

Artículo publicado en el Repositorio Institucional del IMTA

<i>Título</i>	Requerimientos de un sistema de información para modelar ofertas y demandas de agua de tres segmentos de usuarios.
<i>Autor / Adscripción</i>	José Luis Montesillo Cedillo Instituto Mexicano de Tecnología del Agua Martín Puchet Anyul Universidad Nacional Autónoma de México
<i>Publicación</i>	Ingeniería Hidráulica en México, 15(3): 65-79
<i>Fecha de publicación</i>	2000
<i>Resumen</i>	Este artículo fija los requerimientos de un sistema de información para modelar ofertas y demandas de agua. Para ello plantea posibles modelos de oferta y demanda de agua para segmentos de usuarios distintos. A su vez, supone que los modelos se cuantificarán mediante un sistema acorde con el marco de las normas internacionales en materia de cuentas nacionales. Los modelos se diseñan para valorar el agua como bien económico. Se presentan especificaciones simples de tales modelos y se señalan opciones de cuantificación. Se exponen las necesidades de información que imponen los modelos en el marco de un sistema de cuentas económicas y ecológicas como el que se está construyendo en México.
<i>Identificador</i>	http://hdl.handle.net/123456789/751

Requerimientos de un sistema de información para modelar ofertas y demandas de agua de tres segmentos de usuarios

José Luis Montesillo Cedillo

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Martín Puchet Anyul

Universidad Nacional Autónoma de México

Este artículo fija los requerimientos de un sistema de información para modelar ofertas y demandas de agua. Para ello plantea posibles modelos de oferta y demanda de agua para segmentos de usuarios distintos. A su vez, supone que los modelos se cuantificarán mediante un sistema acorde con el marco de las normas internacionales en materia de cuentas nacionales. Los modelos se diseñan para valorar el agua como bien económico. Se presentan especificaciones simples de tales modelos y se señalan opciones de cuantificación. Después se exponen las necesidades de información que imponen los modelos en el marco de un sistema de cuentas económicas y ecológicas como el que se está construyendo en México siguiendo las recomendaciones internacionales del Sistema de Cuentas Nacionales de 1993. Finalmente, se plantean lineamientos para construir un sistema de información para la economía del agua y los desarrollos conceptuales del mismo que surgirían de los modelos especificados.

Palabras clave: economía del agua, microeconomía aplicada, modelos microeconómicos, sistemas de cuentas nacionales, contabilidad económica y ecológica.

Introducción

El objetivo principal del presente artículo es fijar los requerimientos que debe satisfacer un sistema de información que sirva para sustentar la construcción de modelos económicos de las demandas y ofertas de agua. Para ello, en el texto se realizan dos tareas: se esboza la clase de modelos mediante la cual será posible representar las demandas y ofertas mencionadas, y se ubica el sistema de información que sirve para sustentar la clase de modelos referidos dentro del marco de las normas internacionales sobre sistemas de cuentas ecológicas y económicas.

Así se procede, primero, de una forma deductiva, obteniendo las características del sistema a partir de la clase de modelos que deberá sustentar, y, luego, de manera normativa, se diseña el sistema requerido en concordancia con las normas internacionales en materia de cuentas nacionales.

La metodología utilizada se sintetiza en los siguientes pasos: se hace una consideración comprensiva de

los trabajos realizados en materia de investigación y generación de información sobre la economía del agua en México. A partir de esa revisión analítica de los planteamientos que especifican funciones o modelos relativos al agua, y de los tipos de información disponibles, se desarrollan las características de *la clase de modelos que se necesita construir*. Luego se extraen y se delimitan los aspectos principales del *sistema de información* en que deben basarse dichos modelos. Finalmente, dados los requerimientos de los sistemas de información diseñados, y las características de los modelos que usarán esa información sistematizada, se determinan cuáles son los aspectos que constituyen un desafío para formular sistemas y modelos. Se remarcan algunos puntos de interés que aparecen en las investigaciones sobre la economía del agua desde el punto de vista de la construcción de sistemas de información económica.

Conviene subrayar que la metodología elegida combina y pondera dos puntos de vista, el que surge de: a) la afirmación de que es acertado y posible el análisis

sis económico de un fenómeno complejo como es la generación y la utilización de flujos de agua para satisfacer necesidades humanas, y el que nace de: b) la consideración de investigaciones teóricas y empíricas realizadas en México sobre la economía del agua y de las fuentes de información disponibles.

Los trabajos realizados en torno al tema general de economía del agua hacen posible identificar y desarrollar algunas líneas de investigación, las cuales tendrán efectos sobre:

- a) El desarrollo del conocimiento económico y social acerca del sector.
- b) La planeación económica de largo plazo del uso del recurso.
- c) La determinación de los precios del agua según el sector usuario y la zona de disponibilidad, región o cuenca, y el diseño de una política pública de fijación de tarifas a partir de esos precios.

De los estudios revisados surge que la descripción económica del sector y, en particular, del uso, consumo, demanda, distribución, suministro, abastecimiento y recarga del agua, se vuelve posible considerando:

- a) Que existen diversos demandantes de agua según su uso intermedio como insumo productivo para riego, generación de energía hidroeléctrica, acuicultura, producción industrial altamente consumidora (y también contaminante) o su uso final como bien de consumo.
- b) Que hay diferentes oferentes del agua según quien suministra y administra el servicio que se le proporciona al demandante: Comisión Nacional del Agua (CNA), organismos operadores (OO) de los municipios, empresas industriales que se autoabastecen, distritos de riego.
- c) Que el agua es, principalmente, *un bien de uso individual, cuyo flujo de suministro puede ser público o privado, con una existencia (o acervo acumulado) de propiedad pública (y no un bien público o colectivo) y que siempre está sometida a un posible aprovechamiento parasitario.*
- d) Que las demandas de agua tienen características diversas según los agentes que la usan: productores agrícolas competitivos, empresas oligopólicas y consumidores finales, entre otros.
- e) Que la oferta posee características diferenciales cuantitativas y cualitativas, pero generalmente está en manos de un monopolista.
- f) Que el suministro del recurso debe considerar siempre costos económicos y, además, y de manera destacada, costos ecológicos y costos de oportuni-

dad de largo plazo asociados con su alta dificultad de renovación.

- g) Que la oferta y la demanda del agua para sus diferentes usos están, por lo general, en desequilibrio, tanto en el corto como en el largo plazos, de forma que se requiere modelar ambos lados para establecer cómo alcanzar un precio de equilibrio.

Teniendo en mente las características que presentan la oferta y la demanda de agua es factible plantear cómo especificar una colección de modelos que tengan como objetivo determinar el precio del agua, al menos para los principales sectores usuarios.

Modelos de determinación del precio del agua según sectores usuarios

Los modelos que a continuación se desarrollan tienen un propósito valorativo o referencial, y cabe aclarar que:

- a) El precio determinado en los modelos responderá a situaciones promedio y no provendrá de una simulación del mercado posible en el que se intercambiaría el agua.
- b) El precio resultante del modelo será un criterio (o norma) para elaborar estrategias de fijación de tarifas que considerarán, en primer lugar, las desviaciones respecto de esas situaciones promedio y, en segundo término, cuál sería el modelo que replique el intercambio mercantil en el ámbito correspondiente.

La principal ventaja del enfoque elegido es la siguiente: si bien se supone que el agua como bien económico posee un precio, éste no es el que se determinaría de manera unívoca en un mercado *ideal* donde rigiera la *competencia perfecta*. Aquí, se hace un esfuerzo por representar condiciones reales de oferta y de demanda donde rigen distintos tipos de interacción entre los agentes y que, aunque hayan surgido de promediar diversos comportamientos, determinan precios que pueden usarse para guiar decisiones de política pública.

La concepción propuesta es que cada modelo, en principio, determina un precio (o un conjunto de ellos) de acuerdo con las condiciones de la oferta (precio de oferta) y otro (o un conjunto de ellos) según las condiciones de la demanda (precio de demanda). Ambos precios serán obtenidos en las respectivas condiciones de eficiencia del oferente o del demandante. El primero será aquél que la CNA o los OO y los municipios obtengan bajo condiciones de minimización de sus

costos, en tanto que el segundo estará de acuerdo con las decisiones óptimas de los demandantes, sean estos agricultores de riego, empresas industriales u hogares consumidores de agua potable.

La clase de modelos propuestos responde al grado actual de descripción y explicación sobre el sector del agua en México. Por lo que, con base en los trabajos analizados y con el enfoque planteado, en este trabajo aparece como factible la construcción de los modelos siguientes, que contendrán desagregaciones regionales, sectoriales y municipales.

Modelo de costos de suministro para riego de la CNA y costos marginales de los demandantes para la agricultura de riego (Montesillo, 1998)

El modelo se compone de dos submodelos: uno de oferta y otro de demanda. Cada uno para las regiones hidrológicas ($r = 1 \dots 13$) y haciendo uso de la información disponible para el periodo 1960-1997.

1) Submodelo de oferta

Es pertinente recordar que en el punto óptimo el costo medio y el costo marginal son equivalentes. La función de costos medios estimada debe cumplir un conjunto de propiedades de regularidad que garanticen que su hessiana sea semidefinida positiva. El submodelo de oferta se compone por una función de costos medios variables para cada región de la CNA respecto a: instalación (I), operación (O), mantenimiento (M) y reparación y conservación (R) de equipo, así como mano de obra (L).

La función de costos por región hidrológica es:

$$C_{art} = c_1(I_r, O_r, M_r, R_r) + c_2(L_r), r = 1 \dots 13, t = 1960-1997 \quad (1)$$

donde cada argumento de $c_1(\cdot)$ designa el correspondiente gasto a precios constantes y L_r es el número de trabajadores. Se separan los costos de manera aditiva para simplificar la forma funcional, en virtud del distinto carácter de los argumentos de las funciones $c_1(\cdot)$ y $c_2(\cdot)$. Tanto la variable dependiente como los argumentos se expresan en términos de las unidades de agua suministrada para fines de riego.

La búsqueda de la especificación de la función anterior se hace considerando que el productor de agua es, en el caso de la CNA, un monopolista. Esta función de costos es la que integra la función de beneficios del productor. Sin duda, la consideración de la CNA como productor monopólico es cuestionable en términos de los determinantes económicos que le confieren ese carácter. Pero, desde una perspectiva descriptiva de su com-

portamiento observado, es difícil suponer una mejor aproximación.

El resultado de esta búsqueda será una función cuyos parámetros serán, a su vez, funciones de los precios de costo de cada componente por unidad de agua suministrada. En consecuencia, se habrá obtenido el precio de costo del agua para riego. Éste será el precio de oferta que se enfrentará al surgido de las condiciones de demanda de este segmento del sector.

El proceso de estimación se hará para las 13 regiones, según información de serie de tiempo del periodo referido.

2) Submodelo de demanda

Es conveniente destacar que la estimación de las funciones de demanda requiere del precio del bien. Pero también se puede obtener de la función de producción en forma de demandas derivadas. Este es el caso en el presente trabajo. El submodelo de demanda está formado por una función de producción agrícola, por cada una de las regiones hidrológicas, dependiente de los insumos de capital, mano de obra, agua y recursos para mantener el medio ambiente.

La función de producción de cada región hidrológica es:

$$Q_{ar} = f(K_r, T_r, A_r, RA_r), r = 1 \dots 13, t = 1960-1997 \quad (2)$$

donde: Q_{ar} es el valor de la producción agrícola a precios constantes para la región hidrológica r ; K_r son las hectáreas de riego cultivadas en r ; T_r es el número de trabajadores ocupados en r según coeficientes de ocupación obtenidos de datos censales de 1990; A_r son los m^3 de agua suministrados en r para la agricultura de riego, y RA_r es el monto de los recursos destinados a mantener el medio ambiente a precios constantes.

La búsqueda de la especificación se hará partiendo de formas funcionales translogarítmicas que proporcionan mayor flexibilidad en el proceso de obtención de una función específica. Es obvio que la búsqueda de esa función específica para ramas o productos de la agricultura presenta dificultades no sólo de información, sino también de definición de la tecnología.

Una vez determinada la función de producción se obtendrán las funciones de demanda de insumos y, en particular, de cada uno de sus productos marginales. El valor del producto marginal del agua será considerado como su precio de demanda para este segmento de demandantes. La determinación de las funciones de demanda de insumos partiendo de la función de producción se hará a la luz de la teoría de la dualidad (Madden, 1986; Varian, 1992, y Mas-Colell *et al.*, 1995).

El proceso de estimación se hará partiendo de la información en serie de tiempo de las 13 regiones para el periodo referido.

Modelo de costos diferenciales por industria, según estructura de mercado en que actúa el oferente-demandante (Montesillo y Ortiz Rendón, 1995; Ortiz Rendón et al., 1997; García Rojas et al., 1997, y Bravo Pérez y Castro, 1999)

Este modelo se compone de funciones de producción y de costos para las siguientes ramas industriales: 1) minera, CMAE (Clasificación Mexicana de Actividades Económicas) 2100, 2910 y 2920; 2) petrolera, CMAE 2200; 3) azucarera, CMAE 3118; 4) alimenticia, CMAE 3121; 5) bebidas, CMAE 3130; 6) textil, CMAE 3212; 7) papelera, CMAE 3410; 8) química, CMAE 3512, y 9) siderúrgica, CMAE 3710. El enfoque respecto a las funciones de producción para siete de las nueve ramas está en el trabajo de Montesillo y Ortiz Rendón (1995) y su versión comprensiva en Guerrero *et al.* (1997), ambos citados infra. El artículo de Bravo y Castro (1999) estima la función de producción y las demandas derivadas para la industria azucarera.

Las empresas de cada una de estas ramas son, por lo general, consumidoras y, al mismo tiempo, se autoabastecen de agua. Por ello, el costo de la obtención y procesamiento del líquido corre por su cuenta. A su vez, muchas empresas de estas ramas son altamente contaminantes, como surge del trabajo de Ortiz Rendón *et al.* (1997). Por ello, el enfoque propuesto toma al agua como insumo, pero también como producto.

El modelo se compone de problemas de maximización de beneficio/minimización de costos para cada una de las ramas industriales, reconociendo el doble papel de oferente y demandante que, en relación con el agua, las empresas de dichos sectores suelen tener, por lo que se considera de forma explícita la diferencia entre el valor del producto marginal del agua y su costo marginal, toda vez que el recurso hídrico en México no es comercializable en mercados organizados. Así, no existe ningún elemento teórico o empírico que nos permita asumir la existencia de equilibrio entre oferta y demanda de agua para uso industrial. Por tanto, se debe maximizar el beneficio:

$$\text{máx } B_s(q_s, a_s) = p_s q_s + p a_s a_s - (w_k k_s + w_l l_s + w_a a_s + w_{ra} r a_s) \quad (3)$$

$$\text{sujeto a: } \begin{aligned} q_s &= f_q(k_q, l_q, a_s, r a_s) \\ a_s &= f_a(k_a, l_a) \\ a_s &< a n_s \end{aligned} \quad (4)$$

donde: $p_s q_s + p a_s a_s = I_s$ es el ingreso del sector s , calculado como la suma de sus ingresos por su producto ($p_s q_s$) más el ingreso que se obtendría del agua utilizada a precio de venta ($p a_s$) establecido en la Ley de Aguas Nacionales (LAN), $w_k k + w_l l + w_a a + w_{ra} r a = C_s$ es el costo total del sector s calculado, tomando en cuenta como insumos el capital (k) que comprende sus componentes fijo y variable, la mano de obra (l), el agua utilizada (a) y los recursos ambientales utilizados que resultan de contaminar (ra); $f_q(k_q, l_q, a, ra)$ es la función de producción del sector s ; $f_a(k_a, l_a)$ es la función de producción del agua, y $a n_s$ es la norma de consumo de agua que se le impone al sector para mantener los balances de agua en las zonas donde está implantada la empresa. Conviene aclarar que $p a_s$ se refiere al precio (tarifa) establecido en la LAN para uso industrial por zona de disponibilidad de agua utilizada y w_a hace alusión al costo (precio) de obtención del recurso hídrico.

La concepción general es determinar productividades y costos marginales surgidos del problema planteado y de su dual de minimización de costos. Ello supone estimar las funciones de producción y de costos para las nueve ramas, tomando en cuenta sus respectivas estructuras de mercado según la información disponible sobre ellas en estudios de organización industrial. Para conocer una clasificación de las actividades de acuerdo con sus respectivas estructuras de mercado véase, por ejemplo, Brown y Domínguez (1997 y 1997a). El valor del producto marginal del agua será considerado como su precio de demanda.

En ese marco general se plantea luego restringir el modelo según las condiciones particulares de cada empresa (o de grupos de empresas) en términos de: a) si producen o no agua; b) qué grado de utilización de recursos ambientales tienen, y c) cuál es la norma de disponibilidad de agua según la región hidrológica donde están ubicadas las respectivas empresas. De esa manera, se obtendrán soluciones de los problemas de optimización sujetas a variaciones en los parámetros: $p a_s$, w_{ra} , y $a n_s$.

Modelo de oferta y demanda de agua potable según el estrato de municipios al que pertenecen los organismos operadores (Montesillo, 1998a; Galindo y Montesillo, 1999).

El modelo parte de agrupar a los organismos operadores (OO) que suministran el agua potable urbana (alrededor de 600) en estratos correspondientes a los municipios que atienden, con base en la información disponible, a partir de las características socioeconómicas que aparecen en el Sistema de Información Mu-

nicipal del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Se pretende que los organismos operadores, sean públicos o privados, queden agrupados de acuerdo con los niveles de ingreso y bienestar de los municipios a los cuales prestan sus servicios. Supóngase que el número de estratos determinado es $E = 10$.

A su vez, para cada municipio que integra el estrato conformado por aquéllos que son atendidos por los OO respectivos, se dispone de los datos que determinan la demanda potencial de agua.

El modelo planteado a partir de la información disponible sobre los organismos operadores y sobre los estratos de consumidores no está basado en fundamentos microeconómicos como los anteriores. Sería interesante especificar ofertas y demandas partiendo de los comportamientos de ambos tipos de agentes: OO y consumidores. Pero, en este caso, los límites de disponibilidad de la información básica imponen al enfoque utilizado la necesidad de especificar, de manera primaria o *ad hoc*, las funciones de oferta y demanda.

1) Submodelo de oferta

Está conformado por las funciones de oferta de cada estrato de OO. En este caso no se está considerando la forma en que los OO obtienen el agua. Las funciones se obtienen de los datos de suministro de agua y de costo por unidad de agua suministrada para el estrato respectivo de OO durante los años 1994-1997.

$$S_e(g,t) = s(C_e(g,t)), e = 1 \dots 10, g = 1 \dots org_e, t = 1994-1997 \quad (5)$$

donde $S_e(g, t)$ es el suministro de agua en m^3 para el estrato de OO_e en el periodo referido t , $C_e(g, t)$ es el costo por unidad de agua suministrada por los organismos operadores del estrato e y OO_e es el número de OO del estrato e .

La búsqueda de especificación se realiza partiendo de formas funcionales lineales para las funciones de oferta. Se hace la estimación por medio de información panel para cada estrato: ($g = 1 \dots org_e, t = 1994-1997$). El resultado será una función de oferta para cada estrato, que establece la relación entre el costo por unidad de agua suministrada y el monto del suministro.

2) Submodelo de demanda

Las funciones de demanda de cada estrato de OO son:

$$D_e(g,t) = d(P_e(g,t)), e = 1 \dots, E, g = 1 \dots org_e, t = 1994-1997 \quad (6)$$

donde $D_e(g, t)$ es la demanda potencial del estrato según la información de los municipios que lo componen y $P_e(g, t)$ es el precio cobrado por el suministro del agua en el estrato e según la información de los OO que pertenecen a él.

El dato de demanda se construye mediante información que considera población, composición por edad y nivel de ingreso de cada municipio perteneciente al estrato respectivo. El precio que se usa puede ser la tarifa cobrada por los OO del estrato respectivo, o también puede tomarse el precio de un bien complementario, como la electricidad.

La búsqueda de la especificación se hace partiendo de formas funcionales lineales. Tómese en cuenta que las funciones de demanda "bien comportadas" que se derivan de la teoría neoclásica del consumidor son homogéneas de grado cero. La estimación se realiza mediante información de panel para cada estrato.

Sistema de Información Económica del Agua (SIEA): requerimientos para los modelos y ubicación en el Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas (SCEE)

En esta sección se desarrollan los requerimientos de información de los modelos planteados y se hace una ubicación del sistema que proporcionaría dicha información en el marco del SCEE que se está construyendo para México, de acuerdo con las normas internacionales. Véanse los documentos de Bartelmus y Van Tongeren (1994) para la normatividad y de Van Tongeren *et al.* (1991) para una cuantificación para México.

Resulta importante destacar que estos requerimientos responden, de manera sustancial, a las características de los modelos especificados, pero no se restringen a modelos económicos de equilibrio parcial de distintos mercados, puesto que, al adecuar el sistema a las normas internacionales, éste tiene la potencialidad de abrirse a modelos que supongan mayor generalidad en términos de cobertura de mercados y agentes, así como en cuanto a otros enfoques explicativos que quieran incorporarse.

Debe señalarse también que el sistema especificado considera de manera puntual la información disponible de diversas fuentes primarias, de forma que los requerimientos establecidos no constituyen criterios ideales, sino que se ajustan a las posibilidades existentes en México para elaborar o producir el sistema de información.

Requerimientos de información para los modelos

La construcción de los modelos propuestos requiere un sistema de información económica específica, y sigue la línea de desarrollo de los sistemas de información que tiene el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), en la cual y para el área económica, el más representativo es el SISEFA (IMTA, 1998). Este sistema es un valioso e importante instrumento que debe refinarse, de forma que sea compatible con los sistemas de contabilidad nacional en la medida que ellos fijan las pautas universales para la información económica. En particular, es necesario incorporar de manera más acuciosa información sobre las siguientes variables:

- a) Producción agrícola de riego y sus insumos por zona.
- b) Precios de los productos y de los insumos generados y usados en las zonas de riego.
- c) Producción industrial y sus insumos para las ramas enumeradas.
- d) Precios de los productos y de los insumos generados y usados en las ramas mencionadas.
- e) Principales indicadores de las estructuras de mercado de las ramas y datos de los contaminantes del agua generados en cada rama.
- f) Consumos domésticos de agua, ingresos promedio de las familias, precios de bienes complementarios del agua y disponibilidad de agua por municipios.

Cuadro 1.

Variable	Descripción	Fuente	Escala de medición	Periodo	Adaptación
C_{ant}	Costo total del agua para riego por región hidrológica r y periodo t	CNA-Semarnap http://www.semarnap.gob.mx/patrimon.htm	Miles de pesos de 1993	1987-1997	Información a escala nacional
		CNA, <i>Cartera de proyectos hidroagrícolas</i>	Miles de pesos corrientes	1987-2005	Información a escala regional
I_n	Costos de instalación del agua para riego por región hidrológica r y periodo t	CNA-Semarnap http://www.semarnap.gob.mx/patrimon.htm	Miles de pesos de 1993	1987-1997	Información a escala nacional
		CNA, <i>Cartera de proyectos hidroagrícolas</i>	Miles de pesos corrientes	1987-2005	Información a escala regional
O_n	Costos de operación del agua para riego por región hidrológica r y periodo t	CNA-Semarnap http://www.semarnap.gob.mx/patrimon.htm	Miles de pesos de 1993	1987-1997	Información a escala nacional
		CNA, <i>Cartera de proyectos hidroagrícolas</i>	Miles de pesos corrientes	1987-2005	Información a escala regional
M_n	Costos de mantenimiento del agua para riego por región hidrológica r y periodo t	CNA-Semarnap http://www.semarnap.gob.mx/patrimon.htm	Miles de pesos de 1993	1987-1997	Información a escala nacional
		CNA, <i>Cartera de proyectos hidroagrícolas</i>	Miles de pesos corrientes	1987-2005	Información a escala regional
R_n	Costos de renovación del agua para riego por región hidrológica r y periodo t	INEGI, <i>Sistema de cuentas ecológicas y económicas de México</i>	Miles de pesos de 1993 y miles de pesos corrientes	1985-1993	La información está a escala nacional y se puede obtener por región utilizando la información de los censos agrícola y ganadero de 1991, referente a tecnología utilizada: fertilizantes, agroquímicos y pesticidas, agrupando la información municipal por región y obteniendo su participación relativa respecto del costo de renovación, para así obtener el costo en cuestión por región

Cuadro 1. (Continuación).

Variable	Descripción	Fuente	Escala de medición	Periodo	Adaptación
L_{ri}	Mano de obra utilizada para obtener agua para riego por región hidrológica r y periodo t	CNA, gerencias regionales, Gerencia de Distritos de Riego, Asociación Nacional de Usuarios de Riego (ANUR)	Número de trabajadores	1980-1998	Información a escala regional
Q_{art}	Valor de la producción agrícola de riego por región hidrológica r y periodo t	INEGI, <i>Estadísticas históricas de México</i> , tomo I. CNA-IMTA <i>Características de los distritos de riego, año agrícola 1991</i>	Miles de viejos pesos corrientes Miles de pesos corrientes	1940-1991 1991	A escala nacional La información está disponible por distritos de riego, sin embargo se puede agrupar por región y el valor de la producción de las unidades de riego se puede obtener por diferencia, utilizando las proporciones de que se pueden desprender de los distritos de riego. O bien se puede utilizar la información a escala nacional y ponderarla por el número de hectáreas a escala regional disponible en los censos, agrícola y ganadero 1991
K_{ri}	Hectáreas de riego cultivadas por región hidrológica r y periodo t	INEGI, <i>Estadísticas históricas de México</i> , tomo I. CNA-IMTA <i>Características de los distritos de riego, año agrícola 1991</i>	Miles de viejos pesos corrientes Miles de pesos corrientes	1940-1991 1991	A escala nacional La información está disponible por distritos de riego, sin embargo, se puede agrupar por región y el valor de la producción de las unidades de riego se puede obtener por diferencia, utilizando las proporciones que se pueden desprender de los distritos de riego. O bien se puede utilizar la información a escala nacional y ponderarla por el número de hectáreas a escala regional disponible en los censos, agrícola y ganadero 1991
T_{ri}	Número de trabajadores ocupados en la agricultura de riego por región hidrológica r y periodo t	INEGI, <i>Censos agrícola, ganadero y ejidal, 1991</i>	Número de trabajadores ocupados en la agricultura de riego	1990	La información se encuentra por municipio, misma que se puede agrupar por región, al incluir en cada región los municipios que la integran
A_{ri}	Agua consumida en la agricultura de riego por región hidrológica r y periodo t	CNA, <i>Balances hidráulicos por región y distritos de riego por tipo de cultivo</i>	Miles de metros cúbicos de agua suministrados a la agricultura bajo riego por región	1980-1995	

Cuadro 1. (Continuación).

Variable	Descripción	Fuente	Escala de medición	Periodo	Adaptación
RA_{rt}	Recursos ambientales consumidos en la agricultura de riego por región hidrológica r y periodo t	INEGI, <i>Sistema de cuentas económicas y ecológicas de México 1985-1993</i>	Miles de pesos de 1993 y miles de pesos corrientes	1985-1993	La información está disponible a escala nacional. No obstante, se puede obtener por región, agrupando la información disponible en los censos agrícola, ganadero y ejidal 1991, con respecto al uso de pesticidas, agroquímicos y fertilizantes utilizados en la agricultura de riego, mediante la estimación de la participación relativa de cada región en el total nacional, el cual servirá como ponderador
$p_s q_s$	Valor de la producción bruta de la actividad industrial en la zona de disponibilidad s en el periodo t	INEGI, <i>Cuentas nacionales de México</i> , disco compacto, 1994	Miles de pesos de 1980 y miles de pesos corrientes	1960-1997	
pa_s	Tarifa de consumo de agua para uso industrial en la zona de disponibilidad s en el periodo t	CNA, <i>Ley federal de derechos en materia de agua</i> (varios años)	Pesos por metro cúbico de agua	1985-1999	
a_s	Agua utilizada en la actividad industrial en la zona de disponibilidad s en el periodo t	Secretaría de Recursos Hidráulicos Registro Público de Derechos de Agua (Repda)-CNA	Índice de consumo, metros cúbicos concesionados a los usuarios que han solicitado su título	1975 1990-1998	
ra_s	Recursos ambientales usados en la rama s en el periodo t	INEGI, <i>Sistema de cuentas económicas y ecológicas de México 1985-1993</i>	Miles de pesos de 1993 y miles de pesos corrientes	1985-1993	
w_{ra}	Precio de costo de los recursos ambientales usados en la rama s en el periodo t	INEGI, <i>Sistema de cuentas económicas y ecológicas de México 1985-1993</i>	Miles de pesos de 1993 y miles de pesos corrientes	1985-1993	
l_{qt}	Mano de obra usada en la rama s en el periodo t para producir su mercancía	INEGI, <i>Cuentas nacionales de México</i> , disco compacto, 1994		1960-1997	
k_a	Capital fijo y circulante usado en la rama s en el periodo t para producir su insumo de agua	CNA, <i>Sistema de información georeferenciado del agua</i> (SIGA)			
l_a	Mano de obra usada en la rama s en el periodo t para producir su insumo de agua	CNA, <i>Sistema de información georeferenciado del agua</i> (SIGA)			
an_s	Norma de disponibilidad de agua para uso industrial por rama s y región hidrológica r	CNA, <i>Balances hidráulicos</i>	Miles de m^3 de agua	1980-1995	

Cuadro 1. (Continuación).

Variable	Descripción	Fuente	Escala de medición	Periodo	Adaptación
$S_a(g,t)$	Suministro de agua en m^3 para el estrato de OO: e y en el periodo t	CNA, <i>Sistema nacional de información</i> (de 700 OO)	Litros por segundo y m^3 por año	1993-1997	
$C_a(g,t)$	Costo por unidad de agua suministrada de los OO del estrato e	INEGI, <i>Finanzas públicas estatales y municipales de México</i> CNA, Gerencia de Agua Potable, Sistema Nacional de Información (SNI)	Miles de nuevos pesos	1989-1994 1994-1999	También existe la información del número de trabajadores por OO
$D_a(g,t)$	Demanda potencial del estrato e según la información de los municipios que lo componen	INEGI, <i>Los municipios de México</i> , información censal (1989, 1990, 1991)	Litros por segundo y m^3 por año	1993-1997	Información a estimar con base en el sistema nacional de información (de 700 OO)
$P_a(g,t)$	Precio cobrado por el suministro del agua en el estrato e	CNA, <i>Ley federal de derechos en materia de agua</i> (varios años)	Miles de m^3	1985-1999	
POB_{me}	Población de cada municipio perteneciente al estrato respectivo	INEGI, <i>Censos de población y vivienda</i> INEGI, <i>Los municipios de México</i> , disco compacto	Habitantes por municipio	1980, 1990	
CE_{me}	Composición etaria de cada municipio perteneciente al estrato respectivo	INEGI, <i>Los municipios de México</i>	Miles de personas	1980, 1990	
Y_{me}	Nivel de ingreso de cada municipio perteneciente al estrato respectivo	INEGI, <i>Finanzas públicas estatales y municipales de México</i> INEGI, <i>Los municipios de México</i>	Miles de nuevos pesos	1989-1994	
pce	Precio de un bien complementario como la electricidad	Instituto de Investigaciones Eléctricas Banco de México	Índice de precios al consumidor, base 1978	1970-1993	

En términos más específicos, las siguientes variables deben ser incluidas en el subsistema de información que alimente los modelos del cuadro 1.

Ubicación del SIEA en el SCEE

La ubicación del SIEA requiere mostrar cómo está definido el SCEE según las normas emanadas del Sistema de Cuentas Nacionales de 1993. Para ello, se presenta primero una matriz completa del sistema y, luego, se ubican las variables definidas en el cuadro 2 dentro de los balances de flujos y acervos del Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas.

La siguiente es la explicación de los símbolos de la tabla anterior. Los subíndices significan: na , sectores económicos que no producen agua; a , sector agua; p , acervos producidos en la economía; np , acervos no producidos en la economía; 0 designa el momento inicial; 1 designa el momento final. Las variables consideradas son las siguientes:

AE: activos económicos que comprende los acervos producidos de máquinas y herramientas, edificios y construcciones, infraestructura física y riquezas arqueológicas, y los acervos generados por la naturaleza (*o no producidos*) que poseen un valor de mercado: tie-

Cuadro 2. SCEE con el sector agua desagregado.

			Balances de acervos por tipos de activos		
			Activos económicos producidos	Activos económicos no producidos	Activos ambientales no producidos
Activos iniciales			AE _{prna0}	AE _{nrna0}	AA _{nrna0}
Activos iniciales del sector agua			AE _{pa0}	AE _{npa0}	AA _{npa0}
Cuentas de oferta y utilización					
PBI _{na}	M _{na}				
PBI _a	M _a				
CI _{na}	X _{na}	C _{na}	I _{na}		
CI _a	X _a	C _a	I _a		
CIA _{na}		CA _{na}	IA _{na}		
CIA _a		CA _a	IA _a		
			AcAE _{prna}	AcAE _{nrna}	AcAA _{nrna}
			AcAE _{pa}	AcAE _{npa}	AcAA _{npa}
CKF _{na}			CKF _{prna}	CKF _{nrna}	
CKF _a			CKF _{pa}	CKF _{npa}	
CKFA _{na}			CKFA _{prna}	CKFA _{nrna}	
CKFA _a			CKFA _{pa}	CKFA _{npa}	
VAN _{na}			AEN _{prna}	AEN _{nrna}	AAN _{nrna}
VAN _a			AEN _{pa}	AEN _{npa}	AAN _{npa}
CtAG _{nrna}				AGAE _{nrna}	AGAA _{nrna}
CtAG _{npa}				AGAE _{npa}	AGAA _{npa}
CtDG _{p/nprna} (VM)			DGAE _{prna}	DGAE _{nrna}	
CtDG _{p/npa} (VM)			DGAE _{pa} (VM)	DGAE _{npa} (VM)	
CtDG _{p/nprna} (nVM)			DGAE _{prna} (nVM)	DGAE _{nrna} (nVM)	
CtDG _{p/npa} (nVM)			DGAE _{pa} (nVM)	DGAE _{npa} (nVM)	
Aj(AG,DG)VAN _{na}			AENAj(AG,DG) _{prna}	AENAj(AG,DG) _{nrna}	AANAj(AG,DG) _{nrna}
Aj(AG,DG)VAN _a			AENAj(AG,DG) _{pa}	AENAj(AG,DG) _{npa}	AANAj(AG,DG) _{npa}
			VAE _{prna} (vol)	VAE _{nrna} (vol)	VAA _{nrna} (vol)
			VAE _{pa} (vol)	VAE _{npa} (vol)	VAA _{npa} (vol)
Activos finales			PGK _{prna}	PGK _{nrna}	
Activos finales del sector agua			PGK _{pa}	PGK _{npa}	
			AE _{prnal}	AE _{nrnal}	AA _{nrnal}
			AE _{pa1}	AE _{npa1}	AA _{npa1}

rras naturales de cultivo y pastoreo, tierras ubicadas bajo edificios, construcciones, infraestructura física y riquezas arqueológicas, tierras de recreación y esparcimiento, suelos, subsuelos y sus reservas minerales, bosques naturales, bancos pesqueros.

AA: activos *ambientales* que comprenden los recursos que no poseen un valor de mercado, pero que son afectados por todas las actividades productivas: *recursos biológicos*—especies vegetales y animales—, *de agua*—corrientes fluviales, superficies y espejos de aguas

naturales y aguas subterráneas– y de aire –porciones de la atmósfera rural, suburbana y urbana.

PBI: producción bruta interna de mercancías (o bienes y servicios no factoriales).

M: importaciones de mercancías.

$PBI_{na} + M_{na}$ = oferta global de los sectores productivos distintos del agua; $PBI_a + M_a$ = oferta global del sector agua; $PBI_{na} + PBI_a + M_{na} + M_a$ = oferta global de la economía.

CI: consumo intermedio.

X: exportaciones de mercancías.

C: consumo final.

I: inversión neta o formación neta de capital.

CIA: consumo intermedio para fines de protección ambiental: cada sector realiza gastos productivos intermedios destinados a transformar materias primas y recursos en productos finales y, además, hace gastos intermedios para la protección del ambiente.

CA: consumo final con propósitos de protección ambiental: cada hogar y cada administración pública realizan gastos de consumo final destinados a la protección ambiental.

IA: inversión neta ambiental: cada sector realiza gastos de inversión destinados a la protección ambiental.

Ac: acumulación de activos del periodo (0, 1) originada en cambios en las cantidades y calidades de: a) los activos económicos producidos por la incorporación de la inversión en capital fijo; b) los activos económicos no producidos por la inclusión o exclusión de reservas de bosques, del suelo, del subsuelo y de las aguas interiores y continentales, y c) los activos ambientales no producidos como resultado de las actividades económicas.

CKF: consumo de capital fijo que forma parte de los activos económicos producidos y no producidos como resultado de su uso y desgaste en el proceso productivo.

CKFA: consumo de capital fijo dedicado a fines ambientales.

VAN: valor agregado neto a precios de mercado que incluye: a) las remuneraciones de los factores productivos –acervos de activos económicos producidos y no producidos de propiedad privada, acervos de capital humano y diferentes clases de mano de obra–, y b) la tributación indirecta menos los subsidios pagados por las administraciones públicas.

AEN: acervos de activos económicos netos.

AAN: acervos de activos ambientales netos.

CtAG: costos del *agotamiento* de los activos no producidos (económicos y ambientales) como resultado de las actividades productivas.

AG: magnitud del agotamiento ocurrido durante el periodo en los acervos de activos no producidos.

CtDG (VM): costos de la *degradación* de los activos económicos producidos y no producidos, que pueden ser valuadas según sus precios de mercado.

DG (VM): magnitud de la degradación ocurrida durante el periodo en los acervos de activos económicos, valuada a precios de mercado.

CtDG (nVM): costos de la degradación de los activos económicos y ambientales que no puede ser valuada a precios de mercado.

DG (nVM): magnitud de la degradación ocurrida durante el periodo en todos los acervos de activos y valuada mediante valores distintos de los precios de mercado.

Aj (AG, DG) VAN: ajuste por los costos de agotamiento y degradación del valor agregado neto.

AENaj (AG, DG): activos económicos netos ajustados por el monto del agotamiento y la degradación.

AANaj (AG, DG): activos ambientales netos ajustados por el monto del agotamiento y la degradación.

VAE (vol.): variación de activos económicos en términos de volumen: *apreciación* o *depreciación económica* de activos producidos o no producidos que difiere del consumo *normal* de capital fijo; crecimiento natural de recursos biológicos no cultivados; pérdidas catastróficas; cambios por clasificación o estructura, y otros cambios de volumen de activos no financieros.

VAA (vol.): variación de activos ambientales en términos de volumen: pérdidas catastróficas; cambios por clasificación o estructura, y otros cambios de volumen de activos no financieros.

PGK: pérdidas y ganancias nominales ocasionadas por la tenencia de activos de capital que provienen de la revaluación o devaluación de los mismos en los respectivos mercados financieros y no financieros.

Las filas sombreadas en el SCEE (cuadro 2) constituirían los renglones del Sistema de Información Económica del Agua.

Relaciones entre los requerimientos de información para los modelos y el Sistema de Información Económica del Agua

Las variables propuestas para construir los modelos son ubicadas a continuación respecto de las variables del SIEA. Las primeras están expresadas a precios constantes, en tanto que las segundas están a precios corrientes. Para poder vincularlas, estas últimas se denominan en precios constantes mediante un argumento de cantidad (*Q*). A la vez, ocurre que los balances implícitos en los modelos no cubren todos los rubros definidos en los respectivos balances del SIEA, ello se indica mediante un subíndice.

$$CI_{ar-}(Q) = I_r + O_r$$

$CI_{ar-}(Q)$: consumo intermedio a precios constantes de una región hidrológica compuesto por sus costos de instalación (I_r); de operación (O_r), y otros costos de los que no se tiene información. Por ello se ha colocado el subíndice (-) que indica que se trata de una parte de este consumo intermedio.

$$CKF_{ar-}(Q) = M_r$$

$CKF_{ar-}(Q)$: consumo de capital fijo a precios constantes de una región hidrológica, compuesto por sus costos de mantenimiento y otros de los que no se tiene información.

$$VAN_{ar-}(Q) = R_r + c_2(L_r)$$

$VAN_{ar}(Q)$: valor agregado neto a precios constantes de una región hidrológica, compuesto por sus costos de renovación, mano de obra y otros costos de los que no se posee información.

$$PBI_{ar-}(Q) = A_r$$

$PBI_{ar}(Q)$: valor de la producción bruta interna a precios constantes de la región hidrológica que integra el consumo intermedio a precios constantes de la agricultura (A_r), más aquella destinada a otros usos de los que no se tiene información.

La siguiente definición del valor de la producción bruta por región hidrológica:

$$PBI_{ar} = CI_{ar} + CKF_{ar} + VAN_{ar}$$

muestra que: a) cada componente tiene carencias de información indicadas con el subíndice (-) que deben cubrirse; b) para cada componente es necesario definir un sistema de precios que haga posible expresarlos en términos de cantidades, y c) la agregación de cada componente generaría el valor de la variable para un solo uso del agua: el riego, y no para otros que conforman el sector.

$$VAB_{as-} = CKF_{ar-} + VAN_{as-} = w_{ks}ks + w_{ls}ls$$

VAB_{as} valor agregado bruto del agua de un sector industrial que se autoabastece, compuesto por los gastos de capital fijo ($w_{ks}ks$), de mano de obra ($w_{ls}ls$) y otros gastos de los que no se tiene información.

$$PBI_{as-} = pa_s a_s$$

PBI_{as} valor de la producción bruta interna de agua de un sector industrial que se autoabastece, compuesta

por el consumo intermedio ($pa_s a_s$), más la destinada a otros usos de los que se carece de información.

La siguiente definición de la producción bruta interna de agua de un sector industrial que se autoabastece:

$$PBI_{as} = CI_{as} + VAB_{as}$$

muestra: a) las carencias de información de consumo intermedio para la producción bruta de agua de un sector industrial que se autoabastece; b) la falta de información para discriminar entre consumo de capital fijo y valor agregado neto, y c) la necesidad de agregar las variables de cada sector para obtener el total que formaría la respectiva variable del sector agua.

$$CI_{ae-} + CKF_{ae-} + VAN_{ae-} = C_e$$

$CI_{ae-} + CKF_{ae-} + VAN_{ae-}$ consumo intermedio, de capital fijo y valor agregado neto de agua a precios constantes de cada OO compuesto por sus costos unitarios (C_e), más otros costos de los que no se tiene información.

$$PBI_{ae}(Q) = S_e$$

PBI_{ae} valor de la producción bruta interna de agua a precios constantes de cada OO.

Nuevamente es posible apreciar que: a) las carencias de información para discriminar entre consumo intermedio, de capital fijo y valor agregado y para valorar tales variables a precios constantes; b) las dificultades para obtener el valor de la producción bruta interna de agua por OO a precios de mercado, y c) la necesidad de agregar estas variables por OO para obtener sus valores totales.

Al realizar este ejercicio de conciliación entre la información disponible para cuantificar los modelos y la información requerida para construir el SIEA en el seno del SCEE surgen, de manera nítida, carencias de información de carácter parcial y general, así como requerimientos de orden metodológico y de recopilación de datos.

1) La información disponible está confinada a la cuenta de producción del sector agua con mayor capacidad para contabilizar la oferta que la utilización. Es claro que la cuenta de producción para fines ambientales, los balances de acervos y las cuentas requeridas para estimar el valor agregado neto ajustado por agotamiento y degradación requieren todo un trabajo conceptual y empírico en el sector agua.

2) La desagregación actual de la información disponible, tal cual está presentada en el diseño de los

modelos, marca una ruta metodológica para construir el SIEA. Se aprecia que la división por segmentos de usuarios y, de manera concomitante, la diferenciación de los oferentes por regiones hidrológicas (r), por sectores industriales que se autoabastecen (s) y por OO (e) resulta pertinente. Al mismo tiempo, esas clasificaciones determinan cuáles deben ser las *unidades básicas de captación de información* por el lado de la *utilización*: empresas agrícolas de riego; empresas industriales de los sectores que se autoabastecen de agua, hogares y empresas consumidoras de agua potable; y por el lado de la *oferta*: regiones hidrológicas, empresas que se autoabastecen de agua y OO de redes de abastecimiento de agua potable.

3) La confrontación entre los conceptos implícitos en los modelos y aquellos definidos en el SCEE muestran la necesidad de recopilar, en cada unidad básica de captación, datos sobre muchas variables importantes para el ajuste del valor agregado. Tales variables están referidas, de manera fundamental, a la cuenta de producción para fines ambientales y a los balances de acervos.

Alcances y límites de los modelos propuestos y del sistema especificado

La confrontación de los modelos especificados con la información disponible y con el marco contable de un Sistema de Información Económica del Agua, anidado en el SCEE, posibilita mostrar qué aspectos de los mismos deben ser desarrollados.

El principal alcance del planteamiento realizado es la consideración del agua como bien económico y la discriminación de precios de oferta y demanda para ella por segmentos de usuarios. Los precios expresan las condiciones de la oferta y la demanda del agua como la de cualquier otro bien económico en *las circunstancias específicas que se expresen en los modelos planteados*. Así, las parejas siguientes muestran:

$(C_{ar}, Q_{ar}/A_r; r = 1...13)$, el costo de generación del agua para riego en la región hidrológica (r), y el producto marginal que está dispuesto a pagar el productor demandante del insumo agua en esa región;

$(p_{as}, w_{as}; s = 1... 9)$, el precio del agua autoabastecida por el sector industrial, y el costo marginal de su uso como insumo en el respectivo sector;

$(C_e^*, P_e^*; e = 1... E)$, el costo de abastecer de agua al estrato (e), y el precio de demanda del agua en ese estrato cuando la oferta y la demanda se igualan.

Las siguientes consideraciones destacan aspectos medulares de los modelos y señalan líneas de desarrollo de los mismos.

1) Existen parejas de precios que hacen posible establecer un criterio para el proceso de fijación de un precio que cumpla las condiciones de una *oferta eficiente* y de una *demanda satisfactoria*. El precio que resulte de ese proceso, el cual debe ser guiado por la política pública, sería el precio *normal*, en el sentido preciso de que reflejaría las condiciones de eficiencia del oferente y de satisfacción del demandante. Por lo tanto, los modelos no resuelven el problema de determinación de un precio único del bien agua, sino que sólo proveen criterios para arribar a ese resultado. El diseño de ese proceso que conduzca al precio normal es una línea de desarrollo central.

2) Las parejas de precios de oferta y de demanda, según el grado de desagregación y la disponibilidad de información, llegan a representar las condiciones por región, sector y estrato. En este planteamiento, de acuerdo con la información disponible, se supone que es posible formular modelos por región, sector y estrato. Las condiciones específicas que se expresan en las ecuaciones de oferta y de demanda dependen crucialmente de la información. Así, los costos de agotamiento y degradación que supone el SCEE se integrarán a las condiciones de oferta en la medida que se recopile e integre la información respectiva a la cuenta de producción del sector agua. Lo mismo debe decirse de los costos de protección ambiental que deben incorporarse en las funciones de demanda derivada de los productores agrícolas y las empresas industriales. La ampliación de las variables consideradas en el marco del SIEA para captar datos sobre esos costos también debe tomarse en cuenta.

3) Todo el planteamiento realizado pretende tener dos características: a) conducir a modelos cuantificables que comiencen a reflejar, de manera englobadora, las condiciones específicas de oferta y demanda de agua, y b) mostrar las carencias de los modelos respecto de un marco contable actualizado que describa el papel del sector agua en la economía y, a la vez, la falta de información empírica para cuantificar dicho marco. Ambas características suponen un enfoque integral del sector hidráulico. En el desarrollo de investigaciones posteriores sería deseable que no se perdieran estos rasgos que vinculan la obtención de resultados empíricos concretos en el corto plazo con la ubicación de carencias y dificultades que deben comenzar a enfrentarse para obtener modelos más completos y mejores a largo plazo.

Recibido: 02/03/99
Aprobado: 13/12/99

Agradecimientos

Este texto forma parte de los resultados de la estancia sabática de Martín Puchet en el IMTA, de la cual José Luis Montesillo fue el investigador anfitrión. Esta actividad se hizo bajo el patrocinio del *Programa de estancias sabáticas en instituciones de educación superior o centros de investigación nacionales* del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) (CCSS-982033). Martín Puchet agradece al Conacyt el apoyo recibido para realizar dicha estancia. Los autores agradecen los comentarios de los árbitros anónimos de esta revista, que sirvieron para mejorar la primera versión de este artículo. Los errores que persistan son de entera responsabilidad de los autores.

Referencias

- Bartelmus, P. y J.V. Tongeren, "Environmental accounting: an operational perspective", *Working Paper Series*, núm. 1, Department for Economic and Social Information and Policy Analysis, Statistical Division, United Nations, Nueva York, 1994.
- Bravo Pérez, H.M. y J.C. Castro R., "La demanda del agua en la industria: el caso de la industria azucarera mexicana", *Ingeniería hidráulica en México*, vol. XIV, núm. 1, II época, enero-abril, México, 1999, pp. 13-21.
- Brown, F. y L. Domínguez, "México: patrones de competencia y apertura económica", *Comercio Exterior*, México, septiembre de 1997, pp. 695-704.
- Brown, F. y L. Domínguez, "La estructura industrial mexicana en un contexto de apertura comercial", *Investigación Económica*, núm. 222, octubre-diciembre, México, 1997a, pp. 73-103.
- Galindo, L.M. y J.L. Montesillo, "La demanda de agua potable en México: estimaciones preliminares", *Investigación Económica*, vol. LIX, núm. 227, enero-marzo, México, 1999, pp. 27-43.
- Guerrero García Rojas, H., P.A. Quiroz y H. Bravo Pérez, *Aplicación de instrumentos de mercado como mecanismo para regular la demanda de agua para uso industrial*, informe final, IMTA, México, diciembre de 1997, 70 pp. más anexos.
- IMTA, *Taller de capacitación del SISEFA. Notas y apuntes*, mimeo CNA, México, abril, de 1998, 33 pp. más anexos.
- INEGI, *Sistema de cuentas económicas y ecológicas de México 1985-1992*, México, 1996, 142 pp.
- Madden, P., *Concavidad y optimización en microeconomía*, traducción de Luis Bou, Alianza, Madrid, 1986.
- Mas-Colell, A., M.D. Whinston y J.R. Green, *Microeconomic Theory*, Oxford University Press, Oxford, 1995.
- Montesillo, J.L. y G. Ortiz Rendón, *La productividad del agua en siete actividades altamente consumidoras en México, 1975-1994*, informe final, IMTA, México, 1995.
- Montesillo, J.L., "Efectos económicos en el sector agrícola de riego ante la implementación del cobro del derecho de uso", *Anuario 1997*, IMTA, México, 1998, pp. 129-132.
- Montesillo, J.L., *Un modelo dinámico para lograr el equilibrio entre oferta y demanda del servicio de agua para uso doméstico con justicia social*, mimeo, México, 1998a.
- Ortiz Rendón, G., J.C. Valencia Vargas y E. Donath de la Peña, "Estimación de la extracción, consumo, descarga y carga de contaminantes en nueve ramas industriales consumidoras por estado y región hidrográfica", *Memorias técnicas*, tomo I, ponencia 73 del XIV Congreso Nacional de Hidráulica, Asociación Mexicana de Hidráulica, México, 1997.
- Tongeren, J.V. et al., "Integrated environmental and economic accounting. A case study for Mexico", *Environment Working Paper*, núm. 50, Environment Department, Sector Policy and Research Staff, The World Bank, Washington, D.C., diciembre de 1991.
- Varian, Hal, *Análisis microeconómico*, traducción de Ma. Esther Rabasco y Luis Toharia, Antoni Bosch Editores, Barcelona, 1992.

Abstract

Montesillo Cedillo, J.L. & Martín Puchet Anyul, "Information system requirements for modeling supplies and demands of water in three consumer-water segments", *Hydraulic Engineering in Mexico (in Spanish)*, vol. XV, num. 3, pp. 65-79, September-December, 2000.

This paper establishes the information required to model the demands and supplies of water. To reach this objective several models are presented for a variety of user groups. These models must be quantified in accordance to international accounting standards. The goal of the models is to establish criteria to value the water as an economic commodity. It presents simple specifications of models and indicates ways to quantify them. Moreover it is presented the information that models demand considering the system of economic and ecological accounts that is being built in Mexico following the international recommendations of the 1993 System of National Accounts. Finally, it outlines the requirements to conform an information system for water economics, and puts forward the concept that would emerge from the specified models.

Key words: water, economics, applied microeconomics, microeconometrics models, national systems accounts, economic and ecological accounting.

Dirección institucional de los autores:

José Luis Montesillo Cedillo
Correo electrónico: jlmonte@chac.imta.mx

Investigador del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Paseo Cuauhnáhuac 8532, Progreso,
62550 Jiutepec, Morelos, México

Martín Puchet Anyul
Correo electrónico: anyul@servidor.unam.mx

Profesor Titular "C" de la Facultad de Economía,
Universidad Nacional Autónoma de México
Av. Universidad 3000, Oficinas Administrativas 2,
primer piso, Ciudad Universitaria, 04510 México, D.F.