada, siendo ambos mejorados por los incentivos de regulación.

En 2008, un 66,7% de los operadores de propiedad pública aún son autorregulados y esto implica que la actuación de un proceso de regulación económica para estos operadores puede ayudar en un futuro cercano en la mejora de la gestión de los mismos y tal vez esta realidad ya aparezca en la aplicación de este mismo estudio con una actualización de los años del panel, lo cual es considerado de cara a una investigación futura.

Avanzando en la estructura del entorno, el consumo por cuenta activa no influye de forma significativa en el resultado de la gestión del operador, y por eso se rechazó la hipótesis H8. Asimismo, la densidad de la red de abastecimiento de agua tampoco mostró una influencia significativa y aunque la densidad de la red de saneamiento de agua represente una ligera influencia negativa y significativa, la hipótesis H9 también fue rechazada. En relación a la región geográfica en que el operador presta los servicios, como característica del entorno que debe ser contemplada, se observa que la región que más contribuye al rendimiento es la Sudeste, seguida de la Sur, Nordeste, Centro-oeste y por último la Norte, aceptando la



hipótesis H10 en la que se esperaba una superioridad de los operadores ubicados en la región Sudeste en relación a los demás.

Finalmente se puede decir que a pesar de existir una superioridad en la gestión privada para la gestión económico-financiera intertemporal de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño en un proceso de universalización del acceso, los resultados apuntan problemas más importantes como los altos costes de transacciones relacionados al capital que demanda en un operador de alcance geográfico regional y el endeudamiento del sector, que indica la debilidad de la estructura heredada del modelo *PLANASA* que creó una cultura de dependencia financiera de capital ajeno y una política débil de subsidios.

## CONCLUSIONES

La importancia de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua para el bienestar y la salud convierten a éstos en servicios básicos y estratégicos. A nivel mundial, existe una preocupación inminente por el proceso de universalización del acceso de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua y también por la sostenibilidad financiera de los operadores para hacer frente a las inversiones necesarias para los avances en dicho proceso. Esto ha sido más evidente para la realidad brasileña con la aprobación de la Ley 11.445/2007 y posteriormente el Decreto 7.217/2010, con los cuales se ha proporcionado un nuevo marco jurídico para el sector en el país. Esto pone a su vez de manifiesto la importancia de llevar a cabo estudios que presten especial atención a estos aspectos y que permitan avanzar un poco en la realidad comúnmente constatada por la comunidad científica para evaluar la gestión del sector a partir de factores como capital, trabajo o tecnología y el conjunto de elementos productivos que estos recursos pueden propiciar.

En este sentido, los investigadores han recurrido a métodos de evaluación comparativa de la gestión del sector, y posteriormente esos resultados de la gestión se relacionan con factores como la propiedad, regulación, escala de producción o alcance de la producción conjunta, que en la mayoría de los casos también tratan de obtener una mayor homogeneidad a efectos comparativos o explicaciones adicionales sobre las diferencias de los resultados de la gestión a través de la incorporación de los factores de entorno.

Asimismo, a nivel teórico se han desarrollado un conjunto de teorías explicativas para comparar la propiedad pública frente a la propiedad privada y también sectores regulados y no regulados, como la teoría de los derechos de propiedad, teoría de la agencia y teoría de la elección pública, las cuales pueden aplicarse conjuntamente para explicar las diferencias en los resultados de la gestión entre operadores de propiedad pública y privada y las diferencias de resultados entre los operadores regulados y autorregulados, y también la teoría de la regulación económica, exclusivamente para la explicaciones de la influencia del entorno regulado en que se someten los operadores. Tangencialmente a este conjunto de teorías se encuentran las aportaciones de Liebenstein (1966) que sostiene la premisa de que los monopolios son “*X-ineficientes*”, independientemente de su propiedad, mientras que tradicionalmente este conjunto de teorías indican una superioridad de la gestión privada.

Con la intención de comprobar la validez de estas teorías para la realidad del sector de abastecimiento y saneamiento de agua, los investigadores han tratado de construir indicadores y valoraciones de la gestión a partir de métodos de análisis cuantitativos como Mínimos Cuadrados Ordinarios – *OLS* (y sus variantes), Análisis de Frontera Estocástica – *SFA*; Análisis Envolvente de Datos – *DEA*, Indicadores de Gestión – *PI* y Productividad Total de los Factores – *TPF*.

Sin embargo, este análisis empírico de las teorías no muestra resultados convergentes y concluyentes en relación a la influencia de la propiedad en el sector de abastecimiento y saneamiento de agua ni tampoco en relación a la influencia positiva de la regulación para la mayoría de los países, a excepción de los estudios aplicados a la realidad de Inglaterra y Gales, en los que por lo general se concluye con una ausencia de influencia significativa de la propiedad en los resultados de la gestión del sector, apareciendo el rigor de la regulación de la *Ofwat* como responsable de las mejoras en la gestión del sector.

Aunque vital para las necesidades humanas, todo indica que el sector de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil presenta dificultades financieras y bajos niveles de cobertura de los servicios con la calidad mínima necesaria.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo determinar, medir y explicar la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil, orientados hacia un proceso de universalización del acceso, en función de sus estructuras de gobierno, mercado, comercial, dependencia financiera y entorno operativo.

La principal diferencia y aportación de esta investigación está en considerar conjuntamente la universalización y la sostenibilidad financiera de los servicios, estructuradas y explicadas a partir de un conjunto de variables que han sido seleccionadas en base a las aplicaciones empíricas anteriores en el ámbito mundial, con especial referencia a las llevadas a cabo en el contexto brasileño. Estas experiencias anteriores mostraron que las variables que representan, de forma aislada o conjuntamente, los conceptos de gastos de la explotación, gastos de capital, volumen total de abastecimiento de agua facturado y volumen total de agua residual tratada facturada no pueden ser olvidados en un proceso de evaluación de los resultados de la gestión. Asimismo las variables que contemplan los conceptos de cobertura de los servicios y calidad, captando los resultados de los avances en el proceso de universalización de los servicios con un requisito mínimo de calidad se consideran una referencia básica para estudiar la gestión del sector.

Para captar los efectos de la sostenibilidad económico-financiera de los operadores en los resultados de la gestión del sector se ha utilizado el concepto de situación financiera desarrollado por Beecher et al. (1992) para los operadores estadounidenses y el porcentaje de los gastos básicos de la actividad sobre ingresos de explotación utilizado por Alencar Filho et al. (2004) para la realidad de los operadores brasileños.

Por otro lado, los estudios llevados a cabo previamente también han evidenciado que entre todos los métodos de análisis cuantitativo para analizar los resultados de la gestión económica del sector de abastecimiento y saneamiento de agua en diversos países alrededor del mundo, inclusive Brasil, el *DEA* se presenta como el más utilizado y como una herramienta útil y robusta para tal fin. Por tanto, este será el método de análisis utilizado en esta Tesis Doctoral para el caso de los operadores brasileños.

En concreto, se utiliza una evolución del *DEA* para establecer una puntuación de los resultados de la gestión económico-financiera en un proceso de universalización del acceso con una perspectiva de datos de panel que ejerce un comportamiento dinámico intertemporal con el método *DSBM*, estructurado con las variables que recogen todos los conceptos comentados anteriormente: Gastos de la explotación por m<sup>3</sup> facturado – *OPEXm<sup>3</sup>* (*input 1*); Porcentaje de los gastos básicos de la actividad sobre los ingresos de explotación – *PGBEX* (*input 2*); Gastos de capital por m<sup>3</sup> facturado – *CAPEXm<sup>3</sup>* (*free link*); Situación financiera – *SF* (*output 1*); Cobertura de la prestación de los servicios de abastecimiento de agua ajustado por la calidad - *COBAC* (*output 2*) y Cobertura de la prestación los servicios de saneamiento de agua ajustado por la calidad - *COBSC* (*output 3*). Esta es otra de las novedades de la Tesis, al ser la primera aplicación intertemporal *DSBM* en el sector de abastecimiento y saneamiento de agua.

Los resultados muestran que la gestión económico-financiera intertemporal de los operadores de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil, en un proceso de universalización del acceso, son insatisfactorios, acercándose así a las aportaciones de Liebenstein (1966) que establece que los monopolios son “*X-ineficientes*”, independientemente de su propiedad, y semejantes a los obtenidos para algunas otras realidades, como por ejemplo para los operadores mexicanos (Anwandter, 2000) y portugueses (Marques, 2008a).

En términos medios, la valoración de la gestión muestra un resultado del 38,17% de lo que sería óptimo, lo cual significa que, en media, el sector tiene que avanzar en sus resultados de la gestión económico-financiera en un proceso de universalización por lo menos un 61,83% para que se alcance la excelencia global del sector, siendo los operadores de propiedad pública los principales responsables de la baja frontera de gestión, dado que entre los 10 operadores con peores resultados de la gestión, 9 son de propiedad pública y 1 de propiedad privada, que además alcanzó la frontera de gestión en 2008. Es decir, que de un total de 40 operadores, solamente 9 se ubican en la frontera máxima de la gestión (PER = 1), lo cual indica que solamente un 22,5% de los operadores están obteniendo resultados plenamente satisfactorios en este aspecto.

Así, la zona de excelencia de la gestión económico-financiera intertemporal de los operadores de abastecimiento y saneamiento de agua brasileños, en un proceso de universalización del acceso, está formada por ADI, ADN, CAP, FOZ, CAJ-SC, CODEN, SABESP, SANASA y SANEPAR, mientras que los 10 operadores con puntuaciones más insatisfactorias son: CAERD, CASAL, SANED, CAER, AGESPISA, COSANPA, PROLAGOS, COMUSA, CAESA y SANESUL.

Otra evidencia importante está en las ligeras oscilaciones de los resultados promedios de la gestión a lo largo del panel, pues entre 2005 y 2006 hubo una ligera evolución de 41,59% a 42,52%, pasando a descender ligeramente en 2007 a 40,45% y en 2008 a 40,77%, lo cual indica que hasta el año 2008, en términos medios, el sector no está avanzando ni en la sostenibilidad financiera ni en la universalización del acceso, ubicando a la realidad brasileña en dirección contraria a los principios establecidos por la Ley 11.445/2007 y el Decreto 7.217/2010, e indicando la deficiencia brasileña en este aspecto de las políticas públicas.

Para el conjunto de los operadores brasileños analizados, existe una dificultad de los agentes gestores para optimizar tanto los resultados relativos a los excesos medios de los gastos de la explotación por  $m^3$  facturado  $OPEXm^3$  como de los gastos básicos de la actividad sobre los ingresos de explotación -  $PGBEX$ , lo que indica cierta fragilidad en la asignación de los gastos del sector.

Teniendo en cuenta que en Brasil es un sector en el que predomina la propiedad pública, estos resultados preliminares están en sintonía con las aportaciones de la teoría de los derechos de propiedad establecidas por Alchian (1965 y 1966), que sugiere que la propiedad pública debilita la relación entre la utilidad gerencial y el beneficio de la firma que afecta negativamente a los resultados de la

gestión de la empresa estatal. Asimismo es posible que los agentes gestores del sector no estén involucrados en la minimización de los gastos y transferencia de esta eficiencia a los consumidores finales, a través de la reducción de las tarifas, representando en este caso un problema de agencia, debido quizá a una política débil de incentivos y penalizaciones oriundas de la regulación económica, facilitando así el surgimiento de los problemas de agencia.

Aunque los excesos de  $OPEXm^3$  y  $PGBEX$  sean potenciales problemas para la gestión económico-financiera del sector en un proceso de universalización del acceso, existen otros problemas incluso más relevantes que representan los principales retos a superar por el sector y éstos se refieren a las insuficiencias de los *outputs*, siendo más crítica la cuestión de la sostenibilidad financiera - *SF*, seguida por la falta de cobertura de la prestación los servicios de saneamiento de agua - *COBSC* ajustado por la calidad y por último por la deficiencia en la cobertura de la prestación de los servicios de abastecimiento de agua ajustado por la calidad - *COBAC*.

Este escenario de fragilidad financiera de los operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua que se agrava a lo largo del panel, ya había sido señalado por Alencar Filho et al. (2004) para los operadores brasileños, siendo este resultado también convergente con la realidad constatada para los operadores de oeste Virginia (EE.UU.) en los años de 1988 y 1989 en el estudio de Klase (1995), que muestra que la situación financiera total de los operadores era precaria y potencialmente seguía empeorando.

Posiblemente este aspecto de dificultad financiera del sector está limitando y deteriorando el interés por parte de los agentes gestores en avanzar en los procesos de universalización de los servicios con calidad al objeto de hacer frente a las necesidades básicas de una sociedad en vías de desarrollo, en tanto que se observa una retracción de las holguras presentadas por *COBAC* y *COBSC*. En este sentido, se hace necesario revisar y apoyar las políticas públicas para este tipo de inversión en el sector, de forma urgente. Esta realidad es divergente a la mostrada por Corton (2003), que concluyó que gran parte de los operadores peruanos aumentaron su cobertura en más del 20% durante el período 1996 a 1998.

Los resultados permiten comprobar que los gastos de capital por  $m^3$  facturado -  $CAPEXm^3$  son controlables por los agentes gestores de los operadores, y en media, las desviaciones de los mismos respecto al óptimo para el sector en Brasil, son mayores en 2006, con un exceso medio del 16,32% y menores en 2008, con un exceso de 3,94%, lo cual puede ser explicado por el proceso electoral que tuvo lugar

en el año 2006, de modo que la búsqueda de votos puede haber sido el motivo de los aumentos de estos gastos, como plataformas políticas que desencadenaron en elevadas inversiones en un corto intervalo de tiempo, que retorna a su condición normal con el final de los incentivos políticos, es decir a partir de 2007.

Consolidando el conjunto de experiencias empíricas para la gestión del sector a nivel internacional, especialmente las llevadas a cabo para Brasil, este trabajo trata de evidenciar un conjunto de factores explicativos que reflejen la estructura de gobierno (propiedad del operador; operador estatal de alcance regional en 2007; operador municipal de alcance local en 2007; operador privado en 2007 y experiencia de la regulación económica); la estructura de mercado (cuentas de abastecimiento de agua, cuentas de saneamiento de agua; alcance geográfico de los servicios; participación de las cuentas residenciales de abastecimiento de agua y participación de las cuentas residenciales de saneamiento de agua); la estructura comercial (índice de cuentas medidas; tarifa media aplicada; índice de deterioro de ingresos e índice de pérdidas en la facturación); la estructura de financiación (índice de suficiencia de tesorería y nivel de endeudamiento) y la estructura del entorno operativo (consumo medio por cuenta; densidad de la red de abastecimiento de agua; densidad de la red de saneamiento de agua; región sudeste; región centro-oeste; región sur y región nordeste).

Las valoraciones ajustadas, calculadas a través del método *DSBM* para los resultados de la gestión económico-financiera intertemporal de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en un proceso de universalización del acceso, representan una respuesta válida para el primer problema planteado, mientras que en una segunda etapa se pretende llevar a cabo la explicación de dichas valoraciones o puntuaciones respecto a cada variable que compone cada una de las estructuras relacionadas, permitiendo contrastar las hipótesis planteadas y consecuentemente alcanzar a los objetivos delimitados. Con este fin, se utiliza un modelo econométrico *GEE*, cuyos resultados son confirmados por el test no paramétrico de rangos de Mann-Whitney, representando la consistencia de los principales hallazgos.

Los resultados evidencian que la hipótesis H1 de que la estructura de gobierno establecida en función del tipo de propiedad no ejerce influencia significativa en los resultados de la gestión económico-financiera de los operadores servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileño, en un proceso de universalización del acceso, no puede ser aceptada, teniendo en cuenta que los resultados de la

gestión obtenidos por la propiedad privada, son en términos medios un 28% superiores a los de la gestión pública, consolidando así los resultados preliminares apuntados en el análisis de las valoraciones generadas por el *DSBM*, que también se consolidan en las mismas líneas de los planteamientos tradicionales de las teorías clásicas de los derechos de propiedad, de la agencia y de la elección pública, de que la gestión inherente a la propiedad pública obtiene mayores costes de transacciones totales que la gestión de la propiedad privada.

Lógicamente los operadores de propiedad pública son más vulnerables a los procesos políticos que los de propiedad privada, hasta el punto de que en el modelo no se puede rechazar la hipótesis H2 de que el proceso electoral brasileño del año 2006 incidió de forma negativa y significativa en los resultados económico-financieros de la gestión de los operadores de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua, en un proceso de universalización del acceso, en tanto que en el año inmediatamente posterior al proceso hubo un descenso medio de un 10% en los resultados de la gestión de los operadores públicos.

De forma conjunta, las respuestas para ambas hipótesis demuestran que los derechos de propiedad del Estado se están debilitando a través de la gestión pública y que se agrava con los procesos políticos incentivados por los votos. Sin embargo, existe una cautela en relación e estos hallazgos, pues los operadores de propiedad privada están cobrando en media un 25% más por los servicios, que puede estar ayudando a los inversores privados a avanzar en estos aspectos.

La hipótesis H3 de que la experiencia de la agencia de regulación económica de los servicios de abastecimiento y saneamiento, no ejerce influencia significativa en la gestión económico-financiera de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso fue aceptada por el modelo, indicando la actuación laxa de las agencias reguladores del sector en el establecimiento de los incentivos y penalizaciones, poniendo en riesgo el cumplimiento de la ley 11.445/2007 reglamentada por el Decreto 7.217/2010.

Específicamente para este tipo de evaluación de la gestión, los resultados presentados no conducen a la aceptación de la hipótesis H4 de que los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua se benefician de economías de escala de producción general de los servicios, que ejercen una influencia significativa y positiva en la gestión económico-financiera de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso, en tanto que existe una ligera deseconomía de escala para las cuentas activas de abastecimiento de agua y



una ligera economía de escala relativa a las cuentas activas de saneamiento de agua. Además, los resultados de la gestión de los operadores de alcance geográfico local son un 47% superiores a los presentados por los operadores de alcance geográfico regional, indicando la existencia de deseconomía de escala en la prestación conjunta de los servicios.

Este resultado puede ser explicado por el esfuerzo adicional demandado por los operadores de alcance geográfico regional para hacer las inversiones de capital necesarias para conectar cada una de las localidades a que se prestan los servicios en un gran sistema productivo.

En otro aspecto de la estructura de mercado, el alcance de la producción conjunta, la hipótesis estructurada para este fin (H5), en la que se plantea que la participación de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua de tipo residencial, en relación al total, no ejerce influencia significativa en los resultados de la gestión económico-financiera de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso, es plenamente aceptada.

En relación a la estructura comercial llevada a cabo por cada operador, los resultados evidenciaron que la hipótesis H6 de que la tarifa media aplicada ejerce una influencia positiva y significativa en los resultados de la gestión económico-financiera de los operadores brasileños, en un proceso de universalización del acceso, mientras que la medición del consumo, el deterioro de ingresos y las pérdidas en la facturación ejercen una influencia negativa y significativa en dicha gestión, no puede ser completamente aceptada, pues entre todas las variables de este factor, sólo se observa una influencia significativa y negativa de la medición del consumo, con una reducción media del 1,5% en el resultado de la gestión para cada 1% de aumento en la medición, y de las pérdidas en la facturación, que también influyen significativamente en el sector con una disminución media del 1,9% en los resultados de la gestión para cada 1% de aumento en las pérdidas en la facturación, indicando que para dicha estructura se requiere una mejora en la gestión de las pérdidas en la facturación, ya que parece ser uno de los problemas a ser resueltos por los agentes gestores del sector.

También se observa que la independencia financiera es una característica fundamental para los resultados de la gestión, pues no se puede rechazar la hipótesis H7, que indica que a medida que la suficiencia de tesorería ejerce una influencia positiva y significativa en los resultados de la gestión económico-financiera de los operadores brasileños en un proceso de universalización del acceso, el

endeudamiento ejerce una influencia negativa y significativa, principalmente por el peligro identificado para los altos endeudamientos del sector, pues cada incremento del endeudamiento en una unidad porcentual representa una disminución media del 32,6% en los resultados de la gestión.

Con relación a la estructura del entorno, se rechaza completamente la hipótesis H8 de que el consumo medio de agua por cuenta ejerce una influencia negativa y significativa en los resultados de la gestión económico-financiera de los operadores brasileños, en un proceso de universalización del acceso, y la H9 de que la densidad de la red de abastecimiento de agua ejerce influencia significativa y negativa en dicha gestión, mientras que la densidad de la red de saneamiento de agua ejerce una influencia positiva y significativa. Sin embargo, queda comprobado que los resultados de los operadores ubicados en la región sudeste son superiores a los ubicados en todas las demás regiones, seguidos de los operados ubicados en la región Sur, Nordeste, Centro-oeste y por último la Norte, aceptándose así la hipótesis H10 en la que planteamos que los resultados de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua ubicados en la región sudeste del Brasil son significativamente superiores, en términos económico-financieros en un proceso de universalización del acceso, que los de los ubicados en las otras regiones del país.

Aunque los resultados muestran que existe una superioridad de los operadores de propiedad privada respecto a los resultados estudiados, problemas como los altos costes de transacciones relacionados al capital que demanda un operador de alcance geográfico regional y el endeudamiento del sector, que indica la debilidad de la estructura heredada del modelo *PLANASA*, que creó una cultura de dependencia financiera de capital ajeno y una política débil de subsidios, parecen los retos más importantes a superar para una mejora general del sector.

Como es inherente a cualquier estudio empírico, todos los resultados presentados están fundamentados en algunas limitaciones metodológicas, el valor explicativo específico para los operadores de la muestra e intervalo de tiempo estudiado, las variables elegidas para el modelo de valoración de los resultados de la gestión económico-financiera intertemporal de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua, en este caso el *DSBM*, las variables explicativas elegidas para captar adecuadamente los efectos de las heterogeneidades del sector, el modelo econométrico *GEE* utilizado y el criterio de análisis estadístico establecido para un intervalo de confianza mínimo del 95%.

Lejos de cualquier aspiración de cerrar cualquier tipo de discusión mediante este estudio, pues ningún estudio se agota en sí mismo, los resultados aquí presentados contribuyen a mostrar la situación del sector, pero no son respuestas definitivas para la evaluación de los resultados de la gestión económico-financiera de los operadores de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua brasileños en un proceso de universalización del acceso, en tanto que se presentan algunos interrogantes a responder a partir de investigaciones futuras, tal como:

- Replicar este estudio con la utilización del Análisis de Frontera Estocástica – SFA y observar si los resultados son similares.
- Profundizar los análisis respecto a la regulación del sector, ampliando el panel y muestra estudiada para una realidad más actual y contemplando todos los operadores en régimen jurídico de derecho privado, investigando aspectos adicionales como régimen de regulación económica y antes y después de la plena aplicación de la ley 11.445/2007 reglamentada por el Decreto 7.217/2010.
- Separar la información sobre los subsidios cruzados y las subvenciones gubernamentales, al objeto de investigar sus efectos en los resultados de la gestión del sector.

Para finalizar, queremos mostrar que esperamos haber contribuido con este trabajo a una reflexión a cerca de la gestión de los servicios de utilidad pública, y en concreto de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua, presentando una metodología alternativa que ayude a obtener avances en los estudios llevados en esta área, y de forma especial esperamos que sirva para concienciar a los gestores de la importancia de cuidar determinados aspectos para avanzar en los resultados de la gestión económico-financiera de los servicios públicos de abastecimiento y saneamiento de agua en Brasil y con ello en la cobertura de los servicios, lejos todavía de lo que podría considerarse una situación ideal.

## BIBLIOGRAFÍA

- ABBOTT, Malcolm y COHEN, Bruce. (2009). «Productivity and efficiency in the water industry». *Utilities Policy*. Vol. 17. núm. 3-4, pp. 233-244.
- ABCD MAIOR, [En línea] (2011a). *Fusão da Saned com a Sabesp chega à Câmara*. Jornal ABCD Maior. [http://www.abcdmaior.com.br/noticia\\_exibir.php?noticia=29521](http://www.abcdmaior.com.br/noticia_exibir.php?noticia=29521). [Consultado:26/07/2011]
- ABCD MAIOR, [En línea] (2011b). *Nova empresa de saneamento de Diadema não será enxugada*. Jornal ABCD Maior. . [Consultado:26/07/2011]
- AGÊNCIA REGULADORA DE SANEAMENTO E ENERGIA DO ESTADO DE SÃO PAULO (2009). *Minuta de nota técnica para consulta pública: Metodologia para o processo de reajuste tarifário da SABESP - 2009*. São Paulo, BR: ARSESP. 33p.
- AGRANONIK, Marilyn (2009). *Equações de Estimção Generalizadas (GEE): Aplicação em estudo sobre mortalidade neonatal em gemelares de Porto Alegre, RS (1995-2007)*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- AGUILAR-BENITEZ, Ismael y SAPHORES, Jean-Daniel. (2009). «Public accountability and performance of two border water utilities». *Water Policy Uncorrected Proof*. Vol. 12. núm. 2, pp. 1-17.
- AIDA, Kazuo; COOPER, William W.; PASTOR, Jésus T. y SUEYOSHI, Toshiyuki. (1997). «Evaluating water supply services in Japan with RAM: A range-adjusted measure of inefficiency». *Omega*. Vol. 26. núm. 2, pp. 207-232.
- ALCHIAN, Armen A. (1965). «The Basis of Some Recent Advances in the Theory of Management of the Firm.». *Journal of Industrial Economics*. Vol. 14, pp. 30-41.
- ALCHIAN, Armen A. (1969). «Unemployment and the Cost of Information». *Western Economic Journal*. Vol. 7, pp. 109-128.
- ALCHIAN, Armen A. y DEMSETZ, Harold. (1972). «Production, Information Costs, and Economic Organization». *The American Economic Review*. Vol. 62. núm. 5, pp. 777-795.
- ALCHIAN, Armen A. y DEMSETZ, Harold. (1973). «The Property Right Paradigm». *The Journal of Economic History*. Vol. 33. núm. 1, pp. 16-27.
- ALEGRE, Helena (1998). «Indicadores de Desempenho de Sistemas de Abastecimento de Água: trabalho em curso no âmbito da IWSA». 4º Congresso da água. Lisboa, PT:Associação portuguesa de recursos hídricos,
- ALEGRE, Helena y CABRERA JR, Enrique, [En línea] (2010). *Performance Indicators*. International Water Association. <http://www.iwawaterwiki.org/xwiki/bin/view/Articles/PerformanceIndicators>. [Consultado:21/10/2010]
- ALEGRE, Helena; BAPTISTA, Jaime Melo; CABRERA JR, Enrique; CUBILLO, Francisco; DUARTE, Patrícia; HIRNER, Wolfram; MERKEL, Wolf y PARENA, Renato (2006). *Performance indicators for water supply services*. 2ª ed. London, UK: IWA Publishing, 2006.

- ALENCAR FILHO, Francisco Mendes de; MOREIRA, Tito Belchior Silva y LOUREIRO, Paulo Roberto Amorim. (2004). «Modelo de avaliação de desempenho de companhias de saneamento básico na concepção da criação de valor». *Revista Econômica do Nordeste*. Vol. 35. núm. 1, pp. 20-38.
- ALENCAR FILHO, Francisco Mendes y ABREU, Lucijane Monteiro de. (2007). «An alternate methodology for the evaluation of performance of basic sanitation: application of the factorial analysis». *Management of Environmental Quality: An International Journal*. Vol. 18. núm. 1, pp. 22-35.
- ALSHARIF, Kamal; FERROZ, Ehsan H.; KLEMER, Andrew y RAAB, Raymond. (2008). «Governance of water supply systems in the Palestinian Territories: A data envelopment analysis approach to the management of water resources». *Journal of Environmental Management*. Vol. 87. núm. 1, pp. 80-94.
- ALTMAN, Edward L.. (1968). «Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy». *The Journal of Finance*. Vol. 23. núm. 4, pp. 589-609.
- ALTMAN, Edward L.; BAIDYA, Tara K. N. y DIAS, Luiz Manoel Ribeiro. (1979). «Previsão de problemas financeiros em empresas». *Revista de Administração de Empresas*. Vol. 19. núm. 1, pp. 17-28.
- ALTMAN, Edward L.; HALDEMAN, Robert G. y NARAYANAN, P.. (1977). «Zeta Analysis: A New Model to Identify Bankruptcy Risk of Corporations». *Journal of Banking & Finance*. Vol. 1. núm. 1, pp. 29-54.
- AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (1995). *Water utility accounting*. 3ª ed. Denver, US: American Water Works Association, 1995.
- AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, [En línea] (2010). *Benchmarking Performance Indicators*. American Water Works Association. <http://www.awwa.org/Resources/utilitymanage.cfm?ItemNumber=630&navItemNumber=1595>. [Consultado:18/10/2010]
- ANCARANI, Alessandro (2000). «Evolution of water firms performance in providing water services in Sicily». *EIASM International Conference on Accounting, Auditing & Management in Public Sector Reforms*. Zaragoza, ES:Universidad de Zaragoza,pp. 1-14.
- ANCARANI, Alessandro; CAPALDO, G. y RAFFA, M. (2000). «A framework for evaluating quality level of standardised public services: an application to Italian water supply service». *EIASM 10th Workshop on Quality Management in Services*. Birmingham, UK:European Institute for Advanced Studies in Management,
- ANDERSEN, Per y PETERSEN, Niels Christian. (1993). «A procedure for ranking efficient units in DEA». *Management Science*. Vol. 39. núm. 10, pp. 1261-1264.
- ANTONIOLI, B. y FILIPPINI, M.. (2001). «The Use of Variable Cost Function in the Regulation of the Italian Water Industry». *Utilities Policy*. Vol. 10. núm. 4, pp. 181-187.
- ANWANDTER, Lars (2000). *Can public sector reforms improve the efficiency of public water utilities? An empirical analysis of the water sector in Mexico using Data Envelopment Analysis*. Doctor of Philosophy Thesis. University of Maryland.
- ANWANDTER, Lars y OZUNA, Teofilo Jr.. (2002). «Can Public Sector Reforms Improve the Efficiency of Public Water Utilities?». *Environment and Development Economics*. Vol. 7. núm. 4, pp. 687-700.

- ARMENI, Chiara, [En línea] (2008). «The right to water in Italy». *IELRC Briefing Paper*. núm. 2008-1. pp. 1-11; <http://www.ielrc.org/content/f0801.pdf>. [Consultado:13/09/2010]
- ARMENTINA, María Luisa Torregrosa y CISNEROS, Blanca Jiménez (2009). «Challenges Facing the Universal Access of Water and Sanitation in Mexico». En: José Esteban Castro y Léo Heller (coord.). *Water and Sanitation Services: Public Policy and Management*. London, UK:Earthscan publishes,pp. 338-352.
- ASHTON, John K.. (2000a). «Total Factor Productivity Growth and Technical Change in the Water and Sewerage Industry». *The Service Industries Journal*. Vol. 20. núm. 4, pp. 121-130.
- ASHTON, John K.. (2000b). «Cost efficiency in the UK water and sewerage industry». *Applied Economics Letters*. Vol. 7. núm. 7, pp. 455-458.
- ASHTON, John K.. (2003). «Capital Utilization and Scale in the English and Welsh Water Industry». *The Service Industries Journal*. Vol. 23. núm. 5, pp. 137-149.
- ASOCIACIÓN DE ENTES REGULADORES DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE LAS AMÉRICAS, [En línea] (2010). «Iniciativa Regional de ADERASA para Apoyar el Desarrollo de los Organismos Reguladores de Agua Potable y Saneamiento en las Américas». *Documentos institucionales*, 1-5; [http://www.aderasa.org/docs/Iniciativa\\_Regional\\_%20ADERASA.pdf](http://www.aderasa.org/docs/Iniciativa_Regional_%20ADERASA.pdf). [Consultado:22/11/2010]
- ASOCIACIÓN DE ENTES REGULADORES DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE LAS AMÉRICAS (2004). *1º Ejercicio Anual de Benchmarking: indicadores de gestión para agua potable y alcantarillado en las americas*. Buenos Aires, AR: ADERASA. 40p.
- ASOCIACIÓN DE ENTES REGULADORES DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE LAS AMÉRICAS (2007). *Manual de indicadores de gestión para agua potable y alcantarillado sanitario*. Buenos Aires, AR: ADERASA. 34p.
- ASOCIACIÓN FEDERAL DE ENTES REGULADORES DE AGUA Y SANEAMIENTO, [En línea] (2011). *AFERAS en numeros*. Asociación Federal de Entes Reguladores de Agua y Saneamiento. <http://www.aferas.org.ar/sitio/numeros.php>. [Consultado:26/01/2011]
- ASSOCIATION OF DUTCH WATER COMPANIES, [En línea] (2010). «Water in Zicht 2009». *Bedrijfsvergelijking in de drinkwatersector*, 1-79; <http://www.vewin.nl/SiteCollectionDocuments/Publicaties/Overige%20Vewin-uitgaven/2010/Water%20in%20Zicht%202009%20def.pdf>. [Consultado:20/10/2010]
- ASSOCIAZIONE NAZIONALE AUTORITÀ E ENTI DI AMBITO, [En línea] (2010). «Il governo pubblico del servizio idrico integrato:Le proposte delle Autorità di Ambito in tema di regolazione e controllo». *Documenti politici e programmatici dell'Associazione*, 1-4; <http://www.associazioneanea.it/documenti/documenti-ufficiali/documenti-politici/Documento%20ANEA%20assetto%20regolazione%202010.pdf>. [Consultado:14/07/2010]
- AUBERT, Cécile y REYNAUD, Arnaud. (2005). «The Impact of Regulation on Cost Efficiency: An Empirical Analysis of Wisconsin Water Utilities». *Journal of Productivity Analysis*. Vol. 23. núm. 3, pp. 383-409.

- AZPIAZU, Daniel; SCHORR, Martin; CRENZEL, Emilio; FORTE, Gustavo y MARÍN, Juan Carlos, [En línea] (2005). «Agua potable y saneamiento en Argentina. Privatizaciones, crisis, inequidades e incertidumbre futura». *Cuadernos del Cendes*, Vol. 22. núm. 59, 1-17; [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1012-25082005000200004&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-25082005000200004&lng=es&nrm=iso&tlng=es). [Consultado:23/11/2010]
- BAKKER, Karen (2003). *Uncooperative Commodity: Privatizing Water in England and Wales*. 1ª ed. Oxford, UK: Oxford University Press, 2003.
- BALLANCE, Tony y TAYLOR, Andrew (2005). *Competition and economic regulation in water: The future of the European water industry*. 1ª ed. London, UK: IWA Publishing, 2005.
- BANCO NACIONAL DE HABITAÇÃO (1985). *Manual de sistemática contábil*. Brasília, BR: BNH. 264p.
- BANKER, Rajiv D.; CHARNES, A. y COOPER, W.W.. (1984). «Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis». *Management Science*. Vol. 30, pp. 1078-1092.
- BANKER, Rajiv D. y CHANG, Hsihui. (2006). «The super-efficiency procedure for outlier identification, not for ranking efficient units». *European Journal of Operational Research*. Vol. 175, pp. 1311-1320.
- BARLOW, Maude y CLARKE, Tony, [En línea] (2004). «Water privatization provokes a political backlash as Latin Americans take the global lead in demanding water democracy.». *The Struggle for Latin America's Water*, 1-6; <http://www.cadtm.org/The-Struggle-for-Latin-America-s>. [Consultado:05/09/2010]
- BARR, Richard S. y SIEMS, Thomas F. (1996). «Bank Failure Prediction Using DEA to Measure Management Quality». En: Richard S. Barr, Richard V. Helgason y Jeffery L. Kennington (coord.). *Interfaces in Computer Science and Operations Research*. Massachusetts, US:Kluwer Academic Publishers,pp. 341-363.
- BEAVER, William H.. (1966). «Financial Ratios as Predictors of Failure». *Journal of Accounting Research*. Vol. 4, pp. 71-111.
- BEECHER, Janice A.; DREESE, Richard G. y LANDERS, James R. (1992). *Viability policies and assessment methods for small water utilities*. Columbus, US: The National Regulatory Research Institute. 147p.
- BEL, Germà y WARNER, Mildred. (2008). «Does privatization of solid waste and water services reduce costs? A review of empirical studies». *Resources, Conservation and Recycling*. Vol. 52, pp. 1337-1348.
- BERG, Sanford V. (2010). *Water utility benchmarking: measurement, methodologies and performance incentives*. 1ª ed. London, UK: IWA Publishing, 2010.
- BERG, Sanford V. y LIN, Chen. (2007). «Consistency in Performance Rankings: The Peru Water Sector». *Applied Economics*. Vol. 40. núm. 6, pp. 793-805.
- BERG, Sanford V. y MARQUES, Rui Cunha, [En línea] (2010). «Quantitative studies of water and sanitation utilities: a literature survey». *MPRA Paper*. núm. 32891. pp. 1-32; [http://mpa.ub.uni-muenchen.de/32891/1/MPRA\\_paper\\_32891.pdf](http://mpa.ub.uni-muenchen.de/32891/1/MPRA_paper_32891.pdf). [Consultado:04/10/2011]

- BHATTACHARYYA, Arunava; HARRIS, Thomas R.; NARAYANAN, Rangesan y RAFFIEE, Kambiz. (1995a). «Specification and estimation of the Effect of Ownership on the Economic Efficiency of the Water Utilities». *Regional Science and Urban Economics*. Vol. 25. núm. 6, pp. 759-784.
- BHATTACHARYYA, Arunava; HARRIS, Thomas R.; NARAYANAN, Rangesan y RAFFIEE, Kambiz. (1995b). «Technical Efficiency of Rural Water Utilities». *Journal of Agricultural and Resource Economics*. Vol. 20. núm. 2, pp. 373-391.
- BHATTACHARYYA, Arunava; HARRIS, Thomas R.; NARAYANAN, Rangesan y RAFFIEE, Kambiz. (1995c). «Allocative Efficiency of Rural Nevada Water Systems: A Hedonic Shadow Cost Function Approach». *Journal of Regional Science*. Vol. 35. núm. 3, pp. 485-501.
- BHATTACHARYYA, Arunava; PARKER, Elliott y RAFFIEE, Kambiz. (1994). «An Examination of the Effect of Ownership on the Relative Efficiency of Public and Private Water Utilities». *Land Economics*. Vol. 70. núm. 2, pp. 197-209.
- BLUM, Marc. (1974). «Failing Company Discriminant Analysis». *Journal of Accounting Research*. Vol. 12. núm. 1, pp. 1-25.
- BORSANI, Hugo (2004). «Relações entre política e economia: teoria da escolha pública». En: Biderman y Paulo Arvate (coord.). *Economia do setor público no Brasil*. Rio de Janeiro, BR:Elsevier, pp. 103-125.
- BOSCHECK, Ralf. (2002). «European water infrastructures: Regulatory flux void of reference? The cases...». *Intereconomics*. Vol. 37. núm. 3, pp. 138-149.
- BOTTASSO, Anna y CONTI, Maurizio, [En línea] (2003). «Cost Inefficiency in the English and Welsh Water Industry: An Heteroskedastic Stochastic Cost Frontier Approach». *Economics Discussion Papers*. núm. 573. pp. 1-25; <http://www.essex.ac.uk/economics/discussion-papers/papers-text/dp573.pdf>. [Consultado:01/01/2010]
- BOTTASSO, Anna y CONTI, Maurizio. (2009). «Scale economies, technology and technical change in the water industry: Evidence from the English water only sector». *Regional Science and Urban Economics*. Vol. 39. núm. 2, pp. 138-147.
- BOWLIN, William F.. (1999). «An analysis of the financial performance of defense business segments using data envelopment analysis». *Journal of Accounting and Public Policy*. Vol. 18. núm. 4-5, pp. 287-310.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. *Diário Oficial da União*. 05 de octubre de 1988, núm. , pp. 1 (anexo).
- BRASIL. Decreto 7.217/2010, de 21 de junho. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. 22 de junio de 2010, núm. Seção 1- Edição Extra, pp. 1-7.
- BRASIL. Decreto 79.367/1997, de 9 de março. Dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. 10 de marzo de 1977, núm. Seção 1, pp. 2741.
- BRASIL. Lei 11.445/2007, de 5 de janeiro, Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. 08 de enero de 2007, núm. 5, pp. 3-7.



- BRASIL. Lei 11.638/2007, de 28 de dezembro, Altera e revoga dispositivos da Lei nº 6.404, de 15 de dezembro de 1976, e da Lei nº 6.385, de 7 de dezembro de 1976, e estende às sociedades de grande porte disposições relativas à elaboração e divulgação de demonstrações financeiras. *Diário Oficial da União*. 18 de diciembre de 2007, núm. 249-A, pp. 2-3.
- BRASIL. Lei 11.941/2009, de 27 de maio, Altera a legislação tributária federal relativa ao parcelamento ordinário de débitos tributários; concede remissão nos casos em que especifica; institui regime tributário de transição, alterando o Decreto nº 70.235, de 6 de março de 1972, as Leis nºs 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.213, de 24 de julho de 1991, 8.218, de 29 de agosto de 1991, 9.249, de 26 de dezembro de 1995, 9.430, de 27 de dezembro de 1996, 9.469, de 10 de julho de 1997, 9.532, de 10 de dezembro de 1997, 10.426, de 24 de abril de 2002, 10.480, de 2 de julho de 2002, 10.522, de 19 de julho de 2002, 10.887, de 18 de junho de 2004, e 6.404, de 15 de dezembro de 1976, o Decreto-Lei nº 1.598, de 26 de dezembro de 1977, e as Leis nºs 8.981, de 20 de janeiro de 1995, 10.925, de 23 de julho de 2004, 10.637, de 30 de dezembro de 2002, 10.833, de 29 de dezembro de 2003, 11.116, de 18 de maio de 2005, 11.732, de 30 de junho de 2008, 10.260, de 12 de julho de 2001, 9.873, de 23 de novembro de 1999, 11.171, de 2 de setembro de 2005, 11.345, de 14 de setembro de 2006; prorroga a vigência da Lei nº 8.989, de 24 de fevereiro de 1995; revoga dispositivos das Leis nºs 8.383, de 30 de dezembro de 1991, e 8.620, de 5 de janeiro de 1993, do Decreto-Lei nº 73, de 21 de novembro de 1966, das Leis nºs 10.190, de 14 de fevereiro de 2001, 9.718, de 27 de novembro de 1998, e 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.964, de 10 de abril de 2000, e, a partir da instalação do Conselho Administrativo de Recursos Fiscais, os Decretos nºs 83.304, de 28 de março de 1979, e 89.892, de 2 de julho de 1984, e o art. 112 da Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. 28 de mayo de 2009, núm. 100, pp. 3-12.
- BRASIL. Lei 4.320/1964, de 17 de março, Estatui Normas Gerais de Direito Financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal. *Diário Oficial da União*. 23 de marzo de 1964, núm. Seção 1, pp. 2745.
- BRASIL. Lei 6.404/1976, de 15 de dezembro, Dispõe sobre as sociedades por ações. *Diário Oficial da União*. 17 de diciembre de 1976, núm. Seção 1- Suplemento, pp. 1.
- BRASIL. Lei 8.666/1993, de 21 de junho, Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. 22 de junio de 1993, núm. 116, pp. 8269-8281.
- BRASIL. Lei 8.987/1995, de 13 de fevereiro, Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. 14 de febrero de 1995, núm. 32, pp. 1917-1920.
- BRASIL. Lei 9.074/1995, de 7 de julho, Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. 08 de julio de 1995, núm. 129-A, pp. 1025-1028.
- BRASIL. Lei complementar 101/2000, de 4 de maio. Estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. 05 de mayo de 2000, núm. 86, pp. .

- BROCAS, Isabelle ; CHAN, Kitty y PERRIGNE, Isabelle. (2006). «Regulation under Asymmetric Information in Water Utilities». *The American Economic Review*. Vol. 96. núm. 2, pp. 62-66.
- BRUGGINK, Thomas H.. (1982). «Public Versus Regulated Private Enterprise in the Municipal Water Industry: A Comparison of Operating Costs». *Quarterly Review of Economics and Business*. Vol. 22. núm. 1, pp. 111-125.
- BRUSCA, Maria Isabel (1997). *Un modelo de información contable para el análisis de la viabilidad financiera en la administración local*. 1ª ed. Zaragoza, ES: Ayuntamiento de Zaragoza, 1997.
- BYRNES, Joel; CRASE, Lin; DOLLERY, Brian y VILLANO, Renato. (2010). «The relative economic efficiency of urban water utilities in regional New South Wales and Victoria». *Resource and Energy Economics*. Vol. 32. núm. 3, pp. 439-455.
- BYRNES, Patricia (1991). «Estimation of cost frontiers in the presence of selectivity bias: ownership and efficiency of water utilities». En: George F. Rhodes, Jr. (coord.). *Advances in Econometrics*. London, UK:Jai Press Inc.,pp. 121-137.
- BYRNES, Patricia; GROSSKOPF, Shawna y HAYES, Kathy. (1986). «Efficiency and Ownership: Further Evidence». *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 68. núm. 2, pp. 337-341.
- CALCAGNO, Alberto; MENDIBURO, Nora y NOVILLO, Marcelo Gaviño (2000). *Informe sobre la gestión del agua en la Republica Argentina*. Santiago de Chile, CL: Naciones Unidas. 151p.
- CAPON, Noel ; FARLEY, John U. y HOENIG, Scott. (1990). «Determinants of Financial Performance: A Meta-Analysis». *Management Science*. Vol. 36. núm. 10, pp. 1143-1159.
- CARMO, Cinthya Melo do y TÁVORA JUNIOR, José Lamartine (2003). «Avaliação da eficiencia técnica das empresas de saneamento brasileiras utilizando metodologia DEA.». *Anais do XXXI Encontro Nacional de Economia*. Niterói, BR:Associação Nacional dos Centros de Pósgraduação em Economia,pp. 1-19.
- CASTRO, Carlos Eduardo Tavares de (2003). *Avaliação da Eficiência Gerencial de Empresas de Água e Esgotos Brasileiras por Meio da Envoltória de Dados (DEA)*. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W. y RHODES, E. (1978). «Measuring the efficiency of decision making units». *European Journal of Operational Research*. Vol. 2. núm. 6, pp. 429-444.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W.; LEWIN, A.Y. y SEIFORD, L.M. (1994). *Data envelopment analysis: Theory, methodology and applications*. 1ª ed. Boston, US: Kluwer Academic Publishers, 1994.
- CHEN, Chien-Ming y DALEN, Jan van. (2010). «Measuring dynamic efficiency: Theories and an integrated methodology». *European Journal of Operational Research*. Vol. 203, pp. 749-760.
- CHEN, Kung H. y SHIMERDA, Thomas A.. (1981). «An Empirical Analysis of Useful Financial Ratios». *Financial Management*. Vol. 10. núm. 1, pp. 51-60.
- CHEN, Wen-Chih y JOHNSON, Andrew L, [En línea] (2006). «Detecting efficient and inefficient outliers in data envelopment analysis». *Working Paper Series*. núm. 929971. pp. 1-22; <http://ssrn.com/abstract=929971>. [Consultado:30/07/2011]

- CHONG, Eshien; HUET, Freddy; SAUSSIÉ, Stéphane y STEINER, Faye. (2006). «Public-Private Partnerships and Prices: Evidence from Water Distribution in France». *Review of Industrial Organization*. Vol. 29. núm. 1, pp. 149-169.
- CLARK, Robert M. y STEVIE, Richard G.. (1981). «A Water Supply Cost Model Incorporating Spatial Variables». *Land Economics*. Vol. 57. núm. 1, pp. 18-32.
- COASE, Ronald Harry. (1937). «The nature of the firm». *Economica*. Vol. 4. núm. 16, pp. 386-405.
- COASE, Ronald Harry. (1959). «The Federal Communications Commission». *Journal of Law and Economics*. Vol. 2, pp. 1-40.
- COASE, Ronald Harry. (1960). «The Problem of Social Cost». *Journal of Law and Economics*. Vol. 3, pp. 1-44.
- COELLI, Tim y WALDING, Shannon (2006). «Performance Measurement in the Australian Water Supply Industry: A Preliminary Analysis». En: Tim Coeli y Denis Lawrence (coord.). *Performance Measurement and Regulation of Network Utilities*. Massachusetts, US:Edward Elgar Publishing, pp. 29-61.
- COELLI, Timothy J.; RAO, D.S.Prasada; BATTESE, George E. y O'DONNELL, Christopher J. (1998). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. 2ª ed. Boston, US: Kluwer Academic Publishers, 1998.
- COMMITTEE ON PRIVATIZATION OF WATER SERVICES IN THE UNITED STATES (2002). *Privatization of water services in the United States: An assessment of issues and experience*. 1ª ed. Washington, DC: National Academy Press, 2002.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO DA CAPITAL, [En línea] (2011). *Relatório de gestão – 2009*. Companhia de Saneamento da Capital. <http://www.sanecap.com.br/TNX/storage/webdisco/2010/03/24/outros/aae20dfc fb0ad35ce9e80edba5786b71.ppt#282,1,Slide 1>. [Consultado:01/02/2011]
- COOK, Wade D. y SEIFORD, Lawrence M.. (2009). «Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years on». *European Journal of Operational Research*. Vol. 192. núm. 1, pp. 1-17.
- COOPER, William W.; SEIFORD, Lawrence M. y TONE, Kaoru (2007). *Data envelopment analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. 2ª ed. New York, US: Springer, 2007.
- CORRAR, Luiz João (1981). *Indicadores de desempenho de empresas de saneamento básico*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.
- CORTON, Maria Luísa y BERG, Sanford V.. (2009). «Benchmarking Central American water utilities». *Utilities Policy*. Vol. 17. núm. 3-4, pp. 267-275.
- CORTON, Maria Luísa. (2003). «Benchmarking in the Latin American Water Sector: The Case of Peru». *Utilities Policy*. Vol. 11. núm. 3, pp. 133-142.
- COSTA, Edward Martins (2010). *Financiamento, Alocação de Recursos e Eficiência das Instituições Federais de Ensino Superior - IFES*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco.

- COVELLI, María Paula; FERRO, Gustavo y ROMERO, Carlos Adrián, [En línea] (2010). «Estimación de frontera de producción para el sector de agua y saneamiento en América Latina». *Hyper Articles Len Ligne*, 1-23; [http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/46/80/68/PDF/Covelli\\_Ferro\\_Romero\\_paper\\_22\\_03\\_10.pdf](http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/46/80/68/PDF/Covelli_Ferro_Romero_paper_22_03_10.pdf). [Consultado:28/03/2010]
- CRAIN, W. Mark y McCORMICK, Robert E. (1984). «Regulators as an interest group». En: James M. Buchanan y Robert D. Tollison (coord.). *The Theory of Public Choice - II*. Ann Arbor, US:University of Michigan Press,pp.287-304.
- CRAIN, W. Mark y ZARDKOOHI, Asghar. (1978). «A test of the property rights theory of the firm: water utilities in the United States». *The Journal of Law and Economics*. Vol. 21. núm. 2, pp. 395-408.
- CRAIN, W. Mark y ZARDKOOHI, Asghar. (1980). «Public Sector Expansion: Stagnant Technology or Attenuated Property Rights?». *Southern Economic Journal*. Vol. 46. núm. 4, pp. 1069-1082.
- CUBBIN, John y TZANIDAKIS, George. (1998). «Regression versus Data Envelopment Analysis for Efficiency Measurement: an Application to the England and Wales Regulated Water Industry». *Utilities Policy*. Vol. 7. núm. 2, pp. 75-85.
- DA SILVA E SOUZA, Geraldo; FARIA, Ricardo Coelho de y MOREIRA, Tito Belchior S.. (2007). «Estimating the relative efficiency of Brazilian publicly and privately owned water utilities: a stochastic cost frontier approach». *Journal of the American Water Resources Association*. Vol. 43. núm. 5, pp. 1237-1244.
- DA SILVA E SOUZA, Geraldo; FARIA, Ricardo Coelho de y MOREIRA, Tito Belchior S.. (2008). «Efficiency of Brazilian Public and Private Water Utilities». *Estudos Econômicos*. Vol. 38. núm. 4, pp. 905-917.
- DACHRAOUI, Kaïs y HARCHAOUI, Tarek M, [En línea] (2004). «Water Use, Shadow Prices and the Canadian Business Sector Productivity Performance». *Economic Analysis (EA) Research Paper Series*. . pp. 1-28; <http://www.statcan.gc.ca/pub/11f0027m/11f0027m2004026-eng.pdf>. [Consultado:25/06/2010]
- DAMBOLENA, Ismael G. y KHOURY, Sarkis J.. (1980). «Ratio Stability and Corporate Failure». *The Journal of Finance*. Vol. 35. núm. 4, pp. 1017-1026.
- DAMODARAN, Aswath (1997). *Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo*. Traducción de Carlos Henrique Trieschmann y Ronaldo de Almeida Rego. 1ª ed. Rio de Janeiro, BR: Qualitymark, 1997.
- DE ALESSI, Louis. (1974). «An economic analysis of government ownership and regulation: Theory and the evidence from the electric power industry». *Public Choice*. Vol. 19, pp. 1-42.
- DE WITTE, Kristof y DIJKGRAAF, Ebert. (2010). «Mean and bold? On separating merger economies from structural efficiency gains in the drinking water sector.». *Journal of the Operational Research Society*. Vol. 61. núm. 2, pp. 222-234.
- DE WITTE, Kristof y MARQUES, Rui Cunha. (2010). «Designing performance incentives, an international benchmark study in the water sector». *Central European Journal of Operations Research*. Vol. 18. núm. 2, pp. 189-220.

- DE WITTE, Kristof y MARQUES, Rui, [En línea] (2009). «Gaming in a benchmarking environment. A non-parametric analysis of benchmarking in the water sector». *MPRA Paper*. núm. 14679. pp. 1-22; [http://mpra.ub.uni-muenchen.de/14679/1/MPRA\\_paper\\_14679.pdf](http://mpra.ub.uni-muenchen.de/14679/1/MPRA_paper_14679.pdf). [Consultado:28/12/2009]
- DE WITTE, Kristof y SAAL, David S., [En línea] (2009). «Is a Little Sunshine All We Need? On the Impact of Sunshine Regulation on profits, productivity and prices in the Dutch drinking water sector». *Center for Economic Studies - Discussion papers*. núm. 0828. pp. 1-34; <http://www.econ.kuleuven.be/eng/ew/discussionpapers/Dps08/Dps0828.pdf>. [Consultado:10/04/2010]
- DEBREU, G. (1951). «The coefficient of resource utilization». *Econometrica*. Vol. 19. núm. 3, pp. 273-292.
- DEMSETZ, Harold. (1964). «The Exchange and Enforcement of Property Rights». *Journal of Law and Economics*. Vol. 7, pp. 11-26.
- DEMSETZ, Harold. (1966). «Some Aspects of Property Rights». *Journal of Law and Economics*. Vol. 9, pp. 61-70.
- DEMSETZ, Harold. (1967). «Toward a Theory of Property Rights». *The American Economic Review*. Vol. 57. núm. 2, pp. 347-359.
- DEPIERI, Edson Luis de Melo, [En línea] (2010). «O Marco Regulatório do Saneamento». *Netsaber Artigos*, 1-1; [http://artigos.netsaber.com.br/resumo\\_artigo\\_7085/artigo\\_sobre\\_o\\_marco\\_regulatorio\\_do\\_saneamento](http://artigos.netsaber.com.br/resumo_artigo_7085/artigo_sobre_o_marco_regulatorio_do_saneamento). [Consultado:09/11/2010]
- DEWIS, Gordon, [En línea] (2009). «Drinking Water Decisions of Canadian Municipal Households». *Environment Accounts and Statistics Analytical and Technical Paper Series*. . pp. 1-18; <http://www.statcan.gc.ca/pub/16-001-m/16-001-m2009010-eng.pdf>. [Consultado:21/08/2010]
- DIJKGRAAF, Elbert; VAN DER GEEST, Stéphanie A. y VARKEVISSER, Marco (2007). «The efficiency gains of benchmarking Dutch water companies». *Tilburg Law and Economics Center Seminars 2006*. Netherlands, NL:Tilburg University,pp. 1-17.
- DOYLE, J. R. y GREEN, R. H.. (1993). «Data Envelopment Analysis and multiple criteria decision making». *Omega*. Vol. 21, pp. 713-715.
- DOYLE, J. R. y GREEN, R. H.. (1994). «Efficiency and cross-efficiency in DEA: Derivations, meanings, and uses». *Journal of the Operational Research Society*. Vol. 45, pp. 567-578.
- DWIVEDI, Gaurav (2010). *Public-Private Partnerships in Water Sector: Partnerships or Privatisation?*. 1ª ed. Badwani, IN: Manthan Adhyayan Kendra and Dashera Maidan Road, 2010.
- ECHEVENGUÁ, Ana, [En línea] (2007). «Leis e blablablá... até quando?». *ViaJus*, 1-1; <http://www.viajus.com.br/viajus.php?pagina=artigos&id=750>. [Consultado:07/11/2010]
- EISENHARDT, Kathleen M.. (1989). «Agency Theory: An Assessment and Review». *The Academy of Management Review*. Vol. 14. núm. 1, pp. 57-74.
- ELIZABETSKY, Roberto (1976). *Um modelo matemático para a decisão no banco comercial*. Trabalho de Formatura. Universidade de São Paulo.

- EMEL, Ahmet Burak; ORAL, Muhittin; REISMAN, Arnold y YOLALAN, Reha. (2003). «A credit scoring approach for the commercial banking sector». *Socio-Economic Planning Sciences*. Vol. 37. núm. 2, pp. 103-123.
- ENERGY AND WATER UTILITIES REGULATORY AUTHORITY (2010). *Annual Report of Urban Water Supply and Sewerage Authorities (UWSAs) for the period of 2008/09*. Dar es Salaam, TZ: EWURA. 124p.
- ENTIDADE REGULADORA DOS SERVIÇOS DE ÁGUAS E RESÍDUOS (2009). *Relatório anual do sector de águas e resíduos em Portugal (2008): Sumário executivo*. : IRAR. 111p.
- ERBETTA, Fabrizio y CAVE, Martin. (2007). «Regulation and efficiency incentives: evidence from the England and Wales water and sewerage industry». *Review of Network Economics*. Vol. 6. núm. 4, pp. 425-452.
- ESPAÑA. Real Decreto 1.560/1992, de 18 de diciembre, por el que se aprueba la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE-93). *Boletín Oficial del Estado*. 22 de diciembre de 1992, núm. 306, pp. 43350-43366.
- ESTACHE, Antonio y KOUASSI, Eugene, [En línea] (2002). «Sector Organization, Governance, and the Inefficiency of African Water Utilities». *Policy Research Working Paper Series*. núm. 2890. pp. 1-21; [http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2002/10/25/000094946\\_02101104032679/Rendered/PDF/multi0page.pdf](http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2002/10/25/000094946_02101104032679/Rendered/PDF/multi0page.pdf). [Consultado:25/02/2010]
- ESTACHE, Antonio y ROSSI, Martín A.. (2002). «How Different Is the Efficiency of Public and Private Water Companies in Asia». *The World Bank Economic Review*. Vol. 16. núm. 1, pp. 139-148.
- ESTACHE, Antonio y TRUJILLO, Lourdes, [En línea] (2003). «Efficiency Effects of «Privatization» in Argentina's Water and Sanitation Services». *ULB Institutional Repository*. núm. 2013/43978. pp. 1-21; [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=412942](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=412942). [Consultado:25/02/2010]
- FABBRI, Paola y FRAQUELLI, Giovanni. (2000). «Costs and Structure of Technology in the Italian Water Industry». *Empirica*. Vol. 27. núm. 1, pp. 65-82.
- FÄRE, R. y GROSSKOPF, S. (1996). *Intertemporal Production Frontiers: with Dynamic DEA*. 1ª ed. Boston, US: Kluwer Academic Publishers, 1996.
- FARIA, Ricardo Coelho; SOUZA, Geraldo da Silva y MOREIRA, Tito Belchior. (2005). «Public Versus Private Water Utilities: Empirical Evidence for Brazilian Companies». *Economics Bulletin*. Vol. 8. núm. 2, pp. 1-7.
- FARREL, M. J.. (1957). «The measurement of productive efficiency». *Journal of the Royal Statistic Society*. Vol. 120. núm. 3, pp. 253-290.
- FEIGENBAUM, Susan y TEEPLES, Ronald. (1983). «Public Versus Private Water Delivery: A Hedonic Cost Approach». *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 65. núm. 4, pp. 672-678.
- FERNÁNDEZ, Daniel Revollo y LONDOÑO, Giovanna (2008). «Análisis de Economías de Escala y Alcance en los Servicios de Acueducto y Alcantarillado en Colombia». *Congreso de Economía, 50 Años CEDE*. Bogotá, CO:Universidad de Los Andes,pp. 1-29.
- FERNANDEZ-CASTRO, A. y SMITH, P.. (1994). «Towards a General Non-parametric Model of Corporate Performance». *Omega*. Vol. 22. núm. 3, pp. 237-249.

- FEROZ, E. H.; KIM, S. y RAAB, R. L.. (2003). «Financial statement analysis: A data envelopment analysis approach». *Journal of the Operational Research Society*. Vol. 54. núm. 1, pp. 48-58.
- FERRO, Gustavo y ROMERO, Carlos Adrián (2009). *Estudio de fronteras de eficiencia-Empresas de agua y alcantarillado de América Latina*. Buenos Aires, AR: ADERASA. 113p.
- FERRO, Gustavo; LENTINI, Emilio; MERCADIER, Augusto y ROMERO, Carlos Adrián, [En línea] (2010). «Returns to scale in water and sanitation: estimates for Latin America». *MPRA Paper*. núm. 20324. pp. 1-18; [http://mpra.ub.uni-muenchen.de/20324/1/MPRA\\_paper\\_20324.pdf](http://mpra.ub.uni-muenchen.de/20324/1/MPRA_paper_20324.pdf). [Consultado:18/03/2010]
- FERÚS, Anna. (2008). «The DEA Method in Managing the Credit Risk of Companies». *Ekonomika*. Vol. 84, pp. 109-118.
- FITZGERALD, Lin y STORBECK, James E.. (2003). «Pluralistic views of performance». *Management Decision*. Vol. 41. núm. 8, pp. 741-750.
- FORD, J. L. y WARFORD, J. J.. (1969). «Cost Functions for the Water Industry». *The Journal of Industrial Economics*. Vol. 18. núm. 1, pp. 53-63.
- FORMAINI, Robert L. (2003). «James M. Buchanan – the creation of public choice theory». *Economic Insights*. Vol. 8. núm. 2, pp. 1-4.
- FOSTER, George (1986). *Financial statement analysis*. 2ª ed. New Jersey, US: Prentice-Hall, 1986.
- FOSTER, Vivien (2002). «Ten Years of Water Service Reform in Latin America: Toward an Anglo-French Model». En: Paul Seidenstat, David Haarmeyer y Simon Hakim (coord.). *Reinventing Water and Wastewater Systems: Global Lessons for Improving Water management*. New York, US:John Wiley and Sons,pp. 63-97.
- FOX , Kevin J.; HILL, Robert J y DIEWERT, W.Erwin. (2004). «Identifying outliers in multi-output models». *Journal of Productivity Analysis*. Vol. 22. núm. 1-2, pp. 73-94.
- FOX, William F. y HOFLE, Richard A.. (1986). «Using Homothetic Composed Error Frontiers to Measure Water Utility Efficiency». *Southern Economic Journal*. Vol. 53. núm. 2, pp. 461-476.
- FRAQUELLI, Giovanni y MOISO, Valentina (2005). «Cost Efficiency and Scale Economies in the Italian Water Industry». *XVII Conferenza - società italiana di economia pubblica*. Pavia, IT:Dipartimento di Economia Pubblica e Territoriale – Università di Pavia,pp. 1-16.
- FURUBOTN, Eirik G. y PEJOVICH, Svetozar. (1972). «Property Rights and Economic Theory: A Survey of Recent Literature». *Journal of Economic Literature*. Vol. 10. núm. 4, pp. 1137-1162.
- GARCIA, Serge y THOMAS, Alban. (2001). «The Structure of Municipal Water Supply Costs: Application to a Panel of French Local Communities». *Journal of Productivity Analysis*. Vol. 16. núm. 1, pp. 5-29.
- GARCIA, Serge y THOMAS, Alban. (2003). «Regulation of Public Utilities under Asymmetric Information. The case of Municipal Water Supply in France». *Environmental and Resource Economics*. Vol. 26. núm. 1, pp. 145-162.

- GARCIA, Serge; MOREAUX, Michel y REYNAUD, Arnaud. (2007). «Measuring Economies of Vertical Integration in Network Industries: An Application to the Water Sector». *International Journal of Industrial Organization*. Vol. 25. núm. 4, pp. 791-820.
- GARCÍA-RUBIO, Miguel A.; GONZÁLEZ-GÓMEZ, Francisco y WANDEN-BERGE, Jorge Guardiola (2009b). «La gestión del servicio de abastecimiento de agua en las ciudades: ¿empresa pública o privada?». *XVI Encuentro de Economía Pública*. Granada, ES:Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales - Universidad de Granada,pp. 1-27.
- GARCÍA-RUBIO, Miguel A.; GONZÁLEZ-GÓMEZ, Francisco y WANDEN-BERGE, Jorge Guardiola, [En línea] (2009a). «Performance and ownership in the governance of urban water». *FEG Working Paper Series number*. núm. 3/09. pp. 1-13; <http://www.ugr.es/~teoriahe/RePEc/gra/fegper/FEGWP309.pdf>. [Consultado:15/03/2010]
- GARCÍA-SÁNCHEZ, Isabel M.. (2006). «Efficiency Measurement in Spanish Local Government: The Case of Municipal Water Services». *Review of Policy Research*. Vol. 23. núm. 2, pp. 355-371.
- GARCÍA-VALIÑAS, M. A. y MUÑIZ, M. A.. (2007). «Is DEA Useful in the Regulation of Water Utilities? A Dynamic Efficiency Evaluation (A Dynamic Efficiency Evaluation of Water Utilities)». *Applied Economics*. Vol. 39. núm. 2, pp. 245-252.
- GASPARINI, Carlos Eduardo (2000). *Uma análise da eficiência na provisão de serviços públicos municipais no estado de Pernambuco*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
- GAZETA MERCANTIL. (1998). «Análise Setorial: saneamento básico». *Gazeta Mercantil*. Vol. I a IV, pp..
- GEYMUELLER, Philipp von. (2009). «Static versus dynamic DEA in electricity regulation: the case of US transmission system operators». *Central European Journal of Operations Research*. Vol. 17. núm. 4, pp. 397-413.
- GITMAN, Lawrence J. (2004). *Princípios de Administração Financeira*. Traducción de Antonio Zoratto Sanvicente. 10ª ed. São Paulo, BR: Pearson Addison Wesley, 2004.
- GONZÁLEZ-GÓMEZ, Francisco y GARCÍA-RUBIO, Miguel Á.. (2008). «Efficiency in the management of urban water services. What have we learned after four decades of research?». *Revista de Economía Pública*. Vol. 185. núm. 2/2008, pp. 39-67.
- GRIGOLIN, Rodrigo (2007). *Setor de água e saneamento no Brasil: Regulamentação e Eficiência*. Dissertação de Mestrado. Fundação Getúlio Vargas.
- GUAN, Weihua y GUTIERREZ, Roberto G.. (2002). «Programmable GLM: two user-defined links». *The Stata Journal*. Vol. 2. núm. 4, pp. 378-390.
- GUJARATI, Damodar (2004). *Basic econometrics*. 4ª ed. Columbus, US: McGraw-Hill, 2004.



- GUPTA, Shreekant; KUMAR, Surender y SARANGI, Gopal K., [En línea] (2006). «Measuring the performance of water service providers in urban India: implications for managing water utilities». *Working Paper NIUA WP*. núm. 2006-08. pp. 1-20; [http://www.niua.org/Publications/working\\_papers/water%20service.pdf](http://www.niua.org/Publications/working_papers/water%20service.pdf). [Consultado:25/09/2010]
- HAIR, Joseph F.; ANDERSON, Rolph E.; TATHAM, Ronald L. y BLACK, William C. (1999). *Análisis multivariante*. Traducción de Esme Prentice y Diego Cano. 5ª ed. Madrid, ES: Prentice-Hall Iberia, 1999.
- HAIKOWICZ, Stefan ; SPENCER, Rachel ; HIGGINS, Andrew y MARINONI, Oswald. (2008). «Evaluating water quality investments using cost utility analysis». *Journal of Environmental Management*. Vol. 88. núm. 4, pp. 1601-1610.
- HARDIN, James W. y HILBE, Joseph M. (2003). *Generalized estimation equations*. 1ª ed. Boca Raton, US: Chapman & Hall/CRC, 2003.
- HARDIN, James W. y HILBE, Joseph M. (2007). *Generalized linear model and extensions*. 2ª ed. College Station, US: Stata Press Publication, 2007.
- HAUG, Peter, [En línea] (2007). «Local Government Control and Efficiency of the Water Industry: An Empirical Analysis of Water Suppliers in East Germany». *IWH Discussion Papers*. núm. 3-07. pp. 1-28; <http://www.iwh-halle.de/d/publik/disc/3-07.pdf>. [Consultado:20/03/2010]
- HAUSMAN, William J.; KEMME, David M. y NEUFELD, John L.. (1986). «The relative economic efficiency of private versus municipal waterworks in the 1890s». *Business and Economic History*. Vol. 15, pp. 13-27.
- HAYES, K.. (1987). «Cost Structure of the Water Utility Industry». *Applied Economics*. Vol. 19. núm. 3, pp. 417-425.
- HELLER, Léo. (2007). «Basic Sanitation in Brazil: Lessons from the Past, Opportunities from the Present, Challenges for the Future». *Journal of Comparative Social Welfare*. Vol. 23. núm. 2, pp. 141-153.
- HOLLINGSWORTH, Bruce y SMITH, P. (2003). «Use of ratios in data envelopment analysis». *Applied Economics Letters*. Vol. 10. núm. 11, pp. 733-735.
- HOUTSMA, John (2003). «Water supply in California: economies of scale, water charges, efficiency and privatization». *ERSA 2003 Congress*. Helsinki:European Regional Science Association,
- HUNT, Lester C. y LYNK, Edward L.. (1995). «Privatization and Efficiency in the UK Water Industry: An Empirical Analysis». *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. Vol. 57. núm. 3, pp. 371-388.
- INTERNATIONAL BENCHMARKING NETWORK FOR WATER AND SANITATION UTILITIES, [En línea] (2004). «IBNET Indicators». *IBNET Toolkit*, 1-19; <http://www.ib-net.org/en/ibnet-toolkit/ibnet-toolkit/documents/IBNETindicatordefinitionsSept04.doc>. [Consultado:05/10/2010]
- INTERNATIONAL BENCHMARKING NETWORK FOR WATER AND SANITATION UTILITIES, [En línea] (2010). *How does IBNET work*. International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities. [http://www.ib-net.org/en/texts.php?folder\\_id=83&mat\\_id=63&L=1&S=2&ss=](http://www.ib-net.org/en/texts.php?folder_id=83&mat_id=63&L=1&S=2&ss=). [Consultado:21/10/2010]

- INTERNATIONAL BENCHMARKING NETWORK FOR WATER AND SANITATION UTILITIES, [En línea] (2011). *Calidad del servicio*. International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities. [http://www.ib-net.org/sp/texts.php?folder\\_id=28&mat\\_id=22&L=1&S=2&ss=7](http://www.ib-net.org/sp/texts.php?folder_id=28&mat_id=22&L=1&S=2&ss=7). [Consultado:11/07/2011]
- ITALIA. Legge 36/1994 di 5 di gennaio. Disposizioni in materia di risorse idriche. *G.U.R.I.*. 19 de enero de 1994, núm. Suplemento ordinario - n. 11, pp. .
- JANENICKE, Edward C.. (2000). «Testing for intermediate outputs in dynamic DEA models: Accounting for Soil Capital in Rotational Crop Production and Productivity Measures.». *Journal of Productivity Analysis*. Vol. 14. núm. 3, pp. 247-266.
- JAHANSHALOO, G.; HOSSEINZADEH, F. y SHOJA, G.. (2004). «A method for detecting influential observation in radial DEA models». *Applied Mathematics and Computation*. Vol. 147. núm. 2, pp. 415-421.
- JOHNSON, Andrew y MCGINNIS, Leon, [En línea] (2006). «An Outlier Detection Methodology with Consideration for an Inefficient Frontier». *Working Paper Series*. núm. 920720. pp. 1-27; <http://ssrn.com/abstract=920720>. [Consultado:30/07/2011]
- KANITZ, Stephen Charles. (1974). «Como prever falencias». *Exame*. pp..
- KASSAI, José Roberto; KASSAI, Sílvia; SANTOS, Arioaldo dos y ASSAF NETO, Alexandre (2000). *Retorno de investimento: Abordagem matemática e contábil do lucro empresarial*. 2ª ed. São Paulo, BR: Atlas, 2000.
- KASSAI, Silvia (2002). *Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- KIM, Euijune y LEE, Hyun. (1998). «Spatial integration or urban water services and economies of scale». *Review of Urban and Regional Development Studies*. Vol. 10. núm. 1, pp. 3-18.
- KIM, H. Youn y CLARK, Robert M.. (1988). «Economies of Scale and Scope in Water Supply». *Regional Science and Urban Economics*. Vol. 18. núm. 4, pp. 479-502.
- KIM, H. Youn. (1987). «Economies of Scale in Multi-product Firms: An Empirical Analysis». *Economica*. Vol. 54. núm. 214, pp. 185-206.
- KIM, Jongwook y MAHONEY, Joseph T. (2005). «Property Rights Theory, Transaction Costs Theory, and Agency Theory: An Organizational Economics Approach to Strategic Management». *Managerial and Decision Economics*. Vol. 26, pp. 223-242.
- KIRKPATRICK, Colin; PARKER, David y ZHANG, Yin-Fang, [En línea] (2004a). «State versus Private Sector Provision of Water Services in Africa- A Statistical, DEA and Stochastic Cost Frontier Analysis». *CRC Working Paper*. núm. 70/2004. pp. 1-31; <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/30604/1/cr040070.pdf>. [Consultado:31/01/2010]
- KIRKPATRICK, Colin; PARKER, David y ZHANG, Yin-Fang, [En línea] (2004b). «Price and profit regulation in developing and transition economies, methods used and problems faced: a survey of the regulators». *Working Papers*. núm. 30596. pp. 1-23; <http://ssrn.com/abstract=1020378>. [Consultado:09/03/2011]

- KIRKPATRICK, Colin; PARKER, David y ZHANG, Yin-Fang. (2006). «An Empirical Analysis of State and Private Sector Provision of Water Services in Africa». *The World Bank Economic Review*. Vol. 20. núm. 1, pp. 143-163.
- KISER, Edgar. (1999). «Comparing Varieties of Agency Theory in Economics, Political Science, and Sociology: An Illustration of State Policy Implementation». *Sociological Theory*. Vol. 17, pp. 146-170.
- KLASE, Kenneth A.. (1995). «Financial performance of water and wastewater utilities Case of West Virginia service districts». *Public Administration Quarterly*. Vol. 19. núm. 3, pp. 321-341.
- KOOPMANS, Tjalling C. (1951). «Analysis of production as an efficient combination of activities». En: Tjalling C. Koopmans (coord.). *Activity analysis of production and allocation*. New York, US:John Wiley & Sons,pp. 33-97
- KUMAR, Surender. (2010). «Unaccounted for water and the performance of water utilities: an empirical analysis from India». *Water Policy - Official Journal of the World Water Council*. Vol. 12. núm. 6, pp. 1-15.
- LAFFONT, Monsieur Jean-Jacques. (1996). «Privatisation et incitations». *Revue économique*. Vol. 47. núm. 6, pp. 1239-1251.
- LAMBERT, David K.; DICHEV, Dimo y RAFFIEE, Kambiz. (1993). «Ownership and Sources of Inefficiency in the Provision of Water Services». *Water Resources Research*. Vol. 29. núm. 6, pp. 1573-1578.
- LEIBENSTEIN, Harvey. (1966). «Allocative Efficiency vs. "X-Efficiency"». *The American Economic Review*. Vol. 56. núm. 3, pp. 392-415.
- LIANG, Kung-Yee y ZEGER, Scott L.. (1986). «Longitudinal Data Analysis Using Generalized Linear Models». *Biometrika*. Vol. 73. núm. 1, pp. 13-22.
- LIMA, Gerlando Augusto Sampaio Franco de (2007). *Utilização da teoria da divulgação para a avaliação da relação do nível de disclosure com o custo da dívida das empresas brasileiras*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- LIN, Chen y BERG, Sanford V.. (2008). «Incorporating Service Quality into Yardstick Regulation: An Application to the Peru Water Sector». *Review of Industrial Organization*. Vol. 32. núm. 1, pp. 53-75.
- LIN, Chen. (2005). «Service Quality and Prospects for Benchmarking: Evidence from the Peru Water Sector». *Utilities Policy*. Vol. 13. núm. 3, pp. 230-239.
- LINCOLN, Mervyn. (1984). «An Empirical Study of the Usefulness of Accounting Ratios to Describe Levels of Insolvency Risk». *Journal of Banking and Finance*. Vol. 8. núm. 2, pp. 321-340.
- LYNK, E. L.. (1993). «Privatisation, Joint Production and the Comparative Efficiencies of Private and Public Ownership: The UK Water Industry Case». *Fiscal Studies*. Vol. 14. núm. 2, pp. 98-116.
- MAHLBERG, Bernhard y RAVEH, Adi (2007). «Co-plot: A Useful Tool to Detect Outliers in DEA». *Tenth European Workshop on Efficiency and Productivity Analysis*. Lille, FR:GAPEM,
- MANN, Patrick C. y MIKESSELL, John L.. (1976). «Ownership and Water System Operation». *Water Resources Bulletin*. Vol. 12. núm. 5, pp. 995-1004.
- MARQUES, R. y MONTEIRO, A. (2005). «Technical efficiency of the water and sewerage services. An empirical study». *3th International Conference - efficient*

- use and management of water for urban supply: proceedings*. Santiago, CL:International Water Association,pp. 1-8.
- MARQUES, Rui Cunha. (2008a). «Measuring the total factor productivity of the portuguese water and sewerage services». *Economia Aplicada*. Vol. 12. núm. 2, pp. 215-237.
- MARQUES, Rui Cunha. (2008b). «Comparing private and public performance of Portuguese water services». *Water Policy*. Vol. 10. núm. 1, pp. 25-42.
- MARQUES, Rui Cunha; SIMÕES, Pedro y PIRES, João (2009). «A Regulação dos Serviços de Água e de Águas Residuais - Casos de Estudo Internacionais». *VI Congresso Brasileiro de Regulação*. Rio de Janeiro, BR:Associação Brasileira de Regulação,pp. 1-15.
- MARTINS, Rita; COELHO, Fernando y FORTUNATO, Adelino (2006b). «Evaluating Cost Structure of Portuguese Water Utilities: Economies of Scale and Water Losses». *XVI International Reser Conference*. Lisboa, PT:University of Coimbra,
- MARTINS, Rita; COELHO, Fernando y FORTUNATO, Adelino, [En línea] (2008). «Water Losses and Hydrographical Regions Influence on the Cost Structure of the Portuguese Water Industry». *GEMF Working Papers number*. núm. 2008-06. pp. 1-27; [http://gemf.fe.uc.pt/workingpapers/pdf/2008/gemf\\_2008-06.pdf](http://gemf.fe.uc.pt/workingpapers/pdf/2008/gemf_2008-06.pdf). [Consultado:13/03/2010]
- MARTINS, Rita; FORTUNATO, Adelino y COELHO, Fernando, [En línea] (2006). «Cost Structure of the Portuguese Water Industry: a Cubic Cost Function Application». *GEMF Working Papers number*. núm. 2006-09. pp. 1-26; [http://gemf.fe.uc.pt/workingpapers/pdf/2006/gemf06\\_09.pdf](http://gemf.fe.uc.pt/workingpapers/pdf/2006/gemf06_09.pdf). [Consultado:27/02/2010]
- MATIAS, Alberto Borges (1978). *Contribuição às técnicas de análise financeira: um modelo de concessão de crédito*. Trabalho de Formatura. Universidade de São Paulo.
- MATOS, Rafaela; CARDOSO, Adriana; ASHLEY, Richard; DUARTE, Patrícia; MOLINARI, Alejo y SCHULZ, Andreas (2003). *Performance indicators for wastewater services*. 1ª ed. London, UK: IWA Publishing, 2003.
- MÉNARD, Claude y SAUSSIER, Stéphane. (2000). «Contractual Choice and Performance the Case of Water Supply in France». *Revue d'économie industrielle*. Vol. 92. núm. 1, pp. 385-404.
- MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DE L'ENERGIE, DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER, [En línea] (2009). «Los servicios públicos de agua potable y saneamiento en Francia». *Logement, aménagement durable et ressources naturelles*, 1-16; [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/spipwwwmedad/pdf/Plaquette\\_services\\_publics\\_eau\\_esp\\_web-2\\_cle76a3b2.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/spipwwwmedad/pdf/Plaquette_services_publics_eau_esp_web-2_cle76a3b2.pdf). [Consultado:26/10/2010]
- MIRANDA, Ernani Ciríaco de (2009). «Do SNIS ao Sinisa: a evolução do monitoramento e da avaliação de políticas públicas de Saneamento Básico no Brasil». En: Ministério das Cidades (coord.). *Lei Nacional de Saneamento Básico: perspectivas para as políticas e gestão dos serviços públicos*. Brasília, BR:,pp. 219-227

- MITNICK, Barry M., [En línea] (2011). «Origin of the Theory of Agency: An Account by One of the Theory's Originators». *Working Paper Series*. núm. 1020378. pp. 1-13; <http://ssrn.com/abstract=1020378>. [Consultado:30/08/2011]
- MIZUTANI, Fumitoshi y URAKAMI, Takuya. (2001). «Identifying Network Density and Scale Economies for Japanese Water Supply Organizations». *Papers in Regional Science*. Vol. 80. núm. 2, pp. 211-230.
- MORANA, Claudio y SAWKINS, John W.. (2000). «Regulatory Uncertainty and Share Price Volatility: the English and Welsh Water Industry's Periodic Price Review». *Journal of Regulatory Economics*. Vol. 17. núm. 1, pp. 87-100.
- MORGAN, W. Douglas. (1977). «Investor Owned vs. Publicly Owned Water Agencies: An Evaluation of the Property Rights Theory of the Firm». *Water Resources Bulletin*. Vol. 13. núm. 4, pp. 775-781.
- MORSE, Lawrence B.. (2000). «A case for water utilities as cooperatives and the UK experience». *Annals of Public and Cooperative Economics*. Vol. 71. núm. 3, pp. 467-495.
- MOSHEIM, Roberto (2006). «A Shadow Cost Function Model of the US Water Industry Incorporating Water Quality and Ownership Effects». En: Tim Coeli y Denis Lawrence (coord.). *Performance Measurement and Regulation of Network Utilities*. Massachusetts, US:Edward Elgar Publishing,pp. 243-265.
- MUGISHA, Silver. (2007). «Effects of incentive applications on technical efficiencies: Empirical evidence from Ugandan water utilities». *Utilities Policy*. Vol. 15. núm. 4, pp. 225-233.
- MUMSSEN, Yogita U y WILLIAMSON, Brian (2002). «Comparative Analysis of Regulation: Water and Other Network Industries». En: Paul Seidenstat, David Haarmeyer y Simon Hakim (coord.). *Reinventing Water and Wastewater Systems: Global Lessons for Improving Water management*. New York, US:John Wiley and Sons,pp. 31-62.
- MUNISAMY, Susila, [En línea] (2009). «Efficiency and Ownership in Water Supply: Evidence from Malaysia». *International Review of Business Research Papers*, Vol. 5. núm. 6, 148-260; <http://www.bizresearchpapers.com/19.-Susila.pdf>. [Consultado:21/03/2010]
- NATIONAL ASSOCIATION OF WATER COMPANIES, [En línea] (2010). *About NAWC*. National Association of Water Companies. <http://www.nawc.com/about/about.html>. [Consultado:24/06/2010]
- NEAL, Kathy; MALONEY, Patrick J.; MARSON, Jonas A. y FRANCIS, Tamer E., [En línea] (1996). «Restructuring America's Water Industry: Comparing Investor-Owned and Government Water Systems». *Policy Study*. núm. 200. pp. 1-27; <http://reason.org/files/0b4ab41ed21ba3e16dbac550019e26ab.pdf>. [Consultado:10/04/2010]
- NELDER, J. A. y WEDDERBURN, R. W. M. (1972). «Generalized linear models». *Journal of the Royal Statistical Society*. Vol. 135. núm. 3, pp. 370-384.
- NEMOTO, Jiro y GOTO, Mika. (1999). «Dynamic data envelopment analysis: modeling intertemporal behavior of a firm in the presence of productive inefficiencies». *Economics Letters*. Vol. 64. núm. 1, pp. 51-56.
- NEMOTO, Jiro y GOTO, Mika. (2003). «Measurement of Dynamic Efficiency in Production: An Application of Data Envelopment Analysis to Japanese Electric Utilities». *Journal of Productivity Analysis*. Vol. 19, pp. 191-210.

- NORMAN, Michael y STOKER, Barry (1991). *Data Envelopment Analysis: the Assessment of Performance*. 1ª ed. Chichester, US: John Wiley & Sons, 1991.
- NORTON, John W. JR. y WEBER, Walter J. JR.. (2009). «Water Utility Efficiency Assessment Using a Data Envelopment Analysis Procedure». *Journal of Infrastructure Systems*. Vol. 15. núm. 2, pp. 80-87.
- OFFICE OF WATER SERVICE (1992). *Water Delivered Report: An analysis of information reported by water companies for the year 1990-91*. Birmingham, UK: Ofwat. 29p.
- OFFICE OF WATER SERVICES, [En línea] (2010). *Regulating the Industry*. Office of Water Services. <http://www.ofwat.gov.uk/regulating/>. [Consultado:11/08/2010]
- OHIRA, Thelma Harumi y SHIROTA, Ricardo (2005). «Eficiência econômica: uma aplicação do modelo de fronteira estocástica em empresas de saneamento». *Anais do XXXIII Encontro Nacional de Economia*. Niterói, BR:Associação Nacional dos Centros de Pósgraduação em Economia,pp. 1-11.
- OHLSON, James A.. (1980). «Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy». *Journal of Accounting Research*. Vol. 18. núm. 1, pp. 109-131.
- OLIVEIRA, Anderson Luis Silva de y FERNANDEZ, José Carrera (2004). «Análise da eficiência do setor de saneamento básico no Brasil». *IX Encontro Regional de Economia*. Fortaleza, BR:Banco do Nordeste,pp. 1-25.
- ONUSIC, Luciana Massaro; CASA NOVA, Silvia Pereira de Castro y ALMEIDA, Fernando Carvalho de. (2007). «Modelos de Previsão de Insolvência Utilizando a Análise por Envoltória de Dados: Aplicação a Empresas Brasileiras». *Revista de Administração Contemporânea*. Vol. 11. núm. 2, pp. 77-97.
- ONUSIC, Luciana Massaro; CASA NOVA, Silvia Pereira de Castro; SILVA, Adriana Cristina y HUMES, Leila Lage. (2006). «Estudo exploratório utilizando as técnicas de análise por envoltória de dados e redes neurais artificiais na previsão de insolvência de empresas». *FACEF Pesquisa*. Vol. 9. núm. 2, pp. 125-136.
- ORDÓÑEZ, Carmina De Haro y BRU, Lluís Martínez. (2003). «Análisis de la privatización y regulación del servicio de abastecimiento de agua en Málaga». *Cuadernos de Ciencias Económicas y Empresariales*. Núm. 44-45, pp. 81-98.
- OZCAN, Yasar A. y MCCUE, Michael J.. (1996). «Development of a Financial Performance Index for Hospitals: DEA approach». *The Journal of the Operational Research Society*. Vol. 47. núm. 1, pp. 18-26.
- OZUNA, Teofilo y GOMEZ, Irma Adriana, [En línea] (1998). «Regulation, organization and incentives: the political economy of potable water services in Mexico». *Documento de Trabajo*. núm. R-326. pp. 1-19; <http://www.iadb.org/res/publications/pubfiles/pubR-326.pdf>. [Consultado:03/08/2010]
- PARADI, Joseph C.; ASMILD, Mette y SIMAK, Paul C.. (2004). «Using DEA and Worst Practice DEA in Credit Risk Evaluation». *Journal of Productivity Analysis*. Vol. 21. núm. 2, pp. 153-165.
- PASTOR, Jesus T.; RUIZ, Jose L y SIRVENT, Inmaculada. (1999). «A statistical test for detecting influential observations in DEA». *European Journal of Operational Research*. Vol. 115. núm. 3, pp. 542-554.

- PELTZMAN, S.. (1971). «Princing in Public and Private Enterprises:Electric United States». *Journal of Law and Economics*. Vol. 14. núm. 1, pp. 109-147.
- PÉRARD, Edouard (2006). «Private Sector Participation and Regulatory Reform in Urban Water Supply:The Middle East and North African Experience». *OECD Experts' Meeting on Access to Drinking Water and Sanitation in Africa*. Paris, FR:OECD,pp. 1-11.
- PÉRARD, Edouard. (2009). «Water supply: Public or private? An approach based on cost of funds, transaction costs, efficiency and political costs». *Policy and Society*. Vol. 27. núm. 3, pp. 193-219.
- PÉREZ, César (2005). *Técnicas estadísticas con SPSS 12: Aplicaciones al análisis de datos*. 1ª ed. Madrid, ES: Pearson Educación, 2005.
- PÉREZ, César (2007). *Econometría básica técnicas y herramientas*. 1ª ed. Madrid, ES: Pearson Educación, 2005.
- PETERSEN, Oscar y BRANCHER, Paulo, [En línea] (2000). «A privatização do setor de saneamento básico no Brasil». *Revista Jus Navigandi*, Núm. 40, 1-2; <http://jus.uol.com.br/revista/texto/450/a-privatizacao-do-setor-de-saneamento-basico-no-brasil>. [Consultado:07/11/2010]
- PEZON, Christelle (2009). «Challenges Facing the Universal Access of Water and Sanitation in Mexico». En: José Esteban Castro y Léo Heller (coord.). *Water and Sanitation Services: Public Policy and Management*. London, UK:Earthscan publishes,pp. 191-206.
- PICAZO-TADEO, Andrés J.; GONZÁLEZ-GÓMEZ, Francisco y SÁEZ- FERNÁNDEZ, Francisco J.. (2009b). «Accounting for Operating Environments in Measuring Water Utilities' Managerial Efficiency». *The Service Industries Journal*. Vol. 29. núm. 6, pp. 761-773.
- PICAZO-TADEO, Andrés J.; SÁEZ- FERNÁNDEZ, Francisco J. y GONZÁLEZ-GÓMEZ, Francisco. (2008). «Does service quality matter in measuring performance of water utilities?». *Utilities Policy*. Vol. 16. núm. 1, pp. 30-38.
- PICAZO-TADEO, Andrés J.; SÁEZ- FERNÁNDEZ, Francisco J. y GONZÁLEZ-GÓMEZ, Francisco. (2009a). «The Role of Environmental Factors in Water Utilities' Technical Efficiency. Empirical Evidence from Spanish Companies». *Applied Economics*. Vol. 41. núm. 5, pp. 615-628.
- PINCHES, George E. y MINGO, Kent A.. (1973). «A Multivariate Analysis of Industrial Bond Ratings». *The Journal of Finance*. Vol. 28. núm. 1, pp. 1-18.
- PIRES GONÇALVES, Ricardo, [En línea] (2006). «Management Quality Measurement: Using Data Envelopment Analysis (DEA) Estimation Approach for Banks in Brazil». *MPRA Paper*. núm. 11143. pp. 1-19; [http://mpa.ub.uni-muenchen.de/11143/1/MPRA\\_paper\\_11143.pdf](http://mpa.ub.uni-muenchen.de/11143/1/MPRA_paper_11143.pdf). [Consultado:08/02/2010]
- PLATT, Harlan D. y PLATT, Marjorie B.. (1990). «Development of a Class of Stable Predictive Variables: The Case of Bankruptcy Prediction». *Journal of Business Finance and Accounting*. Vol. 17. núm. 1, pp. 31-51.
- PORTUGAL. Decreto-Lei 372/1993. Altera a redacção dada ao artigo 4º da Lei nº 46/77 de 8 de julho que foi dada pelo Decreto-Lei nº 339/91, de 10 de setembro.. *Diário da República*. 29 de octubre de 1993, núm. I Série A, pp. 6105-6106.

- PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR SANEAMENTO (2005). *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2004*. Brasília, BR: MCIDADES.SNSA. 434p.
- PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR SANEAMENTO (2009). *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2007*. Brasília, BR: MCIDADES.SNSA. 233p.
- RAFFIEE, Kambiz; NARAYANAN, Rangesan; HARRIS, Thomas R.; LAMBERT, David y COLLINS, John M.. (1993). «Cost Analysis of Water Utilities: A Goodness-of-Fit Approach». *Atlantic Economic Journal*. Vol. 21. núm. 3, pp. 18-29.
- RENZETTI, Steven y DUPONT, Diane, [En línea] (2008). «Measuring the Technical Efficiency of Municipal Water Suppliers: the Role of Environmental Factors». *Working Papers*. núm. 0802. pp. 1-23; <ftp://coffee.econ.brocku.ca/RePec/pdf/0802.pdf>. [Consultado:23/01/2010]
- RENZETTI, Steven y DUPONT, Diane. (2003). «Ownership and Performance of Water Utilities». *Greener Management International*. Vol. 42, pp. 9-19.
- RENZETTI, Steven y DUPONT, Diane. (2004). «The performance of municipal water utilities: Evidence on the role of ownership». *Journal of Toxicology and Environmental Health*. Vol. 67, pp. 1861-1878.
- RENZETTI, Steven. (1999). «Municipal Water Supply and Sewage Treatment: Costs, Prices and Distortions». *Canadian Journal of Economics*. Vol. 32. núm. 3, pp. 688-704.
- ROMERO-RENAU, Luis del. (2006). «Privatització de la gestió de l'aigua i govern del territori a l'arc mediterrani espanyol». *Documents d'anàlisi geogràfica*. Núm. 48, pp. 35-59.
- ROWLEY, Charles K. y YARROW, George K. (1981). «Property rights, regulation and public enterprise: The case of the British steel industry 1957-1975». *International Review of Law and Economics*. Vol. 1. núm. 1, pp. 63-96.
- RUESTER, Sophia y ZSCHILLE, Michael, [En línea] (2010). «The Impact of Governance Structure on Firm Performance: An Application to the German Water Distribution Sector». *Working Papers WP-H2O*. núm. 13. pp. 1-21; [http://www.tu-dresden.de/www/leeg/projekte/water/Literature/wp\\_h2o\\_13.pdf](http://www.tu-dresden.de/www/leeg/projekte/water/Literature/wp_h2o_13.pdf). [Consultado:16/08/2010]
- RYAN, Bob; SCAPENS, Robert W. y THEOBALD, Michael (2004). *Metodología de la investigación en finanzas y contabilidad*. Traducción de Carlos Ganzinelli. 1ª ed. Barcelona, ES: Deusto, 2004.
- SAAL, David S. y PARKER, David (2006). «Assessing the Performance of Water Operations in the English and Welsh Water Industry: A Lesson in the Implications of in Appropriately Assuming a Common Frontier». En: Tim Coeli y Denis Lawrence (coord.). *Performance Measurement and Regulation of Network Utilities*. Massachusetts, US:Edward Elgar Publishing,pp. 297-326.
- SAAL, David S. y PARKER, David. (2000). «The Impact of Privatization and Regulation on theWater and Sewerage Industry in England and Wales: a Translog Cost Function Model». *Managerial and Decision Economics*. Vol. 21. núm. 6, pp. 253-268.
- SAAL, David S. y PARKER, David. (2001). «Productivity and Price Performance in the Privatized Water and Sewerage Companies of England and Wales». *Journal of Regulatory Economics*. Vol. 20. núm. 1, pp. 61-90.



- SAAL, David S. y PARKER, David. (2004). «The Comparative Impact of Privatization and Regulation on Productivity Growth in the English and Welsh Water and Sewerage Industry: 1985-1999». *International Journal of Regulation and Governance*. Vol. 4. núm. 2, pp. 139-170.
- SAAL, David S. y REID, Scott, [En línea] (2005). «Estimating Opex Productivity Growth in English and Welsh Water and Sewerage Companies 1993–2003». *Working Paper*. núm. RP0434. pp. 1-33; [http://www.fep.up.pt/conferences/earie2005/cd\\_rom/Session%20VI/VI.N/Saal\\_Reid.pdf](http://www.fep.up.pt/conferences/earie2005/cd_rom/Session%20VI/VI.N/Saal_Reid.pdf). [Consultado:25/04/2010]
- SAAL, David S.; PARKER, David y WEYMAN-JONES, Tom. (2007). «Determining the contribution of technical change, efficiency change and scale change to productivity growth in the privatized English and Welsh water and sewerage industry: 1985–2000». *Journal of Productivity Analysis*. Vol. 28. núm. 1, pp. 127-139.
- SABBIONI, Guillermo, [En línea] (2006). «Econometric measures of the relative efficiency of water and sewerage utilities in Brazil». *Guillermo Sabbioni Research*, 1-39; [http://plaza.ufl.edu/sabbioni/effic\\_water\\_utilities\\_brazil.pdf](http://plaza.ufl.edu/sabbioni/effic_water_utilities_brazil.pdf). [Consultado:01/03/2010]
- SABBIONI, Guillermo. (2008). «Efficiency in the Brazilian Sanitation Sector». *Utilities Policy*. Vol. 16. núm. 1, pp. 11-20.
- SALLES, Maria José y MELAMED, Clarice (2009). «Sistemas de Informação em Saneamento Básico no Brasil: década de 1990 aos anos 2000». En: Ministério das Cidades (coord.). *Lei Nacional de Saneamento Básico: perspectivas para as políticas e gestão dos serviços públicos*. Brasília, BR:,pp. 205-218
- SAMPAIO, Ana; BARROS, Carlos y RAMAJO, Julián (2005). «Technical inefficiency in municipal water distribution service: a case study for Portugal». *XIX Reunión Anual*. Badajoz, ES:Asociación Internacional de Economía Aplicada,pp. 1-24.
- SAMUELSON, Paul A y NORDHAUS, William D (1993). *Economía*. Traducción de Elsa Nobre Fontaínha y Jorge Pires Gomes. 14ª ed. Alfragide, PT: McGraw-Hill, 1993.
- SANTANA, William (2005). *Determinantes do desempenho financeiro das empresas públicas municipais prestadoras dos serviços de água e saneamento no Brasil*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília.
- SANTOS, Arioaldo dos y CASA NOVA, Silvia Pereira de Castro, [En línea] (2005). «Proposta de um Modelo Estruturado de Análise de Demonstrações Contábeis». *RAE Eletrônica*, Vol. 4. núm. 1, 1-27; <http://rae.fgv.br/rae-eletronica/vol4-num1-2005/proposta-modelo-estruturado-analise-demonstracoes-contabeis>. [Consultado:28/05/2011]
- SAUER, Johannes y FROHBERG, Klaus. (2007). «Allocative Efficiency of Rural Water Supply – A Globally Flexible SGM Cost Frontier». *Journal of Productivity Analysis*. Vol. 27. núm. 1, pp. 31-40.
- SAURÍ, David; OLCINA, Jorge y RICO, Antonio (2009). «The State of Urban Water Supply and Sanitation in Spain: Issues, Debates and Conflicts». En: José Esteban Castro y Léo Heller (coord.). *Water and Sanitation Services: Public Policy and Management*. London, UK:Earthscan publishes,pp. 207-217.

- SAWKINS, John W. y ACCAM, Benjamin, [En línea] (1994). «Comparative efficiency measurement in the Scottish water industry: an application of data envelopment analysis». *Discussion Paper*. núm. 94-12. pp. 1-19; . [Consultado:00/01/1900]
- SAWKINS, John W.. (1996). «Balancing Multiple Interests in Regulation: An Event Study of the English and Welsh Water Industry». *Journal of Regulatory Economics*. Vol. 9. núm. 3, pp. 249-268.
- SCHIPPER, Katherine. (1977). «Financial Distress in Private Colleges». *Journal of Accounting Research*. Vol. 15, pp. 1-40.
- SCHMIT, Todd M. y BOISVERT, Richard N.. (1997). «A hedonic approach to estimating operation and maintenance costs for New York municipal water systems.». *Agricultural and Resource Economics Review*. Vol. 26. núm. 2, pp. 184-195.
- SCHWARTZ, Klaas y BLOKLAND, Maarten (2002). «Government-Owned Public Limited Companies in the Dutch Water Sector». En: Paul Seidenstat, David Haarmeyer y Simon Hakim (coord.). *Reinventing Water and Wastewater Systems: Global Lessons for Improving Water management*. New York, US:John Wiley and Sons,pp. 221-245.
- SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL (2010). *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2008*. Brasília, BR: MCIDADES.SNSA. 408p.
- SEIFORD, Lawrence M. y ZHU, Joe. (1999). «Stability regions for maintaining efficiency in Data Envelopment Analysis». *European Journal of Operational Research*. Vol. 108. núm. 1, pp. 127-139.
- SEIFORD, Lawrence M.. (1997). «A bibliography for Data Envelopment Analysis (1978 –1996)». *Annals of Operations Research*. Vol. 73, pp. 393-438.
- SENGUPTA, Jati K.. (1999). «A dynamic efficiency model using data envelopment analysis». *International Journal of Production Economics*. Vol. 62. núm. 3, pp. 209-218.
- SENGUPTA, Jati K.. (2005). «Nonparametric efficiency analysis under uncertainty using data envelopment analysis». *International Journal of Production Economics*. Vol. 95, pp. 39-49.
- SENGUPTA, Jati K.. (2010). «Persistence of dynamic efficiency in Farrell models». *Applied Economics*. Vol. 29. núm. 5, pp. 665- 671.
- SEO, Songwon (2006). *A Review and Comparison of Methods for Detecting Outliers in Univariate Data Sets*. Master of Science Thesis. University of Pittsburgh.
- SEROA DA MOTTA, Ronaldo y MOREIRA, Ajax. (2006). «Efficiency and regulation in the Sanitation Sector in Brazil». *Utilities Policy*. Vol. 14. núm. 3, pp. 185-195.
- SEROA DA MOTTA, Ronaldo, [En línea] (2004). «Questões Regulatórias do Setor de Saneamento no Brasil». *SEAE/MF Documento de Trabalho*. núm. 29. pp. 1-29; [http://www.seae.fazenda.gov.br/central\\_documentos/documento\\_trabalho/2003-1/doctrab29.pdf](http://www.seae.fazenda.gov.br/central_documentos/documento_trabalho/2003-1/doctrab29.pdf). [Consultado:07/09/2011]
- SEVILLA, Martín y TORREGROSA, Teresa (2008). «La cuestión de la regulación del sector del agua potable y saneamiento en España». *VI Congreso Ibérico sobre la gestión y planificación del agua*. Vitoria- Gasteiz, ES:,pp. 1-10.

- SEXTON, Thomas R.. (1986). «Measuring efficiency: an assessment of data envelopment analysis». *New Directions for Program Evaluations*. Vol. 1986. núm. 32, pp. 7-29.
- SHAOL, Jean. (1997). «A Critical Financial Analysis of the Performance of Privatized Industries: The Case of the Water Industry in England and Wales». *Critical Perspectives on Accounting*. Vol. 8, pp. 479-505.
- SHAPIRO, Susan P.. (2005). «Agency Theory». *Annual Review of Sociology*. Vol. 31, pp. 263-84.
- SHASHUA, L. y GOLDSCHMIDT, Y.. (1974). «An Index for Evaluating Financial Performance». *The Journal of Finance*. Vol. 29. núm. 3, pp. 797-814.
- SHEPARD, Ronald W. (1953). *Cost and Production Functions*. 1ª ed. Princeton, US: Princeton University Press, 1953.
- SHIH, Jhih-Shyang; HARRINGTON, Winston; PIZER, William A. y GILLINGHAM, Kenneth, [En línea] (2004). «Economies of Scale and Technical Efficiency in Community Water Systems». *Discussion Papers*. núm. 04-15. pp. 1-35; <http://www.rff.org/documents/RFF-DP-04-15.pdf>. [Consultado:01/03/2010]
- SHLEIFER, Andrei. (1985). «A theory of yardstick competition». *Rand Journal of Economics*. Vol. 16. núm. 3, pp. 319-327.
- SHUGHART II, William F, [En línea] (2008). *The Concise Encyclopedia of Economics: Public Choice*. Library of Economics and Liberty. <http://www.econlib.org/library/Enc/PublicChoice.html>. [Consultado:25/09/2010]
- SILVA, José Pereira da. (1983). «Avaliação da saúde financeira das empresas». *Revista de Administração de Empresas*. Vol. 23. núm. 2, pp. 41-47.
- SIMAK, Paul C. (1997). *DEA Based Analysis of Coporate Failure*. Masters Thesis. University of Toronto.
- SIMAK, Paul C. (2000). *Inverse and Negative DEA and their Application to Credit Risk Evaluation*. Doctor of Philosophy Thesis. University of Toronto.
- SINGH, Mamata R.; UPADHYAY, V. y MITTAL, Atul K.. (2010). «Addressing Sustainability in Benchmarking Framework for Indian Urban Water Utilities». *Journal of Infrastructure Systems*. Vol. 16. núm. 1, pp. 81-92.
- SOUSA, Maria da Conceição Sampaio de y STOŠIĆ, Borko. (2005). «Technical Efficiency of the Brazilian Municipalities: Correcting Nonparametric Frontier Measurements for Outliers». *Journal of Productivity Analysis*. Vol. 24. núm. 2, pp. 157-181.
- SOUTHEAST ASIAN WATER UTILITIES NETWORK, [En línea] (2010). *SEAWUN Benchmarking Program Phrase 2*. Southeast Asian Water Utilities Network. <http://seawun.org/index.php?mact=News,cntnt01,detail,0&cntnt01articleid=21&cntnt01returnid=115>. [Consultado:21/10/2010]
- SPIEGEL, Yossef y SPULBER, Daniel F.. (1994). «The capital structure of a regulated firm». *Rand Journal of Economics*. Vol. 25. núm. 3, pp. 424-440.
- STEWART, T. J.. (1994). «Data Envelopment Analysis and multiple criteria decision making: A response». *The International Journal of Management Science*. Vol. 22, pp. 205-206.
- STIGLER, George J.. (1971). «The Theory of Economic Regulation». *The Bell Journal of Economics and Management Science*. Vol. 2. núm. 1, pp. 3-21.

- STONE & WEBSTER CONSULTANTS (2004). *Investigation into Evidence for Economies of Scale in the Water and Sewerage Industry in England and Wales*. London, UK: Stone & Webster Consultants. 57p.
- SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS, [En línea] (2010). *Listado de Empresas Sanitarias Diciembre 2010*. Superintendencia de servicios sanitarios. [http://www.siss.cl/articles-8517\\_recurso\\_1.xls](http://www.siss.cl/articles-8517_recurso_1.xls). [Consultado:26/01/2011]
- SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (2006). *Infraestructura de Agua Potable y Alcantarillado Urbano en el Perú: un reto pendiente*. 1ª ed. Lima, PE: Gerencia de Políticas y Normas, Gerencia de Supervisión y Fiscalización y: Gerencia de Usuarios, 2006.
- SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO, [En línea] (2010). *Ranking del desempeño de las Empresas Prestadoras (2009)*. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. [http://www.sunass.gob.pe/doc/2009\\_benchmarking.pdf](http://www.sunass.gob.pe/doc/2009_benchmarking.pdf). [Consultado:26/11/2010]
- SWAI, Tobias A. (2009). «Efficiency Measurement of the Urban Water and Sewerage Authorities (UWSAs) in Tanzania: A Data Envelopment Analysis». *The 10th Annual Conference IAABD*. Kampala, UG:Makerere University Business School,pp. 481-488.
- TAMARI, Meir. (1966). «Financial Ratios as a Means of Forecasting Bankruptcy». *Management International Review*. Vol. 6. núm. 4, pp. 15-21.
- TANZANIA. Act 12/2009, 15º may, The water supply and sanitation. *Gazette of the United Republic of Tanzania*. 15 de mayo de 2009, núm. 20, pp. 424-470.
- TEEPLES, Ronald y GLYER, David. (1987a). «Cost of Water Delivery System: Specification and Ownership Effects». *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 69. núm. 3, pp. 399-408.
- TEEPLES, Ronald y GLYER, David. (1987b). «Production Functions for Water Delivery Systems: Analysis and Estimation Using Dual Cost Function and Implicit Price Specifications». *Water Resources Research*. Vol. 23. núm. 5, pp. 765-773.
- THANASSOULIS, Emmanuel. (2000a). «The use of data envelopment analysis in the regulation UK water utilities: Water distribution». *European Journal of Operational Research*. Vol. 126. núm. 2, pp. 436-453.
- THANASSOULIS, Emmanuel. (2000b). «DEA and its use in the regulation of water companies». *European Journal of Operational Research*. Vol. 127. núm. 1, pp. 1-13.
- TOFALLIS, C.. (1996). «Improving discernment in DEA using profiling». *Omega*. Vol. 24, pp. 361-364.
- TONE, Kaoru y TSUTSUI, Miki. (2010). «Dynamic DEA:Slacks-based measure approach». *Omega*. Vol. 38, pp. 145-156.
- TONE, Kaoru. (2001). «A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis». *European Journal of Operational Research*. Vol. 130, pp. 498-509.
- TONE, Kaoru. (2002). «A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis». *European Journal of Operational Research*. Vol. 143, pp. 32-41.

- TORRES, Marcelo y MORRISON PAUL, Catherine J.. (2006). «Driving Forces for Consolidation or Fragmentation of the US Water Utility Industry: A Cost Function Approach with Endogenous Output». *Journal of Urban Economics*. Vol. 59. núm. 1, pp. 104-120.
- TUPPER, Henrique Cesar y RESENDE, Marcelo. (2004). «Efficiency and Regulatory Issues in the Brazilian Water and Sewage Sector: An Empirical Study». *Utilities Policy*. Vol. 12. núm. 1, pp. 29-40.
- UNIÓN EUROPEA. Directiva 2.000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. *Diario Oficial*. 22 de diciembre de 2000, núm. L 327, pp. 1-73.
- UNITED NATIONS (2008). *The Millennium Development Goals Report*. New York, US: United Nations. 56p.
- URAKAMI, Takuya, [En línea] (2005). «Identifying scale economies for different types of water supply organizations in Japan». *ERSA conference papers*. núm. ersa05p370. pp. 1-18; <http://www.sre.wu-wien.ac.at/ersa/ersaconfs/ersa05/papers/370.pdf>. [Consultado:18/03/2010]
- URAKAMI, Takuya. (2007). «Economies of vertical integration in the Japanese water supply industry». *Jahrbuch Für Regionalwissenschaft*. Vol. 27. núm. 2, pp. 129-141.
- VENEZUELA, Soledad y JOURAVLEV, Andrei, [En línea] (2007). «Servicios urbanos de agua potable y alcantarillado en Chile: factores determinantes del desempeño». *CEPAL - Serie recursos naturales e infraestructura*. . pp. 1-78; <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/0/28650/lcl2727e.pdf>. [Consultado:22/11/2010]
- VERGÉS, Joaquim, [En línea] (2008). «Elementos teóricos para el análisis de la eficiencia comparativa: Empresa Pública - Empresa Privada». *Gestión Empresa Pública, & Regulación - Documento de trabajo*. núm. 6. pp. 1-36; <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/30596/1/cr040088.pdf>. [Consultado:22/02/2011]
- WALLSTEN, Scott y KOSEC, Katrina. (2008). «The effects of ownership and benchmark competition: An empirical analysis of U.S. water systems». *International Journal of Industrial Organization*. Vol. 26. núm. 1, pp. 186-205.
- WALTER, Matthias; CULLMANN, Astrid; HIRSCHHAUSEN, Christian von; WAND, Robert y ZSCHILLE, Michael. (2009). «Quo vadis efficiency analysis of water distribution? A comparative literature review». *Utilities Policy*. Vol. 17. núm. 3-4, pp. 225-232.
- WANG, Mei-Hui y HUANG, Tai-Hsin. (2007). «A study on the persistence of Farrell's efficiency measure under a dynamic framework». *European Journal of Operational Research*. Vol. 180, pp. 1302-1316.
- WATER SERVICES ASSOCIATION OF AUSTRALIA; AUSTRALIAN GOVERNMENT NATIONAL WATER COMMISSION y NATIONAL WATER INITIATIVE, [En línea] (2010). «Urban Water Performance Report Indicators and Definitions Handbook». *National Performance Framework 2009 – 10*, 1-105; [http://www.nwc.gov.au/resources/documents/National\\_Performance\\_Framework\\_k\\_2009-10\\_Definitions\\_Handbook3.pdf](http://www.nwc.gov.au/resources/documents/National_Performance_Framework_k_2009-10_Definitions_Handbook3.pdf). [Consultado:17/10/2010]

- WHITTINGTON, Dale ; HANEMANN, W. Michael ; SADOFF, Claudia y JEULAND, Marc, [En línea] (2008). «The Challenge of Water and Sanitation». *Copenhagen Consensus 2008 Challenge Paper*, Vol. 2, 1-139; [http://www.copenhagenconsensus.com/Admin/Public/DWSDownload.aspx?File=%2FFiles%2FFiler%2FCC08%2FPapers%2F0+Challenge+Papers%2FCP\\_WaterandSanitationCC08vol2.pdf](http://www.copenhagenconsensus.com/Admin/Public/DWSDownload.aspx?File=%2FFiles%2FFiler%2FCC08%2FPapers%2F0+Challenge+Papers%2FCP_WaterandSanitationCC08vol2.pdf). [Consultado:17/10/2010]
- WILSON, P.W.. (1993). «Detecting influential observations in data envelopment analysis». *Journal of Productivity Analysis*. Vol. 6. núm. 1, pp. 27-45.
- WILSON, P.W.. (1993). «Detecting outliers in deterministic nonparametric frontier models with multiple outputs». *Journal of Business and Economic Statistics*. Vol. 11. núm. 3, pp. 319-323.
- WOLAK, Frank A.. (1994). «An Econometric Analysis of the Asymmetric Information, Regulator-Utility Interaction». *Annales D'Économie et de Statistique*. Núm. 34, pp. 13-69.
- WOOD, D.; BARRAR, P. R. N. y KODWANI, D. G. (1997). «Benchmarking Water Utilities' Performance Using Data Envelopment Analysis». #¿NOMBRE?. Copenhagen, DK:Royal Veterinary and Agricultural University - KVL,pp. 1-20.
- WOODBURY, Kim y DOLLERY, Brian. (2004). «Efficiency Measurement in Australian Local Government: The Case of New South Wales Municipal Water Services». *Review of Policy Research*. Vol. 21. núm. 5, pp. 615-636.
- WOOLDRIDGE, Jeffrey M (2010). *Introdução à econometria: uma abordagem moderna*. Traducción de José Antonio Ferreira. 1ª ed. São Paulo, BR: Cengage Learning, 2010.
- WORD BANK, [En línea] (2010a). *Water Supply and Sanitation*. World Bank. <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTWAT/0,,contentMDK:21706928~menuPK:4602430~pagePK:148956~piPK:216618~theSitePK:4602123,00.html>. [Consultado:18/10/2010]
- WORD BANK, [En línea] (2010b). *Data & Statistics in Water Supply & Sanitation*. World Bank. <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTWAT/0,,contentMDK:21733368~menuPK:4818343~pagePK:148956~piPK:216618~theSitePK:4602123,00.html>. [Consultado:18/10/2010]
- WORLD BANK, [En línea] (2006). «India water supply and sanitation: Bridging the gap between infrastructure and service». *Background Paper*. . pp. 1-56; [http://siteresources.worldbank.org/INDIAEXTN/Resources/Reports-Publications/366387-1140691677823/WorldBank\\_BG\\_MainReport20Feb\\_Print.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INDIAEXTN/Resources/Reports-Publications/366387-1140691677823/WorldBank_BG_MainReport20Feb_Print.pdf). [Consultado:02/11/2010]
- WORLD HEALTH ORGANIZATION y UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND (2000). *Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report*. Geneva, CH: WHO Library Cataloguing. 87p.
- WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME (2006). *National Water Development Report: Uganda*. Colombella, IT: UN-WATER/WWAP. 197p.
- YARROW, George; KING, Mervyn; MAIRESSE, Jacques y MELITZ, Jacques. (1986). «Privatization in Theory and Practice». *Economic Policy*. Vol. 1. núm. 2, pp. 324-377.

- ZHU, Joe. (2000). «Multi-factor performance measure model with an application to Fortune 500 companies». *European Journal of Operational Research*. Vol. 123. núm. 1, pp. 105-124.
- ZHU, Joe. (2001). «Super-efficiency and DEA sensitivity analysis». *European Journal of Operational Research*. Vol. 129, pp. 443-455.
- ZMIJEWSKI, M. E. (1983). *Essays on Corporate Bankruptcy*. Ph.D. dissertation. State University of New York.
- ZSCHILLE, Michael; GUDER, Jörn; KITTLAUS, Barnabas; MOLL, Robert y WALTER, Matthias, [En línea] (2009). «The Performance of German Water Utilities: A Semi Parametric Analysis». *Working Papers WP-H2O*. núm. 11. pp. 1-29; [http://www.tu-dresden.de/wwbweeg/projekte/water/Literature/wp\\_h20\\_11\\_zschille\\_et\\_al\\_Performance\\_of\\_German\\_Water.pdf](http://www.tu-dresden.de/wwbweeg/projekte/water/Literature/wp_h20_11_zschille_et_al_Performance_of_German_Water.pdf). [Consultado:16/08/2010]

**ANEXOS**



**Anexo I – Descripción, propiedad, alcance geográfico, región geográfica y agencia reguladora de los operadores utilizados en la muestra**

Operador		Propiedad	Alcance geográfico	Región geográfica	Agencia Reguladora		
Abreviatura	Nombre				Nombre	Fecha de Creación	Regulación Económica
ADA	Águas do Amazonas S/A	Privada	Local	Norte	Agência Reguladora dos Serviços Públicos Concedidos do Estado do Amazonas – ARSAM	25/11/1999	sí
ADI	Águas do Imperador S/A	Privada	Local	Sudeste			
ADL	Águas de Limeira S/A	Privada	Local	Sudeste			
ADN	Águas de Niterói S/A	Privada	Local	Sudeste			
AG	Águas Guariroba S/A	Privada	Local	Centro-oeste	Agência de Regulação dos Serviços Públicos Delegados de Campo Grande – AGENREG	08/12/2006	sí
AGESPISA	Águas e Esgotos do Piauí S/A	Pública	Regional	Nordeste	Agência Municipal de Regulação de serviços Públicos de Teresina/PI – ARSETE	22/12/2006	no
APSA	Águas de Paranaguá S/A	Privada	Local	Sur			
CAEMA	Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão	Pública	Regional	Nordeste			
CAER	Companhia de Águas e Esgotos de Roraima	Pública	Regional	Norte			
CAERD	Companhia de Águas e Esgotos de Rondônia	Pública	Regional	Norte			
CAERN	Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte	Pública	Regional	Nordeste	Agência Reguladora de Serviços de Saneamento Básico do Município de Natal – ARSBAN	28/12/2001	sí
CAESA	Companhia de Água e Esgoto do Amapá	Pública	Regional	Norte			
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal	Pública	Regional	Centro-oeste	Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal – ADASA	16/06/2004	sí
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará	Pública	Regional	Nordeste	Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará – ARCE	30/12/1997	sí
					Autorarquia de Regulação Fiscalização e Controle dos Serviços Públicos de Saneamento Ambiental – Acfor	19/07/2004	sí
CAGEPA	Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba	Pública	Regional	Nordeste	Agência de Regulação do Estado da Paraíba – ARPB, que actúa en la regulación económica y fue constituida en 01/11/2005	01/11/2005	sí
CAJ/RJ	Concessionária Águas de Juturnaíba S/A	Privada	Microregional	Sudeste	Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro – AGENERSA	06/06/2005	sí
CAJ/SC	Companhia Águas de Joinville S/A	Pública	Local	Sur	Agência Municipal de Regulação e Serviços de Água e Esgoto – Joinville-SC – AMAE	04/06/2001	sí

Operador		Propiedad	Alcance geográfico	Región geográfica	Agencia Reguladora		
Abreviatura	Nombre				Nombre	Fecha de Creación	Regulación Económica
CAP	Águas do Paraíba S/A	Privada	Local	Sudeste			
CASAL	Companhia de Abastecimento D'água e Saneamento do Estado de Alagoas	Pública	Regional	Nordeste	Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de Alagoas - ARSAL	20/09/2001	sí
CASAN	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento	Pública	Regional	Sur	Agência Reguladora de Serviços Públicos de Santa Catarina – AGESC	28/02/2005	sí
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos	Pública	Regional	Sudeste			
CESAN	Companhia Espírito-Satense de Saneamento	Pública	Regional	Sudeste	Agência Reguladora de Saneamento Básico e Infraestrutura Viária do Espírito Santo – ARSI	30/12/2008	sí
CODEN	Companhia de Desenvolvimento de Nova Odessa	Pública	Local	Sudeste			
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento	Pública	Regional	Nordeste	Agência de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Estado de Pernambuco – ARPE	14/01/2000	sí
COMUSA	Companhia Municipal de Saneamento de Novo Hamburgo	Pública	Local	Sur			
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais	Pública	Regional	Sudeste			
CORSAN	Companhia Rio-Grandense de Saneamento	Pública	Regional	Sur	Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Rio Grande do Sul – AGERGS	09/01/1997	sí
COSANPA	Companhia de Saneamento do Pará	Pública	Regional	Norte			
DAEJUNDIAÍ	DAE S/A - Água e Esgoto	Pública	Local	Sudeste			
DESO	Companhia de Saneamento de Sergipe	Pública	Regional	Nordeste			
EMASA	Empresa Municipal de Água e Saneamento Ambiental S/A	Pública	Local	Nordeste			
EMBASA	Empresa Baiana de Águas e Saneamento	Pública	Regional	Nordeste			
FOZ	Foz de Cachoeiro S/A	Privada	Local	Sudeste	Agência Municipal de Regulação dos Serviços Públicos Delegados de Cachoeiro de Itapemirim – AGERSA	14/07/1999	no
PROLAGOS	Prolagos S/A - Concessionária de Serviços Públicos de Água e Esgoto	Privada	Microregional	Sudeste	Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro – AGENERSA	06/06/2005	sí
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Pública	Regional	Sudeste	Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo – ARSESP	07/12/2007	sí
SANASA	Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento	Pública	Local	Sudeste			
SANEAGO	Saneamento de Goiás S/A	Pública	Regional	Centro-oeste	Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos – AGR	11/11/1999	sí

Operador		Propiedad	Alcance geográfico	Región geográfica	Agencia Reguladora		
Abreviatura	Nombre				Nombre	Fecha de Creación	Regulación Económica
SANEATINS	<i>Companhia de Saneamento do Tocantins</i>	Privada	Regional	Norte	<i>Agência Tocantinense de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos do Estado do Tocantins - ATR</i>	20/01/2007	sí
SANECAP	<i>Companhia de Saneamento da Capital</i>	Pública	Local	Centro-oeste			
SANED	<i>Companhia de Saneamento de Diadema</i>	Pública	Local	Sudeste			
SANEPAR	<i>Companhia de Saneamento do Paraná</i>	Pública	Regional	Sur			
SANESUL	<i>Empresa de Saneamento do Mato Grosso do Sul S/A</i>	Pública	Regional	Centro-oeste	<i>Agência Estadual de Regulação de Serviços Públicos do Mato Grosso do Sul – AGEPAN</i>	19/12/2001	sí

## Anexo II – Situación financiera de los operadores 2005-2008

DMU	2005		2006		2007		2008	
ADA	3,21	débil-marginal	3,42	débil-marginal	3,26	débil-marginal	2,93	dificultad
ADI	5,36	buena-excelente	6,61	buena-excelente	6,74	buena-excelente	7,78	buena-excelente
ADL	4,47	buena-excelente	5,92	buena-excelente	7,17	buena-excelente	7,41	buena-excelente
ADN	4,79	buena-excelente	5,38	buena-excelente	5,56	buena-excelente	5,98	buena-excelente
AG	3,24	débil-marginal	2,90	dificultad	1,78	dificultad	2,17	dificultad
AGEPISA	0,20	dificultad	-0,37	dificultad	0,08	dificultad	0,40	dificultad
APSA	3,94	débil-marginal	4,44	buena-excelente	5,23	buena-excelente	1,11	dificultad
CAEMA	2,85	dificultad	2,76	dificultad	2,57	dificultad	2,43	dificultad
CAER	2,95	dificultad	1,12	dificultad	0,69	dificultad	-1,21	dificultad
CAERD	-1,74	dificultad	-1,46	dificultad	-1,33	dificultad	-0,73	dificultad
CAERN	3,28	débil-marginal	3,44	débil-marginal	3,28	débil-marginal	3,38	débil-marginal
CAESA	0,71	dificultad	0,61	dificultad	1,74	dificultad	1,26	dificultad
CAESB	3,50	débil-marginal	3,27	débil-marginal	3,13	débil-marginal	3,06	débil-marginal
CAGECE	4,00	débil-marginal	4,08	buena-excelente	3,97	débil-marginal	3,83	débil-marginal
CAGEPA	2,85	dificultad	3,16	débil-marginal	3,54	débil-marginal	3,41	débil-marginal
CAJ-RJ	2,22	dificultad	2,20	dificultad	2,34	dificultad	1,42	dificultad
CAJ-SC	4,24	buena-excelente	3,93	débil-marginal	4,20	buena-excelente	4,22	buena-excelente
CAP	4,33	buena-excelente	4,39	buena-excelente	4,85	buena-excelente	4,96	buena-excelente
CASAL	-0,48	dificultad	-0,39	dificultad	-0,43	dificultad	-0,48	dificultad
CASAN	2,35	dificultad	2,46	dificultad	2,75	dificultad	2,93	dificultad
CEDAE	2,09	dificultad	1,34	dificultad	0,36	dificultad	0,69	dificultad
CESAN	3,68	débil-marginal	3,79	débil-marginal	3,63	débil-marginal	3,55	débil-marginal
CODEN	2,20	dificultad	5,41	buena-excelente	6,92	buena-excelente	8,13	buena-excelente
COMPESA	3,81	débil-marginal	3,78	débil-marginal	3,65	débil-marginal	3,50	débil-marginal
COMUSA	3,58	débil-marginal	4,07	buena-excelente	4,19	buena-excelente	3,48	débil-marginal
COPASA	3,76	débil-marginal	4,46	buena-excelente	4,35	buena-excelente	4,53	buena-excelente
CORSAN	1,63	dificultad	2,46	dificultad	2,77	dificultad	4,26	buena-excelente
COSANPA	-0,33	dificultad	0,92	dificultad	0,86	dificultad	0,33	dificultad
DAEJUNDIAÍ	2,45	dificultad	2,56	dificultad	2,47	dificultad	2,53	dificultad
DESO	4,18	buena-excelente	4,55	buena-excelente	4,62	buena-excelente	3,18	débil-marginal
EMASA	4,32	buena-excelente	4,44	buena-excelente	4,47	buena-excelente	4,21	buena-excelente
EMBASA	2,75	dificultad	2,52	dificultad	3,00	dificultad	2,60	dificultad
FOZ	3,63	débil-marginal	4,13	buena-excelente	5,07	buena-excelente	3,86	débil-marginal
PROLAGOS	0,69	dificultad	-0,15	dificultad	1,78	dificultad	3,55	débil-marginal
SABESP	4,17	buena-excelente	4,17	buena-excelente	4,52	buena-excelente	3,54	débil-marginal
SANASA	3,97	débil-marginal	3,87	débil-marginal	4,12	buena-excelente	3,56	débil-marginal
SANEAGO	2,28	dificultad	2,47	dificultad	2,69	dificultad	2,97	dificultad
SANEATINS	3,55	débil-marginal	3,80	débil-marginal	4,05	buena-excelente	3,62	débil-marginal
SANECAP	1,91	dificultad	1,90	dificultad	2,01	dificultad	1,79	dificultad
SANED	-17,4	dificultad	-15,5	dificultad	-14,0	dificultad	-12,9	dificultad
SANEPAR	5,36	buena-excelente	4,29	buena-excelente	4,49	buena-excelente	4,71	buena-excelente
SANESUL	2,76	dificultad	3,75	débil-marginal	4,55	buena-excelente	4,50	buena-excelente

### Resumen

Situación financiera	2005	2006	2007	2008
Dificultad	20	18	18	18
Débil a marginal	13	10	7	13
Total (1)	33	28	25	31
Buena a excelente	9	14	17	11
Total (2)	42	42	42	42

### Anexo III – Resultados de las puntuaciones SuperSBM (1ª vuelta)

2005		2006		2007		2008	
DMU	Score	DMU	Score	DMU	Score	DMU	Score
ADL	1,40346	ADL	1,65745	ADL	1,44862	EMASA	1,32961
APSA	1,18094	APSA	1,18127	APSA	1,17782	ADI	1,18502
ADN	1,09583	CODEN	1,09108	EMASA	1,14144	ADL	1,15773
CAJ-SC	1,05053	DAEJUNDIAI	1,08783	CAP	1,08443	PROLAGOS	1,12124
EMASA	1,04308	ADI	1,03605	CODEN	1,01346	CODEN	1,04376
SANEPAR	1,03317	EMASA	0,99989	ADN	1,01107	SABESP	1,04134
ADI	1,01800	ADN	0,58675	SABESP	0,99976	ADN	1,01935
FOZ	0,73584	FOZ	0,58264	FOZ	0,69403	CEDAE	0,99915
SABESP	0,65057	SABESP	0,56371	ADI	0,62835	SANEPAR	0,64893
DAEJUNDIAI	0,56329	SANASA	0,41244	SANEPAR	0,46807	FOZ	0,64844
CAESB	0,49106	CAESB	0,40995	SANASA	0,45770	CAESB	0,49326
SANASA	0,48731	SANEPAR	0,37682	DAEJUNDIAI	0,43531	COPASA	0,45271
CODEN	0,43022	COPASA	0,28593	CAESB	0,39849	DAEJUNDIAI	0,45097
COPASA	0,33558	CAJ-RJ	0,26665	PROLAGOS	0,39065	SANASA	0,44865
CAP	0,33378	CAP	0,24386	CAJ-RJ	0,33885	CAP	0,41873
CAJ-RJ	0,32054	SANECAP	0,18448	COPASA	0,33712	AG	0,32386
SANECAP	0,24399	SANEAGO	0,18045	SANEAGO	0,22717	SANEAGO	0,28819
CEDAE	0,22701	EMBASA	0,16593	AG	0,21541	CAJ-RJ	0,27044
EMBASA	0,20443	CEDAE	0,16082	SANECAP	0,20347	CAGECE	0,26077
SANEAGO	0,19448	AG	0,15227	EMBASA	0,18264	APSA	0,23218
CAGECE	0,17624	CAGECE	0,14863	CAGECE	0,15145	EMBASA	0,20596
AG	0,16810	CAGEPA	0,11990	CAGEPA	0,13572	CESAN	0,17143
PROLAGOS	0,15396	CESAN	0,11106	CESAN	0,12377	CAGEPA	0,15856
CESAN	0,11736	PROLAGOS	0,09443	CAERN	0,08302	CAEMA	0,11973
COMPESA	0,10674	COMPESA	0,08531	COMPESA	0,08212	CAJ-SC	0,09643
CAERN	0,08322	CAERN	0,07515	ADA	0,08209	CAERN	0,08589
CAGEPA	0,07724	CAEMA	0,05678	CAEMA	0,08141	SANECAP	0,08549
CAER	0,06938	ADA	0,04868	CEDAE	0,07682	ADA	0,08353
ADA	0,05359	CAJ-SC	0,04835	CAJ-SC	0,06773	COMPESA	0,07182
CAEMA	0,04625	CASAL	0,04768	DESO	0,05194	DESO	0,05910
CASAL	0,04216	DESO	0,04387	SANEATINS	0,04478	CASAL	0,05180
DESO	0,03791	CAER	0,03957	CAER	0,04256	CASAN	0,03480
SANEATINS	0,02865	CORSAN	0,03087	CASAN	0,03880	SANEATINS	0,03352
CASAN	0,02108	CASAN	0,02420	CORSAN	0,02589	CORSAN	0,03284
CORSAN	0,01539	SANESUL	0,02059	SANESUL	0,02149	SANESUL	0,03064
SANESUL	0,01441	SANEATINS	0,01673	CASAL	0,01263	CAER	0,02698
AGESPISA	0,01143	SANED	0,01150	CAESA	0,01206	SANED	0,01319
CAESA	0,01046	CAESA	0,00768	AGESPISA	0,00719	CAESA	0,01036
CAERD	0,00465	AGESPISA	0,00246	COSANPA	0,00271	AGESPISA	0,00563
SANED	0,00325	COSANPA	0,00149	SANED	0,00241	COSANPA	0,00264
COSANPA	0,00289	COMUSA	0,00038	COMUSA	0,00189	COMUSA	0,00185
COMUSA	0,00129	CAERD	0,00013	CAERD	0,00083	CAERD	0,00045

## Anexo IV – Informe resumido (hoja summary) SuperSBM (1ª vuelta)

### Hoja summary - AÑO 2005

Workbook Name = E:\ALEX DEA\DEA - Super eficiencia 2005.xls  
 Data File = E:\ALEX DEA\DEA - Super eficiencia.xls2005  
 DEA model = DEA-Solver Pro8.0/ Super-SBM NonOriented(Super-SBM-V)  
 Problem = *DMU*  
 No. of *DMUs* = 42  
 No. of Input items = 2  
     Input(1) = OPEXm3  
     Input(2) = PGBEX  
 No. of Output items = 3  
     Output(1) = SF  
     Output(2) = COBAC  
     Output(3) = COBSC  
 Returns to Scale = Variable (Sum of Lambda = 1)

#### Statistics on Input/Output Data

	OPEXm3	PGBEX	SF	COBAC	COBSC
Max	3,1719772	1,3818	5,3583459	0,8139015	1,0176636
Min	0,8758752	0,3209	-17,427716	0,1295645	0,0007317
Average	1,5104318	0,7852381	2,4114614	0,4873903	0,2656492
SD	0,4641105	0,2113497	3,4627921	0,1591178	0,2921664

#### Correlation

	OPEXm3	PGBEX	SF	COBAC	COBSC
OPEXm3	1	0,5046009	-0,3940856	-0,315336	-0,3485399
PGBEX	0,5046009	1	-0,3501872	-0,4823133	-0,2463873
SF	-0,3940856	-0,3501872	1	0,1225027	-0,0811039
COBAC	-0,315336	-0,4823133	0,1225027	1	0,4902156
COBSC	-0,3485399	-0,2463873	-0,0811039	0,4902156	1

#### *DMUs* with inappropriate Data with respect to the chosen Model

No.	<i>DMU</i>
-----	------------

None

No. Of *DMUs* 42  
 Average 0,3402095  
 SD 0,3963715  
 Maximum 1,403457  
 Minimum 0,0012925  
 Frequency in Reference Set  
 Reference Frequency to other *DMUs*  
 ADI 0  
 ADL 35  
 ADN 1  
 APSA 0  
 CAJ-SC 1  
 EMASA 1  
 SANEPAR 0

No. of *DMUs* in Data = 42  
 No. of *DMUs* with inappropriate Data = 0  
 No. of evaluated *DMUs* = 42  
 Average of scores = 0,3402095  
 No. of efficient *DMUs* = 7  
 No. of inefficient *DMUs* = 35  
 No. of over iteration *DMUs* = 0

[Super-SBM-V] LP started at 07-01-2011 12:00:26 and completed at 07-01-2011 12:00:28

Elapsed time = 2 seconds

Total number of simplex iterations = 610

### Hoja summary - AÑO 2006

Workbook Name = E:\ALEX DEA\DEA - Super eficiencia 2006.xls  
 Data File = E:\ALEX DEA\DEA - Super eficiencia.xls2006  
 DEA model = DEA-Solver Pro8.0/ Super-SBM NonOriented(Super-SBM-V)  
 Problem = DMU

No. of DMUs = 42  
 No. of Input items = 2  
     Input(1) = OPEXm3  
     Input(2) = PGBEX  
 No. of Output items = 3  
     Output(1) = SF  
     Output(2) = COBAC  
     Output(3) = COBSC

Returns to Scale = Variable (Sum of Lambda = 1)

Statistics on Input/Output Data

	OPEXm3	PGBEX	SF	COBAC	COBSC
Max	3,5496157	1,5014	6,6111531	0,7965467	1,1122189
Min	0,9394156	0,3263	-15,571887	0,1399544	0,0001238
Average	1,6780098	0,8086143	2,6387821	0,4563505	0,267792
SD	0,4833242	0,2346534	3,3327216	0,1694531	0,3187585

Correlation

	OPEXm3	PGBEX	SF	COBAC	COBSC
OPEXm3	1	0,5320855	-0,3446444	-0,4044873	-0,4813474
PGBEX	0,5320855	1	-0,4720664	-0,5018213	-0,2638987
SF	-0,3446444	-0,4720664	1	0,1440143	-0,008918
COBAC	-0,4044873	-0,5018213	0,1440143	1	0,3838484
COBSC	-0,4813474	-0,2638987	-0,008918	0,3838484	1

DMUs with inappropriate Data with respect to the chosen Model

No.	DMU
-----	-----

None

No. of DMUs = 42  
 Average = 0,3014689  
 SD = 0,3992962  
 Maximum = 1,6574454  
 Minimum = 0,0001325

Frequency in Reference Set

Reference	Frequency to other DMUs
ADI	0
ADL	37
APSA	0
CODEN	2
DAEJUNDIAI	0
EMASA	0

No. of DMUs in Data = 42  
 No. of DMUs with inappropriate Data = 0  
 No. of evaluated DMUs = 42  
 Average of scores = 0,3014689  
 No. of efficient DMUs = 5  
 No. of inefficient DMUs = 37  
 No. of over iteration DMUs = 0  
 [Super-SBM-V] LP started at 07-01-2011 12:02:04 and completed at 07-01-2011 12:02:08

Elapsed time = 4 seconds  
 Total number of simplex iterations = 461

**Hoja summary - AÑO 2007**

Workbook Name = E:\ALEX DEA\DEA - Super eficiencia 2007.xls  
 Data File = E:\ALEX DEA\DEA - Super eficiencia.xls2007  
 DEA model = DEA-Solver Pro8.0/ Super-SBM NonOriented(Super-SBM-V)  
 Problem = *DMU*  
 No. of *DMUs* = 42  
 No. of Input items = 2  
     Input(1) = OPEXm3  
     Input(2) = PGBEX  
 No. of Output items = 3  
     Output(1) = SF  
     Output(2) = COBAC  
     Output(3) = COBSC  
 Returns to Scale = Variable (Sum of Lambda = 1)

Statistics on Input/Output Data

	OPEXm3	PGBEX	SF	COBAC	COBSC
Max	4,5987001	1,169	7,1717557	0,7998728	1,1254671
Min	0,8728227	0,4662	-14,01478	0,1337873	0,000756
Average	1,7464792	0,7672286	2,896806	0,4673493	0,28613
SD	0,5829548	0,1614224	3,2316565	0,1697651	0,3286837

Correlation

	OPEXm3	PGBEX	SF	COBAC	COBSC
OPEXm3	1	0,3847585	-0,3032839	-0,4586574	-0,2989664
PGBEX	0,3847585	1	-0,4608049	-0,5252298	-0,3854696
SF	-0,3032839	-0,4608049	1	0,2375959	0,1050236
COBAC	-0,4586574	-0,5252298	0,2375959	1	0,4420881
COBSC	-0,2989664	-0,3854696	0,1050236	0,4420881	1

*DMUs* with inappropriate Data with respect to the chosen Model

No.	<i>DMU</i>
	None

No. of *DMUs* 42  
 Average 0,3334091  
 SD 0,39808  
 Maximum 1,448619  
 Minimum 0,000833

Frequency in Reference Set

Reference	Frequency to other <i>DMUs</i>
ADL	35
ADN	0
APSA	3
CAP	1
CODEN	0
EMASA	1
SABESP	0

No. of *DMUs* in Data = 42  
 No. of *DMUs* with inappropriate Data = 0  
 No. of evaluated *DMUs* = 42  
 Average of scores = 0,3334091  
 No. of efficient *DMUs* = 6  
 No. of inefficient *DMUs* = 36  
 No. of over iteration *DMUs* = 0  
 [Super-SBM-V] LP started at 07-01-2011 12:04:22 and completed at 07-01-2011 12:04:25

Elapsed time = 4 seconds  
 Total number of simplex iterations = 435



### Hoja summary - AÑO 2008

Workbook Name = E:\ALEX DEA\DEA - Super eficiencia 2008.xls  
 Data File = E:\ALEX DEA\DEA - Super eficiencia.xls2008  
 DEA model = DEA-Solver Pro8.0/ Super-SBM NonOriented(Super-SBM-V)  
 Problem = *DMU*

No. of *DMUs* = 42

No. of Input items = 2

Input(1) = OPEXm3

Input(2) = PGBEX

No. of Output items = 3

Output(1) = SF

Output(2) = COBAC

Output(3) = COBSC

Returns to Scale = Variable (Sum of Lambda = 1)

Statistics on Input/Output Data

	OPEXm3	PGBEX	SF	COBAC	COBSC
Max	3,954637	1,0803	8,1296694	1,2032088	0,9583161
Min	0,9068422	0,4945	-12,914054	0,0777872	0,0002902
Average	1,8233687	0,7798595	2,772917	0,4940928	0,2923979
SD	0,5387637	0,1594457	3,1744591	0,2146486	0,3181195

Correlation

	OPEXm3	PGBEX	SF	COBAC	COBSC
OPEXm3	1	0,3325459	-0,3792638	-0,4684433	-0,3327183
PGBEX	0,3325459	1	-0,3275633	-0,4584372	-0,3109284
SF	-0,3792638	-0,3275633	1	0,3780474	0,0841754
COBAC	-0,4684433	-0,4584372	0,3780474	1	0,5078393
COBSC	-0,3327183	-0,3109284	0,0841754	0,5078393	1

*DMUs* with inappropriate Data with respect to the chosen Model

No.	<i>DMU</i>
-----	------------

None

No. of *DMUs* = 42

Average = 0,3623093

SD = 0,4047163

Maximum = 1,3296082

Minimum = 0,0004513

Frequency in Reference Set

Reference Frequency to other *DMUs*

ADI = 7

ADL = 31

ADN = 0

CEDAE = 0

CODEN = 0

EMASA = 4

PROLAGOS = 9

SABESP = 1

No. of *DMUs* in Data = 42

No. of *DMUs* with inappropriate Data = 0

No. of evaluated *DMUs* = 42

Average of scores = 0,3623093

No. of efficient *DMUs* = 7

No. of inefficient *DMUs* = 35

No. of over iteration *DMUs* = 0

[Super-SBM-V] LP started at 07-01-2011 13:27:29 and completed at 07-01-2011 13:27:53

Elapsed time = 24 seconds

Total number of simplex iterations = 523

## Anexo V – Resultados de las puntuaciones SuperSBM (2ª vuelta)

2005		2006		2007		2008	
DMU	Score	DMU	Score	DMU	Score	DMU	Score
APSA	1,33996	APSA	1,31107	APSA	1,26712	ADI	1,30715
ADN	1,21608	DAEJUNDIAI	1,19052	FOZ	1,13861	PROLAGOS	1,12734
CAJ-SC	1,18143	CODEN	1,10854	CAP	1,13521	CODEN	1,11592
DAEJUNDIAI	1,08765	ADN	1,10760	ADN	1,10729	FOZ	1,05940
SABESP	1,07153	ADI	1,09298	SABESP	1,08717	ADN	1,05391
FOZ	1,05456	FOZ	1,08821	ADI	1,08569	SABESP	1,05164
SANEPAR	1,05454	SABESP	1,08794	CODEN	1,06605	SANEPAR	1,02112
ADI	1,03003	SANEATINS	1,02951	SANASA	1,05412	SANASA	1,01694
CORSAN	1,02532	CAP	1,02462	SANEPAR	0,73458	CEDAE	0,99915
CAESB	1,01685	CAESB	1,01564	DAEJUNDIAI	0,63501	COMUSA	0,97733
SANASA	0,78697	SANASA	1,00612	CAESB	0,62143	DAEJUNDIAI	0,57864
CODEN	0,58358	SANEPAR	0,65017	PROLAGOS	0,55197	CAESB	0,50156
CAP	0,53851	COPASA	0,43696	CAJ-RJ	0,49272	COPASA	0,47159
COPASA	0,46553	CAJ-RJ	0,42928	COPASA	0,49085	CAP	0,43445
CAJ-RJ	0,45405	SANECAP	0,33748	SANEAGO	0,31744	CAGECE	0,40344
CEDAE	0,32258	SANEAGO	0,26108	AG	0,31659	AG	0,33729
SANECAP	0,32110	CEDAE	0,24974	SANECAP	0,29751	SANEAGO	0,32674
EMBASA	0,26882	EMBASA	0,22061	EMBASA	0,25689	CAJ-RJ	0,30291
CAGECE	0,25183	CAGECE	0,21165	CAGECE	0,21557	APSA	0,26770
SANEAGO	0,24092	AG	0,20626	CAGEPA	0,18115	EMBASA	0,23754
AG	0,20254	CAGEPA	0,15360	CESAN	0,17002	CESAN	0,23030
PROLAGOS	0,19775	CESAN	0,14920	CAEMA	0,11297	CAEMA	0,18828
CESAN	0,16235	PROLAGOS	0,13736	CAERN	0,11288	CAGEPA	0,17947
COMPESA	0,13173	COMPESA	0,10990	CEDAE	0,10679	SANECAP	0,09921
CAERN	0,10446	CAERN	0,08939	COMPESA	0,10242	CAJ-SC	0,09902
CAER	0,09284	CAEMA	0,06991	ADA	0,09149	CAERN	0,09403
CAGEPA	0,09108	CASAL	0,06744	CAJ-SC	0,08259	ADA	0,08359
ADA	0,06777	CAJ-SC	0,06261	DESO	0,06057	COMPESA	0,07662
CAEMA	0,05320	ADA	0,05876	CAER	0,05557	DESO	0,06123
CASAL	0,05132	DESO	0,05056	SANEATINS	0,05412	CASAL	0,05180
DESO	0,04382	CAER	0,04753	CASAN	0,04707	CASAN	0,03867
SANEATINS	0,03309	CORSAN	0,03543	CORSAN	0,03026	SANESUL	0,03525
CASAN	0,02418	SANESUL	0,02777	SANESUL	0,02516	SANEATINS	0,03384
SANESUL	0,01656	CASAN	0,02771	CASAL	0,01641	CORSAN	0,03376
AGESPISA	0,01328	SANED	0,01744	CAESA	0,01483	CAER	0,02800
CAESA	0,01203	CAESA	0,00863	AGESPISA	0,00968	SANED	0,01495
CAERD	0,00550	AGESPISA	0,00303	SANED	0,00310	CAESA	0,01076
SANED	0,00414	COSANPA	0,00163	COSANPA	0,00280	AGESPISA	0,00586
COSANPA	0,00333	COMUSA	0,00053	COMUSA	0,00222	COSANPA	0,00267
COMUSA	0,00148	CAERD	0,00014	CAERD	0,00083	CAERD	0,00045

## Anexo VI – Informe resumido (hoja summary) SuperSBM (2ª vuelta)

### Hoja summary - AÑO 2005

Workbook Name = E:\ALEX DEA\DEA - Super eficiencia 2005 (2ª Vuelta).xls

Data File = E:\ALEX DEA\DEA - Super eficiencia (2ª Vuelta).xls2005

DEA model = DEA-Solver Pro8.0/ Super-SBM NonOriented(Super-SBM-V)

Problem = *DMU*

No. of *DMUs* = 40

No. of Input items = 2

Input(1) = OPEXm3

Input(2) = PGBEX

No. of Output items = 3

Output(1) = SF

Output(2) = COBAC

Output(3) = COBSC

Returns to Scale = Variable (Sum of Lambda = 1)

Statistics on Input/Output Data

	OPEXm3	PGBEX	SF	COBAC	COBSC
Max	3,1719772	1,3818	5,3583459	0,7928822	1,0176636
Min	0,9267545	0,3209	-17,427716	0,1295645	0,0007317
Average	1,5401454	0,7937925	2,3123314	0,4779493	0,2434849
SD	0,4555726	0,2100877	3,5190706	0,1541579	0,2805375

Correlation

	OPEXm3	PGBEX	SF	COBAC	COBSC
OPEXm3	1	0,4905307	-0,3763102	-0,2682266	-0,2818093
PGBEX	0,4905307	1	-0,3391438	-0,4401743	-0,1887849
SF	-0,3763102	-0,3391438	1	0,0935063	-0,1344085
COBAC	-0,2682266	-0,4401743	0,0935063	1	0,4340942
COBSC	-0,2818093	-0,1887849	-0,1344085	0,4340942	1

*DMUs* with inappropriate Data with respect to the chosen Model

No.	<i>DMU</i>
-----	------------

None

No. of *DMUs* = 40

Average = 0,4156071

SD = 0,4388086

Maximum = 1,3399609

Minimum = 0,0014778

Frequency in Reference Set

Reference Frequency to other *DMUs*

ADI = 0

ADN = 30

APSA = 4

CAESB = 1

CAJ-SC = 1

CORSAN = 0

DAEJUNDIAI = 4

FOZ = 3

SABESP = 6

SANEPAR = 2

No. of *DMUs* in Data = 40

No. of *DMUs* with inappropriate Data = 0

No. of evaluated *DMUs* = 40

Average of scores = 0,4156071

No. of efficient *DMUs* = 10

No. of inefficient *DMUs* = 30

No. of over iteration *DMUs* = 0

[Super-SBM-V] LP started at 07-31-2011 00:12:14 and completed at 07-31-2011 00:12:14

Elapsed time = 1 seconds

Total number of simplex iterations = 530

**Hoja summary - AÑO 2006**

Workbook Name = E:\ALEX DEA\DEA - Super eficiencia 2006 (2ª Vuelta).xls

Data File = E:\ALEX DEA\DEA - Super eficiencia (2ª Vuelta).xls2006

DEA model = DEA-Solver Pro8.0/ Super-SBM NonOriented(Super-SBM-V)

Problem = *DMU*

No. of *DMUs* = 40

No. of Input items = 2

Input(1) = OPEXm3

Input(2) = PGBEX

No. of Output items = 3

Output(1) = SF

Output(2) = COBAC

Output(3) = COBSC

Returns to Scale = Variable (Sum of Lambda = 1)

Statistics on Input/Output Data

	OPEXm3	PGBEX	SF	COBAC	COBSC
Max	3,5496157	1,5014	6,6111531	0,7576387	1,1122189
Min	0,9612233	0,3263	-15,571887	0,1399544	0,0001238
Average	1,7137258	0,82192	2,5115753	0,4473154	0,2453753
SD	0,467402	0,2315561	3,3608533	0,1648146	0,3094555

Correlation

	OPEXm3	PGBEX	SF	COBAC	COBSC
OPEXm3	1	0,4943381	-0,3109052	-0,3660837	-0,4228248
PGBEX	0,4943381	1	-0,4477797	-0,4623795	-0,1959366
SF	-0,3109052	-0,4477797	1	0,0999706	-0,0702028
COBAC	-0,3660837	-0,4623795	0,0999706	1	0,3299615
COBSC	-0,4228248	-0,1959366	-0,0702028	0,3299615	1

*DMUs* with inappropriate Data with respect to the chosen Model

No.	<i>DMU</i>
-----	------------

None

No. of *DMUs* 40

Average 0,404614

SD 0,4485345

Maximum 1,3110728

Minimum 0,0001438

Frequency in Reference Set

Reference Frequency to other *DMUs*

ADI 2

ADN 11

APSA 2

CAESB 0

CAP 0

CODEN 25

DAEJUNDIAI 14

FOZ 4

SABESP 5

SANASA 0

SANEATINS 1

No. of *DMUs* in Data = 40

No. of *DMUs* with inappropriate Data = 0

No. of evaluated *DMUs* = 40

Average of scores = 0,404614

No. of efficient *DMUs* = 11

No. of inefficient *DMUs* = 29

No. of over iteration *DMUs* = 0

[Super-SBM-V] LP started at 07-31-2011 00:17:31 and completed at 07-31-2011 00:17:31

Elapsed time = 1 seconds

Total number of simplex iterations = 570

**Hoja summary - AÑO 2007**

Workbook Name = E:\ALEX DEA\DEA - Super eficiencia 2007 (2ª Vuelta).xls

Data File = E:\ALEX DEA\DEA - Super eficiencia (2ª Vuelta).xls2007

DEA model = DEA-Solver Pro8.0/ Super-SBM NonOriented(Super-SBM-V)

Problem = DMU

No. of DMUs = 40

No. of Input items = 2

Input(1) = OPEXm3

Input(2) = PGBEX

No. of Output items = 3

Output(1) = SF

Output(2) = COBAC

Output(3) = COBSC

Returns to Scale = Variable (Sum of Lambda = 1)

Statistics on Input/Output Data

	OPEXm3	PGBEX	SF	COBAC	COBSC
Max	4,5987001	1,169	6,9230278	0,7832533	1,1254671
Min	1,1197404	0,4662	-14,01478	0,1337873	0,000756
Average	1,7839825	0,773985	2,7507077	0,4545495	0,2647457
SD	0,5714262	0,1618033	3,2289343	0,1628737	0,319551

Correlation

	OPEXm3	PGBEX	SF	COBAC	COBSC
OPEXm3	1	0,3580697	-0,2673168	-0,4088622	-0,2434426
PGBEX	0,3580697	1	-0,4348257	-0,4949041	-0,3447258
SF	-0,2673168	-0,4348257	1	0,1757346	0,0377806
COBAC	-0,4088622	-0,4949041	0,1757346	1	0,3735905
COBSC	-0,2434426	-0,3447258	0,0377806	0,3735905	1

DMUs with inappropriate Data with respect to the chosen Model

No.	DMU
-----	-----

None

No. of DMUs 40

Average 0,3788684

SD 0,4165695

Maximum 1,2671213

Minimum 0,0008326

Frequency in Reference Set

Reference Frequency to other DMUs

ADI 4

ADN 15

APSA 20

CAP 1

CODEN 0

FOZ 20

SABESP 4

SANASA 1

No. of DMUs in Data = 40

No. of DMUs with inappropriate Data = 0

No. of evaluated DMUs = 40

Average of scores = 0,3788684

No. of efficient DMUs = 8

No. of inefficient DMUs = 32

No. of over iteration DMUs = 0

[Super-SBM-V] LP started at 07-31-2011 00:20:56 and completed at 07-31-2011 00:20:57

Elapsed time = 0 seconds

Total number of simplex iterations = 628

**Hoja summary - AÑO 2008**

Workbook Name = E:\ALEX DEA\DEA - Super eficiencia 2008 (2ª Vuelta).xls

Data File = E:\ALEX DEA\DEA - Super eficiencia (2ª Vuelta).xls2008

DEA model = DEA-Solver Pro8.0/ Super-SBM NonOriented(Super-SBM-V)

Problem = *DMU*

No. of *DMUs* = 40

No. of Input items = 2

Input(1) = OPEXm3

Input(2) = PGBEX

No. of Output items = 3

Output(1) = SF

Output(2) = COBAC

Output(3) = COBSC

Returns to Scale = Variable (Sum of Lambda = 1)

Statistics on Input/Output Data

	OPEXm3	PGBEX	SF	COBAC	COBSC
Max	3,954637	1,0803	8,1296694	0,7823726	0,9583161
Min	1,0645484	0,4945	-12,914054	0,0777872	0,0002902
Average	1,8610566	0,7802675	2,6211112	0,4688259	0,2709128
SD	0,5230937	0,1627775	3,157287	0,1813689	0,3084549

Correlation

	OPEXm3	PGBEX	SF	COBAC	COBSC
OPEXm3	1	0,3544346	-0,3475442	-0,3712952	-0,2742126
PGBEX	0,3544346	1	-0,3264812	-0,5721923	-0,3156841
SF	-0,3475442	-0,3264812	1	0,3602179	0,0074325
COBAC	-0,3712952	-0,5721923	0,3602179	1	0,477784
COBSC	-0,2742126	-0,3156841	0,0074325	0,477784	1

*DMUs* with inappropriate Data with respect to the chosen Model

No.	<i>DMU</i>
-----	------------

None

No. of *DMUs* 40

Average 0,3989882

SD 0,4183845

Maximum 1,3071526

Minimum 0,0004513

Frequency in Reference Set

Reference Frequency to other *DMUs*

ADI 17

ADN 1

CEDAE 0

CODEN 5

COMUSA 1

FOZ 5

PROLAGOS 18

SABESP 1

SANASA 0

SANEPAR 0

No. of *DMUs* in Data = 40

No. of *DMUs* with inappropriate Data = 0

No. of evaluated *DMUs* = 40

Average of scores = 0,3989882

No. of efficient *DMUs* = 8

No. of inefficient *DMUs* = 32

No. of over iteration *DMUs* = 0

[Super-SBM-V] LP started at 07-31-2011 00:25:58 and completed at 07-31-2011 00:25:59

Elapsed time = 1 seconds

Total number of simplex iterations = 526

## Anexo VII – Informe de las holguras de inputs y outputs calculadas para las puntuaciones *DSBM*

No.	DMU	2005																
		Overall	Term	(I)OPEXm3			(I)PGBEX			(O)SF			(O)COBAC			(O)COBSC		
		Score	Score	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)
1	ADA	0,08117	0,0694	1,7293	1,2064	-30,24	0,6236	0,6236	0,00	3,2101	4,5704	42,38	0,5318	0,6339	19,20	0,0248	0,8433	3305,09
2	ADI	1	1,0000	1,3191	1,3191	0,00	0,5902	0,5902	0,00	5,3583	5,3583	0,00	0,6199	0,6199	0,00	0,4630	0,4630	0,00
3	ADN	1	1,0000	1,2839	1,2839	0,00	0,6754	0,6754	0,00	4,7897	4,7897	0,00	0,6747	0,6747	0,00	1,0177	1,0177	0,00
4	AG	0,25561	0,2025	1,3995	1,2839	-8,26	0,7136	0,6754	-5,35	3,2446	4,7897	47,62	0,5263	0,6747	28,19	0,0921	1,0177	1004,54
6	APSA	0,73154	1,0000	1,6055	1,6055	0,00	0,3209	0,3209	0,00	3,9364	3,9364	0,00	0,6271	0,6271	0,00	0,2323	0,2323	0,00
7	CAEMA	0,08899	0,0532	1,6006	1,2839	-19,79	1,3344	0,6754	-49,39	2,8472	4,7897	68,23	0,4689	0,6747	43,88	0,0301	1,0177	3276,89
10	CAERN	0,10161	0,1045	1,1671	1,1671	0,00	0,8046	0,7461	-7,27	3,2848	3,8892	18,40	0,3699	0,6742	82,26	0,0382	0,9421	2366,73
12	CAESB	0,76031	1,0000	1,5854	1,5854	0,00	0,8161	0,8161	0,00	3,4983	3,4983	0,00	0,7508	0,7508	0,00	0,6862	0,6862	0,00
13	CAGECE	0,25700	0,2518	1,0610	1,0610	0,00	0,8335	0,7130	-14,45	3,9986	3,9986	0,00	0,3862	0,6361	64,70	0,0899	0,7554	740,49
14	CAGEPA	0,14294	0,0911	1,5646	1,2839	-17,94	0,8692	0,6754	-22,30	2,8509	4,7897	68,01	0,3929	0,6747	71,74	0,0444	1,0177	2191,27
15	CAJ-RJ	0,41199	0,4543	1,2333	1,2333	0,00	0,8527	0,6458	-24,26	2,2230	4,6622	109,72	0,2866	0,6491	126,48	0,6349	0,9146	44,05
16	CAJ-SC	1	1,0000	0,9890	0,9890	0,00	0,4092	0,4092	0,00	4,2407	4,2407	0,00	0,3718	0,3718	0,00	0,0654	0,0654	0,00
17	CAP	1	1,0000	1,2552	1,2552	0,00	0,5223	0,5223	0,00	4,3301	4,3301	0,00	0,6047	0,6047	0,00	0,1645	0,1645	0,00
19	CASAN	0,03340	0,0242	1,6121	1,2839	-20,36	0,8081	0,6754	-16,42	2,3518	4,7897	103,66	0,3923	0,6747	71,99	0,0104	1,0177	9650,72
20	CEDAE	0,24727	0,3284	1,9464	1,2790	-34,29	0,5611	0,5611	0,00	2,0945	4,4321	111,60	0,3923	0,6299	60,56	0,1851	0,7124	284,81
21	CESAN	0,17561	0,1677	1,1213	1,1213	0,00	0,6579	0,6579	0,00	3,6791	4,3130	17,23	0,5123	0,6149	20,02	0,0482	0,7485	1451,45
22	CODEN	1	1,0000	1,3155	1,3155	0,00	0,7833	0,7833	0,00	2,1969	2,1969	0,00	0,5532	0,5532	0,00	0,7680	0,7680	0,00
23	COMPESA	0,10682	0,1317	1,5158	1,2839	-15,30	0,8445	0,6754	-20,02	3,8058	4,7897	25,85	0,2221	0,6747	203,79	0,0704	1,0177	1345,48
25	COPASA	0,47452	0,4655	1,1494	1,1494	0,00	0,6424	0,6424	0,00	3,7621	4,4045	17,08	0,5713	0,6277	9,88	0,1910	0,7974	317,47
26	CORSAN	0,06034	1,0000	1,8810	1,8810	0,00	0,7493	0,7493	0,00	1,6309	1,6309	0,00	0,7929	0,7929	0,00	0,0078	0,0078	0,00
28	DAEJUNDIAI	0,77010	1,0000	0,9807	0,9807	0,00	0,8589	0,8589	0,00	2,4515	2,4515	0,00	0,6733	0,6733	0,00	0,8214	0,8214	0,00
29	DESO	0,05672	0,0438	1,8407	1,2839	-30,25	0,9437	0,6754	-28,43	4,1768	4,7897	14,67	0,4289	0,6747	57,31	0,0223	1,0177	4465,49
30	EMBASA	0,24831	0,2688	1,1798	1,1798	0,00	0,8295	0,7384	-10,98	2,7509	3,9870	44,93	0,4423	0,6742	52,42	0,1255	0,9503	657,34
31	FOZ	1	1,0000	0,9268	0,9268	0,00	0,7242	0,7242	0,00	3,6318	3,6318	0,00	0,6084	0,6084	0,00	0,5835	0,5835	0,00
33	SABESP	1	1,0000	1,0385	1,0385	0,00	0,5343	0,5343	0,00	4,1664	4,1664	0,00	0,5544	0,5544	0,00	0,5262	0,5262	0,00
34	SANASA	1	1,0000	1,5231	1,5231	0,00	0,7501	0,7501	0,00	3,9664	3,9664	0,00	0,7107	0,7107	0,00	0,5326	0,5326	0,00
35	SANEAGO	0,28965	0,2409	1,5191	1,2839	-15,49	0,8193	0,6754	-17,56	2,2789	4,7897	110,17	0,5159	0,6747	30,79	0,1457	1,0177	598,47
36	SANEATINS	0,06312	0,0429	1,8166	1,2303	-32,27	0,7911	0,7043	-10,97	3,5457	4,3532	22,77	0,3912	0,6058	54,88	0,0150	0,7831	5106,93
37	SANECAP	0,20247	0,3280	1,6038	1,2335	-23,09	0,8492	0,6464	-23,88	1,9133	4,6618	143,66	0,4122	0,6500	57,67	0,3070	0,9168	198,63
39	SANEPAR	1	1,0000	1,1065	1,1065	0,00	0,5525	0,5525	0,00	5,3576	5,3576	0,00	0,5354	0,5354	0,00	0,2331	0,2331	0,00

		2005			(I)OPEXm3			(I)PGBEX			(O)SF			(O)COBAC			(O)COBSC		
No.	DMU	Overall Score	Term Score	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	
40	SANESUL	0,02485	0,0167	2,0249	1,2820	-36,69	0,7777	0,6764	-13,03	2,7635	4,7746	72,77	0,5310	0,6723	26,62	0,0076	1,0095	13106,18	
11	CAESA	0,01178	0,0120	1,5498	1,2839	-17,16	0,9884	0,6754	-31,67	0,7106	4,7897	574,03	0,1296	0,6747	420,75	0,0058	1,0177	17561,12	
24	COMUSA	0,00243	0,0017	2,3021	1,2508	-45,67	0,8287	0,6933	-16,34	3,5842	4,5200	26,11	0,6050	0,6322	4,49	0,0007	0,8728	119182,96	
32	PROLAGOS	0,00023	0,3031	1,3770	1,1550	-16,12	0,9334	0,6303	-32,47	0,6893	3,6352	427,36	0,4979	0,4979	0,00	0,2390	0,2914	21,92	
27	COSANPA	0,00006	0,0000	2,4239	1,1065	-54,35	0,9818	0,5525	-43,73	0,0000	5,3576	53575584,14	0,2547	0,5354	110,19	0,0020	0,2331	11723,75	
5	AGESPISA	0,00008	0,0535	1,7040	1,0041	-41,07	1,2501	0,4944	-60,45	0,2028	3,9574	1851,76	0,2878	0,3746	30,16	0,0085	0,0574	577,45	
8	CAER	0,00008	0,4642	1,0581	1,0079	-4,75	0,7972	0,5074	-36,35	2,9499	3,9321	33,30	0,3844	0,3844	0,00	0,0289	0,0811	180,12	
38	SANED	0,00003	0,0000	1,8522	1,2604	-31,95	0,8599	0,6190	-28,02	0,0000	4,8978	48977854,00	0,6232	0,6232	0,00	0,6474	0,7404	14,36	
18	CASAL	0,00002	0,0000	2,2713	1,1933	-47,46	0,8876	0,6126	-30,98	0,0000	5,0780	50779987,18	0,2389	0,6035	152,64	0,6175	0,6175	0,00	
9	CAERD	0,00001	0,0000	3,1720	1,0838	-65,83	1,3818	0,5248	-62,02	0,0000	5,1417	51416431,52	0,2448	0,5038	105,83	0,0052	0,2006	3757,72	

		2005			(I)OPEXm3			(I)PGBEX			(O)SF			(O)COBAC			(O)COBSC		
	Overall Score	Term Score	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)		
Average	0,365	0,4280	1,5401	1,2321	-15,21	0,7938	0,6420	-15,16	2,8118	4,3110	5118845,20	0,4779	0,6175	47,66	0,2435	0,6678	5078,29		
Max	1	1,0000	3,1720	1,8810	0,00	1,3818	0,8589	0,00	5,3583	5,3583	53575584,14	0,7929	0,7929	420,75	1,0177	1,0177	119182,96		
Min	0	0,0000	0,9268	0,9268	-65,83	0,3209	0,3209	-62,02	0,0000	1,6309	0,00	0,1296	0,3718	0,00	0,0007	0,0078	0,00		
St Dev	0,4004	0,4216	0,4614	0,1817	18,44	0,2128	0,1055	17,68	1,4838	0,8037	15560738,63	0,1561	0,0914	77,43	0,2841	0,3374	18935,00		



		2006															
No.	DMU	Term	(I)OPEXm3			(I)PGBEX			(O)SF			(O)COBAC			(O)COBSC		
		Score	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)
1	ADA	0,0746	2,0298	1,2221	-39,79	0,6698	0,6698	0,00	3,4187	3,4187	0,00	0,3471	0,5473	57,68	0,0255	0,7570	2864,93
2	ADI	1,0000	1,4152	1,4152	0,00	0,5789	0,5789	0,00	6,6112	6,6112	0,00	0,3314	0,3314	0,00	0,6632	0,6632	0,00
3	ADN	1,0000	1,5110	1,5110	0,00	0,6872	0,6872	0,00	5,3769	5,3769	0,00	0,6380	0,6380	0,00	0,8055	0,8055	0,00
4	AG	0,2257	1,7110	1,1414	-33,29	0,7070	0,7070	0,00	2,8972	3,8220	31,92	0,4350	0,4952	13,83	0,1002	0,8637	762,02
6	APSA	1,0000	1,6718	1,6718	0,00	0,3263	0,3263	0,00	4,4414	4,4414	0,00	0,6154	0,6154	0,00	0,2604	0,2604	0,00
7	CAEMA	0,0701	1,5970	0,9921	-37,88	1,4586	0,8446	-42,10	2,7641	2,7641	0,00	0,1433	0,5233	265,20	0,0481	1,0116	2004,84
10	CAERN	0,0920	1,0994	1,0775	-1,99	0,7775	0,7775	0,00	3,4425	3,4425	0,00	0,4718	0,4972	5,38	0,0309	0,9349	2922,58
12	CAESB	1,0000	1,7358	1,7358	0,00	0,8390	0,8390	0,00	3,2670	3,2670	0,00	0,6774	0,6774	0,00	0,7765	0,7765	0,00
13	CAGECE	0,2143	1,1491	1,1491	0,00	0,7179	0,7179	0,00	4,0838	4,0838	0,00	0,2858	0,4760	66,57	0,0751	0,8509	1033,62
14	CAGEPA	0,1641	1,6480	1,0389	-36,96	0,8790	0,8183	-6,90	3,1593	3,1593	0,00	0,3386	0,5031	48,58	0,0836	0,9850	1078,60
15	CAJ-RJ	0,4478	1,3185	1,3185	0,00	0,9296	0,5906	-36,46	2,2034	5,4069	145,39	0,3990	0,4188	4,95	0,3611	0,7131	97,48
16	CAJ-SC	1,0000	2,1977	2,1977	0,00	0,6881	0,6881	0,00	3,9322	3,9322	0,00	0,4821	0,4821	0,00	0,0260	0,0260	0,00
17	CAP	1,0000	1,4280	1,4280	0,00	0,5195	0,5195	0,00	4,3939	4,3939	0,00	0,6619	0,6619	0,00	0,1151	0,1151	0,00
19	CASAN	0,0305	1,8945	1,0652	-43,77	0,7764	0,7764	0,00	2,4550	3,2794	33,58	0,4190	0,5100	21,72	0,0126	0,9382	7324,93
20	CEDAE	0,2563	2,0844	1,4231	-31,73	0,6560	0,5711	-12,94	1,3377	6,5442	389,20	0,3310	0,3402	2,77	0,2052	0,6508	217,14
21	CESAN	0,1509	1,1931	1,1754	-1,49	0,6844	0,6844	0,00	3,7899	4,0533	6,95	0,4508	0,4860	7,80	0,0483	0,8485	1658,57
22	CODEN	1,0000	1,4062	1,4062	0,00	0,7008	0,7008	0,00	5,4084	5,4084	0,00	0,3719	0,3719	0,00	1,1122	1,1122	0,00
23	COMPESA	0,1197	1,7453	1,1120	-36,28	0,8693	0,7773	-10,58	3,7769	3,7769	0,00	0,2080	0,4714	126,68	0,0592	0,9434	1493,05
25	COPASA	0,4632	1,3743	1,2682	-7,72	0,7052	0,6800	-3,57	4,4642	4,4642	0,00	0,5480	0,5480	0,00	0,1867	0,7674	311,14
26	CORSAN	0,0700	1,9587	1,3236	-32,43	0,7660	0,7660	0,00	2,4625	2,5236	2,48	0,2610	0,4956	89,91	0,0170	0,5598	3197,50
28	DAEJUNDIAI	1,0000	0,9612	0,9612	0,00	0,8563	0,8563	0,00	2,5575	2,5575	0,00	0,5349	0,5349	0,00	1,0078	1,0078	0,00
29	DESO	0,0590	2,0234	1,2034	-40,53	0,8650	0,7261	-16,06	4,5483	4,5483	0,00	0,3914	0,4319	10,35	0,0259	0,8916	3337,00
30	EMBASA	0,2301	1,3083	1,0288	-21,37	0,8045	0,8045	0,00	2,5222	3,0263	19,99	0,4740	0,5187	9,44	0,1029	0,9628	835,31
31	FOZ	1,0000	1,0497	1,0497	0,00	0,7118	0,7118	0,00	4,1292	4,1292	0,00	0,5923	0,5923	0,00	0,6408	0,6408	0,00
33	SABESP	1,0000	1,1618	1,1618	0,00	0,5306	0,5306	0,00	4,1688	4,1688	0,00	0,5391	0,5391	0,00	0,5032	0,5032	0,00
34	SANASA	1,0000	1,7924	1,7924	0,00	0,7816	0,7816	0,00	3,8669	3,8669	0,00	0,7041	0,7041	0,00	0,5686	0,5686	0,00
35	SANEAGO	0,2791	1,7673	1,1219	-36,52	0,7718	0,7718	0,00	2,4739	3,8603	56,04	0,4610	0,4672	1,35	0,1510	0,9378	521,15
36	SANEATINS	1,0000	1,7814	1,7814	0,00	0,7093	0,7093	0,00	3,8014	3,8014	0,00	0,7576	0,7576	0,00	0,0078	0,0078	0,00
37	SANECAP	0,3375	1,6111	1,5518	-3,68	1,0378	0,6905	-33,46	1,8961	5,1391	171,03	0,6561	0,6561	0,00	0,1942	0,6850	252,82
39	SANEPAR	1,0000	1,1685	1,1685	0,00	0,6177	0,6177	0,00	4,2946	4,2946	0,00	0,5610	0,5610	0,00	0,2338	0,2338	0,00
40	SANESUL	0,0278	1,8875	1,2366	-34,49	0,7885	0,7716	-2,14	3,7458	3,9698	5,98	0,5865	0,5865	0,00	0,0105	0,9065	8517,43

		2006															
No.	DMU	Term	(I)OPEXm3			(I)PGBEX			(O)SF			(O)COBAC			(O)COBSC		
		Score	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)
11	CAESA	0,0089	2,0989	0,9877	-52,94	1,2628	0,8471	-32,92	0,6116	2,7270	345,90	0,1400	0,5252	275,27	0,0055	1,0140	18266,34
24	COMUSA	0,0009	2,0726	1,5181	-26,75	0,7176	0,4501	-37,28	4,0708	4,0708	0,00	0,5884	0,5884	0,00	0,0002	0,4267	232773,89
32	PROLAGOS	0,0001	1,7247	1,6079	-6,77	1,0308	0,7662	-25,66	0,0000	3,1184	31183693,84	0,4002	0,4369	9,17	0,4555	0,4555	0,00
27	COSANPA	0,0028	2,5373	1,1893	-53,13	0,9090	0,5254	-42,20	0,9153	4,2077	359,69	0,1631	0,5388	230,45	0,0009	0,5059	54882,35
5	AGESPISA	0,0000	2,1836	1,4881	-31,85	1,2592	0,6614	-47,48	0,0000	5,6711	56711213,81	0,5649	0,5649	0,00	0,0017	0,7716	45671,86
8	CAER	0,0624	1,9278	1,2243	-36,49	0,8432	0,5741	-31,91	1,1204	4,4858	300,38	0,4087	0,4964	21,46	0,0249	0,6589	2542,88
38	SANED	0,0000	1,7597	1,4903	-15,31	0,9722	0,6722	-30,86	0,0000	5,5598	55598124,19	0,5761	0,5761	0,00	0,8042	0,8042	0,00
18	CASAL	0,0000	2,0134	1,4152	-29,71	0,9692	0,5789	-40,27	0,0000	6,6112	66111431,28	0,1943	0,3314	70,62	0,0631	0,6632	951,68
9	CAERD	0,0000	3,5496	1,4152	-60,13	1,5014	0,5789	-61,44	0,0000	6,6112	66111431,28	0,1826	0,3314	81,53	0,0001	0,6632	535678,98

		2006															
	Term	Score	(I)OPEXm3			(I)PGBEX			(O)SF			(O)COBAC			(O)COBSC		
			Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)
	Average	0,4097	1,7137	1,3267	-18,83	0,8219	0,6837	-12,86	2,9602	4,2649	6892944,07	0,4473	0,5207	35,52	0,2454	0,6973	23229,95
	Max	1,0000	3,5496	2,1977	0,00	1,5014	0,8563	0,00	6,6112	6,6112	66111431,28	0,7576	0,7576	275,27	1,1122	1,1122	535678,98
	Min	0,0000	0,9612	0,9612	-60,13	0,3263	0,3263	-61,44	0,0000	2,5236	0,00	0,1400	0,3314	0,00	0,0001	0,0078	0,00
	St Dev	0,4298	0,4734	0,2683	19,46	0,2345	0,1175	18,08	1,6694	1,1267	19028097,66	0,1669	0,1011	70,92	0,3134	0,2762	91310,51

		2007															
No	DMU	Term	(I)OPEXm3			(I)PGBEX			(O)SF			(O)COBAC			(O)COBSC		
		Score	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)
1	ADA	0,0963	2,1777	1,8299	-15,97	0,6069	0,6069	0,00	3,2575	5,4055	65,94	0,3377	0,4496	33,14	0,0411	1,0562	2467,15
2	ADI	1,0000	1,5386	1,5386	0,00	0,5550	0,5550	0,00	6,7385	6,7385	0,00	0,4094	0,4094	0,00	0,6473	0,6473	0,00
3	ADN	1,0000	1,6372	1,6372	0,00	0,7232	0,7232	0,00	5,5597	5,5597	0,00	0,6380	0,6380	0,00	0,9963	0,9963	0,00
4	AG	0,3252	2,2339	1,2298	-44,95	0,7752	0,6953	-10,31	1,7760	5,2755	197,05	0,4700	0,6375	35,62	0,3175	0,7461	134,97
6	APSA	1,0000	2,0531	2,0531	0,00	0,4722	0,4722	0,00	5,2270	5,2270	0,00	0,2313	0,2313	0,00	1,1255	1,1255	0,00
7	CAEMA	0,1131	1,3221	1,3221	0,00	0,9976	0,6901	-30,83	2,5664	5,2410	104,22	0,2369	0,6380	169,30	0,0452	0,8006	1670,33
10	CAERN	0,1129	1,4083	1,4083	0,00	0,8191	0,6836	-16,55	3,2786	5,2884	61,30	0,2909	0,6165	111,93	0,0410	0,8474	1964,48
12	CAESB	0,6642	1,8428	1,3203	-28,35	0,7623	0,6634	-12,98	3,1329	4,6941	49,83	0,6692	0,6692	0,00	0,5633	0,6113	8,51
13	CAGECE	0,2266	1,1559	1,1559	0,00	0,8006	0,7302	-8,79	3,9654	4,4353	11,85	0,4291	0,6337	47,68	0,0696	0,7002	906,06
14	CAGEPA	0,1816	1,6752	1,6752	0,00	0,8549	0,6760	-20,93	3,5403	5,4672	54,43	0,3949	0,5673	43,67	0,0844	0,9975	1081,37
15	CAJ-RJ	0,4948	1,1627	1,1522	-0,90	0,8178	0,6774	-17,17	2,3450	5,0823	116,73	0,6452	0,6452	0,00	0,2970	0,6974	134,82
16	CAJ-SC	1,0000	2,1253	2,1253	0,00	0,5898	0,5898	0,00	4,2016	4,2016	0,00	0,4881	0,4881	0,00	0,0304	0,0304	0,00
17	CAP	1,0000	1,6871	1,6871	0,00	0,4662	0,4662	0,00	4,8519	4,8519	0,00	0,6740	0,6740	0,00	0,1770	0,1770	0,00
19	CASAN	0,0483	1,6717	1,6717	0,00	0,7622	0,6792	-10,89	2,7523	5,4728	98,84	0,3484	0,5723	64,28	0,0181	0,9969	5408,93
20	CEDAE	0,1230	1,7573	1,7573	0,00	0,6585	0,6243	-5,20	0,3631	5,1268	1312,03	0,4789	0,4926	2,85	0,1154	0,9938	761,46
21	CESAN	0,1708	1,3340	1,3340	0,00	0,7029	0,6987	-0,60	3,6341	5,2733	45,11	0,5342	0,6478	21,27	0,0546	0,8112	1384,51
22	CODEN	1,0000	1,6223	1,6223	0,00	0,7907	0,7907	0,00	6,9230	6,9230	0,00	0,4502	0,4502	0,00	0,9667	0,9667	0,00
23	COMPESA	0,1065	1,8893	1,7212	-8,90	0,7970	0,6725	-15,62	3,6468	5,4925	50,61	0,2198	0,5559	152,94	0,0495	1,0224	1967,49
25	COPASA	0,4908	1,5546	1,5086	-2,96	0,6427	0,6427	0,00	4,3469	5,1733	19,01	0,6011	0,6011	0,00	0,2172	0,8320	283,13
26	CORSAN	0,0394	2,0980	1,5737	-24,99	0,7195	0,5866	-18,47	2,7748	3,3840	21,96	0,5150	0,5150	0,00	0,0124	0,7133	5636,89
28	DAEJUNDIAI	0,6366	1,1541	1,1541	0,00	0,8684	0,6866	-20,93	2,4718	5,1540	108,51	0,5741	0,6467	12,66	0,6951	0,7006	0,79
29	DESO	0,0641	1,9461	1,7251	-11,35	0,8736	0,6701	-23,29	4,6250	5,4893	18,69	0,3743	0,5520	47,47	0,0284	1,0236	3501,11
30	EMBASA	0,2571	1,3808	1,3808	0,00	0,7631	0,6862	-10,07	2,9964	5,2747	76,03	0,4335	0,6242	44,00	0,1057	0,8327	688,09
31	FOZ	1,0000	1,1197	1,1197	0,00	0,6812	0,6812	0,00	5,0680	5,0680	0,00	0,6552	0,6552	0,00	0,6804	0,6804	0,00
33	SABESP	1,0000	1,1934	1,1934	0,00	0,5394	0,5394	0,00	4,5171	4,5171	0,00	0,6074	0,6074	0,00	0,5032	0,5032	0,00
34	SANASA	1,0000	1,9284	1,9284	0,00	0,7920	0,7920	0,00	4,1193	4,1193	0,00	0,7833	0,7833	0,00	0,6069	0,6069	0,00
35	SANEAGO	0,3177	1,7630	1,7049	-3,30	0,7265	0,6729	-7,38	2,6860	5,4813	104,07	0,5587	0,5587	0,00	0,1718	1,0132	489,70
36	SANEATINS	0,0636	2,0515	1,5881	-22,59	0,7412	0,6375	-13,99	4,0532	4,1314	1,93	0,5640	0,5640	0,00	0,0221	0,8075	3551,59
37	SANECAP	0,3005	1,6649	1,2499	-24,93	0,9931	0,7096	-28,55	2,0064	5,5484	176,54	0,5067	0,6021	18,84	0,2245	0,7545	236,05
39	SANEPAR	1,0000	1,1891	1,1891	0,00	0,6063	0,6063	0,00	4,4950	4,4950	0,00	0,6355	0,6355	0,00	0,2851	0,2851	0,00
40	SANESUL	0,0262	1,7145	1,7022	-0,72	0,7098	0,6911	-2,63	4,5528	5,6713	24,57	0,4365	0,5500	26,02	0,0092	1,0135	10923,01

		2007															
No	DMU	Term	(I)OPEXm3			(I)PGBEX			(O)SF			(O)COBAC			(O)COBSC		
		Score	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)
11	CAESA	0,0151	1,6653	1,6653	0,00	0,9337	0,6776	-27,43	1,7405	5,4639	213,93	0,1338	0,5710	326,80	0,0060	0,9925	16328,74
24	COMUSA	0,0059	2,2112	1,8067	-18,29	0,7678	0,6312	-17,80	4,1902	4,1902	0,00	0,5579	0,5579	0,00	0,0009	0,3771	41099,47
32	PROLAGOS	1,0000	1,4036	1,4036	0,00	0,5521	0,5521	0,00	1,7752	1,7752	0,00	0,5362	0,5362	0,00	0,4541	0,4541	0,00
27	COSANPA	0,0048	2,4442	1,1934	-51,17	0,9796	0,5394	-44,94	0,8562	4,5171	427,58	0,1974	0,6074	207,64	0,0016	0,5032	31294,30
5	AGESPISA	0,0138	2,1420	1,6187	-24,43	1,1690	0,6010	-48,59	0,0801	5,6205	6916,89	0,1594	0,5913	270,87	0,0078	0,5034	6359,50
8	CAER	0,0639	1,8092	1,1300	-37,54	0,9643	0,6614	-31,41	0,6857	4,9910	627,92	0,4606	0,6485	40,80	0,0297	0,6556	2108,59
38	SANED	0,0000	1,8025	1,4159	-21,45	0,8653	0,7099	-17,96	0,0000	5,9067	59066753,79	0,5298	0,5298	0,00	0,8378	0,8378	0,00
18	CASAL	0,0000	2,2298	1,5386	-31,00	1,0357	0,5550	-46,41	0,0000	6,7385	67384809,97	0,2262	0,4094	81,02	0,0491	0,6473	1218,58
9	CAERD	0,0000	4,5987	1,5386	-66,54	1,0830	0,5550	-48,75	0,0000	6,7385	67384809,97	0,1892	0,4094	116,42	0,0008	0,6473	85523,96

		2007															
	Term	(I)OPEXm3			(I)PGBEX			(O)SF			(O)COBAC			(O)COBSC			
	Score	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	
Average	0,3991	1,7840	1,5143	-11,01	0,7740	0,6445	-13,96	3,1450	5,1301	4846181,98	0,4545	0,5693	46,88	0,2647	0,7402	5678,34	
Max	1,0000	4,5987	2,1253	0,00	1,1690	0,7920	0,00	6,9230	6,9230	67384809,97	0,7833	0,7833	326,80	1,1255	1,1255	85523,96	
Min	0,0000	1,1197	1,1197	-66,54	0,4662	0,4662	-48,75	0,0000	1,7752	0,00	0,1338	0,2313	0,00	0,0008	0,0304	0,00	
St Dev	0,4088	0,5787	0,2633	16,81	0,1639	0,0745	14,92	1,7952	0,9252	17269275,73	0,1649	0,0974	78,16	0,3236	0,2518	15386,73	

		2008															
No	DMU	Term	(I)OPEXm3			(I)PGBEX			(O)SF			(O)COBAC			(O)COBSC		
		Score	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)
1	ADA	0,0883	2,0444	1,4986	-26,70	0,5738	0,5738	0,00	2,9276	4,9643	69,57	0,3228	0,5683	76,05	0,0317	0,8251	2499,72
2	ADI	1,0000	1,5373	1,5373	0,00	0,5319	0,5319	0,00	7,7801	7,7801	0,00	0,7433	0,7433	0,00	0,6567	0,6567	0,00
3	ADN	1,0000	1,8089	1,8089	0,00	0,7461	0,7461	0,00	5,9781	5,9781	0,00	0,6594	0,6594	0,00	0,9583	0,9583	0,00
4	AG	0,3373	1,8087	1,5373	-15,01	0,6656	0,5319	-20,09	2,1705	7,7801	258,45	0,6877	0,7433	8,08	0,2461	0,6567	166,85
6	APSA	0,3428	2,4622	1,5230	-38,14	0,6758	0,5418	-19,82	1,1148	4,1561	272,82	0,3836	0,5704	48,70	0,8281	0,8281	0,00
7	CAEMA	0,1888	1,3509	1,3509	0,00	0,9329	0,5570	-40,30	2,4310	4,7942	97,21	0,0778	0,6407	723,60	0,2295	0,5690	147,94
10	CAERN	0,0999	1,7316	1,5390	-11,12	0,8556	0,6795	-20,59	3,3805	6,2281	84,23	0,2349	0,5681	141,82	0,0418	0,8779	2002,11
12	CAESB	0,5135	1,9121	1,5294	-20,01	0,7373	0,5285	-28,32	3,0604	7,3434	139,95	0,7120	0,7224	1,46	0,6617	0,6726	1,66
13	CAGECE	0,4035	1,2264	1,2264	0,00	0,8171	0,7434	-9,02	3,8269	3,8290	0,06	0,3523	0,5922	68,08	0,1348	0,5957	341,88
14	CAGEPA	0,1854	1,8229	1,5038	-17,50	0,8571	0,5174	-39,63	3,4137	5,9126	73,20	0,4114	0,6540	58,97	0,0880	0,7248	723,49
15	CAJ-RJ	0,3029	1,4822	1,4822	0,00	0,8532	0,5656	-33,70	1,4227	7,0503	395,57	0,4067	0,7179	76,51	0,4331	0,6558	51,39
16	CAJ-SC	1,0000	2,1807	2,1807	0,00	0,6210	0,6210	0,00	4,2237	4,2237	0,00	0,5213	0,5213	0,00	0,0385	0,0385	0,00
17	CAP	1,0000	1,8421	1,8421	0,00	0,5756	0,5756	0,00	4,9593	4,9593	0,00	0,6707	0,6707	0,00	0,1934	0,1934	0,00
19	CASAN	0,0390	2,2795	1,5063	-33,92	0,8233	0,5361	-34,89	2,9324	5,8513	99,54	0,6389	0,6389	0,00	0,0157	0,7467	4651,46
20	CEDAE	1,0000	1,7285	1,7285	0,00	0,4945	0,4945	0,00	0,6932	0,6932	0,00	0,6133	0,6133	0,00	0,1711	0,1711	0,00
21	CESAN	0,2303	1,2773	1,2773	0,00	0,6664	0,6664	0,00	3,5547	3,7869	6,53	0,5651	0,5966	5,56	0,0607	0,6624	990,52
22	CODEN	1,0000	1,5942	1,5942	0,00	0,8077	0,8077	0,00	8,1297	8,1297	0,00	0,5872	0,5872	0,00	0,9256	0,9256	0,00
23	COMPESA	0,0804	2,0352	1,5123	-25,69	0,8976	0,6172	-31,24	3,5039	5,3048	51,40	0,2691	0,5588	107,68	0,0370	0,8547	2210,84
25	COPASA	0,4796	1,6021	1,5099	-5,75	0,5953	0,5201	-12,64	4,5290	6,2554	38,12	0,5877	0,6704	14,06	0,2256	0,7123	215,79
26	CORSAN	0,0345	1,8464	1,5716	-14,88	0,6732	0,5773	-14,24	4,2636	4,3212	1,35	0,4211	0,5786	37,41	0,0119	0,8575	7089,65
28	DAEJUNDIAI	0,5846	1,3904	1,3904	0,00	0,8921	0,6376	-28,53	2,5296	5,8133	129,81	0,6626	0,6664	0,57	0,6093	0,6677	9,58
29	DESO	0,0647	2,2474	1,5119	-32,73	0,8663	0,6162	-28,87	3,1796	5,2901	66,38	0,3426	0,5586	63,05	0,0296	0,8543	2781,83
30	EMBASA	0,2384	1,6774	1,5232	-9,19	0,7465	0,5258	-29,56	2,6010	6,9967	169,00	0,4490	0,7058	57,19	0,1164	0,6853	488,52
31	FOZ	1,0000	1,2415	1,2415	0,00	0,7131	0,7131	0,00	3,8617	3,8617	0,00	0,6071	0,6071	0,00	0,6515	0,6515	0,00
33	SABESP	1,0000	1,2804	1,2804	0,00	0,5445	0,5445	0,00	3,5370	3,5370	0,00	0,5977	0,5977	0,00	0,5150	0,5150	0,00
34	SANASA	1,0000	2,0970	2,0970	0,00	0,8761	0,8761	0,00	3,5589	3,5589	0,00	0,7824	0,7824	0,00	0,5666	0,5666	0,00
35	SANEAGO	0,3379	1,6095	1,5018	-6,69	0,7464	0,5165	-30,80	2,9737	5,7995	95,03	0,5358	0,6486	21,05	0,1798	0,7289	305,42
36	SANEATINS	0,0366	2,0963	1,6570	-20,95	0,8040	0,6381	-20,63	3,6221	4,9179	35,78	0,4386	0,6077	38,57	0,0144	0,8938	6113,57
37	SANECAP	0,1022	1,6199	1,6199	0,00	1,0313	0,7725	-25,09	1,7909	7,3988	313,13	0,4661	0,5958	27,81	0,0455	0,9219	1925,56
39	SANEPAR	1,0000	1,2655	1,2655	0,00	0,6206	0,6206	0,00	4,7099	4,7099	0,00	0,5976	0,5976	0,00	0,3030	0,3030	0,00
40	SANESUL	0,0353	1,8990	1,5090	-20,54	0,6759	0,5196	-23,12	4,4961	6,1999	37,90	0,6677	0,6677	0,00	0,0112	0,7143	6303,37

		2008															
		Term	(I)OPEXm3			(I)PGBEX			(O)SF			(O)COBAC			(O)COBSC		
No	DMU	Score	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)
11	CAESA	0,0114	2,1868	1,5172	-30,62	1,0270	0,6286	-38,79	1,2594	5,4743	334,69	0,0996	0,5605	462,83	0,0053	0,8590	16072,37
24	COMUSA	1,0000	1,0645	1,0645	0,00	1,0662	1,0662	0,00	3,4805	3,4805	0,00	0,4332	0,4332	0,00	0,0005	0,0005	0,00
32	PROLAGOS	1,0000	1,4615	1,4615	0,00	0,4991	0,4991	0,00	3,5531	3,5531	0,00	0,5412	0,5412	0,00	0,8108	0,8108	0,00
27	COSANPA	0,0040	2,3488	1,2804	-45,49	0,9880	0,5445	-44,89	0,3325	3,5370	963,80	0,2024	0,5977	195,36	0,0013	0,5150	39248,35
5	AGESPISA	0,0087	2,3508	1,2804	-45,53	1,0803	0,5445	-49,60	0,3954	3,5370	794,56	0,2416	0,5977	147,34	0,0030	0,5150	16820,73
8	CAER	0,0000	2,9626	1,5373	-48,11	0,9839	0,5319	-45,94	0,0000	7,7801	77800897,72	0,3712	0,7433	100,22	0,0307	0,6567	2036,96
38	SANED	0,0000	1,9123	1,5672	-18,05	0,8402	0,7290	-13,23	0,0000	7,3781	73780765,01	0,4435	0,5974	34,68	0,8779	0,8779	0,00
18	CASAL	0,0000	2,2027	1,5373	-30,21	0,7610	0,5319	-30,11	0,0000	7,7801	77800897,72	0,2275	0,7433	226,76	0,0749	0,6567	777,29
9	CAERD	0,0000	3,9546	1,5373	-61,13	1,0472	0,5319	-49,21	0,0000	7,7801	77800897,72	0,1792	0,7433	314,74	0,0003	0,6567	226220,18

		2008															
		Term	(I)OPEXm3			(I)PGBEX			(O)SF			(O)COBAC			(O)COBSC		
		Score	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)	Data	Proj.	Change(%)
Average		0,4187	1,8611	1,5160	-14,45	0,7803	0,6130	-19,07	3,0044	5,4431	7679699,66	0,4688	0,6302	76,45	0,2709	0,6558	8504,93
Max		1,0000	3,9546	2,1807	0,00	1,0803	1,0662	0,00	8,1297	8,1297	77800897,72	0,7824	0,7824	723,60	0,9583	0,9583	226220,18
Min		0,0000	1,0645	1,0645	-61,13	0,4945	0,4945	-49,60	0,0000	0,6932	0,00	0,0778	0,4332	0,00	0,0003	0,0005	0,00
St Dev		0,4128	0,5298	0,2124	17,07	0,1649	0,1188	16,87	1,9181	1,6940	23338879,67	0,1837	0,0746	142,42	0,3124	0,2333	36000,82

## Anexo VIII – Informe de las holguras de *link* calculadas para las puntuaciones *DSBM*

No	DMU	Overall Score	2005				2006				2007				2008			
			Term Score	(LF)CAPEXm3			Term Score	(LF)CAPEXm3			Term Score	(LF)CAPEXm3			Term Score	(LF)CAPEXm3		
				Data	Proj.	Proj./Data		Data	Proj.	Proj./Data		Data	Proj.	Proj./Data		Data	Proj.	Proj./Data
1	ADA	0,08117	0,06945	0,63477	0,22145	0,34887	0,07457	0,64755	0,26993	0,41686	0,09631	0,73819	0,40574	0,54964	0,08826	0,74224	0,41426	0,55812
2	ADI	1,00000	1,00000	0,23271	0,23271	1,00000	1,00000	0,26348	0,26348	1,00000	1,00000	0,20459	0,20459	1,00000	1,00000	0,24130	0,24130	1,00000
3	ADN	1,00000	1,00000	0,19204	0,19204	1,00000	1,00000	0,16540	0,16540	1,00000	1,00000	0,33441	0,33441	1,00000	1,00000	0,17918	0,17918	1,00000
4	AG	0,25561	0,20254	0,14590	0,19204	1,31627	0,22573	0,29208	0,20458	0,70043	0,32519	0,28899	0,20459	0,70797	0,33729	0,38142	0,24130	0,63263
5	AGESPISA	0,00008	0,05353	0,31198	0,20174	0,64663	0,00002	0,39954	0,18878	0,47250	0,01375	0,39909	0,27876	0,69849	0,00871	0,43344	0,29448	0,67940
6	APSA	0,73154	1,00000	0,27591	0,27591	1,00000	1,00000	0,39100	0,39100	1,00000	1,00000	0,48835	0,48835	1,00000	0,34279	0,27814	0,47509	1,70809
7	CAEMA	0,08899	0,05320	0,48888	0,19204	0,39282	0,07005	0,54733	0,20817	0,38034	0,11309	0,43820	0,24908	0,56843	0,18881	0,36398	0,27099	0,74452
8	CAER	0,00008	0,46425	0,67812	0,22287	0,32865	0,06237	0,65356	0,23246	0,35569	0,06388	0,65283	0,20459	0,31340	0,00002	0,22860	0,24130	1,05555
9	CAERD	0,00001	0,00001	0,44415	0,23271	0,52395	0,00001	0,50553	0,26348	0,52120	0,00001	0,53431	0,20459	0,38291	0,00001	0,38208	0,24130	0,63153
10	CAERN	0,10161	0,10446	0,23419	0,19512	0,83317	0,09201	0,23464	0,21137	0,90084	0,11288	0,29719	0,27461	0,92404	0,09985	0,37420	0,27043	0,72268
11	CAESA	0,01178	0,01203	0,38451	0,19204	0,49944	0,00892	0,38454	0,20807	0,54108	0,01508	0,42837	0,34882	0,81430	0,01141	0,51564	0,34973	0,67824
12	CAESB	0,76031	1,00000	0,22535	0,22535	1,00000	1,00000	0,25704	0,25704	1,00000	0,66416	0,23919	0,23904	0,99935	0,51348	0,28126	0,27338	0,97199
13	CAGECE	0,25700	0,25183	0,22365	0,20218	0,90401	0,21426	0,23972	0,21931	0,91487	0,22662	0,21533	0,21872	1,01575	0,40346	0,26866	0,21222	0,78993
14	CAGEPA	0,14294	0,09108	0,28622	0,19204	0,67096	0,16411	0,34578	0,20926	0,60518	0,18156	0,35273	0,35188	0,99758	0,18543	0,33605	0,37850	1,12632
15	CAJ-RJ	0,41199	0,45431	0,22451	0,20842	0,92833	0,44779	0,23180	0,22628	0,97619	0,49477	0,16248	0,20235	1,24537	0,30292	0,18267	0,23539	1,28859
16	CAJ-SC	1,00000	1,00000	0,06776	0,06776	1,00000	1,00000	0,13306	0,13306	1,00000	1,00000	0,15937	0,15937	1,00000	1,00000	0,19905	0,19905	1,00000
17	CAP	1,00000	1,00000	0,26942	0,26942	1,00000	1,00000	0,25679	0,25679	1,00000	1,00000	0,41543	0,41543	1,00000	1,00000	0,25900	0,25900	1,00000
18	CASAL	0,00002	0,00002	0,47749	0,23271	0,48737	0,00002	0,44906	0,26348	0,58674	0,00002	0,55853	0,20459	0,36631	0,00002	0,50525	0,24130	0,47758
19	CASAN	0,03340	0,02418	0,33464	0,19204	0,57388	0,03051	0,34432	0,20631	0,59917	0,04831	0,34766	0,35043	1,00797	0,03896	0,42127	0,37282	0,88498
20	CEDAE	0,24727	0,32837	0,32873	0,23405	0,71198	0,25629	0,38401	0,26742	0,69639	0,12296	0,40346	0,40346	1,00000	1,00000	0,37722	0,37722	1,00000
21	CESAN	0,17561	0,16772	0,25185	0,18756	0,74471	0,15090	0,26332	0,19948	0,75757	0,17083	0,29548	0,25099	0,84943	0,23030	0,37528	0,26744	0,71265
22	CODEN	1,00000	1,00000	0,06564	0,06564	1,00000	1,00000	0,07656	0,07656	1,00000	1,00000	0,08740	0,08740	1,00000	1,00000	0,07037	0,07037	1,00000
23	COMPESA	0,10682	0,13173	0,21971	0,19204	0,87408	0,11965	0,23505	0,21096	0,89752	0,10652	0,25189	0,36550	1,45105	0,08038	0,31287	0,36755	1,17478
24	COMUSA	0,00243	0,00173	0,45974	0,26328	0,57267	0,00088	0,47741	0,35401	0,74152	0,00594	0,49793	0,49793	1,00000	1,00000	0,24036	0,24036	1,00000
25	COPASA	0,47452	0,46553	0,28534	0,21992	0,77074	0,46317	0,35908	0,22216	0,61868	0,49085	0,38517	0,32484	0,84337	0,47963	0,37345	0,35331	0,94608
26	CORSAN	0,06034	1,00000	0,37336	0,37336	1,00000	0,07002	0,36148	0,37471	1,03661	0,03940	0,35573	0,47348	1,33100	0,03450	0,37704	0,43380	1,15054
27	COSANPA	0,00006	0,00002	0,34905	0,27225	0,77996	0,00282	0,39007	0,28604	0,73330	0,00484	0,38623	0,27876	0,72175	0,00404	0,39542	0,29448	0,74472

No	DMU	Overall Score	2005				2006				2007				2008			
			Term Score	(LF)CAPEXm3			Term Score	(LF)CAPEXm3			Term Score	(LF)CAPEXm3			Term Score	(LF)CAPEXm3		
				Data	Proj.	Proj./Data		Data	Proj.	Proj./Data		Data	Proj.	Proj./Data		Data	Proj.	Proj./Data
28	DAEJUNDIAI	0,77010	1,00000	0,20004	0,20004	1,00000	1,00000	0,21638	0,21638	1,00000	0,63658	0,26473	0,19257	0,72740	0,58463	0,27370	0,21659	0,79135
29	DESO	0,05672	0,04382	0,40310	0,19204	0,47641	0,05898	0,56142	0,21309	0,37957	0,06414	0,48949	0,36696	0,74966	0,06465	0,59013	0,36910	0,62547
30	EMBASA	0,24831	0,26882	0,36434	0,19479	0,53462	0,23005	0,41325	0,20978	0,50765	0,25709	0,54167	0,26637	0,49177	0,23837	0,52768	0,29885	0,56634
31	FOZ	1,00000	1,00000	0,20879	0,20879	1,00000	1,00000	0,22376	0,22376	1,00000	1,00000	0,19255	0,19255	1,00000	1,00000	0,20958	0,20958	1,00000
32	PROLAGOS	0,00023	0,30311	0,33370	0,45888	1,37514	0,00005	0,47350	0,47350	1,00000	1,00000	0,53795	0,53795	1,00000	1,00000	0,55184	0,55184	1,00000
33	SABESP	1,00000	1,00000	0,27689	0,27689	1,00000	1,00000	0,28604	0,28604	1,00000	1,00000	0,27876	0,27876	1,00000	1,00000	0,29448	0,29448	1,00000
34	SANASA	1,00000	1,00000	0,24155	0,24155	1,00000	1,00000	0,29029	0,29029	1,00000	1,00000	0,28657	0,28657	1,00000	1,00000	0,40354	0,40354	1,00000
35	SANEAGO	0,28965	0,24092	0,38008	0,19204	0,50527	0,27913	0,39209	0,21119	0,53863	0,31774	0,54409	0,36080	0,66312	0,33786	0,57872	0,38681	0,66838
36	SANEATINS	0,06312	0,04287	0,30735	0,30735	1,00000	1,00000	0,29944	0,29944	1,00000	0,06361	0,32795	0,42340	1,29104	0,03663	0,34002	0,34210	1,00613
37	SANECAP	0,20247	0,32795	0,20481	0,20945	1,02266	0,33748	0,23879	0,18564	0,77741	0,30049	0,26230	0,16532	0,63027	0,10223	0,28126	0,12736	0,45283
38	SANED	0,00003	0,00002	0,05765	0,18996	3,29487	0,00003	0,05844	0,17412	2,97941	0,00003	0,04898	0,17058	3,48231	0,00003	0,04769	0,16432	3,44544
39	SANEPAR	1,00000	1,00000	0,27225	0,27225	1,00000	1,00000	0,30157	0,30157	1,00000	1,00000	0,28783	0,28783	1,00000	1,00000	0,28737	0,28737	1,00000
40	SANESUL	0,02485	0,01669	0,21788	0,19603	0,89971	0,02777	0,22787	0,19085	0,83751	0,02616	0,23422	0,32921	1,40558	0,03531	0,30070	0,35738	1,18852

	Overall Score	2005				2006				2007				2008			
		Term Score	(LF)CAPEXm3			Term Score	(LF)CAPEXm3			Term Score	(LF)CAPEXm3			Term Score	(LF)CAPEXm3		
			Data	Proj.	Proj./Data		Data	Proj.	Proj./Data		Data	Proj.	Proj./Data		Data	Proj.	Proj./Data
Average	0,36500	0,42800	0,29840	0,22220	0,87540	0,40970	0,33180	0,24110	0,83680	0,39910	0,35540	0,29700	0,95570	0,41870	0,34460	0,29510	0,96060
Max	1,00000	1,00000	0,67810	0,45890	3,29490	1,00000	0,65360	0,47350	2,97940	1,00000	0,73820	0,53800	3,48230	1,00000	0,74220	0,55180	3,44540
Min	0,00000	0,00000	0,05770	0,06560	0,32870	0,00000	0,05840	0,07660	0,35570	0,00000	0,04900	0,08740	0,31340	0,00000	0,04770	0,07040	0,45280
St Dev	0,40040	0,42160	0,13270	0,06500	0,46740	0,42980	0,13710	0,07080	0,41350	0,40880	0,15050	0,10510	0,48930	0,41280	0,13990	0,09590	0,47200



