

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA

Departamento de Economía Aplicada

UN ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD DEL AGUA. APLICACIÓN A DOS REGIONES HIDROLÓGICAS MEXICANAS.

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN ECONOMÍA

PRESENTA: Héctor Manuel Bravo Pérez

DIRIGIDA POR: Joan Pasqual i Rocabert

Septiembre de 2002.

A Mis padres

A Hans Mues G.

INDICE

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: DERECHOS DE PROPIEDAD DEL AGUA

- I.1. Algunos antecedentes
- I.2. Derechos de propiedad
- I.3. Costos de transacción
- I.4. Instituciones y gestión del agua
- I.5. El caso mexicano
- I.6. El caso estadounidense.
- I.7. Algunas notas finales

CAPÍTULO II: FORMACIÓN DE LA BASE DE DATOS

- II.1 Zonas de estudio
- II.1 Matrices de contabilidad social
- Anexo A

CAPÍTULO III: MODELO, CALIBRACIÓN Y SOLUCIÓN

- III.1 El modelo
 - III.1.A. Mercancías
 - III.1.B. Funciones de producción
 - III.1.C. Consumidores representativos
 - III.1.D. Gobierno
 - III.1.E. Equilibrios
- III.2. Solución y calibración
 - III.2.A. Solución del modelo
- III.3 Especificación funcional
- III.4. Calibración
 - III.4.A. Calibración de las dotaciones
 - III.4.B. Calibración de los parámetros fiscales
 - III.4.C. Calibración de los parámetros de la tecnología
 - III.4.D. Calibración de los parámetros de la demanda fina

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y CONCLUSIONES

- IV.1. Resultados de las simulaciones
- IV.2 Conclusiones
- IV.3 Algunos apuntes finales
- Anexo B

BIBLIOGRAFÍA

UN ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD DEL AGUA. APLICACIÓN A DOS REGIONES HIDROLÓGICAS MEXICANAS.

*Nature never gives anything to anyone; everything is sold.
It is only in the abstraction of ideals that choice comes without consequences.*

Ralph Waldo Emerson.

INTRODUCCIÓN.

La naturaleza produce el agua sin costo para el ser humano, las sociedades humanas crean instituciones para el aprovechamiento de este recurso, instituciones adecuadas aseguran su uso eficiente y equitativo, instituciones inadecuadas pueden producir, en el peor de los casos, la destrucción del bien.

Los mecanismos ideados para administrar el agua han surgido de las particularidades de cada grupo social, estos mecanismos se han modificado a lo largo del tiempo en la búsqueda de soluciones cada vez más eficientes y equitativas.

En ausencia de costos de transacción, tal conjunto de reglas evolucionaría, produciéndose de manera automática un ajuste de una estructura de derechos de propiedad (DDP) relativamente ineficiente a una más eficiente. Este ajuste por fuerza implicaría perdedores y ganadores. En un mundo ideal podría esperarse que cuando las ganancias son mayores que las pérdidas, los ganadores podrían compensar a los perdedores y la sociedad en su conjunto mejoraría.

En el mundo real, sin embargo, las cosas son diferentes, los altos costos de negociar y de hacer valer los acuerdos, pueden hacer prohibitivos estos ajustes hacia la eficiencia, además, sin un esquema redistributivo explícito, rara vez los ganadores compensan a los perdedores.

El funcionamiento de cada arreglo institucional conlleva implícita o explícitamente, la definición de algún tipo de derecho de propiedad específico. Con el fin de determinar el impacto que tienen en el desempeño de la economía los marcos institucionales que se han utilizado para el manejo del agua, es necesario conocer los DDP asociados.

Una vez establecidos los DDP se deben fijar distintas reglas para la gestión de los recursos hidráulicos. En México por ejemplo, el gobierno detenta la propiedad del recurso, y obliga a los agentes económicos que desean hacer uso productivo del agua, a obtener una concesión o asignación de parte de la autoridad que administra el agua.

Las autoridades han establecido la misma forma de propiedad del agua en todo el país, a pesar de ser México un país heterogéneo en cuanto a dotación de recursos hidráulicos, por lo que sin distinguir las diferentes características de abundancia relativa, rige la misma legislación para el manejo del recurso en todo el territorio.

En la misma legislación donde se determina que las aguas nacionales son propiedad de la nación, se establece que las aguas residuales también lo son y por tanto le corresponde al gobierno fijar las reglas para la internalización de las externalidades negativas producidas por el agua.

Es bien sabido que el control de las aguas residuales puede hacerse por distintos medios, no es objeto de esta tesis abordar las distintas posibilidades de internalización de las externalidades negativas, por lo que se dará por hecho que el gobierno aplica impuestos y transfiere lo recaudado a los consumidores.

El gobierno puede usar distintos instrumentos de política para alcanzar los niveles deseados en calidad y cantidad del agua. La política fiscal ha sido uno de las formas de control más comúnmente usadas, sin embargo, cuando se aplica a situaciones como la que nos ocupa en este trabajo, donde la abundancia relativa

del recurso varía en forma tan drástica como el agua en México, cabe preguntarse, dado que hasta el momento se aplican las mismas políticas en todos el país ¿se ve afectado el bienestar social como consecuencia de la aplicación de instrumentos de política fiscal en el manejo del agua, en medios de escasez relativa del recurso muy distintas?.

Bajo el supuesto de que el gobierno mantiene bajo su jurisdicción la administración del recurso y que para el manejo del agua utiliza instrumentos de política fiscal, además de modificaciones en la forma de propiedad del recurso, surge la pregunta principal de este trabajo: ¿que esquema de propiedad es más conveniente, desde el punto de vista del bienestar social, medido en términos de la variación equivalente, ante la imposición del agua de primer uso y residual?.

Finalmente, resulta de gran importancia conocer el efecto conjunto entre la aplicación de la política fiscal y los derechos de propiedad, sobre la preservación del recurso, por lo que la tercera pregunta que nos respondemos en esta tesis es: ¿qué esquema de propiedad hace más eficiente la política fiscal con el fin de incentivar el reuso del recurso?.

Para dar respuesta a las interrogantes anteriores, se ha dividido esta tesis en cuatro capítulos que contienen los siguientes aspectos:

El concepto de DDP, concepto básico en este trabajo, se discute con profundidad en el primer capítulo, al hacerlo se evidencia la relación que existe entre los DDP y los costos de transacción y de exclusión, ya que hacer valer los derechos de propiedad sobre un recurso, implica la exclusión de los agentes no propietarios, es decir la propiedad exclusiva hace necesarias medidas costosas para la exclusión y la defensa de los DDP.

Establecer los DDP, en el caso del agua, es complicado debido a la dificultad de definir las características del bien y los límites de su ocurrencia. Dada la

complejidad de los problemas que surgen en el manejo del agua, se han desarrollado un gran número de instituciones que tienen como objetivo manejar los conflictos. Gran parte de la dificultad en el manejo del agua surge de la necesidad de compartir una misma fuente de abastecimiento entre distintos usuarios, cuando esto sucede, se ha observado que no es posible establecer categóricamente un conjunto de reglas que aseguren el uso óptimo del recurso, por lo que se juzgó oportuno presentar en el primer capítulo de este trabajo algunos elementos económicos que sistemáticamente se han encontrado en las instituciones exitosas ideadas para el manejo del agua.

En el primer capítulo de este trabajo se revisan también dos formas distintas de definición de DDP: el caso de México y el caso de Estados Unidos. El caso mexicano, se caracteriza por el hecho que el estado es dueño del agua y establece concesiones con el fin que los agentes económicos puedan hacer un uso productivo del agua, mientras que en Estados Unidos la forma de propiedad varía en función de la abundancia relativa del recurso y del tipo de fuente, superficial o subterránea.

El segundo capítulo de la tesis tiene los siguientes objetivos: por un lado describir las regiones hidrológicas que serán analizadas en el trabajo y que son de condiciones hidrológicas contrastantes; por otro lado, presentar la forma en como debería haberse construido una matriz de contabilidad social con externalidades, SAM-e por sus siglas en inglés, con todos los elementos que idealmente la formarían; y finalmente como se construyeron las matrices para el caso que nos ocupa.

Dado que el objetivo principal del trabajo es analizar el impacto que tiene en la eficacia de la política fiscal tanto la abundancia relativa del recurso como los derechos de propiedad del agua, hemos elegido para ser analizadas dos regiones hidrológicas con grandes contrastes en la abundancia relativa del recurso: Nazas-

Aguanaval, que presenta gran escasez relativa y Grijalva-Usumacinta, con precipitaciones muy elevadas y poca actividad económica.

Para responder las tres preguntas que se plantean en el trabajo, se construyó un modelo de equilibrio general computable (MEGA), la información que alimenta el modelo debe cumplir con condiciones específicas, que aseguren la representación esquemática de un equilibrio de referencia, estas condiciones se cumplen debido a la forma de construcción de la SAM.

Construir una SAM es complicado porque requiere información de distintas fuentes que no tienen necesariamente que ser compatibles, además, al incorporar al agua como factor de la producción debe tomarse en cuenta necesariamente, que la utilización productiva del recurso implica la generación de externalidades negativas, por lo tanto han de incorporarse estas deseconomías en la SAM.

En el anexo al segundo capítulo se presenta una metodología muy completa para la correcta incorporación de las externalidades negativas a la SAM, sin embargo, esta metodología es imposible de aplicar para el caso mexicano debido a que no existe la información necesaria para su correcta construcción, a pesar de lo cual, se construyen sendas SAM para los casos que se analizan, incorporando de manera simplificada la producción de agua residual.

En el tercer capítulo de este trabajo, se presenta la forma en que se construyó y calibró el modelo utilizado en esta tesis. Con la información hidrológica, económica y fiscal que de ambas regiones hidrológicas se reportan en las distintas fuentes utilizadas, se construyen sendos equilibrios de referencia (“benchmark equilibria”) para cada una de ellas, a partir de esta información se calibra el modelo.

En la construcción del modelo se hace un especial esfuerzo por detallar las relaciones que se establecen en el sector hidráulico, mientras que se hacen grandes agregaciones sobre el resto de la economía.

La decisión de elegir este marco teórico, se basó en dos razones: primera, la mayor confiabilidad que se obtiene de las medidas de bienestar social derivadas de un análisis de este tipo con relación a las obtenidas en equilibrio parcial y segunda, porque en gran medida el problema que nos planteamos analizar consiste en la evaluación de reformas en la estructura de propiedad del agua, lo cual puede ser realizado con gran naturalidad en el marco teórico elegido, ya que en éste, la dotación inicial de recursos de los agentes queda explícita y exógenamente determinada. La principal aportación de esta tesis, se encuentra aquí, en la propuesta de evaluación económica para los distintos DDP del agua.

En el tercer capítulo se muestra el método de solución del modelo, con las distintas formas de propiedad del agua como parámetros. Este modelo de equilibrio general aplicado se construye y resuelve en la tradición de la técnica desarrollada por Shoven y Whalley, véase Shoven(1995), para lo cual se desarrolló un modelo con el paquete computacional GAMS.

La determinación de los parámetros se realizó por medio del método conocido como calibración, el cual consiste en encontrar la totalidad de los parámetros para las relaciones funcionales especificados, incorporando exógenamente los que sean necesarios de forma tal que reproduzcan el equilibrio de referencia encontrado. Una vez validados los parámetros de esta forma obtenidos, se está en posibilidad de simular los diferentes escenarios que se han construido con el fin de probar las hipótesis planteadas en la tesis.

Finalmente, en el cuarto capítulo, se presentan los resultados de las simulaciones de las distintas políticas fiscales, las conclusiones a las que da lugar la aplicación del modelo y las líneas de investigación que deberían seguirse para abundar en el conocimiento de este apasionante tema.

Agradezco el apoyo que me brindaron mis amigos y los comentarios de mis compañeros, en especial de Antonio Yúnez, Alvaro Aldama, Eduardo Donath, Gustavo Ortiz, José Magaña, Juan Carlos Castro, Miguel Angel Gutiérrez, Andrés Bravo, Sonia Bravo, Liz Bravo, Frida Mues, Erika Mues, Verónica Mues, Paula Mues y Olivia Ortiz.

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua brindó el ambiente, la infraestructura y el apoyo financiero para la realización de esta tesis.

CAPÍTULO I

DERECHOS DE PROPIEDAD DEL AGUA

El presente capítulo está organizado de la siguiente manera: en la primera sección se discuten algunos conceptos básicos con la intención de situar al lector en la controversia surgida a partir del trabajo de Hardin, en torno al concepto de propiedad común, y como es que ha sido resuelta; en la segunda sección se hace un análisis del concepto de derecho de propiedad, derivado de este análisis se hace evidente la relación que existe entre el concepto de derecho de propiedad y costos de transacción, por tanto, se hace una revisión de esta liga; en la tercera sección del capítulo, finalmente, se revisa el papel de las instituciones en el manejo del agua y se analizan los casos mexicanos y estadounidense.

I.1 Algunos antecedentes.

Todos los seres humanos demandan agua como bien final, en algunos procesos productivos se demanda agua como bien intermedio, es decir, como insumo para producir otros bienes.

El agua, en sus fuentes originales, es un recurso natural no producido por el hombre que para ser utilizado como factor de producción necesita ser transformado, a este bien transformado lo denominaremos *agua útil*.

Generalmente cuando en la tecnología utilizada en la producción de los bienes finales e intermedios, el agua útil es un insumo, se genera agua residual. Este tipo de agua puede ser reusada en el mismo proceso productivo, para lo cual deben restituirse las condiciones de calidad originales; puede ser usada en otros procesos productivos con menores exigencias de calidad; o descargada, con o sin tratamiento previo, al cuerpo de agua que finalmente la asimilará.

Las fuentes de abastecimiento pueden ser superficiales o subterráneas, típicamente son compartidas por un número grande de usuarios, con lo cual surge la necesidad de establecer reglas que normen el uso del recurso. La aplicación y la verificación de las reglas de utilización requiere la creación de instituciones.

Un problema básico en la administración del agua surge en el momento de definir la pertenencia del recurso, y por lo tanto quien y como puede hacerse uso de él. Los derechos de propiedad del agua constituyen un elemento esencial de la gestión del recurso, definirlos adecuadamente posibilitará la aplicación de formas eficientes del manejo del agua.

La especificación de las características de los DDP está relacionada con dos elementos básicos: los hidrológicos y los institucionales. Se ha observado que a medida que el agua es relativamente abundante, las instituciones diseñadas para su manejo ponen poca atención en la definición de los derechos de propiedad. En Estados Unidos por ejemplo, un país en el que se presentan tanto situaciones de gran abundancia, en el este, como de gran escasez, en el suroeste, coexisten dos tipos de derechos de propiedad del agua, cuyas características están determinadas por el tipo de fuente, superficial o subterránea y por la escasez relativa.

Definir adecuadamente los derechos de propiedad del agua es complicado por la necesidad que surge entre los agentes usuarios del recurso de compartir las fuentes de abastecimiento, lo que obliga a la exclusión, a costos estrictamente positivos, de los agentes que no participan en la extracción del recurso.

La situación más común es que diferentes usuarios utilicen agua de la misma fuente, con lo cual se comparten, de alguna manera, la propiedad del recurso. La utilización conjunta del recurso produce externalidades, es decir, se afecta la

utilidad o la tecnología de los agentes usuarios del agua, estas interacciones pueden estar reguladas de diversas maneras.

En ausencia de mercados, podemos distinguir para el manejo de las externalidades, dos tipos de solución aparentemente encontradas: la intervención del estado o la autorregulación de los copropietarios del recurso, véase Aguilera(1994).

Los seguidores de Pigou, cuya solución se ha interpretado como intervencionista, proponen la internalización de las externalidades vía el cobro de un impuesto, en tanto los seguidores de Coase, interpretan su teorema como un resultado a favor de la eliminación de la intervención del estado dejando que sea la negociación entre particulares la que determine por sí sola un equilibrio socialmente aceptable.

En la interpretación de Aguilera, la intención de Pigou era, más que la de promover la intervención del estado, lograr la eliminación de la divergencia entre costos sociales y privados vía una mayor inversión de los agentes económicos. Por otro lado, en el escenario más general que plantea Coase, cuando el número de afectados es grande, es necesaria también la intervención estatal para la resolución de conflictos, por lo tanto, de acuerdo a Aguilera no existe contradicción entre ambas apreciaciones.

No es común que la propiedad recaiga en un solo agente privado, en su lugar el gobierno o algún tipo de organización regula tanto el uso y descarga como el acceso al recurso, con lo cual, la autoridad encargada de la administración del agua implícitamente otorga la propiedad, sobre algunas características del recurso, a un grupo específico de usuarios.

En 1968, Hardin publicó en Science su famoso trabajo: "The Tragedy of the Commons", en el cual se hipotetizó que el manejo común de los recursos naturales llevaría inevitablemente a su extinción, como consecuencia de la

ausencia de DDP bien establecidos. Bajo el supuesto de maximización de beneficios privados, sin ningún tipo de regulación se produciría lo que Hardin denominó la tragedia de los comunes.

A partir de este trabajo¹ se generó una confusión entre el concepto de propiedad común y el de acceso abierto. Con el fin de aclarar este punto han surgido una gran cantidad de trabajos. S.V. Ciriacy-Wantrup y Richard Bishop(1975) precisan la diferencia entre acceso abierto y propiedad común. Ciriacy-Wantrup y Bishop proponen una definición para el concepto de propiedad común, Aguilera(1992) y Stevenson(1991) entre otros, proponen definiciones ampliadas, más precisas, en función de las condiciones que deben cumplirse para poder considerar a un recurso como de propiedad común.

Aguilera(1992) analiza cuidadosamente el significado del concepto de propiedad común y de acceso abierto, haciendo notar que en gran parte de los manuales de economía de los recursos naturales se hacen equivalentes ambos conceptos. Aguilera retoma la definición de Ciriacy-Wantrup y Bishop, quienes definen el concepto de propiedad común con base a dos características: todos los propietarios tienen el derecho a usar el recurso y los no propietarios son excluidos de su uso.

Por otro lado, McCay y J. Acheson(1987) afirman que “al hacer sinónimos propiedad común con acceso abierto, la aproximación de la tragedia de los comunes, ignora importantes instituciones sociales y su papel en el manejo de los comunes, más aún, sus soluciones de política, intervención gubernamental y privatización, pueden debilitar o demoler las instituciones existentes y empeorar o aún crear tragedias de los comunes”...

¹ Partha Dasgupta ha escrito sobre este artículo: “Sería difícil localizar otro pasaje de comparable longitud y fama conteniendo tantos errores como el anterior”.

Por su parte Weitzman, M(1974) afirma que el “problema de los comunes” es un caso de deseconomía externa citado tan a menudo en la tradición verbal que se ha vuelto un ejemplo clásico. Explica que cuando ninguna renta es imputada a un factor fijo y escaso como la tierra, bancos pesqueros o las carreteras, el resultado de un equilibrio de libre acceso es ineficiente porque lo que tiende a obtener igualdades entre usos alternativos es el producto medio de la variable en lugar de su producto marginal.

Aguilera coincide al decir que Hardin confunde el concepto de propiedad común con la ausencia de propiedad lo que implica ausencia de acuerdos para el manejo conjunto del recurso.

Es posible concluir, por tanto, que existe consenso en aceptar que Hardin utilizó equivocadamente los términos de propiedad común y acceso abierto, y que la tragedia de los comunes puede ser evitada con reglas impuestas y aceptadas por la comunidad propietaria del recurso. Sin embargo, a pesar que la propiedad común puede llegar a ser una solución socialmente más conveniente que la propiedad privada y que la ausencia de propiedad o acceso abierto, no hay consenso en cuanto a cuales son las reglas que asegurarían el éxito en el manejo de un recurso de propiedad común.

Elinor Ostrom (1990) revisa diferentes casos de estudio de manejo de propiedad común y hace un esfuerzo para identificar cuales son los elementos en común que tienen los casos exitosos, entendiendo como exitosos aquellos casos en los cuales los niveles de calidad y cantidad se conservan en un período largo de tiempo.

Ostrom observa que los siguientes ocho principios se presentan sistemáticamente:

- 1) el grupo usuario y el recurso, tienen fronteras bien definidas;
- 2) las reglas de uso son apropiadas a las condiciones locales;
- 3) los usuarios pueden participar en la modificación de las reglas;
- 4) los usuarios por ellos mismos revisan el

cumplimiento o la delegación de las reglas; 5) los usuarios mismos revisan las sanciones; 6) los usuarios tienen acceso a mecanismos de resolución de conflictos a bajo costo; 7) los usuarios tienen derecho a organizar sus propios regímenes independientemente de los gobiernos externos; 8) en casos complejos el régimen está organizado en una estructura federal con diferentes niveles jerárquicos.

El trabajo de Ostrom, si bien interesante, no presenta ningún análisis económico en el cual se explique la forma en que los elementos enunciados anteriormente determinan el éxito o el fracaso de un conjunto de reglas.

Por su parte Le Moigne y otros (1992), analizan algunas experiencias recogidas por el Banco Mundial con relación a los diferentes arreglos institucionales desarrollados para el manejo de los recursos hidráulicos, en término de sus características económicas, institucionales, tecnológicas y ambientales.

En este último trabajo, se plantea, en términos generales, la disyuntiva entre sistemas centralizados y descentralizados. El primero tiene la desventaja de generar grandes cargas burocráticas y respuestas lentas; su ventaja consiste en que es fácil de coordinar y tiene la posibilidad de proporcionar un desarrollo integral con los recursos humanos y materiales. El segundo tipo de instituciones puede tener más flexibilidad y más especialización; su principal desventaja estriba en que puede tener una pobre coordinación y redundancia entre las diferentes instituciones que trabajen en la misma área y hay una tendencia a delegar funciones antes que desarrollar las habilidades y los recursos para manejar efectivamente el recurso.

Le Moigne apunta que una gran dificultad para llevar a cabo la descentralización es la definición de las responsabilidades que los diferentes niveles de gobierno tienen que asumir con el fin de optimizar la integración institucional.

Existen algunos puntos de vista discordantes en relación al papel que juegan los DDP en la realización de la economía, por ejemplo, en un trabajo contracorriente,

Rapacznski, A.(1996), sugiere que contrario a lo que la mayoría de los economistas suponen en cuanto a que el sistema de derechos de propiedad es una pre condición en una economía de mercado.

Basándose en la experiencia de la transición de las economías de Europa del este al capitalismo, Rapacznski afirma que el desarrollo de las instituciones de mercado es muchas veces un pre requisito para un régimen de propiedad privada viable, ya que en su opinión, los derechos de propiedad como cualquier otro bien, son producidos en respuesta a la demanda de mercado, no obstante que el estado pueda satisfacer una porción de esta demanda, la respuesta del mercado viene primero y proporciona soluciones más efectivas, además, las respuestas legales son a menudo efectivas sólo contra un respaldo de mecanismos de mercado auto reforzados.

En esta tesis, sin embargo, se trabajará con el supuesto clásico de la necesidad de derechos de propiedad establecidos para el funcionamiento de las instituciones, no obstante la hipótesis de Rapacznski merecería mayor atención debido a la posibilidad de su validez en el tratamiento del agua.

Por otro lado, ha habido intentos de generar nuevas formas de administración de bienes de propiedad común, Dudley, N.(1992), propone que la capacidad de compartir puede funcionar como un criterio válido para la definición y la asignación de los derechos de agua superficial, tanto la que fluye como la que está almacenada. Este esquema funciona como si cada usuario del agua, o grupo de usuarios, tuviera su pequeña reserva en su propio pequeño flujo, teniendo posibilidad de manejarlo independientemente de los otros usuarios.

El autor reconoce que en áreas pequeñas la propiedad común puede ser apropiada, aunque puede funcionar mal en el manejo de grandes sistemas. Sin embargo, la capacidad de compartir minimiza los problemas surgidos por la interdependencia entre los usuarios de los sistemas hidráulicos y proporciona una

muy buena base para dividir grandes sistemas entre un número de grupos independientes con propósitos múltiples, cada uno operando su subsistema como un recurso de propiedad común, además, la capacidad de compartir permite una mezcla armoniosa de propiedad privada y recursos de propiedad común.

Al no existir un conjunto de reglas que aseguren la optimalidad en el uso de los recursos naturales con propiedad común, puede visualizarse el problema de contar con las reglas adecuadas para el manejo del agua, como un problema empírico donde las particularidades económicas e hidrológicas serían determinantes, por tanto, surge la necesidad de contar con un método para evaluar las distintas formas de manejo del agua.

Entre los pocos trabajos publicados que tienen por objetivo evaluar las diferentes estructuras de propiedad, destaca el de Stevenson, G(1991), en el que además de hacerse una buena revisión de los puntos que no quedan cubiertos en el trabajo de Hardin, presenta una serie de modelos econométricos con los cuales se trata de probar en la tierra de agostadero en los Alpes suizos, si los recursos están protegidos tan bien en la propiedad común, como lo estarían bajo la propiedad privada.

Otro trabajo importante donde se evalúan los sistemas para compartir los recursos, es el de Eheart, J.W. y Lyon, R.M.(1983). Los autores examinan el diseño de un sistema de permisos comerciables para el consumo del agua en sus cursos naturales. Las consideraciones que toman en cuenta para su análisis son: 1) incertidumbre de flujos futuros y condiciones económicas, 2) puntos locacionales, y 3) funcionamiento eficiente y efectivo de los mercados.

En el trabajo de Eheart y Lyon recibe la mayor importancia el funcionamiento del sistema de derechos comerciables en regiones donde rige la doctrina de los derechos ribereños. En estas regiones es importante diseñar, el medio para la distribución inicial de los permisos, el tipo de mecanismo de mercado usado para

su transferencia después de que ellos son emitidos y las restricciones impuestas sobre su uso y su transferencia.

En el trabajo antes citado se examinan las decisiones que han de tomarse para el diseño institucional con respecto a los objetivos del programa, incluyendo la eficiencia económica, equidad, facilidad de administración e implantación y mantenimiento de flujos para uso no consuntivo. Se discuten diferentes aproximaciones al diseño del problema descrito y se identifican los costos generados por la decisión tomada.

Por otro lado, con la idea de aprovechar el cambio en la estructura de derechos de propiedad de un acuífero para restablecer su equilibrio, véase Provencher B.(1993), este autor encuentra que el régimen de propiedad privada es más conveniente que los regímenes de control alternativos, con un planificador central tomando las decisiones, cuando la información relevante de las empresas privadas, como las posibilidades de producción y las preferencias al riesgo, resulta difícil de obtener para el regulador. El punto de vista de este trabajo es que el régimen de propiedad privada es una alternativa viable para el manejo del agua cuando los acervos de agua subterránea son menores que lo deseable.

Contra el acuerdo de algunos economistas, que afirman que cuando un acuífero es propiedad común, se induce a una tasa de bombeo ineficiente y que el remedio para evitar esta situación es el control central por un regulador, quien usa impuestos o cuotas para obtener la asignación eficiente de los recursos sobre el tiempo, Smith(1977) y Anderson, Burt y Fractor(1983) sugieren un arreglo institucional en el cual los agentes privados participen de los acervos (stocks) del agua subterránea, bajo este arreglo una empresa no posee unidades particulares del acervo de agua subterránea, sino el derecho de bombear o vender un cierto número de unidades de agua in situ, de forma tal que se maximicen los beneficios de la empresa.

Una vez expuesto lo anterior, nos avocamos a la descripción de los derechos de propiedad y su relación con los costos de transacción.

I.2 Los derechos de propiedad.

El primer Teorema del Bienestar afirma que un equilibrio walrasiano es eficiente en el sentido de Pareto, sin embargo, no puede hablarse de intercambios Pareto superiores a menos que los derechos de propiedad estén bien establecidos con el fin de determinar quién cuenta en una sociedad.

Dependiendo de los derechos de propiedad, hay toda clase de intercambios Pareto-superiores posibles, los cuales producen un amplio rango de conjuntos de precios y otros resultados de realización en la economía, como pueden ser los términos de crecimiento per cápita, ingreso, inflación, empleo o clases y variedad de productos, véase Schmid(1967).

A pesar que la producción medioambiental pudiera ser expresada en términos de precios, esto no significaría que cualquier precio es un criterio adecuado, ya que el precio sería el resultado de las asignaciones iniciales de los recursos de cada agente, es decir de los derechos de propiedad que los agentes tengan sobre los recursos. El precio no tan solo es un director de la actividad económica, sino que también es un reflejo y un resultado de decisiones hechas a diferentes niveles. Los análisis económicos no pueden ayudar a los agentes a resolver la pregunta de quién deberá ser tomado en cuenta en una sociedad pero puede indicar las diferencias en realización económica entre los diferentes derechos de propiedad, Schmid(1967).

Un problema común en la explotación de los recursos naturales, es la existencia de costos de exclusión elevados, estos costos son muy diferentes ya sea que se

trate de agua superficial o subterránea. Los costos de exclusión elevados impiden la fácil definición de los DDP.

Buchanan(1965), entre otros, ha argumentado que aquellos bienes cuyos beneficios fueran simultáneamente recibidos por más de un individuo, podrían ser asignados de forma privada por un grupo que comparte la propiedad (o club), instrumentando un mecanismo de exclusión a un costo razonable. Debiendo entenderse por costos de exclusión razonables aquellos en donde las ganancias en la eficiencia asignativa, alcanzadas a través del uso del citado mecanismo, son mayores que el costo asociado.

La confusión entre acceso abierto y propiedad común, provocada con el trabajo de Hardin, ha sido superada y se han propuesto algunas definiciones alternas para el concepto de propiedad común, utilizando la definición de Stevenson(1991), entendemos como un recurso de acceso abierto a un recurso agotable, caracterizado por la rivalidad en la explotación, que es sujeto de usarse por cualquier persona quien tenga la capacidad y el deseo para extraerlo, y que al extraerlo se produzcan externalidades ya sean simétricas o asimétricas.

Como ya ha sido argumentado, cuando un recurso es de acceso abierto, los agentes tienen incentivos a la sobreexplotación, entendiendo como sobreexplotación el hecho de usar el recurso más allá del nivel en el cual se maximizaría el rendimiento neto del bien, es decir, cualquier uso que deprima la producción económica neta más allá de su máximo. Stevenson(1991).

El hecho que un bien sea de acceso abierto o de propiedad común, no implica que se trate de un bien público en el sentido de Samuelson(1954), ya que un bien público es un bien o servicio cuya característica distintiva es que los agentes consuman todos y cada uno de ellos el total de la oferta, mientras que la

propiedad común es un método de manejo del recurso², esto es, una característica institucional más que económica.

Ahora bien, de acuerdo a la definición de Stevenson(1991), para que exista la propiedad común deben cumplirse las siguientes siete características:

1. La unidad del recurso debe tener cotas bien definidas por parámetros físicos, biológicos o sociales.
2. Debe haber un bien delineado grupo de usuarios, quienes se distinguen de las personas excluidas de su uso.
3. Los usuarios múltiples deben participar en la extracción del recurso.
4. Existen reglas implícitas o explícitas bien entendidas entre los usuarios que ven por sus derechos y deberes sobre la extracción del recurso.
5. Los usuarios comparten la no-exclusividad del recurso previo a su uso.
6. Los usuarios compiten por el recurso y por lo tanto imponen externalidades negativas unos a otros.
7. Existe un grupo bien delineado de tenedores de derechos, el cual puede o no coincidir con el grupo de usuarios.

La propiedad común no implica, por necesidad, ineficiencia económica, de acuerdo a Dahlman(1980), bajo ciertas condiciones de costos de transacción, la

² Randall(1983) sugiere que las nociones de recursos de propiedad común y de bienes públicos son imprecisas y confusas y propone una terminología más precisa basada en los conceptos de no-exclusividad y no-rivalidad. Sin embargo en esta tesis se seguirán manejando los conceptos de propiedad común y bien público por ser los comúnmente aceptados.

propiedad común podría llegar a ser superior a la propiedad privada y al control individual.

En general podemos establecer dos posibilidades extremas con relación a la propiedad de un recurso: propiedad privada, donde todos los derechos de propiedad recaen sobre un solo agente y por lo tanto utilizará el recurso de acuerdo a su propia función de utilidad o de beneficio; y de acceso abierto, en donde los derechos de propiedad son inexistentes o equivalentemente, cualquier agente puede extraer la cantidad de recurso que desee, sin necesidad de supeditarse a ninguna regla para la extracción, aparte de la de maximizar su propio beneficio. La propiedad común, es en este contexto una situación intermedia entre la propiedad privada y el acceso abierto³.

Siguiendo a Emel(1987) y a Barzel(1989), podemos afirmar que los derechos de propiedad de los individuos sobre los activos consisten de los derechos, o el poder para consumir, obtener ingreso y alienar estos activos⁴. Obtener ingreso y alienar los activos, requiere intercambio, el intercambio se reduce por tanto al hecho de ceder mutuamente los derechos pertenecientes a cada agente participante. Los derechos legales, pueden reforzar los derechos económicos, pero los primeros no son ni condición necesaria ni suficiente para la existencia de los segundos.

Los derechos son creados en respuesta a las fuerzas económicas, Demsetz(1967) afirma que conforme el valor de una propiedad común crece, es más probable que la gente establezca derechos de propiedad sobre ésta, por lo tanto es de esperarse que en zonas donde los agentes económicos perciban gran abundancia de agua, no será necesario definir con gran precisión los derechos de propiedad del agua ni establecer instituciones sofisticadas que normen el intercambio, sin caer en el riesgo de producir con esto grandes ineficiencias económicas.

³ La propiedad común y la propiedad privada no son mutuamente excluyentes, un caso típico es la sociedad anónima.

⁴ Joan Pasqual sugiere otras dos características: el derecho a la destrucción del activo y el de decisión.

Por el contrario puede observarse, en los sitios donde la escasez del agua ha sido mayor, las sociedades han creado instituciones muy sofisticadas para administrar el agua, que en algunos casos han mostrado su eficiencia a lo largo de siglos, un caso clásico es el de “Las Huertas” en Valencia; Murcia y Orihuela; y Alicante véase Maas y Anderson(1986).

Los agentes económicos adquieren, mantienen y abandonan derechos como una parte de sus decisiones personales, los individuos toman tales acciones directamente en el sector privado e indirectamente en el sector público. Los agentes eligen ejercer sus derechos cuando creen que las ganancias de tales acciones excederán sus costos. Inversamente, los agentes dejarán de ejercer sus derechos cuando las ganancias de poseer propiedades sean insuficientes, por lo tanto se dejan tales propiedades al dominio público. Cuando se encuentran en el dominio público es que los agentes han decidido no ejercer el derecho de propiedad.

Los derechos que los agentes tiene sobre el agua no son constantes, dependen de tres elementos: sus propios esfuerzos de protección, de los intentos de extracción de otros agentes y de la protección del gobierno.

Con objeto que los derechos de propiedad sobre el agua sean completos o estén bien definidos, tanto los propietarios como los agentes potencialmente interesados en el recurso, deben tener información completa sobre todas las propiedades del mismo. Equivalentemente, cuando los derechos están perfectamente delineados los costos de transacción serán nulos.

Como menciona Barzel, decir que cuando los derechos de propiedad están bien definidos el ingreso se maximiza sin importar quien posea los derechos de propiedad, es redundante porque solamente la asignación de derechos que es consistente con la maximización del ingreso especifica los derechos con precisión.

Las ganancias netas del intercambio pueden muchas veces verse incrementadas si el propietario original de los bienes transfiere sólo subconjuntos de los atributos

de los bienes y retiene el resto, en el caso del agua es claro que simultáneamente y sin detrimento de los derechos de los usos consuntivos, puede haber otros agentes que detenten el derecho de utilizar el agua sin consumirla, por ejemplo en el caso del paisaje, pesca o deportes acuáticos.

Los derechos de recibir rentas generadas por los ingresos derivados del comercio con el agua son una parte de los derechos de propiedad sobre el recurso. Las legislaciones en materia hidráulica que impiden o al menos dificultan el comercio con el recurso demeritan los derechos de propiedad económicos de los agentes, ya que al impedir el intercambio, se pierden las rentas económicas que se hubieran generado al maximizar los beneficios; si no se impide el intercambio pero se grava la extracción o el consumo de agua, el gobierno retiene para sí alguna parte de las rentas.

Por otro lado, es común observar que terceros agentes afecten el flujo de ingreso de los propietarios de un recurso, sin internalizar el costo total de sus acciones, es menos común tratar de afectar el valor mismo del activo. Los derechos al flujo generado por un activo son relativamente fáciles de asegurar cuando el flujo puede ser fácilmente observado, pues es fácil imponer un cargo relacionado con el nivel de servicio intercambiado, por lo tanto, cuando el flujo es conocido y constante, es más sencillo definir los derechos de propiedad.

Si el flujo es variable pero totalmente predecible, los derechos de propiedad también pueden ser asegurados, ya que el flujo es incierto pero inalterable. La variabilidad y la incertidumbre reducen el valor del recurso pero no afectan necesariamente la certidumbre de la propiedad.

En ambos tipos de agua, tanto superficial como subterránea, además de ser incierto el flujo, no es fácilmente predecible, sobre todo en el caso del agua subterránea, con lo cual definir con precisión los derechos de propiedad resulta muy costoso. Una forma de evitar el problema ha sido crear un mercado de

permisos o de concesiones previas a la extracción y un Banco de Agua, con lo cual se reduce el efecto de la incertidumbre. El caso de California es ejemplar, véase Le Moigne(1992).

Una visión errónea que se tiene al caracterizar un bien es la consideración usual de los bienes como entidades homogéneas, con sólo un atributo, esto hace fácil concluir que los bienes son o no poseídos y que no hay estados intermedios de propiedad. Este punto de vista parece estar apoyado al equiparar los derechos de propiedad económicos con los legales y por suponerlos ausentes o presentes, más aún, se ha asumido la posición que los derechos de propiedad son totalmente creados y reforzados por el gobierno. Del mismo modo, los casos en los cuales los derechos son dejados al dominio público han sido vistos como fallas de las autoridades. Es posible prever, por tanto, que los agentes económicos deciden colocar alguno o todos de los atributos de un bien en el dominio público si resulta demasiado costoso medir los atributos de la transacción.

Por otro lado, los agentes implicados en el intercambio pueden intentar capturar atributos que no están adecuadamente medidos, con el fin de maximizar las ganancias del intercambio, o minimizar los costos de transacción explotando las economías de escala que puedan surgir al apropiarse de los atributos de un bien que se encontraban en el dominio público. A manera de resumen presentamos en la tabla I.1 una caracterización con tres de los tipos de DDP más comúnmente utilizados.

TIPO DE PROPIEDAD	DERECHO A:				
	CONSUMIR	OBTENER RENTAS	VENDER	DESTRUIR	DECIDIR USO
Acceso abierto	Sí	No	No	Sí	Sí
Colectiva	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Pública	Sí	Sí	No	No	Sí

Tabla I.1

En el primer tipo de derecho, acceso abierto, cualquier agente puede usar el recurso sin ningún tipo de barrera legal o económica para acceder al cuerpo de agua, ya sea superficial o subterráneo. Cada agente económico toma el agua que desea a precios cero, no hay intercambio de derechos porque nadie tiene derecho de propiedad sobre el recurso, y por lo tanto el precio de demanda como el de oferta por el recurso es igual a cero. Este tipo de propiedad, o de no-propiedad, hace innecesaria la utilización de foro de intercambio alguno, por lo tanto tampoco se incurre en costos de transacción ni de exclusión. Por otro lado, el hecho de tener acceso abierto al recurso, producirá altos costos de congestión.

En el segundo tipo de propiedad, propiedad colectiva, el agente representativo tiene derecho a extraer un nivel máximo de agua previa aceptación en el grupo de usuarios con acceso al recurso. Los costos de administrar el recurso, entre los que se encuentra el costo de exclusión, se comparten entre todos los usuarios. Con este tipo de derechos, los agentes están en posibilidad de intercambiar los derechos en el foro ideados para ello, por lo tanto el precio de demanda como el de oferta del derecho, pueden ser positivos y no necesariamente iguales, ya que es posible que los costos de transacción no se repartan simétricamente. Los costos de transacción suelen ser altos y deben ser financiados por los usuarios del agua, en contrapartida los costos de congestión son menores que en el caso anterior pudiendo ser nulos si los dueños del recurso así lo deciden.

Una característica importante de este tipo de propiedad es que las rentas derivadas de producir agua útil y residual, quedan en manos de los miembros del colectivo poseedor del recurso.

Un tercer tipo de propiedad posible, se establece cuando una entidad pública, detenta los derechos de propiedad y concede a los particulares sus derechos de uso. Los usuarios del agua pagan un canon a la entidad gubernamental por el derecho a usarla. Los costos de exclusión y de administración son cubiertos por el gobierno que se financia con la venta del agua. En este caso los costos de

congestión son nulos, bajo el supuesto que el gobierno únicamente oferta, a precios de mercado, el volumen de agua hidrológicamente aconsejable de forma inelástica.

Estos tres diferentes tipos de propiedad afectan las restricciones presupuestales del consumidor y a las funciones de beneficios de los productores, y por ende los impactos en el bienestar de las distintas políticas fiscales.

En Estados Unidos han desarrollado un sistema de derechos de propiedad del agua muy específica, distinguiendo las formas de propiedad para el agua subterránea y superficial, las cuales, a manera de ejemplo, serán analizadas en la última parte de este capítulo.

La idea que ejercer la propiedad sobre un recurso implica por fuerza la exclusión de los agentes no propietarios a costos positivos, hace necesario el análisis de este tipo de costos, lo que se hará en la siguiente sección de este capítulo.

I.3 Costos de transacción.

De acuerdo a Matthews, R.C.O.(1986): “la idea fundamental de los costos de transacción consiste en el hecho de que se trata de los costos que implica arreglar un contrato ex ante y verificarlo y hacerlo cumplir ex post, mientras que los costos de producción son los costos de ejecutar el contrato”.

Siguiendo a Eggertsson, T.(1991), entenderemos por costos de transacción a los costos que surgen cuando los individuos intercambian derechos de propiedad de activos económicos y refuerzan sus derechos exclusivos sobre estos activos, los costos de transacción son costos de oportunidad justo como cualquier otro costo en la teoría económica, y hay tanto costos de transacción fijos como variables.

Como afirma Barzel(1989), los derechos de propiedad están íntimamente relacionados con los costos de transacción ya que para definir correctamente los derechos de propiedad de cualquier bien es necesario conocer sus características, lo que implica por fuerza incurrir en costos de información.

Ya que los costos de información son crecientes, tanto la protección completa como la transferencia completa de derechos puede llegar a ser altamente costosas, con lo cual los derechos nunca estarían completos hasta que los agentes no encontraran una manera económica de explotar el potencial entero de sus activos.

De acuerdo a Eggertsson, existen seis razones básicas por las cuales la información, en el intercambio, puede producir costos de transacción crecientes:

1. La búsqueda de información acerca de la distribución de precio y calidad de bienes; la búsqueda de compradores y vendedores potenciales; y la información relevante acerca del comportamiento de los agentes y las circunstancias del intercambio.
2. La negociación para encontrar la verdadera posición de compradores y vendedores cuando los precios son endógenos.
3. La fabricación de los contratos.
4. La supervisión de las partes del contrato para comprobar que están cumpliendo con los términos acordados.
5. El cumplimiento de un contrato y la medición de los daños cuando las partes fallan al observar sus obligaciones contractuales.

6. La protección de los derechos de propiedad contra la intervención no deseada de terceras partes.

El intercambio del agua se da, como cualquier otro bien, en foros específicos, éstos han sido ampliamente analizados, véase Nunn e Ingram(1988). Siguiendo a Young(1986), proponen una clasificación de los distintos foros que se utilizan para la gestión del agua y asignan algunos costos que se requieren para el funcionamiento de éstos, es claro que los diferentes marcos institucionales utilizados para el intercambio del agua, implican diferentes costos de transacción como un reflejo de los diferentes niveles de información que cada de las instituciones demanda para su funcionamiento.

En el caso particular del agua, una posible transferencia del recurso obligaría a que las partes implicadas en el intercambio incurran, como condición previa, en costos para determinar los verdaderos atributos de las fuentes de abastecimiento de agua, con la consecuencia obvia que si el costo fuera suficientemente alto, con lo cual los atributos permanecerían pobremente delineados, el intercambio que de otra forma sería atractivo, podría llegar a ser abandonado.

Dada la magnitud de los costos de transacción y del efecto ingreso, la asignación inicial de derechos determinaría la posición del equilibrio final. Con costos de transacción bajos, la asignación inicial de derechos tiene poca relevancia en cuanto a la persistencia de la solución propuesta, con costos de transacción altos la persistencia es alta. Con costos de transacción prohibitivos, los derechos determinan si el equilibrio persiste o es eliminado. Nótese que para una asignación inicial de derechos, ambas partes, emisor y receptor, preferirían la situación con costos de transacción bajos, porque el intercambio puede mejorar su situación.

Junto con los costos de información, Hearne y Easter(1995) encuentran que en las transacciones del agua, los costos de transacción más importantes son: i) el costo de la infraestructura física para medir y transportar el agua, ii) el costo de buscar y

encontrar vendedores y compradores y de negociar un contrato, y iii) el costo de validar la propiedad legal del derecho del uso del agua, legalizar el contrato, reforzar las previsiones del contrato y de adquirir los permisos necesarios de las entidades regulatorias para transferir agua.

Si consideramos que la definición completa de los atributos del agua es imposible realizarla a costos razonables, - la lluvia, el escurrimiento, la infiltración, la evaporación, son variables que determinan el acervo de agua y que por su naturaleza aleatoria no pueden determinarse con exactitud – podemos concluir que la asignación del recurso a través del mercado totalmente descentralizado no necesariamente conducirán a soluciones eficientes, y que ha priori no es posible afirmar que foro de intercambio es superior a los demás.

Finalmente, en cuanto a la relación de costos de transacción y DDP, una diferencia fundamental entre el modelo de equilibrio Walrasiano puro con otro con costos de transacción positivos, es el papel de los precios. En el modelo Walrasiano los precios resuelven sin costo todos los problemas de asignación, pero si existen costos de transacción positivos se requerirán métodos de asignación diferentes a los precios que se determinan en un mercado descentralizado.

Cuando los costos de transacción son positivos se requiere un arreglo completo de actividades para alcanzar el equilibrio; el solo efecto de los precios no es suficiente, debido a la complejidad del intercambio, las partes tienen muchas posibilidades de alterar su comportamiento de una transacción a otra.

En esta tesis, sin embargo, no se aborda la difícil tarea de encontrar equilibrios con costos de transacción positivos, sino que los distintos DDP se caracterizan a través de la distribución de rentas.

Un problema paralelo al de determinar la forma de los derechos de propiedad del agua, es la fijación de las reglas para el intercambio tanto de los permisos para el uso del agua, como de los intercambios físicos del bien. En el siguiente apartado de este capítulo, se analizarán con mayor detalle las características económicas de las principales instituciones usadas en la gestión del agua.

I.4 Instituciones y gestión del agua.

Existen antecedentes importantes de trabajos que se abocan a la evaluación de instituciones hidráulicas, probablemente el más destacado sea el realizado por Maass y Anderson(1986), en el cual se analiza el comportamiento de distintas formas de gestión del agua en regiones desérticas de España y de Estados Unidos. Se estudian, el manejo del agua que se hace en las Huertas de Valencia; Murcia y Orihuela; y Alicante.

Por otro lado Young, Daubert y Morel-Seytoux(1986) analizan varias alternativas institucionales para el manejo conjunto del agua superficial y subterránea en el río South Platte en el noroeste de Colorado.

Cuando los precios son suficientes para la asignación eficiente, las instituciones diferentes al mercado, son superfluas ya que no pueden mejorar la eficiencia, sin embargo, cuando el equilibrio es perturbado en un mundo con costos de transacción positivos, no se puede esperar que el ajuste en precios sea instantáneo y por lo tanto las nuevas cantidades demandadas pueden ser diferentes a las ofertadas, a pesar de lo cual es posible aún determinar un nuevo equilibrio. Es en estos casos, cuando los costos de transacción son positivos, que la realización del intercambio a través de una institución, diferente al mercado, se justifica como una forma de disminuir la ineficiencia.

De acuerdo a North (1990) una institución consiste fundamentalmente en restricciones informales (sanciones, tabúes, costumbres, tradiciones y códigos de

conducta), reglas formales (constituciones, leyes, derechos de propiedad) y las características de ejecución de ambas.

El mismo North abunda...“Las instituciones han sido concebidas para crear orden y reducir incertidumbre en el intercambio. Junto con las optimizaciones propuestas por la economía, definen al conjunto de opciones y por lo tanto, determinan los costos de transacción y producción y por ende, la rentabilidad y la factibilidad de dedicarse a la actividad económica. Las instituciones proveen la estructura de incentivos de una economía.

A medida que la estructura institucional evoluciona, determina la dirección del cambio económico hacia el crecimiento, el estancamiento o el declive”, North (1990)... “en el mejor de los casos, las instituciones crean orden y certeza relativa, lo que facilita el logro de objetivos económicos y sociales. En el peor de los casos, establecen impedimentos para el uso eficiente del recurso y los individuos deben gastar recursos significativos para compensar su mal diseño”.

Debido a las grandes economías de escala que se obtienen en la producción del agua para grandes conglomerados de consumidores, resulta económicamente más adecuado suministrar agua a conglomerados de individuos que a cada uno de ellos de manera individual.

Aún cuando el usuario se auto abastezca, es decir construya su propia infraestructura para el aprovechamiento del recurso, el agua estaría siendo administrada para un grupo de usuarios. Ya que las fuentes de suministro de agua están concentradas, los flujos de extracción, consumo y retorno por parte de los agentes, afectaran a la calidad, cantidad y tiempo de suministro de los individuos que se encuentran aguas abajo.

Sin arreglos institucionales adecuados y sin una clara definición de los derechos de propiedad, la utilización eficiente se inhibe debido a que los costos impuestos

por el usuario del agua no son necesariamente sufragados por el propio usuario, es decir, los costos y beneficios privados difieren de los costos y beneficios sociales y dan lugar a graves distorsiones en la asignación del recurso.

Los arreglos institucionales alternativos incorporan normalmente diferentes estructuras de derechos de propiedad, evaluar el desempeño de cada institución implicará analizar y evaluar también la estructura de los diferentes derechos de propiedad.

Bish(1977) hace notar la importancia de examinar las características precisas de los recursos ambientales y concluye que para la mayoría de los recursos, la propiedad de monopolio privado tiene ventajas de incentivos y de información sobre el manejo público. Bish argumenta que en un esquema de propiedad privada existen incentivos para buscar información acerca de los valores añadidos más grandes por los usos de su recurso, mientras que el sector público está inclinado a responder a los reclamos de intereses políticamente organizados, quienes no necesariamente representan a todos los usuarios del recurso y cuyos reclamos agregados pueden muy fácilmente llevar a un sobre uso del recurso.

Bish argumenta que los arreglos institucionales disponibles en el sector público para asignar el uso de recursos de propiedad común son muchos y complejos, pero que fallan al indicar la conexión entre las características de los bienes el diseño óptimo o al menos deseable de las instituciones.

Previamente a la evaluación de la institución propiamente dicha, Frederiksen(1992) recomienda definir la relación entre los objetivos en la asignación de los recursos hidráulicos, los mecanismos de asignación del agua y los derechos de propiedad.

De acuerdo a Frederiksen, el principio a recordar es formular objetivos de asignación nacionales y regionales con suficiente detalle para posteriormente

poder llevar a cabo mecanismos de asignación prácticos y sistemas de derechos de propiedad que le permitan a la economía del país cumplir con sus objetivos.

Los objetivos específicos buscados en la asignación del agua, generalmente limitan los posibles mecanismos de asignación, el mecanismo de asignación debe de diseñarse de tal forma que se refuercen los objetivos económicos tanto nacionales como regionales. La mayoría de los países tiene prioridades generales en la asignación del agua, en orden descendente: uso doméstico, agricultura, industria y generación de energía eléctrica.

Una parte muy importante en el diseño de los marcos institucionales para el manejo del agua, son los mecanismos de asignación del agua, éstos son limitados, destacan como los más utilizados: mercado descentralizado; los tribunales; las cámaras legislativas; los distritos especiales; los órganos administrativos y la construcción de proyectos. Cada uno de estos mecanismos, como se mencionó anteriormente, requiere para su funcionamiento información específica, por lo que los costos de transacción que se generan de acuerdo al foro de intercambio utilizado son diferentes.

El mecanismo más común para la asignación de agua en países áridos o en zonas húmedas donde la cuestión medioambiental tiene gran importancia, es la autorización legislativa o la construcción de proyectos. Ambos pueden catalogarse como formas de asignación políticas.

En algunos países desarrollados las asignaciones medioambientales se hacen a través de apropiaciones legislativas, independientemente de los mecanismos aplicados a los usuarios tradicionales, fijando flujos y calidades.

Instituciones	Información	Resultados
Mercados no regulados	Los mercados son eficientes para generar información sobre los costos y beneficios directos, pero desconocen los costos y beneficios indirectos	Los costos de transacción son bajos porque se desconocen los efectos indirectos. La transferencia puede ser beneficiosa para las partes, aunque es ineficiente desde la perspectiva social global.
Distrito de riego o asociación de usuarios	Hay incentivos para generar y presentar información sobre los efectos externos, pero la respuesta a ella depende de la dinámica política del distrito. Un sistema electoral que privilegia la propiedad tenderá a ser perjudicado contra los efectos externos, mientras que el sistema de una persona/un voto tenderá a ser perjudicado a favor de los efectos dispersos.	Hay incentivos para explotar la flexibilidad de la transacción adaptando los términos de la transferencia a los intereses locales. A menudo tales distritos suelen convertirse en el instrumento de un reducido número de miembros, que persiguen objetivos mezquinos con poca participación del resto de los integrantes. El proceso de toma de decisiones privilegia los intereses que se identifican con la finalidad que motiva la formación y existencia continuada de distrito.
Administración pública	La parcialidad de los organismos administrativos depende de su misión, el trasfondo disciplinario y los conocimientos técnicos del personal y la clase de análisis que exige la reglamentación con que operan. Si esta reglamentación dispone la consideración de los efectos externos, éstos se considerarán formalmente, pero la medida en que se incorporen realmente en el proceso de toma de decisiones dependerá del entorno político en que opera el organismo.	Los organismos administrativos privilegian claramente la información que respalda su misión. Tradicionalmente, los organismos administrativos no han sido especialmente sensibles a los efectos externos. Estas preferencias pueden modificarse en cierta medida normando la ejecución de acciones específicas, en particular si son reforzadas por un órgano supervisor que represente los intereses protegidos.
Tribunales	Los tribunales se encargan de proteger los intereses legalmente establecidos y no de maximizar los beneficios sociales netos. En su toma de decisiones, los tribunales no ponderan en general la magnitud de los efectos directos e indirectos. La norma jurídica que define ciertos intereses protegidos legalmente suele elaborarse antes de haberse hecho presente alguna parte afectada. Tales normas son difíciles de modificar sin lesionar los intereses establecidos y los tribunales suelen ser renuentes a modificarlas.	En la evolución de la doctrina judicial, los tribunales consideran los efectos sobre el bien público de la norma que se está adoptando. La doctrina judicial evoluciona hacia el reconocimiento de intereses previamente desprotegidos, siempre que los intereses protegidos previamente no se perjudiquen demasiado. Es difícil que los tribunales sean especialmente sensibles a las externalidades dado que la facultad de demandar y los derechos jurídicos de terceros no están bien establecidos.
Legislaturas	Hay incentivos para las partes interesadas en generar información sobre las externalidades y buscar arreglos y compromisos para minimizarlas. Las legislaturas serían renuentes a proteger los intereses recién descubiertos debido a su sensibilidad a la concentración de los intereses establecidos.	No hay un prejuicio general contra los costos y beneficios indirectos. Hay un prejuicio a favor de los impactos inmediatos y concentrados en grupos de intereses especiales, pero los costos y beneficios muy dispersos no son bien considerados. Las legislaturas suelen distorsionar sistemáticamente la información sobre los costos y beneficios directos.

Tabla I.2

Nunn e Ingram(1988), quienes a su vez utilizan las definiciones de Young(1986), quien determina los costos y beneficios que se presentan en una transacción de agua y realiza un análisis de beneficio-costo para cada tipo de estructura de intercambio, analizan las condiciones bajo las cuales se da una transacción de agua. Esta taxonomía de costos resulta útil al tratar de determinar el desempeño económico de cada una de las instituciones.

Lee. T y Juravlev, A.(1998) resumen muy adecuadamente los resultados de Nunn e Ingram, en tabla I.2 reproducimos dicho resumen.

Como parte final de este capítulo presentamos, a manera de ejemplo, dos casos específicos de derechos de propiedad del agua: los que se dan en México y en Estados Unidos.

I.5 El caso mexicano

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 27 establece claramente que las aguas son propiedad de la nación, aún las aguas residuales. Con el fin que los agentes económicos puedan hacer uso del recurso con fines productivos, deben obtener concesiones o asignaciones por un tiempo limitado por parte de la entidad administrativa que el gobierno ha creado ex profeso.

La diferencia entre concesión y asignación reside únicamente en el tipo de destinatario del permiso, el primer tipo corresponde a los permisos otorgados a los agentes económicos privados y los segundos a los entes públicos.

Los derechos de propiedad del agua, así como todo el marco regulatorio para la gestión de este recurso en México, están regidos a través de los lineamientos marcados en la Ley de Aguas Nacionales (LAN).

Las concesiones y asignaciones, de acuerdo a la LAN, deberán ser contempladas dentro de un plan regional y de cuenca para regular el uso y extracción del recurso. La elaboración del plan regional deberá tomar en cuenta la cuota natural de renovación de las aguas. Por lo tanto ambos tipos de permisos son utilizados como instrumento para limitar la extracción de aguas nacionales a niveles socialmente aceptables.

No siempre, sin embargo, se requerirá de concesiones o asignaciones para la utilización de agua, ya que la misma ley establece que cuando se trate de aguas marinas o de aguas superficiales que sean desviadas por medios manuales para fines domésticos y de abrevadero, siempre y cuando no se desvíen de su cauce ni se produzca alteración en su calidad o una disminución significativa de su cantidad, véase artículo 17 de la LAN; y por lo tanto en estos casos el agua puede considerarse como un bien libre y los DDP que se establecen, aunque la LAN no los nombra así, son DDP ribereños, de acuerdo a la definición dada en el siguiente inciso de este capítulo.

Por otro lado, la misma LAN distingue como usos productivos más importantes: uso público urbano, agrícola, generación de energía eléctrica, industriales, acuacultura y turismo. Para que los agentes privados, que deseen utilizar el agua en los usos anteriormente citados, puedan recibir agua en concesión o asignación, deben cumplir con las reglas y limitaciones que marca la LAN, de esta manera se define el alcance de la propiedad del recurso.

En México, el manejo del agua se ha descentralizado paulatinamente, pasando de una férrea centralización, en donde las características de todas las concesiones y asignaciones tenían que ser firmadas por el presidente de la república, hasta el momento actual que podríamos considerar transitorio, en la cual el control sobre las concesiones y asignaciones se realiza en cada una de las regiones hidrológicas.

Dentro de este proceso de descentralización se ha permitido la creación de un mercado de derechos, en el cual, si los intercambios se dan dentro de la misma cuenca, la autoridad permite el cambio de uso y la libre compra - venta de derechos, temporal o definitiva.

En particular, un aspecto importante en la definición de los DDP del agua en México, se presenta cuando la demanda de solicitudes de concesiones supera a la oferta disponible, que de acuerdo a los lineamientos de la propia LAN se ofertan inelásticamente y en una cantidad igual o menor que la recarga natural de la región o la cuenca. En el artículo 22 de la LAN se señala expresamente que la autoridad se reserva el derecho de concesionar mediante un concurso las aguas que sean demandadas por varios interesados simultáneamente. Cuando no sea este el caso, la autoridad otorgará la concesión a quien la solicite primero.

Por tanto podría afirmarse que el tipo de DDP del agua que existe en México, cuando no hay competencia por el recurso, sigue la regla: primero en tiempo, primero en derecho; y cuando hay competencia se rige por la prioridad en el tipo de uso.

El derecho a obtener rentas se ve disminuido por el hecho que el gobierno cobra por usar el agua extraída, ya sea de origen superficial o subterráneo. El valor del derecho, es decir el pago que el agente privado hace por utilizar el agua, lo fija el gobierno con fines recaudatorios, siguiendo la regla de igualar los gastos en administración y control con los ingresos por derechos.

Finalmente, la LAN impide la destrucción de la calidad del agua, estableciendo para tal efecto un conjunto de políticas tanto de precios como de cantidades.

Como ha sido expresado, el agua en México pertenece a la nación, los agentes económicos hacen uso del recurso solo después de obtener una concesión de derechos y de transferir parte de las rentas por el uso del agua al gobierno, quien

la utiliza para cubrir sus gastos de administración. En los siguientes capítulos de esta tesis, se evaluará la conveniencia de modificar la forma de propiedad del agua en México.

I.6 El caso estadounidense

El caso estadounidense es completamente distinto al mexicano, en éste, como ya se mencionó, la propiedad del agua pertenece a la nación, las reglas son las mismas para agua subterránea y superficial y no se hace diferencia alguna en relación a la abundancia relativa; mientras que en los DDP del agua que se han establecido en Estados Unidos, estas características sí son tomadas en cuenta. A continuación se describen las principales características de este tipo de DDP. Para una revisión más detallada véase Wright, Kennet(1990).

Agua superficial.

En Estados Unidos se utilizan básicamente dos sistemas de derechos de propiedad para la asignación del agua superficial: los basados en la doctrina ribereña (ripariana), utilizados en zonas húmedas y los basados en la doctrina de apropiación, utilizados en zonas secas.

El derecho ribereño (DR) es el derecho a compartir el agua con todos los dueños del terreno que compartan la ribera de un cuerpo de agua, no es un derecho a un volumen de agua o una tasa de flujo específicos. Sujeto a ciertas limitaciones, cada ribereño puede usar tanta agua como desee para cualquier propósito razonable, evitando interferir con el uso razonable de otros ribereños. En épocas de sequía ningún ribereño tiene prioridad sobre ningún otro, cada uno debe aceptar la reducción en la oferta. Los derechos ribereños no son mejorados con la antigüedad, tampoco son limitados o perdidos por no ejercerlos.

Los derechos de apropiación (DA) son derechos de uso o derechos usufructuarios para la utilización del agua en usos benéficos, en este tipo de derechos se establece una cierta prioridad o preferencia sobre los derechos de subsecuentes apropiadores, esta prioridad es aplicada por períodos. En la aplicación de este tipo de derechos se hace necesaria la actuación de los sistemas judiciales y administrativos del estado, esto con el fin de determinar si un uso es de naturaleza benéfica y si se están aplicando las prioridades preestablecidas.

En este tipo de derechos existe la posibilidad de cambiar el punto de derivación, lugar de uso y la naturaleza del uso del agua siempre y cuando no se dañen los derechos de otros apropiadores.

Existen otros tipos de derechos tales como los derechos de agua reservados a la federación (DARF), referidos también como doctrina Winters, en ella se establece que cuando los Estados Unidos reservan una parte de sus tierras para uso o propósitos propios, se reservan también el derecho a usar tanta agua sobre las tierras adyacentes como considere necesaria para cumplir con sus propósitos, esto implica que la federación tiene prioridad en el tiempo sobre las tierras que estén reservadas. Los derechos de agua federales son válidos en las tierras públicas de los estados donde la ley de aguas está basada en el principio de la apropiación a priori.

El DARF difiere significativamente del derecho de agua apropiativo, en varios sentidos: no necesita ser cuantificado al momento que las tierras son reservadas, no necesitan ser usados forzosamente en algún momento del tiempo, ni están sujetos a pérdida por no uso o abandono y a pesar de los propósitos para el cual este tipo de derechos fue adquirido, el agua puede dedicarse a otros usos benéficos con tal que no se incremente el uso consuntivo.

Los derechos de agua para usos no consuntivos, (DUNC) surgen como una respuesta a la creciente competencia por el agua y su objetivo principal es

asegurar el mantenimiento del flujo mínimo necesarios para usos estéticos, pesca y hábitat de vida salvaje y recreación. Un DUNC, en el sentido más puro, es un derecho al flujo natural en la corriente establecido por un nivel mínimo u otro tipo de nivel de flujo en la corriente. El nivel del flujo establecido por el DUNC no puede ser disminuido por apropiaciones futuras de agua.

Los derechos de agua de ingeniería, (DAI), son los derechos de agua para desviar y usar agua con fines públicos, este tipo de derecho puede ser comprado y vendido, transferido de una localidad a otra y cambiado de un tipo de uso a otro, el ingeniero define los hechos físicos pertinentes a aquellas transacciones. Hay técnicas y herramientas disponibles que son útiles en la definición de los hechos físicos del agua y que ayudan a presentar estos hechos y conclusiones en tal forma que puedan ser entendidos por el público

Agua subterránea.

Para el agua subterránea existen tres sistemas de derechos; la regla de la propiedad absoluta, la regla del uso razonable y el sistema de apropiación. Una cuarta regla, la regla de los derechos correlativos, puede visualizarse como una extensión de la regla del uso razonable.

Propiedad Absoluta.

Es la doctrina más antigua aplicada al agua subterránea y está basada en el supuesto que el dueño de la tierra sea también dueño de todo lo que hay debajo hasta el centro de la tierra, por supuesto la naturaleza migratoria del agua impide la aplicación literal de este concepto. Esta es una regla de captura, el dueño de la tierra puede usar toda el agua que es capaz atrapar, cuando hay conflictos, el derecho de la persona con el mejor y más profundo pozo es el que prevalece.

Esta regla impone pocas restricciones: el dueño de la tierra puede usar el agua para su uso o venderla a otros, sin embargo el dueño de la tierra tiene prohibido o

reducir la presión artesiana de los pozos vecinos o provocar que éstos deban bombear más profundamente.

Uso razonable.

Al igual que la regla de la propiedad absoluta, la regla del uso razonable establece que los derechos del agua subterránea son un incidente de la propiedad de la tierra. El dueño de la tierra tiene derecho de extraer el agua subterránea, sin embargo si su uso interfiere con el uso del agua subterránea de sus vecinos, él tiene el privilegio de continuar si su uso es razonable, por el contrario una persona tiene prohibido causar daño a otra por uso no razonable del agua subterránea, por lo tanto el dueño de la tierra tiene solo un derecho calificado en lugar de un derecho absoluto.

Derechos correlativos.

La regla de derechos correlativos establece que el derecho para hacer un uso excesivo del agua no es absoluto sino que es relativo al derecho de otros usuarios en exceso. La regla es usada primordialmente cuando la oferta de agua subterránea es insuficiente para satisfacer las necesidades de todos los usuarios en exceso, en tal caso, la regla de los derechos correlativos requiere compartir el recurso. En algunos casos la necesidad de compartir viene acompañada por el prorrateo de la oferta sobre la base de la superficie sobrante.

I.7 Algunas notas finales.

Como se ha dicho, los conceptos de DDP y de costos de transacción están estrechamente relacionados, por tanto, podría esperarse que fueran precisamente este tipo de costos los que se usaran para caracterizar los DDP en este trabajo, a fin de ser evaluados.

Por otra parte, como se verá más adelante, el modelo que se eligió como instrumento para llevar a cabo la evaluación, es uno de equilibrio general

computable, pues se consideró que es una herramienta idónea para capturar los efectos en bienestar de las distintas políticas, sin embargo, el estado actual de la técnica para simular este tipo de modelos, hace muy complicada la introducción de los costos de transacción como parámetros en las tecnologías utilizadas, por lo que este camino para caracterizar los DDP, fue descartado.

Otra opción para caracterizar los DDP y que puede realizarse con gran naturalidad en el modelo, es aprovechar las distintas formas de distribución de rentas que se generan a partir de la aplicación de los DDP y modificar las restricciones presupuestales de los agentes en consecuencia, por tanto, se eligió esta última posibilidad para modelar los DDP, como se verá en el capítulo III de esta tesis.

CAPÍTULO II

FORMACIÓN DE LA BASE DE DATOS.

Este capítulo consta de dos partes, en el primero se hace una breve descripción de las condiciones hidrológicas de las zonas de estudio y en la segunda parte se describe la forma en que se construyó la base de datos, matriz de contabilidad social, SAM por sus siglas en inglés, que será utilizada para responder a las preguntas que han sido planteadas en la introducción de esta tesis.

Este capítulo cuenta con un anexo, en él se hace una descripción de una metodología muy completa para elaborar con todos los elementos significativos, una SAM con externalidades (SAM-e).

La necesidad de contar con una SAM-e surge del hecho, de incorporar los efectos que tiene en la economía, la producción de agua residual. Incorporar estos efectos se logra modificando la estructura de una SAM convencional. La elaboración de la SAM-e que presentamos en el apartado siguiente y que será utilizada para calibrar el modelo utilizado en esta tesis, toma solo los elementos de la metodología del anexo A que es posible incorporar con información confiable para el caso mexicano.

Para que las matrices que se utilizaron finalmente en este trabajo, pudieran haber incluido todo los elementos recomendados por Goran, Adelman y Vogel (1995) y que se comentan ampliamente en el anexo A de este capítulo, habría sido menester contar con información, entre otra, referente a los excedentes del consumidor y del productor tanto de los agentes que producen agua residual, como de quienes la reciben, esta información no existe para el caso mexicano.

La elección de las regiones hidrológicas responde a la necesidad de contrastar el efecto que tiene en la política fiscal, la aplicación de las mismas formas de

administración a situaciones hidrológicas tan distintas como las observadas en la hidrografía mexicana.

Las dos zonas de estudio forman parte de las dieciséis regiones administrativas en las que se divide el territorio mexicano para fines de administración hidráulica. Las regiones hidrológicas que analizaremos a su vez están subdivididas en las subregiones Nazas y Aguanaval en el caso de la región seca y las subregiones Grijalva y Usumacinta para el caso de la región húmeda. La situación geográfica de ambas subregiones se encuentra esquematizada en la figura II.1.

II.1. Zonas de estudio

Región Nazas - Aguanaval

Esta subregión se encuentra comprendida en la región administrativa VII "Cuencas Centrales del Norte", la problemática del agua que se observa en esta subregión es el resultado de una deficiente gestión del recurso que ha producido graves deterioros para el medio ambiente, particularmente a los recursos hídricos.

La situación se ve agravada por la ubicación geográfica de la región, caracterizada por condiciones hidroclimatológicas adversas, propias de zonas áridas y semiáridas que limita aún más la posibilidad de contar con una mayor disponibilidad de agua.

La delimitación de las regiones administrativas en que se divide el país en materia hidráulica se establece en el Diario Oficial de la Federación del 18 de mayo de 1998. La Región Administrativa VII "Cuencas Centrales del Norte", comprende 208,914.33 Km² de 82 municipios de los estados de Coahuila, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León y Tamaulipas, y se subdivide en cinco subregiones denominadas: Mapimí, Nazas, Aguanaval, Comarca Lagunera - Parras y El Salado.



Figura II.1

En 1995 la subregión Nazas-Aguanaval contaba con 492,866 habitantes, de los cuales el 33.44% correspondían al medio rural, el 16.6% vivía en ciudades medias y el 49.96% en grandes ciudades.

Las características climatológicas señalan que la precipitación que registra la Región, es baja ya que representa menos de la mitad de la media nacional, considerada en 777 mm/año. Véase la tabla II.1

El clima predominante es seco templado, con pequeñas diferencias entre las subregiones.

Características climatológicas de la Región Administrativa VII “Cuencas Centrales del Norte”

Subregión Hidrológica	Área km ²	Precipitación media acumulada (mm)	Temperatura media	Clima
Nazas	30683.40	495.52	17.2	Seco templado
Aguanaval	22820	405.60	17.7	Seco templado
Región administrativa IV	203452.96	349.70	18.4	Seco templado

Tabla II.1

Las sequías son fenómenos que se presentan en ocasiones en forma prolongada, 3 a 5 años continuos. Las altas temperaturas y evaporación prevalecen en buena parte del año, 5 meses continuos.

El Balance Hidráulico de aguas superficiales indica que se tiene para la Región una oferta potencial de 3,803.7 Mm³ con una demanda consuntiva de 2,115.4 Mm³ y una pérdida por evaporación e infiltración de 1,688.3 Mm³. De acuerdo con este balance la disponibilidad para la región es nula. Véase la tabla II.2

Balance Hidráulico de Aguas Superficiales de la Región Administrativa VII.

Regiones	Cuenca Propia	Importaciones	Total	Uso consuntivo	Evaporación	Exportación	Volúmenes Reservados	Volúmenes perdidos Por evaporación	Disponibilidad
Nazas	1981.1	0.0	1981.1	109.3	212.9	1241.5	1563.7	417.4	0
Aguanaval	394	0	394	230.3	19.1	141.5	390.9	3.02	0
Región Adma. VII	3742.8	1383	5186.7	1883.4	232	1383	3498.4	1688.32	0

Tabla II.2

En el mismo sentido el Balance Hidráulico de aguas subterráneas revela que son 26 los acuíferos sobre explotados y 38 los sub explotados. La recarga que de ellos se estima es de 1,814.15 Mm³, cuyo volumen menos la extracción que se efectúa (2,527.33 Mm³), arroja un déficit de 713.183 Mm³. Ver la tabla II.3.

Balance Hidráulico de Aguas Subterráneas de la Región Administrativa VII.

Subregión	No. De acuíferos	Recarga	Extracción	Disponibilidad	Condición		
					Sobre explotado	Sub explotado	Equilibrio
Nazas	12	37.49	24.18	13.31	0	12	0
Aguanaval	5	137.52	145.19	-7.67	1	4	0
Región Adma. VII	64	1814.15	2527.33	-713.18	26	38	0

Tabla II.3

En la Región existe un total de 16,512 aprovechamientos correspondiendo al agua subterránea el 96.64% y al agua superficial 3.36% de ellos. Sumadas ambas fuentes de agua, el 89.18% se destinan al uso agrícola; 1.88% en el pecuario; 7.20% para uso humano; y el 1.74% para uso industrial.

El uso agrícola dispone de 3,911.91 Mm³, correspondiendo de agua superficial 1,870.7 Mm³; y de agua subterránea 2,041.2 Mm³, de este total el 9.11% lo detenta la subregión del Aguanaval, y el 3.12% la subregión Nazas.

Respecto al agua superficial, el Aguanaval tiene el 73.15%, y el 12.23%, el Nazas. Referente a las aguas subterráneas, se registran los porcentajes: el Aguanaval 55.25%, y el Nazas 6.26%.

Por otra parte, en cuanto al uso público-urbano se alcanza una cobertura de agua potable en el medio rural del 82.2% y en alcantarillado de 31%. En las localidades

medias los valores son 81.2% y de 61.9% respectivamente. Finalmente las localidades urbanas alcanzan con una cobertura del 95% y en alcantarillado del 93%. La cobertura de agua potable por cada subregión se muestra en la tabla II.4.

Porcentaje de cobertura actual en el servicio de agua potable y alcantarillado por subregión.

Subregión	Zona					
	Rural		Media		Urbana	
	A. Potable	Alcantarillado	A. Potable	Alcantarillado	A. Potable	Alcantarillado
Nazas	88.0	42.9	69.0	61.7		
Aguanaval	83.0	29.1	70.0	58.5	96.0	94.6
Promedio de la Región	82.2	31.0	81.2	61.9	95.0	93.0

Tabla II.4.

Región Grijalva - Usumacinta

La región Administrativa XI, Frontera Sur se localiza en el Sureste de la República Mexicana y cubre la totalidad de los estados de Chiapas y Tabasco, tres municipios de Oaxaca (San Pedro Tapanatepec, Chahuities y San Francisco Ixhuatán) y el municipio de Palizada en Campeche.

El escurrimiento de sus aguas se da en dos vertientes: la del Océano Pacífico y la del Golfo de México. En la vertiente del Pacífico se localiza la región Hidrológica 23, Costa de Chiapas. La Vertiente del Golfo, comprende la región Hidrológica No. 30, Grijalva – Usumacinta, y una porción de la No. 29, Coatzacoalcos, que se denominará Tonalá-Coatzacoalcos.

La costa de Chiapas, ocupa el extremo sur - suroeste de México, limitada por el parte aguas de la Sierra Madre de Chiapas, que corre paralelo a la costa del Pacífico. Se conforma por una franja de 308 Km de longitud, a lo largo de los cuales su anchura varía entre 15 y 40 Km. Por las estrías de la sierra, se forma un

sistema hidrológico con un gran número de ríos de corta longitud y gran pendiente que descargan en esteros y lagunas costeras.

La cuenca del Alto Grijalva se subdivide en dos subregiones: Alto y Medio Grijalva. La Alto Grijalva, se ubica desde la frontera con Guatemala hasta la cortina de la presa de la Angostura. La subregión Medio Grijalva, comprende desde la presa la Angostura, hasta la presa Mal Paso.

La cuenca del Bajo Grijalva también se divide en dos subregiones: Sierra y Planicie. La subregión Bajo Grijalva Sierra, corresponde a la parte sur y comprende los municipios localizados en la Sierra Norte de Chiapas, en la parte alta de las subcuencas de los ríos de la Sierra, Tulijá y Puxcatán; al norte se ubica la subregión Bajo Grijalva Planicie que comprende los municipios localizados en las zonas de piamonte y en la planicie tabasqueña.

La Cuenca del Usumacinta se dividió en dos subregiones. La primera corresponde a la subcuenca del río Lacantún y se le agrega la pequeña cuenca del río Chixoy, proveniente de Guatemala, desde su ingreso a territorio chiapaneco hasta la confluencia con el río Lacantún. A esta zona se le denominó Lacantún – Chixoy. La otra subregión, denominada Usumacinta, corresponde a la subcuenca que se forma con la parte baja de la cuenca del río.

Los recursos hidráulicos superficiales son los más abundantes del país. Incluyendo las aportaciones de la porción de las cuencas de los ríos Grijalva, Usumacinta y Suchiate, ubicadas en la República de Guatemala, el volumen anual de escurrimiento es del orden de 151,707 millones de m³, el 30% de los escurrimientos totales de México.

Aproximadamente el 97% de los escurrimientos superficiales se descargan al mar. De estas descargas, el 90% llega al Golfo de México y el resto al Océano Pacífico. Las extracciones actuales de aguas superficiales para todos los usos consuntivos

se estiman del orden de 1,291 millones de m³, apenas el 0.8% de los escurrimientos disponibles. El 70% de las extracciones corresponde a uso agrícola, el 22% a uso público urbano y el 8% restante a la industria.

La población de la Región en 1995 se estimó en 5.4 millones de habitantes mostrando una tasa media anual de 2.5% en el período 1990-1995, superior a la observada en el ámbito nacional que fue del 2%. Las subregiones Costa de Chiapas, Medio Grijalva y Bajo Grijalva Planicie concentran al 62% de la población.

Las concentraciones urbanas de Tuxtla Gutiérrez, Villahermosa, Tapachula, San Cristóbal de las Casas, Cárdenas y Comitán de Domínguez reciben la emigración de las zonas rurales que, al sumarse a su crecimiento natural, conducen a tasas de crecimiento mayores a la media nacional y ejercen una fuerte presión sobre la prestación de servicios y la generación de empleos. A esta emigración, a partir de 1994, se agrega la población desplazada por el conflicto en los Altos de Chiapas.

Por otra parte, y contrastando con lo anterior, en 1990, el 51% la población ocupada se dedicaba a actividades primarias, el 35% al sector terciario y solamente el 14% lo hacían en el secundario.

La agricultura es predominantemente de temporal, régimen en el que se cultiva el 98% de un poco más de 1.7 millones de hectáreas. La ganadería ocupa una superficie de 4.5 millones de hectáreas con un inventario de 4.4 millones de cabezas y está conformada, en su mayor parte, por explotaciones con escasa tecnología, bajo la modalidad extensiva de doble propósito. La acuicultura es incipiente y la pesca es una actividad prácticamente artesanal.

Los recursos hidráulicos superficiales son los más abundantes del país. Incluyendo las aportaciones de la porción de las cuencas de los ríos Grijalva, Usumacinta y Suchiate, ubicadas en la República de Guatemala, el volumen

anual de escurrimiento es del orden de 151,707 millones de m³, el 30% de los escurrimientos totales de México. La abundancia de los recursos hidráulicos, aprovechados parcialmente para la generación de energía eléctrica en las grandes plantas generadoras del Grijalva, representa una enorme riqueza para la Nación; sin embargo, significa también limitaciones al desarrollo económico por la dificultad que su ocurrencia en un período muy corto del año impone para su control y regulación.

Aproximadamente el 97% de los escurrimientos superficiales se descargan al mar. De estas descargas, el 90% llega al Golfo de México y el resto al Océano Pacífico. Las extracciones actuales de aguas superficiales para todos los usos consuntivos se estiman del orden de 1,291 millones de m³, apenas el 0.8% de los escurrimientos disponibles. El 70% de las extracciones corresponde a uso agrícola, el 22% a uso público urbano y el 8% restante a la industria.

En la tabla II.5 se muestra el balance hidráulico de la región Grijalva-Usumacinta.

Balance Hidráulico de Aguas Superficiales de la Región Administrativa VII.

Subregión	Cuenca Propia	Importaciones	Total	Uso consuntivo	Evaporación	Exportación	Volúmenes Reservados	Volúmenes perdidos Por evaporación	Disponibilidad
Usumacinta	1981.1	0.0	1981.1	109.3	212.9	1241.5	1563.7	417.4	0
Alto Grijalva									
Bajo Grijalva	394	0	394	230.3	19.1	141.5	390.9	3.02	0
Región Adma. XI	3742.8	1383	5186.7	1883.4	232	1383	3498.4	1688.32	0

Tabla II.5

Se han identificado 21 acuíferos con una recarga estimada en 5,777 millones de m³. De este volumen, solamente se extraen 753 millones, que representan el 13% de la disponibilidad sustentable estimada. La agricultura de riego emplea el 56% de las extracciones, el uso público urbano el 16% y la industria el 29%.

En la tabla II.6 se muestra la información relevante con relación al agua subterránea.

Características y balances hidráulicos de la región hidrológica

Características y balance de los acuíferos de la región										
SUBREGION	Numero Acuíferos	Area Km2	Aprovech. Activos	Recarga Mm3/año	Usos (extracciones)				Disponibilidad Mm3/año	Extracción vs Recarga
					Agrícola	Público	Industrial	Total		
MEDIO GRIJALVA	5	3,546	417	304	5	5	7	17	287	5.7%
ALTO GRIJALVA	2	2,350	21	268	1	9	29	39	229	14.5%
BAJO GRIJALVA P.	4	8,897	253	638	3	30	24	58	580	9.1%
USUMACINTA	4	12,363	131	1,932	47	10	0	57	1,875	3.0%
TONALA-COATZ.	3	6,800	313	1,274	88	49	137	274	999	21.5%
COSTA CHIAPAS	3	7,257	408	1,361	275	13	19	307	1,054	22.6%
TOTAL	21	41,213	1,543	5,777	420	117	216	753	5,023	13.0%

Tabla II.6

La importancia de los recursos de agua subterránea se deriva no sólo de su magnitud, sino también de la relativa facilidad y flexibilidad de su aprovechamiento. Sin embargo, los estudios geohidrológicos disponibles, en los que se basa la estimación de recargas y características de su explotación, son preliminares y requieren profundización.

Es claro que estas dos regiones presentan condiciones hidrológicas y económicas tan contrastantes que hacen cuestionarse la conveniencia de aplicar la misma política fiscal en ambas regiones.

Para probar esta hipótesis, se ha optado por la elaboración de un MEGA. Este tipo de modelos requiere una base de datos que represente el equilibrio observado, a partir del cual se calibra el modelo y se hacen los ejercicios de estática comparada. Para nuestro caso la construcción de esta base de datos presenta dificultades particulares ya que han de incluirse las externalidades que se generan al producirse agua residual.

La dificultad principal surge del hecho que no existe en México la información necesaria para incluir en esta base de datos todos los efectos que con información completa deberían incorporarse, por lo tanto procederemos de la siguiente manera: por una parte, habida cuenta de la información que existe en el país, se incorporará a la base de datos la información confiable y se modelará el problema tomando en cuenta esta situación; por otro lado en el anexo A se discute lo que sería, desde nuestro punto de vista la metodología más adecuada de contarse con toda la información.

II.2 Matrices de contabilidad social.

La SAM ha sido usada para realizar análisis de política y de planeación económica en una gran variedad de economías, véase a Pyatt y Round (1977) y Pyatt y Roe(1977). La SAM es una forma de contabilidad de doble entrada en la cual las entidades contables de ingreso en el producto nacional y en las cuentas de producción, input-output, se presentan como débito (gasto) y crédito (ingreso) en la hoja de balance de instituciones y actividades.

Las actividades incluyen la producción de bienes, entre los que se ha definido el agua útil de origen superficial y de origen subterráneo. Las instituciones incluyen familias, empresas y gobierno.

Las entradas en la SAM incluyen bienes intermedios, demandas de insumo entre sectores de la producción; el ingreso (valor añadido) pagado por sectores de la producción al capital, trabajo y agua en bruto; la distribución de salarios entre diferentes grupos de familias; y la distribución de gastos de las familias entre consumo y ahorro de agua.

La cuenta del gobierno recauda su ingreso de las actividades y las familias y lo asigna a transferencias a las familias y al ahorro del agua, esto último solo si es propietario del recurso.

El producto total de cada actividad de la SAM debe ser destinado para algún uso en la economía, los ingresos totales de cada actividad deben ser asignados a alguna entidad en la economía como compra de insumos de otras actividades o pago al capital, trabajo o agua.

Por convención, las columnas de la SAM representan gastos, mientras los renglones indican ingresos, la suma de los ingresos y la suma de los gastos deben ser iguales para cada cuenta en el sistema.

La gran fortaleza de la SAM es la facilidad de interpretación y su flexibilidad para representar diversas estructuras institucionales y económicas y en proporcionar un marco teórico para realizar análisis de política. Además, como en el caso que nos ocupa, puede utilizarse su formato para arreglar la información con el fin de calibrar modelos de equilibrio general aplicado. Cada matriz se estructura pensando en un modelo en particular, en nuestro caso se hace una descripción exhaustiva del sector hidráulico y grandes agregaciones del resto de la economía.

Los requerimientos de información necesarios para la contrastación de las hipótesis de nuestro trabajo se resumen prácticamente en su totalidad en la SAM-e, ya que en ésta aparece gran parte de la información necesaria para calibrar el modelo: los datos de las variables exógenas, trabajo, capital, agua superficial y agua subterránea; los datos necesarios para calibrar las funciones de demanda de las variables endógenas; y los datos referentes a la recaudación fiscal, que se utilizan para calibrar los parámetros fiscales.

La suposición de un equilibrio nos obliga a contar con un esquema de contabilidad que asegure que se cumplen con las condiciones para ser utilizados en algún modelo de equilibrio general.

Se identifican cuatro conjuntos de condiciones de equilibrio que deben satisfacerse: a) en todos los mercados de bienes la demanda debe igualar a la oferta; b) no se hacen beneficios positivos en ninguna industria; c) todos los agentes satisfacen su demanda cumpliendo con su restricción presupuestal; d) el gobierno no incurre en déficit.

Dado que el tema que nos ocupa es el efecto de los distintos tipos de propiedad del agua en la realización de la economía y que ésta, en las dos regiones estudiadas, no es exportada ni importada de otras cuencas, se supondrá una economía cerrada.

Para construir esta base de datos se requiere información de diversas fuentes, que bien podrían ser inconsistentes, por lo tanto el primer paso es hacer consistente la base de datos para el año de referencia que se haya elegido. Las matrices SAM poseen una estructura adecuada para revisar la consistencia de la información ya que contiene para cada agente del modelo el ingreso y el gasto, así como ventas y compras para cada mercancía. Véase Ginsburgh y Keyzer(1997).

La información que se utiliza en este trabajo fue obtenida de las siguientes fuentes: Sistema de Cuentas Nacionales de México, Encuesta Ingreso Gasto, Censos Económicos, Sistema de Información Municipal Básicas y Matriz de Insumo Producto, del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática; Parámetros Técnicos en la Utilización del Agua del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y Resúmenes Ejecutivos de los Lineamientos Regionales de la Comisión Nacional del Agua.

El año que se toma como base es el de 1993 y todas las cifras se muestran en millones de pesos de ese año. Se realizó el análisis con información de este año debido a que en este año la economía mexicana comienza a estabilizarse después de un proceso de reformas desregulatorias y de apertura comercial.

La forma que toma la SAM se muestra en la tabla II.7.

Como primer paso se identificaron los municipios comprendidos en cada una de las regiones analizadas, una vez hecho lo anterior se computó de la siguiente forma cada una de las partes de la SAM.

	BIENES Y SERVICIOS	FACTORES	CONSUMIDOS	IMPUESTOS	SUMA
BIENES Y SERVICIOS	A1		A2		S1
FACTORES	A3				S2
CONSUMIDOS		A4		A5	S3
IMPUESTOS	A6			A7	S4
SUMA	S1	S2	S3	S4	

Tabla II.7.

Submatriz A1.

Esta submatriz cuadrada consta de ocho columnas, las dos primeras contienen la información referente a los dos tipos de bienes de consumo que se producen en la economía, el primer tipo de bien de consumo, a diferencia del segundo, posee una tecnología tal que solo puede usarse agua de primer uso como insumo en su

producción. En este tipo de bienes quedaron comprendidos los sectores: agua potable y alimentos bebidas y tabaco.

El segundo tipo de bien de consumo se caracteriza porque en su producción puede utilizarse tanto agua tratada como agua de primer uso, en este tipo de bien se incluyó: explotación de minas y canteras; metales, ingeniería y vehículos; construcción y contratistas; y agricultura, silvicultura y el agua para uso urbano que se dedica al riego de parques y jardines.

La información empleada para la elaboración de las dos primeras columnas, se obtuvo de las cuentas nacionales proporcionadas por el INEGI y la de parámetros técnicos en la utilización del agua, generados por el IMTA.

En la tercera columna se reporta la información del agua residual producida en la economía. En el análisis realizado en esta tesis, se considerada al agua residual como un bien que se produce al no utilizar la totalidad del agua extraída. La información utilizada para la elaboración de esta columna se obtuvo de las investigaciones realizadas por el IMTA referentes a la tecnología aplicada en la utilización del agua en los nueve giros industriales más importantes y con la información proporcionada por la CNA sobre la situación de las regiones hidrológicas de México.

La cuarta columna comprende la información del agua tratada en la región, esto es el volumen de agua que vuelve a ser usada una vez que le han sido restituidas algunas de sus propiedades. La información utilizada para la elaboración de esta columna se tomó de las mismas fuentes que en el caso anterior.

Las columnas quinta y sexta, cuando existen, se refieren al agua existente que no es utilizada y que por lo tanto queda sin usarse, en las presas o en el acuífero. La información fue tomada de los balances hidráulicos que aparecen en los reportes

de la CNA. Dada la característica estática del modelo, estos dos bienes se interpretan como el agua ahorrada, o existente pero no utilizada en la economía.

Finalmente las últimas dos columnas de esta submatriz, contienen la información del bien denominado agua útil y que es el volumen de agua que se incorpora al proceso productivo, esta información se obtuvo de los estudios regionales realizados por la CNA.

Submatriz A2.

Esta submatriz contiene la información de la demanda final y fue obtenida de las encuestas ingreso gasto que realiza el INEGI, agregándolas de acuerdo a la clasificación de bienes anterior.

En la SAM que nos ocupa, el papel que juega el gobierno es la de recaudar impuestos y distribuirlos en forma de transferencias directas al ingreso de los consumidores.

En este contexto, no se contempla al gobierno como productor de bienes o servicios, por lo que recauda como consecuencia de la venta de agua, solo puede ser utilizado con fines de preservación del recurso, lo que se logra agua para ahorrar agua. A este tipo de política, en México, se le ha dado en llamar, "lo del agua al agua".

Submatriz A3.

Esta submatriz sumada a la submatriz A5 debe interpretarse como el valor añadido en la región, se separan porque al realizar la calibración es conveniente contar con la información explícita de los impuestos recaudados por el gobierno.

La información utilizada para construir la submatriz A3 se tomó de los censos económicos del año 1993. La construcción de esta submatriz evidenció la deficiencia en la valoración del agua en México.

En las cuentas nacionales mexicanas no se contabiliza el agua como un activo, por lo que para construir la submatriz se restó al valor del capital, el resultado de multiplicar el precio (canon) al cual se vendió el agua en 1993 por el acervo de agua determinada por la CNA.

El precio del agua en México ha sido fijado con fines recaudatorios, y está calculado de forma tal que el gobierno recupere todos los costos administrativos en que incurre.

El valor de la variable trabajo se tomó directamente de los censos como el valor reportado como remuneraciones totales.

Submatriz A4

En esta submatriz se muestran la asignación de los factores a cada uno de los agentes, es decir la propiedad de los recursos. En la asignación de los recursos se utilizó la información de la encuesta ingreso gasto.

Dada la naturaleza de nuestro trabajo, el agua se asignará de dos maneras distintas: en un caso toda el agua se asigna al gobierno, y en un segundo caso la propiedad del recurso se asignará a uno de los dos consumidores representativos de la sociedad. Por lo tanto, se construyen dos SAM para cada región hidrológica, la única diferencia entre ellas es el agente económico propietario del agua.

Submatriz A5.

Esta submatriz, está formada por las transferencias que reciben los consumidores por parte del gobierno y debe ser igual a la suma de los ingresos recaudados por el gobierno, exceptuando a los ingresos derivados de la venta del agua, que se

gastan íntegramente en la preservación del recurso. La ponderación para determinar este vector se obtuvo con la información de la encuesta ingreso gasto.

Submatriz A6.

Esta submatriz contiene la información de la recaudación en la región, por cada uno de los siguientes conceptos: consumo, trabajo y capital. La información necesaria para formar esta submatriz, no existe en el ámbito municipal, por lo que no fue posible agregarla a partir de este nivel.

El procedimiento seguido fue el siguiente: para obtener el valor de la recaudación por trabajo y por consumo, se ponderó con la población de cada municipio la recaudación estatal generada por estos conceptos, una vez hecho esto, se agregó sumando los valores obtenidos de la forma anterior para los municipios que forman la región.

La recaudación por concepto de capital, se obtuvo ponderando con la información de formación bruta de capital de cada municipio la recaudación estatal por concepto de impuesto a los activos y agregando de acuerdo a los municipios que forman cada región hidrológica.

Submatriz A7

Finalmente, esta submatriz contiene la información del total de los impuestos recaudados por tipo de fuente.

Con la información descrita anteriormente se formaron dos matrices de contabilidad social, una para la zona húmeda: Grijalva Usumacinta y otra para la zona seca: Nazas Aguanaval. Las diferencias fueran distribuidas proporcionalmente para lograr la igualdad entre renglones y columnas. A continuación se muestran los resultados para ambos tipos de zonas cuando el agua le pertenece al consumidor que no posee el capital.

Los resultados obtenidos se muestran en las tablas II.8 y II.9.

Subregión Nazas Aguanaval:

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Bien de consumo 1	551.6	1187.0						
2. Bien de consumo 2	1459.4	1408.8						
3. Agua residual				206.4				
4. Agua tratada		327.2						
5. Agua ahorrada superficial								
6. Agua ahorrada subterránea								
7. Agua útil superficial	12.1	20.0	101.1					
8. Agua útil subterránea	7.4	15.0	86.6					
9. Trabajo	230.0	542.0	10.0	50.0	11.0	45.7	54.0	
10. Capital	597.4	1208.4	8.0	70.0	30.8	43.0	50.0	
11. Agua superficial						37.6		
12. Agua subterránea					7.3		4.2	
13. Agente tipo 1								
14. Agente tipo 2								
15. Gobierno								
16. Recaudación por consumo	10.0	10.0						
17. Recaudación por trabajo	10.5	19.6	0.5	0.5		3.5	0.5	
18. Recaudación por capital	7.9	30.9	0.3	0.3		3.5	0.3	
19. Recaudación por agua superficial								
20. Recaudación por agua subterránea								
21. Recaudación total								

	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Bien de consumo 1					751.3	396.6		
2. Bien de consumo 2					1529.2	370.6		
3. Agua residual								
4. Agua tratada								
5. Agua ahorrada superficial								
6. Agua ahorrada subterránea							355.5	
7. Agua útil superficial								
8. Agua útil subterránea								
9. Trabajo								
10. Capital								
11. Agua superficial								
12. Agua subterránea								
13. Agente tipo 1	242.9	2007.6						
14. Agente tipo 2	700.0							
15. Gobierno			37.6	11.5				
16. Recaudación por consumo								
17. Recaudación por trabajo								
18. Recaudación por capital								
19. Recaudación por agua superficial								
20. Recaudación por agua subterránea								
21. Recaudación total								20.0

	17	18	19	20	21
1. Bien de consumo 1					
2. Bien de consumo 2					
3. Agua residual					
4. Agua tratada					
5. Agua ahorrada superficial					
6. Agua ahorrada subterránea					
7. Agua útil superficial					
8. Agua útil subterránea					
9. Trabajo					
10. Capital					
11. Agua superficial					
12. Agua subterránea					
13. Agente tipo 1					30.0
14. Agente tipo 2					67.2
15. Gobierno					
16. Recaudación por consumo					
17. Recaudación por trabajo					
18. Recaudación por capital					
19. Recaudación por agua superficial					
20. Recaudación por agua subterránea					
21. Recaudación total	20.0	35.1	42.1		

Tabla II.8

Subregión Grijalva Usumacinta

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Bien de consumo 1	269.1	550.8						
2. Bien de consumo 2	500.7	2333.7						
3. Agua residual				112.4				
4. Agua tratada		134.4						
5. Agua ahorrada superficial								
6. Agua ahorrada subterránea								
7. Agua útil superficial	10.2	19.3	60.0					
8. Agua útil subterránea	10.0	14.2	27.0					
9. Trabajo	180.5	94.5	15.4	15.0	8.7	0.2	27.2	29.1
10. Capital	221.7	107.5	10.0	7.0	19.0	0.2	28.0	19.2
11. Agua superficial					327.0		28.5	
12. Agua subterránea						9.5		0.4
13. Agente tipo 1								
14. Agente tipo 2								
15. Gobierno								
16. Recaudación por consumo	2.3	3.3						
17. Recaudación por trabajo	5.0	3.0			0.3		2.3	0.8
18. Recaudación por capital	6.2	3.0			0.5		3.5	1.7
19. Recaudación por agua superficial								
20. Recaudación por agua subterránea								
21. Recaudación total								

	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Bien de consumo 1					276.6	108.9		
2. Bien de consumo 2					246.0	183.0		
3. Agua residual								
4. Agua tratada								
5. Agua ahorrada superficial							355.5	
6. Agua ahorrada subterránea							9.9	
7. Agua útil superficial								
8. Agua útil subterránea								
9. Trabajo								
10. Capital								
11. Agua superficial								
12. Agua subterránea								
13. Agente tipo 1	100.0	412.6						
14. Agente tipo 2	270.6							
15. Gobierno			355.5	9.9				
16. Recaudación por consumo								
17. Recaudación por trabajo								
18. Recaudación por capital								
19. Recaudación por agua superficial								
20. Recaudación por agua subterránea								
21. Recaudación total								5.0

	17	18	19	20	21
1. Bien de consumo 1					
2. Bien de consumo 2					
3. Agua residual					
4. Agua tratada					
5. Agua ahorrada superficial					
6. Agua ahorrada subterránea					
7. Agua útil superficial					
8. Agua útil subterránea					
9. Trabajo					
10. Capital					
11. Agua superficial					
12. Agua subterránea					
13. Agente tipo 1					10.0
14. Agente tipo 2					21.3
15. Gobierno					
16. Recaudación por consumo					
17. Recaudación por trabajo					
18. Recaudación por capital					
19. Recaudación por agua superficial					
20. Recaudación por agua subterránea					
21. Recaudación total	11.4	14.9			

Tabla II.9.

ANEXO A.

Todas las actividades económicas producen externalidades medioambientales, éstas varían en extensión y tipo de actividad, por su impacto específico del daño medioambiental, por su severidad y por su alcance. Las externalidades introducen distorsiones en la economía, las que a su vez tienen efectos en el bienestar.

En este anexo se describe la metodología desarrollada por Golan, Adelman y Vogel (1995) para evaluar el impacto que las externalidades medioambientales tienen en el bienestar, este impacto se evalúa en términos del cambio producido en los niveles del superávit del consumidor y del productor y asociarlos a una matriz de contabilidad social.

Esta metodología propone un marco teórico operativo para cuantificar la magnitud de estas distorsiones medioambientales y distribuir las rentas generadas entre los sectores e instituciones involucradas en la economía.

Debe recordarse que aunque la metodología descrita en este anexo es correcta, y por eso se describe aquí, en México no se cuenta por el momento con toda la información para aplicarse en su totalidad.

El concepto de externalidad fue introducido por Marshall y ha sido ampliamente utilizado en la literatura de la economía del medio ambiente, en general hay dos condiciones necesarias para que exista una externalidad: primero, que la función de utilidad o de producción de un individuo contenga variables reales que el no halla elegido y segunda, que el tomador de la decisión cuya actividad afecta la utilidad o la producción de otros agentes, no reciba ningún cobro o pago igual a los resultados de sus beneficios o costos.

Como consecuencia de la externalidad se produce una diferencia entre el producto o costo marginal privado y el producto o costo marginal social.

El cambio en bienestar que resulta de la externalidad es medido por el cambio en el excedente del consumidor o del productor, ambos son parámetros monetarios del cambio en bienestar.

Un cambio en el superávit puede surgir como consecuencia de externalidades no reguladas así como de políticas económicas diseñadas para controlar las externalidades. Analizaremos a continuación ambos tipos de distorsiones.

En principio los precios generados por las economías que no toman en cuenta las externalidades medioambientales pueden llevar a cuatro tipos de rentas:

1. Las rentas disfrutadas por las industrias causantes de la externalidad
2. Las rentas negativas sufridas por las industrias que están negativamente afectadas por la externalidad.
3. Las rentas que obtienen las industrias que ofertan los bienes o servicios que proporcionan defensa contra la externalidad.
4. Las rentas sufridas por las familias o individuos quienes se ven afectados directamente por la externalidad negativa.

El primer tipo de rentas surge del hecho de no tomar en cuenta las externalidades negativas que genera la industria o equivalentemente de los servicios medioambientales que disfrutan en forma gratuita o al menos sin el precio completo, esto es equivalente a un subsidio al productor, su curva de oferta subsidiada está a la derecha de la curva de oferta medioambientalmente correcta y por lo tanto este tipo de industria es beneficiaria de las rentas al productor. Como resultado de lo anterior estos productores generan más empleo y los compradores de sus productos se ven beneficiados con precios de mercado más bajos lo cual produce un superávit del consumidor positivo. Además se ven incrementadas sus demandas derivadas, lo que hace que se incremente el superávit del productor de aquellas industrias que ofertan estos insumos.

El segundo tipo de rentas surge del hecho de que algunas industrias se ven perversamente afectadas por la externalidad, estos productores se ven de hecho gravados, su curva de oferta está a la izquierda de la curva de oferta que se obtendría en ausencia de externalidades por lo que se emplean menos trabajadores, los usuarios de sus productos pagan un precio demasiado alto y se incurre en un superávit negativo del consumidor. Aquellas industrias que ofertan insumos para la producción del bien también ven disminuida su demanda, con lo cual se produce un decremento en el superávit del productor. Además aquellas industrias afectadas por la contaminación podrían experimentar una caída directa en su demanda ya que los consumidores finales valorarían menos los bienes contaminados que los no contaminados.

El tercer tipo de renta es el resultado de un incremento en la demanda de bienes y servicios que proporcionan defensa contra la externalidad, este tipo de industrias experimenta un ajuste hacia arriba de su curva de demanda, lo cual produce un incremento en el excedente del productor.

En el cuarto tipo de renta los agentes que están directamente afectados por las externalidades negativas del sector generador de contaminación, están siendo gravados, por lo que incurren en rentas negativas. En el caso del consumidor estas rentas negativas se ven reflejadas en la salud y en la esperanza de vida.

Otro tipo de distorsiones provocadas por las externalidades, surge a partir de la forma en la que éstas son reguladas. Discutiremos tres tipos de regulaciones medioambientales:

1. Controles a la cantidad.
2. Restricciones en los insumos.
3. Gastos defensivos.

En el caso de las regulaciones a través de los controles de calidad las empresas que se ven directamente afectadas por la regulación presentan una curva de demanda quebrada. A diferencia de las regulaciones a través de la regulación a los insumos, no hay incentivo para un cambio en la relación insumo demanda con controles de calidad.

Los productores que se ven directamente afectados experimentan un decremento en el superávit del productor, y los consumidores de estos productos un decremento en el superávit del consumidor. Este efecto negativo se extiende en aquellas industrias que ofertan el bien controlado deprimiendo los niveles de empleo en todas las industrias afectadas negativamente. Por el contrario las empresas y los agentes que compran los bienes que estaban afectados negativamente por el efecto medioambiental experimentan un superávit positivo debido a la regulación.

En el caso de las regulaciones medioambientales a través de las regulaciones de los insumos, la curva del costo del productor y por lo tanto su curva de oferta se ajusta a la izquierda, al menos en el corto plazo, en reacción a un aumento en el precio de los insumos los que deberán ser usados en lugar de los insumos prohibidos. La extensión y duración del ajuste depende de la existencia o desarrollo de los insumos sustitutos no contaminantes o de las tecnologías que reducen el uso de insumos contaminantes. Los productores que se ven directamente afectados experimentan un decremento del superávit del productor y los consumidores de sus productos experimentan un decremento en el superávit de productor. Las empresas y agentes que compran el bien y que estaban negativamente afectados por el efecto medioambiental experimentan un superávit positivo con la regulación.

Otro tipo de gasto medio ambiental, aunque este no implica regulación, puede ser analizado en este mismo contexto. Los gastos incluyen gastos defensivos o costos de limpieza internalizados por el gobierno para compensar distorsiones

medioambientales que hayan permanecido sin revisar. Los gastos por parte del gobierno que no están acompañados por un esquema de impuestos con impuestos medioambientales a los usuarios en proporción al daño medio ambiental que ellos infringen, continuarán subsidiando a las industrias contaminadoras. Donde el gravamen es proporcional al daño medioambiental, las empresas contaminadoras experimentarán un ajuste en sus curvas de costos, de forma tal que los costos privados igualan a los costos sociales. El ajuste en el gasto del gobierno hacia bienes y servicios de defensa del medio ambiente generan un superávit y nuevo empleo en las industrias productoras de estos bienes y servicios. Si el gasto del gobierno es recortado en otras áreas, con el fin de compensar por el incremento en el gasto defensivo, entonces el superávit y el empleo podría decrecer en estas áreas.

La metodología consiste en incorporar todos los costos y beneficios generados por la externalidad dentro de la matriz de contabilidad social. Una evaluación en equilibrio parcial de todos los efectos generados, no es suficiente porque el impacto neto de la perturbación medioambiental es impredecible y difícil de evaluar sin un marco teórico que contemple el efecto completo. Cada cambio en la externalidad o en los controles de la contaminación tiene un impacto en todos los precios y cantidades, debemos ser capaces de contemplar todos los impactos de las rentas, tanto directas como indirectas a través de todo el sistema económico.

Los flujos medidos en economías de mercado consideran solamente los precios de mercado y las cantidades observadas vendidas, pero en la presencia de externalidades medioambientales, los precios y cantidades observados de esta manera son indicadores muy pobres de los valores y costos reales de los bienes intercambiados en la economía, la SAM-e indica los cambios en los valores de los flujos surgiendo de externalidades medioambientales.

La producción forma el núcleo de la actividad económica y genera consecuencias medioambientales directas las cuales se mueven de una actividad económica a

otra, a través de la compra de insumos intermedios, la producción también genera valor añadido el cual es distribuido a las instituciones económicas como ingreso, por lo tanto, las familias, las empresas y el gobierno reciben los efectos de las externalidades medioambientales generadas por la producción.

La SAM-e separa los flujos en la economía entre los generados por la externalidad medioambiental de los otros, con lo cual se puede realizar una evaluación muy refinada de los elementos positivos y negativos de la externalidad medioambiental, la SAM-e proporciona un esquema para representar los incrementos positivos o negativos del bienestar del consumidor y del productor en la economía.

La SAM-e también indica los impuestos y transferencias que deben ser añadidos a los precios de mercado para inducir el mismo comportamiento e ingreso para todas las instituciones y sectores que se obtendrían en ausencia de externalidades bajo las regulaciones existentes.

La estimación de las distorsiones medioambientales se hace en dos etapas: primero, se estiman los precios equivalentes de la distorsión medioambiental en cada sector de la economía; segundo, se usa la información contenida en la SAM más la información de las elasticidades para evaluar las rentas directas e indirectas recibidas por cada actividad y cada agente para distribuir las rentas a los factores, empresas, familias y gobierno.

Precios ecológicos

Contrario a lo que se propone en muchos otros trabajos, en donde los precios se asocian con trayectorias óptimas de crecimiento, los precios propuestos por los autores de este trabajo, no representan precios de trayectorias óptimas, en el sentido que no son derivados de una economía sobre una trayectoria de crecimiento óptima, los precios calculados aquí no representan precios sustentables más allá de los que genera el mismo mercado, en su lugar, estos

precios son una valoración económica de servicios medioambientales en casos donde estos servicios no son intercambiados en el mercado.

La literatura económica sobre el tema de la valoración de los recursos medioambientales es abundante y puede establecerse con cierta facilidad entre las siguientes: valoración contingente, costo del transporte, precios hedónicos y costo de la enfermedad.

La manera en la cual los costos de la externalidad son estimados, tiene una gran importancia filosófica y metodológica: los costos que son calculados de las transacciones de mercado, tales como la tabulación de los costos defensivos, del costo de transporte o de precios hedónicos, son fundamentalmente diferentes de aquellos calculados usando técnicas de valoración que no toman en cuenta el mercado, tales como la valoración contingente y cualquier otro método donde las preferencias no son trasladadas hacia las transacciones monetarias reales.

Los costos que son calculados de las transacciones de mercado actuales están fuertemente ligados al resto de la economía y pueden tener reverberaciones en el resto del sistema. La SAM, o cualquier sistema de contabilidad registra estos costos en la cuenta corriente como cambios en la asignación de gasto y producción.

Por contraste en las medidas del valor medio ambiental no basadas en el funcionamiento de mercado pueden trasladar con cierta seguridad medidas de bienestar en términos monetarios con fines de comparación de ciertas medidas monetarias.

Estas estimaciones basadas en mecanismos de no-mercado impactan en forma diferente en el resto de la economía debido a que no obstante que son correctas, no son pagadas. Estas estimaciones proporcionan una indicación de la pérdida en bienestar que no es trasladada a la actividad económica.

Los beneficios de la externalidad repercuten en las cuentas económicas, pero el efecto de estos costos no pagados no son ligados en forma medible al resto de la economía, no obstante estos estimados reflejan un decremento en el bienestar.

Para iniciar la construcción de la SAM-e, deben considerarse las distorsiones que produce la externalidades en la economía calculando el costo de la externalidad medioambiental, este costo es usado para derivar el cambio en el superávit en el consumidor y en el productor que sufren las víctimas de la externalidad, este cálculo es muy importante ya que el cambio en el superávit en el consumidor y en productor sirve para determinar los beneficios de la externalidad que se produce en la industria contaminadora.

El cambio en el superávit del consumidor y del productor que se produce en los usuarios aguas abajo, representa la cantidad de subsidio que es pagado a la industria contaminante tiene un impacto en toda la economía, que implica una redirección en la producción y el consumo, en este análisis los *precios ambientales* están derivados por el cálculo de los precios de equilibrio pre-subsidio.

El primer paso en el cálculo de una SAM-e es identificar los gastos defensivos u otros gastos compensatorios en la SAM original, esto es, la cantidad que es pagada por las víctimas de la externalidad a aquellas industrias o servicios que proporcionan alguna defensa o alternativa contra la externalidad. Por cada sector y cada industria, es necesario establecer el cambio en el superávit del productor y del consumidor para las víctimas de la externalidad.

El paso siguiente consiste en determinar el cambio negativo en el superávit del consumidor y del productor que resultan de la externalidad pero que no están registradas en las cuentas corrientes. El cambio total negativo en el superávit

representa los beneficios a la industria contaminadora, esto es, el subsidio que es disfrutado por la industria contaminadora.

CAPITULO III

MODELO, CALIBRACIÓN Y SOLUCIÓN

En el primer capítulo de esta tesis hemos definido el derecho de propiedad, las formas de propiedad más comunes son: la privada, la pública y la común.

Los costos de exclusión son los factores que determinan finalmente el tipo de propiedad que se establecerá para la extracción del agua. Costos de exclusión muy elevados impedirían establecer propiedad privada sobre los recursos hidráulicos, mientras que costos de exclusión bajos harían factible el establecimiento de derechos de propiedad privados o públicos.

No es posible definir la estructura de propiedad óptima, son las condiciones particulares de cada situación las que indican la forma de propiedad más conveniente. En este trabajo se evalúa el efecto de las dos formas de propiedad, privada y pública, en la efectividad de política fiscal.

No se usan los costos de exclusión para modelar los distintos DDP, debido a la dificultad de introducirlos al modelo de equilibrio que se construye para este fin, en su lugar se utiliza la distribución de rentas a que da lugar la aplicación de cada tipo de derecho.

Bajo la consideración que el problema que se aborda en esta tesis es de naturaleza empírica, podrían haber sido utilizadas diferentes técnicas de solución, entre las posibles se encuentran los métodos econométricos y los de Equilibrio General Aplicado (MEGA).

La utilización de los métodos econométricos requiere de una base de datos lo suficientemente grande como para satisfacer los requerimientos estadísticos que aseguren la obtención de buenos estimadores, lo que obliga en muchos casos a

eliminar o reducir importantes relaciones económicas a favor de mayor confiabilidad estadística.

Por otra parte, resolver un MEGA, requiere poder representar la economía, para un solo momento en el tiempo, en una base de datos llamada matriz de contabilidad social. En el segundo capítulo se describió la forma en que se construyó la base de datos para el caso que nos ocupa.

Dado que el objetivo principal de este trabajo es la evaluación de las distintas estructuras de los DDP, lo que necesariamente implica realizar modificaciones a las dotaciones iniciales de los recursos y ya que los ingresos de los agentes económicos están determinados por los precios y la cantidad de factores en propiedad de cada agente, se decidió utilizar los modelos MEGA en la solución de este problema.

Por otro lado, cuando se revisan los trabajos en relación al manejo de los recursos naturales, en donde se ha utilizado un MEGA, pueden observarse cuatro tipos de problemas que han sido resueltos con este tipo de modelos: 1) el manejo de energía, en donde se enfatiza el papel de los recursos naturales como insumo en el proceso productivo; 2) “enfermedad holandesa”, es decir, modelos que capturan los efectos perversos en las economías de los países exportadores de petróleo cuando el precio del petróleo aumenta; 3) extracción óptima, que toman en cuenta el agotamiento de los recursos y la relación entre la extracción y las decisiones de inversión; y 4) el análisis de los efectos fiscales de gravar la emisión de bióxido de carbono a la atmósfera.

Atendiendo a esta clasificación, el modelo que aquí se presenta guarda semejanza con el primer tipo. En este modelo se harán grandes simplificaciones sobre la economía en su conjunto, tratando de especificar lo más detalladamente posible la parte “hidráulica” de la economía.

III.1 El modelo

Se construirá un modelo estático con dos agentes representativos, donde el capital, el trabajo y el agua en bruto, en sus dos distintas procedencias, son los factores de la producción. El agua como insumo a los demás procesos productivos se denominará agua útil y será el resultado de una transformación del agua en bruto. El agua puede ser ahorrada o consumida, la decisión la toma el agente consumidor o el gobierno, según quien detente la propiedad del recurso.

III.1.A. Mercancías.

El conjunto de mercancías, K , en la economía se divide en dos: factores (F) = {trabajo, capital, agua superficial consumida y agua subterránea consumida } y bienes (G) = {consumo tipo 1, consumo tipo 2, agua útil de origen superficial, agua útil de origen subterráneo, agua residual y agua tratada}.

Se representarán las mercancías de la siguiente manera:

X_1 = trabajo,

X_{11} = capital,

X_2 = agua superficial consumida,

X_3 = agua subterránea consumida,

X_4 = agua útil de origen superficial,

X_5 = agua útil de origen subterránea,

X_6 = agua residual,

X_7 = agua tratada,

X_8 = bien de consumo 1,

X_9 = bien de consumo 2,

W_1 = cantidad de trabajo en la economía

W_{11} = cantidad de capital en la economía

W_2 = cantidad inicial de agua superficial en la economía,

W_3 = cantidad inicial de agua subterránea en la economía.

Denominaremos p_i al precio del bien i , donde el subíndice i se corresponde con el subíndice de cada uno de los bienes.

Los factores no son producidos en la economía y sirven como insumos para producir bienes. Los bienes pueden ser utilizados para consumo final o como insumos para producir otros bienes. Se asume en el modelo que existe pleno empleo de todos los factores.

Para que el agua pueda ser utilizada es necesario transformarla. El agua tal como se encuentra en sus fuentes originales no puede ser utilizada directamente en ningún proceso productivo y tiene que ser transformada en agua útil, este proceso puede consistir de un proceso tan complejo como la potabilización o tan simple como el transporte.

Por otro lado, conjuntamente a la producción del bien de consumo 1, se produce agua residual, que es la diferencia entre la suma de agua útil empleada en el proceso productivo y el uso consuntivo, esto es, el volumen que se incorpora definitivamente al bien producido.

Existe en esta economía una empresa que se encarga de limpiar el agua residual. Al ser tratada el agua residual recupera parcialmente las características de calidad originales. Este proceso es realizado por una empresa que utiliza al agua residual como insumo, entre otros factores y produce un bien denominado agua tratada, la que a su vez es un insumo de la tecnología utilizada en la producción del bien de consumo 2.

III.1.B. Funciones de producción.

En esta economía existen cinco tipos de productores, cada uno de los cuales tiene un comportamiento optimizador y precio aceptante. Las distintas tecnologías presentan rendimientos constantes a escala, por lo que es posible determinar las

demandas derivadas de los insumos para cada industria, como resultado de resolver el problema de minimización de costos sujetos a su tecnología.

A las demandas derivadas se les distinguirá con un asterisco como superíndice, y por un doble subíndice i,j donde i denota el insumo y j el bien al que será destinado el recurso. La cantidad total de bien producida se denominará Y_j . Las funciones de producción que representan las tecnologías utilizadas se denominan f_j y se supone que son funciones continuas y cuasi cóncavas, con lo cual se asegura que las demandas derivadas son funciones homogéneas de grado cero en precios.

A continuación se describen cada uno de los programas que caracterizan el comportamiento de los distintos agentes y de los cuales se obtienen las demandas derivadas de factores.

Productor de bien de consumo 1:

$$\text{Min } p_1 X_{1,8} + p_{11} X_{11,8} + p_4 X_{4,8} + p_5 X_{5,8} + \tau_6 k(X_{4,8} + X_{5,8})$$

s.a.

$$Y_8 = f_8(X_{1,8}, X_{11,8}, X_{4,8}, X_{5,8})$$

Una parte del agua extraída es consumida y otra descargada a un cuerpo receptor de agua. En esta economía, el agua descargada es considerada como un bien que sirve como insumo al productor de agua tratada. Nótese que el productor del bien de consumo 1 paga por el agua utilizada como insumo más un gravamen por la cantidad de agua destruida.

De la solución del programa anterior se obtienen las demandas intermedias: $(X_{1,8}^*, X_{11,8}^*, X_{4,8}^*, X_{5,8}^*)$, las cuales son función de los siguientes parámetros y variables: $(p_1, p_{11}, p_4, p_5, \tau_6, Y_8)$; donde τ_6 es el impuesto pagado por la

destrucción de agua y k es el porcentaje de uso consuntivo, por lo que el agua que queda libre para otros usos es: $X_6^* = (1 - k)(X_{4,8}^* + X_{5,8}^*)$, $0 \leq k \leq 1$.

Productor de agua tratada:

La tecnología para producir agua tratada puede ser interpretada como una medida del costo que tiene pagar la sociedad para restituirle al agua, al menos parcialmente, la calidad necesaria para hacerla útil nuevamente. El productor de agua tratada, que utiliza el agua residual como insumo, se comporta como si resolviera el siguiente programa:

$$\text{Min } p_1 X_{1,7} + p_{11} X_{11,7} + p_6 X_{6,7}$$

s.a.

$$Y_7 = f_7(X_{1,7}, X_{11,7}, X_{6,7})$$

Con demandas intermedias: $(X_{1,7}^*, X_{11,7}^*, X_{6,7}^*)$, función de los siguientes precios y cantidades: (p_1, p_{11}, p_6, Y_7) .

Producto de bien de consumo 2:

El otro tipo de bien de consumo en la economía puede producirse con ambos tipos de agua: tratada y útil de primer uso, ejemplos de este tipo de bienes pueden ser el regado de calles, algunos procesos de enfriamiento o el riego de algunos cultivos que no requieran agua de gran calidad.

Por lo tanto si se usa agua de primer uso ésta podría ser gravada, mientras que si se usa agua tratada se paga el precio de mercado o un bien subsidiado, por lo que el programa que resuelve el productor del bien de consumo 2 es:

$$\text{Min } p_1 X_1 + p_{11} X_{11,9} + p_4 (1 + \tau_4) X_{4,9} + p_5 (1 + \tau_5) X_{5,9} + p_7 (1 - s_7) X_{7,9}$$

s.a.

$$Y_9 = f_9(X_{1,9}, X_{11,9}, X_{4,9}, X_{5,9}, X_{6,9})$$

Con demandas intermedias: $(X_{1,7}^*, X_{4,9}^*, X_{5,9}^*, X_{11,7}^*, X_{9,7}^*)$, función de (p_1, p_{11}, p_7, Y_9) .

Por otro lado, como ya ha sido mencionado, en esta economía el agua no puede ser utilizada sin un proceso previo, que transforma el agua en bruto en agua útil y se distingue por su procedencia: superficial o subterránea. Supondremos que los agentes que se encargan de producir el agua útil, se comportan como si resolvieran los siguientes programas respectivamente:

Productor de agua útil de fuentes superficiales:

$$\text{Min } p_1 X_{1,4} + p_{11} X_{11,4} + p_2 (1 + \tau_2) X_{2,4}$$

s.a.

$$Y_4 = f_4(X_{1,4}, X_{11,4}, X_{2,4})$$

de donde se obtienen las siguientes demandas intermedias: $(X_{1,4}^*, X_{11,4}^*, X_{2,4}^*)$, que son función de $(p_1, p_{11}, p_2, \tau_2, Y_4)$ donde τ_2 es el impuesto que se debe pagar por la extracción de agua superficial.

Productor de agua útil de fuentes subterráneas:

$$\text{Min } p_1 X_{1,5} + p_{11} X_{11,5} + p_3 (1 + \tau_3) X_{3,5}$$

s.a.

$$Y_5 = f_5(X_{1,5}, X_{11,5}, X_{3,5})$$

Con demandas intermedias: $(X_{1,5}^*, X_{11,5}^*, X_{3,5}^*)$, función de $(p_1, p_{11}, p_3, \tau_3, Y_5)$ donde τ_3 es el impuesto que se debe pagar por la utilización de agua superficial.

III.1.C. Consumidores representativos.

Analizaremos dos tipos distintos de DDP del agua: propiedad pública, en la cual los recursos hidráulicos de la economía pertenecen al gobierno y propiedad privada, cuando el agua está en posesión de agentes privados.

Existe una diferencia fundamental en la cantidad de agua ofertada en ambos tipos de propiedad: cuando la propiedad del agua es pública, el gobierno oferta toda el agua disponible en la fuente de abastecimiento de manera inelástica; mientras que cuando el agua es de propiedad privada, el propietario del recurso, en la búsqueda de la maximización de sus beneficios, oferta la cantidad de agua que hace igual su ingreso marginal con el costo marginal de producción de agua. Dado que en la producción de agua en bruto no se incurre en costo alguno, el dueño del recurso ofertará tanta agua hasta el punto en que los ingresos marginales derivados de su venta se anulen, esto determinará la cantidad de agua que los agentes privados están dispuestos a ofrecer al precio de equilibrio. En este modelo, esta cantidad se determina exógenamente.

Estos dos tipos de propiedad afectan de diversa forma a las restricciones presupuestales del consumidor y a las funciones de beneficios de las empresas productoras de agua útil, y por ende los niveles de bienestar que se alcanzan en cada caso en la economía. Para realizar la evaluación de cada una de ellas, caracterizaremos los beneficios y las restricciones presupuestales en cada caso.

Por lo tanto, los beneficios que obtienen los productores de agua útil, cuando la propiedad del agua es privada es la siguiente:

$$\Pi_j = p_j Y_j - p_1 X_{j,1} - p_{11} X_{j,11} - p_i (1 + \tau_i) X_{j,i}$$

con:

$j = 4, 5$

$i = 2, 3$

τ_i = el impuesto a la extracción

Por otra parte, la demanda final en esta economía está representada por dos tipos diferentes de agentes, H_1 y H_2 cuyas preferencias sobre los dos bienes que se producen en la economía pueden ser representados por medio de sendas funciones de utilidad, que supondremos continuas, estrictamente cuasi cóncavas y dos veces diferenciables.

Los consumidores derivan utilidad de consumir dos tipos de bienes, el bien de consumo 1 que utiliza en su producción agua útil y el bien de consumo 2 que es producido con agua tratada. El consumidor dueño del agua toma la decisión, como ha sido dicho, de intercambiar en el mercado el volumen de agua que más le convenga y que se determina de acuerdo a la solución del problema de maximización que enfrenta como único dueño del agua.

La dotación inicial de los factores que cada uno de los agente posee y que por lo tanto definen su ingreso, es distinta. El agente H_1 posee todo el capital que hay en la economía y una porción del trabajo; mientras que el agente H_2 , posee todo el agua y la parte complementaria del trabajo. Los consumidores se comportan como si resolvieran los siguientes programas:

Agente H_1 :

$$\text{Max } U_{H_1}(X_{8,H_1}, X_{9,H_1})$$

s.a.

$$p_8 X_{8,H_1} + p_9 X_{9,H_1} \leq p_1 W_{1,H_1} + p_{11} W_{11} + T_{H_1} = ID_{H_1}$$

donde T_{H1} son las transferencias gubernamentales.

Y como es habitual, podemos obtener las demandas marshallianas resolviendo directamente el programa anterior, de donde obtenemos las relaciones:

$$X_{8,H1}^*(p_8, p_9, ID_{H1})$$

y

$$X_{9,H1}^*(p_8, p_9, ID_{H1})$$

Por otra parte, el agente H_2 enfrenta una restricción presupuestal diferente, ya que puede ser propietario del agua y por lo tanto está sometido a sus diferentes estructuras de propiedad. Este agente tiene que decidir, cuando es propietario del agua, el volumen de agua ahorrada. El programa que tiene que resolver el agente es el siguiente:

Agente H_2 :

$$\text{Max } U_{H2}(X_{8,H2}, X_{9,H2})$$

s.a.

$$p_8 X_{8,H2} + p_9 X_{9,H2} \leq ID_{H2}$$

El valor de ID_{H2} queda definido de la siguiente manera:

$$ID_{H2} = p_1 W_{1,H2} + p_2 (1 - \mu_2) W_2 + p_3 (1 - \mu_3) W_3 + T_{H2} + \Pi_4 + \Pi_5 \begin{cases} \text{Pr op. privada : } \mu_2 = \mu_3 = 0 \\ \text{Pr op. pública : } \mu_2 = \mu_3 = 1 \end{cases}$$

donde T_{H2} son las transferencias gubernamentales a este agente y Π_4 y Π_5 son los beneficios que el agente H_2 obtiene de la producción de agua útil, superficial y subterránea, respectivamente.

Al igual que en el caso anterior, podemos obtener las demandas marshallianas, que denotamos:

$$X_{8,H2}^*(p_8, p_9, ID_{H2}), X_{9,H2}^*(p_8, p_9, ID_{H2}),$$

III.1.D Gobierno.

El gobierno puede ser poseedor o no de los recursos hidráulicos de la economía, en cualquiera de los casos grava la destrucción de agua además de gravar el consumo, el capital y el trabajo y transfiere de forma directa a los ingresos de los consumidores el producto total de sus ingresos por impuestos. Por lo tanto en esta economía el gobierno solo tiene como función recaudar impuestos y redistribuir los ingresos, no produce ningún tipo de bien.

Por lo que la restricción presupuestaria del gobierno es la siguiente:

$$R^c + R^l + R^k + \tau_6 X_6^* + p_2(1 - \mu_2)X_2^* + p_3(1 - \mu_3)X_3^* =$$

$$p_2(1 - \mu_2)X_{2s}^* + p_{3s}(1 - \mu_3)X_{3s}^* + T_{H1} + T_{H2} \begin{cases} \text{Pr op. privada : } \mu_2 = \mu_3 = 1 \\ \text{Pr op. pública : } \mu_2 = \mu_3 = 0 \end{cases}$$

con

$$R^c = \sum_{h=1}^2 \sum_{i=1}^2 \tau_i^c p_i X_{hi}^*$$

$$R^l = p_l \sum_{i=1}^2 \tau_{ii}^l X_{1,i}^*$$

$$R^k = p_2 \sum_{i=1}^2 \tau_i^k X_{2,i}^*$$

III.1.E. Equilibrios.

Un equilibrio en esta economía se define como un vector de precios de bienes producidos y factores primarios: $\{\bar{p}_f \in \mathfrak{R}^F, \bar{p}_g \in \mathfrak{R}^G\}$; un vector de planes de consumo y de producción $\{\bar{X}_{Hi}^* \in \mathfrak{R}^n, \bar{X}^* \in \mathfrak{R}^{K^*}, \bar{Y}_g^* \in \mathfrak{R}^G\}_{i=1,2}$; y un nivel de recaudación \hat{R} , tales que se satisfacen las siguientes condiciones:

a) Equilibrio en los mercados de bienes.

Las cantidades producidas de bien final igualan a la suma de las demandas intermedias del bien más la demanda final, esto es:

$$Y_j^* = \sum_i X_{i,j}^* + \sum_{h=H1}^{H2} X_{j,h}^*, \quad \forall j$$

b) Equilibrio en el mercado de factores.

En el mercado de trabajo:

$$W_1 = \sum_j X_{j,1}^*$$

En el mercado de capital:

$$W_{11} = \sum_j X_{j,11}^*$$

En el mercado de agua superficial:

$$W_2 = \sum_j X_{j,2}^* + X_{2s}^*$$

En el mercado de agua subterránea:

$$W_3 = \sum_j X_{j,3}^* + X_{3s}^*$$

c) Equilibrio fiscal.

El nivel de recaudación es igual a los pagos fiscales realizados por los agentes.

La solución de este modelo se hará numéricamente de acuerdo a las técnicas establecidas por Shoven Y Whalley, la forma de solución y de calibración se presenta en los siguientes apartados de este capítulo.

III.2 Solución y calibración.

Una vez que la información ha sido recopilada y sistematizada y que el modelo a partir del cual se evaluarán los distintos DDP del agua ha sido construido, procederemos a resolverlo.

Para resolver este tipo de modelos primero han de encontrarse los parámetros que reproducen el equilibrio de referencia (benchmark equilibrium), proceso que es conocido como calibración, una vez determinados estos parámetros es posible realizar estática comparativa, es decir, encontrar nuevas soluciones de equilibrio ante modificaciones de algunas variables exógenas.

III.2.A Solución del modelo

Para la solución de este problema se siguió la metodología sugerida por Shoven y Whalley(1995), en esta sección la describiremos brevemente, para una descripción más detallada pueden verse también Scarf y Shoven(1984) y Gingsborough y Keyzer(1998).

Representamos las demandas de los consumidores h por los bienes g como $X_h^g(p^g, p^f, B_h)$ donde p^g son los precios de los bienes, p^f los precios de los factores y B_h la restricción presupuestal del agente h , misma que está conformada por valor de la dotación inicial de los agentes y las transferencias gubernamentales.

Como los precios son positivos porque las utilidades son crecientes en todos los bienes, los ingresos de todos los consumidores son positivos.

Por otra parte en presencia de rendimientos constantes a escala, la maximización de beneficios de parte de los productores implica la minimización de costos y por el lema de Shepard podemos obtener las demandas derivadas de factores. Bajo el supuesto que las funciones de producción representan una tecnología convexa, continua y con libre disposición y sabiendo que los factores no se producen y están limitados en la naturaleza, sabemos que la solución es acotada.

Si representamos las demandas derivadas del bien k para producir el bien g como $X_k^g(p^g, p^k, q^g)$, donde q^g son las cantidades producidas del bien g, podemos escribir las funciones de exceso de demanda de la siguiente manera:

$$\sum_h X_h^g(p^g, p^f, B_h) + \sum_k X_k^g(p^g, p^k, q^g) = q^g \quad \forall g, \quad \forall k.$$

La condición de beneficios nulos, nos permite asegurar que el precio de los bienes es igual su costo, por lo que tendremos que: $p^g = \sum_k p^k X_k^g$

Además el gobierno recauda impuestos, al gravar el capital, el trabajo y en su caso el agua, que distribuye a los consumidores directamente a su restricción presupuestal. Denominemos R al monto de esta recaudación.

El algoritmo seguido para la solución del problema puede resumirse en los siguientes pasos:

1. Se hace una conjetura inicial sobre los precios de los factores, los bienes demandados y sobre la recaudación.

2. Se calculan los precios de los bienes, recordando que son igual a su costo.
3. Se calcula el valor de la dotación inicial de los recurso para cada agente h y con ella la demanda de cada uno de los agentes por los bienes que se encuentran en su canasta.
4. Las cantidades producidas de bienes deben ser iguales a las demandas finales.
5. Se determinan las demandas derivadas a partir de los precios y de las cantidades producidas.
6. Se comparan las demandas derivadas de factores con la dotación de factores en la economía y la recaudación calculada con la observada en el equilibrio, si se cumplen estas dos igualdades, se ha encontrado un equilibrio, de no ser así, se repiten los pasos anteriores a partir del número 2, tomando los últimos valores calculados como los valores conjeturados.

Para poder calibrar el modelo, es menester especificar relaciones funcionales particulares, a partir de las cuales se determinarán los parámetros a calibrar, a continuación se explican las utilizadas en este trabajo.

III.3 Especificación funcional.

Con el fin de poder utilizar el modelo es necesario lograr una especificación numérica que, por un lado reproduzca el equilibrio observado en la realidad y por otro replique el comportamiento de los agentes y los mercados ante cambios en variables exógenas.

Como es habitual en este tipo de modelos, se utilizarán funciones de producción en donde se especifica la cantidad producida como una función Leontief en la cual

aparecen como parámetros las cantidades de bienes intermedios utilizados como insumos y el valor agregado, el que a su vez es representado por medio de una función de producción CES. Específicamente, las funciones utilizadas son las siguientes:

$$\text{Bien de consumo 1: } Y_8 = \text{Min} \left\{ \frac{X_{4,8}}{a_{4,8}}, \frac{X_{5,8}}{a_{5,8}}, \frac{V_8}{v_8} \right\}$$

$$\text{Agua tratada: } Y_7 = \text{Min} \left\{ \frac{X_{6,7}}{a_{6,7}}, \frac{V_7}{v_7} \right\}$$

$$\text{Bien de consumo 2 : } Y_9 = \text{Min} \left\{ \frac{X_{7,9}}{a_{7,9}}, \frac{V_9}{v_9} \right\}$$

$$\text{Agua útil de origen superficial: } Y_4 = \left\{ \frac{V_4}{v_4} \right\}$$

$$\text{Agua útil de origen subterráneo: } Y_5 = \left\{ \frac{V_5}{v_5} \right\}$$

En donde $a_{i,j}$ son los requerimientos unitarios de bien i para producir el producto j , V_i es la cantidad de valor añadido necesario para producir una unidad de bien j y v_j es el requerimiento unitario de valor añadido para producir una unidad de bien j .

Las funciones que definen los valores añadidos en cada una de las funciones de producción son del tipo de elasticidad constante, por lo que para cada caso tendremos:

$$V_8 = \frac{1}{\varphi_8} \left(\alpha_{1,8} X_{1,8}^{-\rho_8} + \alpha_{11,8} X_{11,8}^{-\rho_8} \right)^{\frac{1}{\rho_8}}$$

$$V_9 = \frac{1}{\varphi_9} \left(\alpha_{1,9} X_{1,9}^{-\rho_9} + \alpha_{11,9} X_{11,9}^{-\rho_9} \right)^{\frac{1}{\rho_9}}$$

$$V_4 = \frac{1}{\varphi_4} \left(\alpha_{1,4} X_{1,4}^{-\rho_4} + \alpha_{11,4} X_{11,4}^{-\rho_4} \right)^{\frac{1}{\rho_4}}$$

$$V_5 = \frac{1}{\varphi_5} \left(\alpha_{1,5} X_{1,5}^{-\rho_5} + \alpha_{11,5} X_{11,5}^{-\rho_5} \right)^{\frac{1}{\rho_5}}$$

La demanda final queda determinada por la demanda de los dos tipos de consumidores a los cuales se les supondrá una función de utilidad Cobb-Douglas, por lo tanto podemos expresar:

$$\text{Agente } H_1: U_{H_1} = X_{8,H_1}^{\alpha_{H_1}} X_{9,H_1}^{1-\alpha_{H_1}}$$

Y

$$\text{Agente } H_2: U_{H_2} = X_{8,H_2}^{\alpha_{1,H_2}} X_{9,H_2}^{1-\alpha_{2,H_2}}$$

Donde los valores de $\alpha_{i,j} \forall j = H_1, H_2; i = 1, \dots, 2$ representan la proporción que el agente gasta en el bien i .

Los requerimientos de información necesarios para la contrastación de la hipótesis de nuestro trabajo se resumen prácticamente en su totalidad en las matrices de contabilidad social que se mostraron en el capítulo II de esta tesis. La suposición de un equilibrio nos lleva naturalmente a un esquema de contabilidad y por lo tanto a la construcción de un conjunto de datos que cumplen con las condiciones de equilibrio para ser utilizados en algún modelo de equilibrio general. Véase St-Hilarie y Whalley(1986).

III.4 Calibración.

El proceso de calibración es un proceso determinista por medio del cual es posible asignar valores numéricos a las distintas funciones con las que se construye el modelo.

El tipo de parámetros que se obtienen en la calibración son de tres tipos: los relacionados con la función de producción de las distintas tecnologías, con la función de utilidad de los dos distintos agentes y con los parámetros fiscales.

El objetivo de la calibración es determinar los parámetros que introducidos al modelo permitan reproducir el equilibrio de referencia que se describe en la matriz de contabilidad social, esta determinación no es arbitraria, sino que obedece al comportamiento optimizador de los agentes.

A excepción de los parámetros relacionados con la elasticidad de sustitución en la función de producción del valor añadido, todos los demás parámetros son determinados con la información que proporciona la matriz de contabilidad social.

Cabe recordar que en el problema que nos ocupa, se construyen dos SAM para cada región hidrológica, ya que se simulará el efecto del derecho de propiedad y por ende se modifican la posesión inicial del agua.

III.4.A Calibración de las dotaciones.

Las dotaciones de los consumidores se obtienen directamente de la matriz de
Para el caso de Nazas Aguanaval:

FACTORES	DOTACIONES		
	H1	H2	Gobierno
Trabajo	242.9	700	
Capital	2007.6		
Agua Superficial			37.6
Agua Subterránea			11.5

Tabla III.1

Para la subregión Grijalva Usumacinta

FACTORES	DOTACIONES		
	H1	H2	Gobierno
Trabajo	100	270.6	
Capital	412.6		
Agua Superficial			355.5
Agua Subterránea			9.9

Tabla III.1

III.4.B. Calibración de parámetros fiscales.

Para calcular los parámetros fiscales se supuso que el gobierno recauda impuestos que regresa a los consumidores en forma de transferencias directas a su ingreso. Se distinguen tres tipos de impuestos: un impuesto ad valorem que grava los bienes de consumo, un impuesto que grava las compras de las empresas de trabajo y un impuesto que grava las compras de capital.

El gobierno transfiere íntegramente los recursos obtenidos a los consumidores. Definimos R como la recaudación impositiva y θ_h la proporción de la recaudación impositiva transferida a cada consumidor h .

La recaudación queda definida como: $R = R^c + R^l + R^k$ y cada uno de los elementos de la suma los podemos definir de la siguiente manera:

$$R^c = \sum_{h=1}^2 \sum_{i=1}^2 \tau_i^c p_i X_{hi}^*$$

$$R^l = p_1 \sum_{i=1}^2 \tau_{ii}^l X_{1,i}^*$$

$$R^k = p_2 \sum_{i=1}^2 \tau_i^k X_{2,i}^*$$

Debido a que para determinar el nivel de consumo es necesario determinar en primer lugar el monto de las transferencias, que a su vez dependen del nivel de recaudación del gobierno, determinamos en primer lugar la proporción de los ingresos del gobierno que es transferida a los consumidores.

El valor de las θ_h son leídas directamente de las SAM y son las siguientes:

Nazas Aguanaval		Grijalva Usumacinta	
H1	H2	H1	H2
0.309	0.691	0.319	0.681

Tabla III.3

Una vez determinados estos valores podemos determinar los valores fiscales correspondientes a la recaudación por consumo y por utilización de trabajo y capital. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Para la región Nazas Aguanaval

	Bien de Consumo 1	Bien de Consumo 2	Agua Residual	Agua Tratada	Agua Útil Super.	Agua Útil Subte.
τ_i^c	0.009	0.005				
τ_i^l	0.046	0.036	0.050	0.010	0.077	0.009
τ_i^k	0.013	0.025	0.037	0.004	0.077	0.006

Tabla III.4

Para la región Grijalva Usumacinta

	Bien de Consumo 1	Bien de Consumo 2	Agua Residual	Agua Tratada	Agua Útil Super.	Agua Útil Subte.
τ_i^c	0.005	0.007				
τ_i^l	0.028	0.032			0.085	0.027
τ_i^k	0.028	0.028			0.125	0.089

Tabla III.5

III.4.C. Calibración de los parámetros de la tecnología.

Como consecuencia de haber tomado la convención de precios unitarios, podemos identificar los valores observados en la SAM como cantidades físicas y por lo tanto estimar los parámetros de las funciones de producción directamente.

Las tecnologías combinan un sistema de coeficientes fijos para los insumos intermedios y un sistema de funciones de producción con elasticidad de sustitución constante (CES) para generar el valor añadido de cuatro factores posibles: trabajo, capital, agua superficial y agua subterránea.

Por lo tanto podemos expresar las demandas de insumos intermedios y de valor añadido de la siguiente manera:

$$X_{i,j} = a_{i,j}Y_j \text{ y } V_j = v_jY_j$$

De donde se obtienen los siguientes valores del coeficiente $a_{i,j}$ y v_j para las distintas tecnologías:

Para el caso de Nazas Aguanaval:

	Bien de Consumo 1	Bien de Consumo 2	Agua Residual	Agua Tratada	Agua Útil Super.	A. Útil Subte.
Bien de Consumo 1	0.192	0.249				
Bien de Consumo 2	0.507	0.296				
Agua Residual				0.631		
Agua Tratada		0.069				
Agua Útil Sup.	0.004	0.004	0.489			
Agua Útil Subte.	0.003	0.003	0.420			
Valor añadido	0.294	0.378	0.091	0.369	1.000	1.000

Tabla III.6

Para la región Grijalva Usumacinta:

	Bien de Consumo 1	Bien de Consumo 2	Agua Residual	Agua Tratada	Agua Útil Super.	Agua Útil Subte.
Bien de Consumo 1	0.224	0.169				
Bien de Consumo 2	0.416	0.716				
Agua Residual				0.836		
Agua Tratada		0.041				

Agua Útil Sup.	0.008	0.006	0.534			
Agua Útil Subte.	0.008	0.004	0.240			
Valor añadido	0.3440	0.064	0.226	0.164	1.000	1.000

Tabla III.7

El valor añadido en cada sector j es producido a partir de cuatro tipo de factores de acuerdo a una función de producción CES cuya forma funcional es:

$$VA_j = \varphi_j \left[\sum_{k=1}^4 \delta_{k,j} X_{k,j}^{-\rho_j} \right]^{-\frac{1}{\rho_j}} \quad j=4,\dots,9$$

Bajo el supuesto de minimización de costos, podemos encontrar las demandas derivadas de los distintos factores:

$$X_{k,j} = \frac{VA_j}{\varphi_j} \left[\sum_{i=1}^4 \delta_{i,j} \left[\frac{p_k / \delta_{k,j}}{p_i / \delta_{i,j}} \right]^{-\rho_j / (1+\rho_j)} \right]^{1/\rho_j}, \quad k=1,\dots,4; j=4,\dots,9$$

Se hicieron los cálculos para dos distintos valores de $\rho = -0.95$ y 0.0001 , con lo cual se obtuvieron los siguientes resultados para el parámetro $\delta_{k,j}$:

$$\rho = -0.95$$

Para la región Nazas Aguanaval:

	Bien de Consumo 1	Bien de Consumo 2	Agua Residual	Agua Tratada	Agua Útil Super.	A. Útil Subte.
Trabajo	0.496	0.493	0.506	0.497	0.343	0.349
Capital	0.504	0.507	0.494	0.503	0.347	0.347
A. Super.					0.323	
A. Subte.						0.304

Tabla III.8

Para la región Grijalva Usumacinta

	Bien de Consumo 1	Bien de Consumo 2	Agua Residual	Agua Tratada	Agua Útil Super.	Agua Útil Subte.
Trabajo	0.497	0.499	0.505	0.510	0.337	0.354
Capital	0.503	0.501	0.495	0.490	0.351	0.368
A. Super.					0.312	
A. Subte.						0.278

Tabla III.9

$$\rho = 0.0001$$

Para la región Nazas Aguanaval:

	Bien de Consumo 1	Bien de Consumo 2	Agua Residual	Agua Tratada	Agua Útil Super.	A. Útil Subte.
Trabajo	0.284	0.312	0.559	0.418	0.370	0.500
Capital	0.716	0.688	0.441	0.582	0.348	0.461
A. Super.					0.282	0.039
A. Subte.						

Tabla III.10

Para la región Grijalva Usumacinta

	Bien de Consumo 1	Bien de Consumo 2	Agua Residual	Agua Tratada	A. Útil Super.	A. Útil Subte.
Trabajo	0.449	0.469	0.606	0.682	0.330	0.584
Capital	0.551	0.531	0.394	0.318	0.352	0.408
A. Super.					0.318	
A. Subte.						0.008

Tabla III.11

Para $\rho=0.95$ se obtienen los siguientes valores de φ :

	Bien de Consumo 1	Bien de Consumo 2	Agua Residual	Agua Tratada	A. Útil Super.	A. Útil Subte.
Nazas Aguanaval	2.048	2.053	2.087	2.013	3.153	2.947
Grijalva Usumacinta	2.055	2.059	1.998	1.993	3.210	2.978

Tabla III.12.

Para $\rho=0.0001$ se obtienen los siguientes valores de φ :

	Bien de Consumo 1	Bien de Consumo 2	Agua Residual	Agua Tratada	Agua Útil Super.	Agua Útil Subte.
Nazas Aguanaval	1.858	1.913	2.075	1.986	3.143	2.308
Grijalva Usumacinta	2.045	2.055	1.995	1.869	3.209	2.156

Tabla III.13.

III.4.D. Calibración de los parámetros de demanda final.

Finalmente, las demandas finales quedan determinados por solo un parámetro, ya que se trata de funciones de demanda Cobb-Douglas: $X_i = \frac{\alpha_i m}{p_i}$, donde m es el ingreso del consumidor.

Dadas las condiciones de equilibrio, este parámetro puede ser fácilmente calculado y se obtienen los siguientes resultados:

Para la región de Nazas Aguanaval:

	α_8	α_9
H ₁	0.329	0.671
H ₂	0.517	0.483

Tabla III.14

Para la región de Grijalva Usumacinta:

	α_8	α_9
H ₁	0.529	0.373
H ₂	0.471	0.627

Tabla III.15

Finalmente, con los parámetros determinados de la forma anterior, es posible llevar a cabo los ejercicios de estática comparada, mismos que se muestran en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

En este capítulo se presentan los resultados de las simulaciones realizadas con el modelo presentado en el capítulo anterior y las conclusiones a las que da lugar su aplicación a los distintos casos analizados.

Como hemos visto, existe una amplia gama de formas de propiedad del agua, en este trabajo se analizaron solo dos tipos: la propiedad privada y la propiedad pública, cada una de ellas definida por la formación y la distribución de rentas.

Para responder a las tres preguntas fundamentales que motivaron la realización de esta tesis, y que quedaron planteadas en la introducción de la misma, se calcula la variación equivalente de los agentes representativos cuando se aplica una política dada de impuestos, subsidios y transferencias ante distintas condiciones de abundancia relativa y de propiedad del recurso.

A manera de comparación, también se presentan los resultados obtenidos cuando los agentes privado detentan los recursos hidráulicos y ofertan el recurso a niveles de competencia.

Por otra parte, a pesar que la calibración y la simulación se hicieron para distintos tipos de valores de elasticidad de sustitución en la producción de valor añadido, solo se reportan los resultados de las simulaciones con un solo tipo de elasticidad, ya que por un lado, la modificación de este parámetro no produjo cambios sustantivos en los resultados y por otro, no existen valores empíricos probados para ser utilizados en el caso del agua.

En el anexo B se reproduce un resumen de las simulaciones obtenidas del programa de computadora GAMS.

IV.1. Resultados de las simulaciones.

Una vez construido el modelo, se calcularon los nuevos equilibrios encontrados con la introducción de los impuestos ideados para internalizar las externalidades negativas, y se comparan con el equilibrio de referencia determinado para cada tipo de propiedad y de abundancia relativa del agua.

Para internalizar las externalidades negativas causadas por la destrucción del agua, se gravó el uso consuntivo con un monto igual al costo marginal de disponer agua como materia prima y al uso no consuntivo con el costo marginal de reuso.

a) Efecto en el bienestar

En las dos siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos de aplicar simultáneamente los dos impuestos. El impuesto al uso consuntivo, debe interpretarse como un impuesto pigouviano, introducido con la intención de internalizar la diferencia entre el costo social y el privado ocasionado por el agente privado que destruye agua.

REGIÓN	TIPO DE PROPIEDAD	VARIACIÓN EQUIVALENTE
Nazas Aguanaval	Privada (Monopolio)	-33.421
Nazas Aguanaval	Privada (Competencia)	-21.87
Nazas Aguanaval	Pública	70.948

Tabla IV.1

REGIÓN	TIPO DE PROPIEDAD	VARIACIÓN EQUIVALENTE
Grijalva Usumacinta	Privada (Monopolio)	-118.76
Grijalva Usumacinta	Privada (Competencia)	-5.209
Grijalva Usumacinta	Pública	178.531

Tabla IV.2

Como se concluye de los resultados mostrados en las tablas IV.1 y IV.2, los efectos en bienestar son de signo contrario en función del tipo de propiedad, es decir, cuando los recursos hidráulicos están en manos de agentes privados, la aplicación de los instrumentos de política fiscal producen una disminución en el bienestar de la sociedad, es decir, la ganancia obtenida por el agente poseedor del agua no alcanza a compensar el deterioro en bienestar del agente no poseedor del recurso; mientras que cuando la propiedad del agua es pública, el bienestar de la sociedad en su conjunto, se ve incrementado.

Cuando la propiedad del agua es privada, se probaron dos posibilidades de comportamiento: en la primera, el propietario busca maximizar sus beneficios, lo que implica ofertar agua hasta el punto en que el ingreso marginal iguala al costo marginal, esta igualdad se logra con un volumen menor que el que se ofrece cuando el agua es de propiedad pública; en la segunda, el propietario del recurso se ve obligado a ofertar toda el agua disponible. En esta última instancia, la diferencia con el comportamiento del gobierno consiste en que las rentas derivadas de la venta del agua quedan en manos del agente privado propietario del recurso.

En el primer caso de propiedad privada, cuando el dueño del agua tiene un comportamiento monopolístico, se produce una disminución en el bienestar como consecuencia de dos hechos: por un lado la apropiación de las rentas por parte de un solo agente; y por otro lado, debido a la ineficiencia típica de la solución del monopolio, es decir se intercambia menos agua a un precio mayor.

Cuando el agua es de propiedad pública, el volumen de agua ofertada es mayor que en el caso privado de monopolio e igual que en el privado con regla de competencia, pero las rentas derivadas de su venta se distribuyen entre ambos agentes representativos, los precios por ende, son menores y el bienestar es máximo.

Por otro lado, de los resultados mostrados en las mismas tablas, se observa que el efecto en bienestar es proporcional al monto de agua intercambiada, esto es, manteniendo fijo el tipo de propiedad, el bienestar aumenta conforme aumenta el volumen de agua intercambiada; cuando la propiedad es privada, la caída en bienestar es menor en zonas de gran abundancia que en zonas de escasez; mientras que cuando la propiedad es pública, el aumento en bienestar es mayor conforme aumenta el volumen de agua intercambiada.

Otro aspecto importante en la evaluación de los derechos de propiedad es el efecto en el reuso del agua, en el siguiente apartado de este capítulo se reportan los resultados que arroja el modelo.

b) Efectos en el reuso del agua

REGION	PROPIEDAD	VOLUMEN SIN IMPUESTOS	VOLUMEN CON IMPUESTOS
Nazas Aguanaval	Privada (Monopolio)	327.2	325.02
Nazas Aguanaval	Privada (Competencia)	327.2	326.18
Nazas Aguanaval	Pública	327.2	329.647

Tabla IV.3

REGION	PROPIEDAD	VOLUMEN SIN IMPUESTOS	VOLUMEN CON IMPUESTOS
Grijalva Usumacinta	Privada (Monopolio)	134.4	129.3
Grijalva Usumacinta	Privada (Competencia)	134.4	130.4
Grijalva Usumacinta	Pública	134.4	164.7

Tabla IV.4

Como se observa de los resultados mostradas en las tablas IV.3 y IV.4, los impuestos introducidos al modelo son poco eficaces para aumentar el reuso del agua. En el caso de la zona con gran escasez del recurso, el efecto del impuesto en el reuso es prácticamente nulo. Entre la propiedad privada con comportamiento monopolístico y la propiedad pública, el aumento en la cantidad de reuso es del 1%. Esto puede ser explicado principalmente, por el hecho que el aumento del precio del agua residual inhibe su mayor demanda.

Por otro lado, en las zonas con abundancia relativa del recurso, se observa un mayor efecto del impuesto introducido en el modelo, comparando la demanda de agua residual en el caso de la propiedad privada con comportamiento monopolista y la propiedad pública, en ésta última, se demanda un 27% más de agua residual que en el caso de propiedad privada monopolística y 26% con comportamiento de competencia.

Por tanto, podemos concluir que la propiedad privada, al mantener el precio relativo más alto, inhibe la demanda de este bien.

Por otro lado, habida cuenta que no se introdujeron a este modelo las muy sofisticadas relaciones hidrológicas que se pueden establecer entre el agua

superficial y subterránea, no es posible decir nada en relación a la sustitución entre estos dos tipos de bienes.

IV.2 Conclusiones

La adecuada gestión del agua requiere necesariamente la correcta definición de los derechos de propiedad del recurso. En el caso del agua la definición de los derechos de propiedad tiene que ver con dos elementos: los hidrológicos y los institucionales.

Definir adecuadamente los derechos de propiedad del agua es complicado porque necesariamente han de compartirse las fuentes de abastecimiento entre distintos agentes económicos y porque la exclusión de los agentes que no participen en el derecho al uso del recurso se hace con costos estrictamente positivos.

La interacción entre los usuarios del agua puede generar externalidades negativas, el tratamiento para su internalización ha sido ampliamente discutida en la literatura, generándose algunas confusiones en cuanto a las posiciones de los seguidores de Pigou y los de Coase. De acuerdo a Aguilera, no existe tal contradicción, ya que en ambos casos lo que se busca es la inversión en capital necesaria para eliminar la externalidad.

El manejo de los recursos de propiedad común ha sido un tema generador de grandes malos entendidos debidos al trabajo de Hardin, quien confundió los términos de propiedad común con acceso abierto. Finalmente, ha surgido el acuerdo de aceptar que la afirmación de Hardin en el sentido que los recursos con propiedad común generarían inevitablemente lo que él llamó la tragedia de los comunes, es errónea y dependerá de las reglas que se fijen para su manejo. Sin embargo, no existe acuerdo en cuáles serían las reglas que llevaran a un manejo exitoso de los recursos en propiedad común.

Por otra parte, Barzel y Coase se han encargado de investigar la relación que existe entre los DDP y los costos de transacción y los determinantes efectos que tiene la existencia de altos costos de transacción en la importancia de la asignación inicial de los recursos y la obtención de equilibrios. Los costos de transacción definirán los tipos de propiedad que una sociedad utilizará para el manejo de los recursos naturales, existen por tanto una gran variedad de DDP, en este trabajo se analizan dos extremos: propiedad pública y propiedad privada. Para los fines que nos ocupan, ambos tipos de propiedad se caracterizan de acuerdo a la generación y distribución de rentas.

Contrariamente a lo que podría pensarse, los derechos que la gente tiene sobre el agua no son constantes, dependen de los esfuerzos de protección, de los intentos de apropiación de otros agentes y de la protección de los propietarios del recurso.

En México, los elementos que definen los DDP sobre el agua, están delineados en la Ley de Aguas Nacionales (LAN). Este es el marco regulatorio que el gobierno mexicano ha creado con el fin que los agentes económicos puedan hacer uso del agua, recurso que se considera propiedad de la nación.

En Estados Unidos, los DDP del agua se definen de manera completamente distinta, en ese país se distingue tanto por niveles de escasez relativa como por el origen del recurso y la jurisdicción estatal tiene una gran importancia en la administración del agua.

A partir de los procesos de desregulación y de apertura comercial de la economía mexicana, que se produjeron en la década de los noventa, se ha discutido la pertinencia de privatizar los recursos hidráulicos, ya que en gran medida esta discusión ha tomado tintes ideológicos, la importancia de esta tesis reside en presentar una forma objetiva de evaluar las ventajas, en términos de bienestar, de las distintas formas de propiedad en contextos de abundancia relativa muy distintos.

Bajo el supuesto que el estado mantiene la obligación de administrar los recursos hidráulicos del país, aún en el hipotético caso que la propiedad del agua fuera privada, se plantea la aplicación de instrumentos de política fiscal para el manejo del recurso. Con este fin se construyó un modelo que permitiera simular y evaluar diferentes alternativas de propiedad y sus efectos en el bienestar, los resultados de este ejercicio se han reportado y analizado en el apartado anterior de este capítulo.

Un aspecto fundamental para la elaboración de este trabajo, fue la construcción de la base de datos necesaria para el funcionamiento del modelo, a la cual se le denomina Matriz de Contabilidad Social (SAM), en ella se reflejan todos los elementos esenciales del equilibrio de referencia, este equilibrio es importante y tiene dos aplicaciones: por una lado, sirve para calibrar el modelo y por otro, para comparar realizar los ejercicios de estática comparada.

Una característica importante que debió incorporarse a la matriz, y que se hizo sólo en forma parcial, es el efecto que las externalidades negativas tienen en la realización de la economía. Incorporar todos los efectos de las externalidades implica contar con información desconocida en México. Por tanto, la forma en que se incorporaron al modelo los efectos de las externalidades negativas, fue calculando el uso consuntivo y considerarlo como un mal en la economía y a la producción de agua residual como un bien, de forma tal que al primero se le grava con el monto necesario para internalizar las externalidades negativas que produce.

Para obtener los valores de bienestar que permitieron evaluar los distintos escenarios de propiedad y de escasez relativa, se construyó un modelo de equilibrio general computable, calibrado para las dos zonas de estudio.

Los supuestos con los cuales se operó el modelo, difieren de los de una economía Arrow-Debreu, en los siguientes aspectos: existe un gobierno que recauda

impuestos y los distribuye directamente a los consumidores representativos en la economía; se produce una externalidad negativa, que como ha sido dicho, se internaliza por medio un impuesto pigouviano; y en el caso que el agua es de propiedad privada, el consumidor propietario del recurso, oferta el volumen que maximiza sus beneficios, este volumen se calcula exógenamente al modelo.

La calibración de este modelo se hizo en la tradición de Shoven y Whalley, en esta forma de calibración se toma el equilibrio de referencia como apoyo para obtener los parámetros de las distintas funciones que intervienen en el modelo, suponiendo comportamientos optimizadores por parte de los agentes económicos.

De los resultados obtenidos por el modelo y que se mostraron en el apartado anterior de este capítulo, se desprenden las conclusiones que se muestran en las siguientes tablas:

EFECTO DE LA POLÍTICA FISCAL EN EL BIENESTAR		
TIPO DE PROPIEDAD	ABUNDANCIA RELATIVA	ESCASEZ RELATIVA
Privada	Muy negativa	Negativa
Pública	Muy positiva	Positiva

Tabla IV.5

EFECTO DE LA POLÍTICA FISCAL EN LA REUTILIZACIÓN DEL AGUA		
TIPO DE PROPIEDAD	ABUNDANCIA RELATIVA	ESCASEZ RELATIVA
Privada	Ligeramente negativa	Ligeramente negativa
Pública	Positiva	Ligeramente positiva

Tabla IV.6

Por lo tanto, las conclusiones a los que llegamos, en relación a las hipótesis originales de este trabajo son:

Si la propiedad del agua fuera privada y se aplicaran los instrumentos de política fiscal descritos en esta tesis, se inhibiría el reuso del agua. En caso de abundancia del recurso, la propiedad pública puede ser más eficaz en este sentido.

Privatizar los recursos hidráulicos, implicaría, una caída en el bienestar social, medida en términos de la variación equivalente, ante la aplicación de los instrumentos de política utilizados.

En general, se observa que la eficacia de los instrumentos de política fiscal aumenta conforme crece el volumen de agua intercambiada.

Finalmente, en el modelo no se reflejan, por construcción, las diferencias entre agua superficial y agua subterránea.

IV.3 Algunos apuntes finales.

Con el modelo construido para la elaboración de esta tesis, ha sido posible evaluar las distintas opciones de política fiscal y de propiedad del agua originalmente planteadas en este trabajo, sin embargo, es necesario reconocer que algunos de sus elementos deberán ser mejorados:

Si se elaborara una SAM con todos los elementos que Adelman menciona, podría ser posible realizar análisis de política más sofisticados incorporando todos los elementos relevantes.

La oferta de agua en bruto se supuso, como es común en estos modelos, infinitamente inelástica, una vez que los agentes han decidido el volumen de agua que ofrecerán al mercado, sin embargo, dado los distintos tipos de propiedad, podría tenerse comportamientos por el lado de la oferta, distintos al utilizado en este modelo, esta es una línea de investigación que deberá trabajarse.

Es un hecho irrefutable, que en el proceso de descentralización que se ha observado en México en los últimos años, de los distritos de riego en particular y de todo el sector hidráulico en general, se ha incentivado al cambio técnico, por lo tanto, suponer que la tecnología en el uso del agua es constante, es un supuesto que debería relajarse con el fin de obtener aplicaciones más realistas al caso mexicano.

Finalmente, en este modelo se ha supuesto la existencia de mercados para todas las mercancías intercambiadas, una línea de investigación interesante podría ser la de indagar la forma de modelación más adecuada en ausencia de alguno de éstos.

ANEXO B

Se muestra solo un programa de computadora, se realizaron cuatro, uno para cada tipo de propiedad en cada tipo de región hidrológica estudiada.

```

$TITLE Modelo de AGUA Grijalva-Usumacinta CON PROPIEDAD PRIVADA
$ONDIGIT
$OFFSYMREF OFFSYMLIST OFFUELLIST OFFUELXREF
*
*           RO = 0.0001
*
*           MODELO GRIJALVA-USUMACINTA CON PROPIEDAD PRIVADA DEL AGUA
*
*           FUNCION DE DEMANDA FINAL COBB-DOUGLAS
*           FUNCION DE PRODUCCION CES
*
OPTIONS LIMCOL=0, LIMROW=0;
SETS
  TATA      /TRANS, TRAB, CAP, ASUP, ASUT/
  TATA2     /TRANSC, TRABC, CAPC, ASUPC, ASUTC/
  BEN       /DEM1,DEM2,PRE,EXX1,EXX2/
  BEN2      /DEH1,DEH2,PH,EH1,EH2/
  TA indices para var par TAUDES / TAU,VC,VE,BIEN1*BIEN8,P1*P8 /
  VALORES variacion de los indices / 1*10 /
  TOTAL total de indices usados / S1*S8, L, K, AP, AT, H1*H2, RC, RL,
RK,
                                     RAP, RAT, R, TOT /
  S(TOTAL) bienes                    / S1*S8 /
  LK(TOTAL) factores                  / L, K, AP, AT /
  H(TOTAL) consumidores              / H1*H2 /
  RT(TOTAL) impuestos                 / RC, RL, RK, RAP, RAT, R /
  ;
  ALIAS (TOTAL,TOTA);
  ALIAS (S,SS);
  ALIAS (LK,KL);

TABLE SAM(TOTAL,TOTA) Matriz de Contabilidad Social
      S1      S2      S3      S4      S5      S6      S7      S8      L      K      AP
AT
  S1  269.1   550.8
  S2  500.7  2333.7
  S3                      112.4
  S4                134.4
  S5
  S6
  S7   10.2    19.3   60.0
  S8   10.0    14.2   27.0
  L   180.5    94.5   15.4   15.0   8.7    0.2  27.2  29.1
  K   221.7   107.5   10.0    7.0  19.0    0.2  28.0  19.2
  AP                      327.0    28.5
  AT                      9.5      0.4
  H1                      100.0  412.6
  H2                      270.6    355.5
9.9

```

RC	2.0	3.0							
RL	5.0	3.0	.00	.0	.3	.0	2.3	0.8	
RK	6.2	3.0	.00	.00	0.5	0.0	3.5	1.7	
RAP									
RAT									
R									

+	H1	H2	RC	RL	RK	RAP	RAT	R
S1	276.6	108.9						
S2	246.0	183.0						
S3								
S4								
S5		355.5						
S6		09.9						
S7								
S8								
L								
K								
AP								
AT								
H1								10.0
H2								21.3
RC								
RL								
RK								
RAP								
RAT								
R			5.0	11.4	14.9			

PARAMETERS

TAORL(LK,S) indices fiscales
 TAORC(S) indices fiscales
 TETA(H)
 LEON(S,SS)
 NUVALEON(S)
 VALEON(S)
 BETA(S)
 VETA(S)
 RO(S)
 ALFA(S,H)
 FI(S)
 DELT(LK,S)
 TAURES(S)
 TAUDES(SS,S)
 Y0(S)
 PL0(LK)
 PS0(S)
 RENAUP(H)
 RENAUT(H)
 RENATR(H)
 RENARE(H)
 INCPXY
 INCPXZ
 VARECOM(H)
 U0(H)
 PP(S)

```

    FACTOR(LK)
    ;
* * * * * ETAPA 1 CALIBRACION * * * * *
*CALIBRACION DE LAS DOTACIONES

    SAM('TOT',TOTAL) = SUM(TOTA, SAM(TOTA,TOTAL));
    SAM(TOTAL,'TOT') = SUM(TOTA, SAM(TOTAL,TOTA));

*CALIBRACION DE LOS PARAMETROS FISCALES
    TAORL(LK,S) = 0. ;
    TAORL('L',S) = (SAM('RL',S)/SAM('L',S))$(SAM('L',S) NE 0) ;
    TAORL('K',S) = (SAM('RK',S)/SAM('K',S))$(SAM('K',S) NE 0) ;
    TAORL('AP',S) = (SAM('RAP',S)/SAM('AP',S))$(SAM('AP',S) NE 0) ;
    TAORL('AT',S) = (SAM('RAT',S)/SAM('AT',S))$(SAM('AT',S) NE 0) ;

    TAORC(S) = 0.0;
    TAORC(S)$(SUM(H,SAM(S,H))-SAM('RC',S) NE 0) =
        SAM('RC',S)/(SUM(H,SAM(S,H))-SAM('RC',S)) ;

    TETA(H) = 0.0;
    TETA(H) = SAM(H,'R')/SAM('R','TOT')$(SAM('R','TOT') NE 0);

*CALIBRACION DE LOS PARAMETROS DE LA TECNOLOGIA
    LEON(S,SS) = 0.0;
    LEON(S,SS) = SAM(S,SS)/(SAM('TOT',SS)-SAM('RC',SS))
        $(SAM('TOT',SS)-SAM('RC',SS) NE 0);

    NUVALEON(S) = ( SUM(LK,SAM(LK,S)) + SUM(RT,SAM(RT,S)) - SAM('RC',S) );
    VALEON(S) = ( SUM(LK,SAM(LK,S)) + SUM(RT,SAM(RT,S)) - SAM('RC',S) )
        /(SAM('TOT',S)-SAM('RC',S))
        $(SAM('TOT',S)-SAM('RC',S) NE 0);
DISPLAY NUVALEON;

*CALIBRACION PARAMETROS DE CONSUMO
ALFA(S,H) = SAM(S,H)/SAM('TOT',H)
    $( SAM('TOT',H) NE 0);

*PARAMETROS DE LA TECNOLOGIA ***CES***
* RO Infinito Leontief
* RO 0 Cobb-Douglas
* RO -1 Lineal
    RO(S)= 0.10;

    POSITIVE VARIABLES
    C(S)
    DELTA(LK,S)
    ;
    VARIABLES
    Z
    ;

    EQUATIONS
    CES(LK,S)    ecuaciones para modelo CES
    SUDELTA(S)  suma de las deltas igual a 1
    ZZ
    ;

```

*ESPECIFICACION DE LAS ECUACIONES DEL MODELO CES

```
CES(LK,S)$ (SAM(LK,S) NE 0) .. ( NUVALEON(S)/C(S) ) *
(SUM (KL$SAM(KL,S), DELTA(KL,S) * ( ((1+TAORL(LK,S))/DELTA(LK,S)) /
( (1+TAORL(KL,S))/DELTA(KL,S)) ) ** (-RO(S)/(1+RO(S)))
) ** (1/RO(S)) =E= SAM(LK,S);
SUDELTA(S) .. ( SUM (LK, DELTA(LK,S))) =E= 1;
ZZ .. Z =E= (SUM (S,C(S)));
C.L(S)=1.5;
DELTA.L(LK,S)$ (SAM(LK,S) EQ 0)=0.0 ;
DELTA.L(LK,S)$ (SAM(LK,S) NE 0)=0.5 ;
DELTA.LO(LK,S)$ (SAM(LK,S) EQ 0)=0.0;
DELTA.UP(LK,S)$ (SAM(LK,S) EQ 0)=0.0;
MODEL FACTIBLE /CES, SUDELTA, ZZ/
OPTION ITERLIM = 2000;
SOLVE FACTIBLE MINIMIZING Z USING NLP;
```

```
RO(S)= 0.01;
SOLVE FACTIBLE MINIMIZING Z USING NLP;
RO(S)= 0.001;
SOLVE FACTIBLE MINIMIZING Z USING NLP;
RO(S)= 0.0001;
SOLVE FACTIBLE MINIMIZING Z USING NLP;
```

* * * * * ETAPA 2 VALIDACION BENCHMARK EQUILIBRIUM * * * * *

```
FI(S) = C.L(S);
DISPLAY FI;
DELT(LK,S) = DELTA.L(LK,S);
DISPLAY DELT;
```

POSITIVE VARIABLES

XSH(S,H)
XSS(S,SS)
XLS(LK,S)
Y(S)
VA(S)
PS(S)
PL(LK)

;

VARIABLES

R
FO2
;

EQUATIONS

DEMFIN(S,H) ecuaciones para demanda final
DEMINT(S,SS) ecuaciones para demanda intermedia
DEMAVA(S) demanda de valor anyadido
DEMFAC(LK,S) ecuaciones de factores
EQUIBIE(S) condiciones de equilibrio para bienes
EQUIFAC(LK) condiciones de equilibrio para factores
PRECIOS(S) ecuaciones de precios
PRECIOSS(S)
PRECIOSL(LK)
PREFIJO precio fijo P(L)
RECAUDA recaudacion
FUNOBJ2 funcion objetivo de la ETAPA 2

```

;

*DEMANDA FINAL
  DEMFIN(S,H) .. XSH(S,H)*PS(S) =E= ALFA(S,H)*( SUM(LK,
  PL(LK)*SAM(H,LK))
      +TETA(H)*R);

*DEMANDA INTERMEDIA
  DEMINT(S,SS) ..XSS(S,SS) =E= LEON(S,SS)*Y(SS);

*DEMANDA VALOR ANYADIDO
  DEMAVA(S) ..VA(S) =E= VALEON(S)*Y(S);

*DEMANDA DE FACTORES
  DEMFAC(LK,S)$(DELT(LK,S) NE 0) ..( VA(S)/FI(S) )*
  (SUM (KL$DELT(KL,S), DELT(KL,S) * ( (PL(LK)*(1+TAORL(LK,S))/DELT(LK,S))
  /
  ( PL(KL)*(1+TAORL(KL,S))/DELT(KL,S)) )**(-RO(S)/(1+RO(S)))
  )** (1/RO(S)) =E= XLS(LK,S);

*CONDICIONES DE EQUILIBRIO PARA BIENES
  EQUIBIE(S) ..Y(S)+ SUM (H,XSH(S,H))*TAORC(S)/(1+TAORC(S)) =E=
      SUM(H, XSH(S,H)) + SUM(SS, XSS(S,SS));

*CONDICIONES DE EQUILIBRIO PARA FACTORES
  *** CHECAR PARA CUANDO AUMENTA LA MATRIZ CON 'AS' Y 'AT'
  EQUIFAC(LK) .. SUM(S, XLS(LK,S)) - SAM('TOT',LK) =E= 0 ;

* PRECIOS
  PRECIOS(S) ..PS(S)*Y(S) =E= SUM( SS, PS(SS)*XSS(SS,S) ) +
      SUM ( LK, PL(LK)*XLS(LK,S)*(1+TAORL(LK,S)) ) ;

* RECAUDACION
  RECAUDA ..R =E= SUM( S, PS(S)*TAORC(S)*( SUM(H,XSH(S,H))/(1+TAORC(S)) )
  )+
      SUM( LK,PL(LK)*( SUM (S,TAORL(LK,S)*XLS(LK,S) ) ) );

*PRECIO FIJO P(L)
  PREFIJO ..PL('L') =E= 1. ;

*FUNCION OBJETIVO
  FUNOBJ2 ..FO2 =E= R-SUM( S, PS(S)*TAORC(S)*( SUM(H,XSH(S,H)) ) )+
      SUM( LK,PL(LK)*( SUM (S,TAORL(LK,S)*XLS(LK,S) ) ) );

* VALORES INICIALES DE LAS VARIABLES
  PS.L(S)= 1.0;
  PL.L(LK)=1.0;
  XSH.L(S,H)=SAM(S,H);
  XSS.L(S,SS)=SAM(S,SS);
  XLS.L(LK,S)=SAM(LK,S);
  Y.L(S)= (SAM('TOT',S)-SAM('RC',S));
  VA.L(S)=NUVALEON(S);

  XLS.LO(LK,S)$(DELT(LK,S) EQ 0)=0.0;
  XLS.UP(LK,S)$(DELT(LK,S) EQ 0)=0.0;

MODEL BENCHMARK /DEMFIN,DEMINT,DEMAVA,DEMFAC,EQUIBIE,EQUIFAC,

```

```

PRECIOS,PREFIJO,RECAUDA,FUNOBJ2 /
*
PRECIOS,PREFIJO,RECAUDA,FUNOBJ2, PRECIOSL,PRECIOSL/
OPTION ITERLIM = 1000;
SOLVE BENCHMARK MINIMIZING FO2 USING NLP;

U0(H)= SUM(S$(XSH.L(S,H) NE 0),ALFA(S,H)*LOG(XSH.L(S,H)));
DISPLAY U0;

* * * * * ETAPA 3 SIMULACION COUNTERFACTUAL EQUILIBRIUM * * * * *
* *
PL0(LK)=PL.L(LK);
PS0(S)=PS.L(S);
Y0(S)=Y.L(S);

EQUATIONS
DEMF3(S,H) ecuaciones para demanda final
DEMINT3(S,SS) ecuaciones para demanda intermedia
DEMAVA3(S) demanda de valor anyadido
DEMFAC3(LK,S) ecuaciones de factores
EQUIBIE3(S) condiciones de equilibrio para bienes
EQUIFAC3(LK) condiciones de equilibrio para factores
PRECIOS3(S) ecuaciones de precios
PREFIJO3 precio fijo P(L)
RECAUDA3 recaudacion
FUNOBJ3 funcion objetivo de la ETAPA 3
;

* * * * * AQUI SE CAMBIAN LOS PARAMETROS PARA SIMULAR
* TAORL(LK,S)=0;
* TAORC(S)=0.0;
* TETA(H)

*PARAMETROS DE RENTA DE AGUA UTIL SUPERFICIAL
RENAUP(H) = 0.0;
RENAUP('H2') = 1.0;

*PARAMETROS DE RENTA DE AGUA TRATADA
RENATR(H) = 0.0;
RENATR('H2') = 1.0;

*PARAMETROS DE RENTA DE AGUA UTIL SUBTERRANEA
RENAUT(H) = 0.0;
RENAUT('H2') = 1.0;

*PARAMETROS DE RENTA DE AGUA RESIDUAL
RENARE(H) = 0.0;
RENARE('H2') = 1.0;

*IMPUESTO A LA DESTRUCCION DE AGUA
TAUDES(SS,S) = 0.0;

*IMPUESTO A LA PRODUCCION DE AGU RESIDUAL
TAURES(S) = 0.0;

*FACTOR DE REDUCCION DE OFERTA DE AGUA
FACTOR(LK)=1.0;

```

```

FACTOR('AP')=1.0;
FACTOR('AT')=1.0;

*DEMANDA FINAL
DEMFIN3(S,H) .. XSH(S,H)*PS(S) =E=
ALFA(S,H)*( SUM(LK, PL(LK)*FACTOR(LK)*SAM(H,LK)) ) +
TETA(H)*R +
RENAUP(H)*(PS('S7')*Y('S7')
-SUM ( LK,
PL(LK)*XLS(LK,'S7')*(1+TAORL(LK,'S7')) )+
RENAUT(H)*(PS('S8')*Y('S8')
-SUM ( LK,
PL(LK)*XLS(LK,'S8')*(1+TAORL(LK,'S8')) )+
RENATR(H)*(PS('S4')*Y('S4')-SUM ( LK,
PL(LK)*XLS(LK,'S4')*(1+TAORL(LK,'S4')) )-
SUM ( SS, PS(SS)*XSS(SS,'S4')) ) +
RENARE(H)*(PS('S3')*Y('S3')*(1-TAURES('S3'))
-SUM ( LK,
PL(LK)*XLS(LK,'S3')*(1+TAORL(LK,'S3')) )-
SUM ( SS, PS(SS)*XSS(SS,'S3'))
);

*DEMANDA INTERMEDIA
DEMINT3(S,SS) ..XSS(S,SS) =E= LEON(S,SS)*Y(SS);

*DEMANDA VALOR ANYADIDO
DEMAVA3(S) ..VA(S) =E= VALEON(S)*Y(S);

*DEMANDA DE FACTORES
DEMFAC3(LK,S)$ (DELT(LK,S) NE 0) ..( VA(S)/FI(S) ) *
(SUM (KL$DELT(KL,S), DELT(KL,S) * ( (PL(LK)*(1+TAORL(LK,S))/DELT(LK,S))
/
( PL(KL)*(1+TAORL(KL,S))/DELT(KL,S) ) **(-RO(S)/(1+RO(S)))
)**(1/RO(S)) ) =E= XLS(LK,S);

*CONDICIONES DE EQUILIBRIO PARA BIENES
EQUIBIE3(S) ..Y(S)+ SUM (H,XSH(S,H))*TAORC(S)/(1+TAORC(S)) =E=
SUM(H, XSH(S,H)) + SUM(SS, XSS(S,SS));

*CONDICIONES DE EQUILIBRIO PARA FACTORES
EQUIFAC3(LK) ..SAM('TOT',LK)*FACTOR(LK) =E= SUM(S, XLS(LK,S) );

* PRECIOS
PRECIOS3(S) ..PS(S)*Y(S) =E= (1+TAURES(S))*((SUM( SS,PS(SS)*XSS(SS,S) ) +
SUM ( LK, PL(LK)*XLS(LK,S)*(1+TAORL(LK,S)))) )
+ TAUDES('S7',S)*PS('S7')*(XSS('S7',S)-
XSS('S3','S7'))
+ TAUDES('S8',S)*PS('S8')*(XSS('S8',S)-
XSS('S3','S8')));

* RECAUDACION
RECAUDA3 ..R =E= SUM( S, PS(S)*TAORC(S)*( SUM(H,XSH(S,H))/(1+TAORC(S)) )
)+
SUM( LK,PL(LK)*( SUM ( S,TAORL(LK,S)*XLS(LK,S) ) ) ) +

```



```

SUM( S, TAUDES('S7',S)*PS('S7')*(XSS('S7',S)-
XSS('S3','S7')) ) +
SUM( S, TAUDES('S8',S)*PS('S8')*(XSS('S8',S)-
XSS('S3','S8')) ) +
PS('S3')*Y('S3')*TAURES('S3');

*PRECIO3 FIJO P(L)
PREFIJO3 ..PL('L') =E= 1. ;

*FUNCION OBJETIVO
FUNOBJ3 ..FO2 =E= R-SUM( S, PS(S)*TAORC(S)*( SUM(H,XSH(S,H)) ) )+
SUM( LK,PL(LK)*( SUM (S,TAORL(LK,S)*XLS(LK,S) ) ) );

MODEL COUNTERFA /DEMF3,DEMINT3,DEMAVA3,DEMFA3,EQUIBIE3,EQUIFAC3,
PRECIOS3,PREFIJO3,RECAUDA3,FUNOBJ3 /

OPTION ITERLIM = 1000;
SOLVE COUNTERFA MINIMIZING FO2 USING NLP;

PARAMETER
CONINS(S) Consumo de bienes intermedios
TOTVC Total de la variacion compensatoria
;

*** OBTENCION DE LAS DEMANDAS HICKSIANAS AL NIVEL U0
PP(S)=PS.L(S);

EQUATIONS
GASTO1 funcion objetivo
GASTO2 funcion objetivo
UTILIDAD1 funcion de utilidad
UTILIDAD2 funcion de utilidad

;

VARIABLES
FGASTO1
FGASTO2
;
POSITIVE VARIABLES
HH1(S)
HH2(S)
;

*FUNCION OBJETIVO

HH1.LO(S) = 1.0;
HH2.LO(S) = 1.0;
GASTO1 ..FGASTO1 =E= SUM( S, PP(S)*HH1(S));
GASTO2 ..FGASTO2 =E= SUM( S, PP(S)*HH2(S));
UTILIDAD1 ..U0('H1') =E= SUM(S,ALFA(S,'H1')*LOG(HH1(S)));
UTILIDAD2 ..U0('H2') =E= SUM(S,ALFA(S,'H2')*LOG(HH2(S)));

MODEL HICKS1 /GASTO1,UTILIDAD1/
MODEL HICKS2 /GASTO2,UTILIDAD2/
SOLVE HICKS1 MINIMIZING FGASTO1 USING NLP;

```

SOLVE HICKS2 MINIMIZING FGASTO2 USING NLP;

```
*DISPLAY "IMPUESTOS A LA DESTRUCCION DEL AGUA";
PARAMETER TABLA1 (VALORES,TA);
PARAMETER TABLA2 (VALORES,TA);
PARAMETER TABLA3 (H,TATA);
PARAMETER TABLA31 (H,TATA2);
PARAMETER TABLA4 (S,BEN);
PARAMETER TABLA5 (S,BEN);
PARAMETER TABLA6 (S,BEN2);
```

SOLVE COUNTERFA MINIMIZING FO2 USING NLP;

*** CORRIDA PRIMERA POLITICA

```
TAUDES('S7','S1') = SAM('AP','S7')/SAM('TOT','S6');
TAUDES('S8','S1') = SAM('AT','S8')/SAM('TOT','S7');
TAUDES('S7','S2') = SAM('AP','S7')/SAM('TOT','S6');
TAUDES('S8','S2') = SAM('AT','S8')/SAM('TOT','S7');
```

```
TAURES('S3') = SAM('S4','S2')/SAM('TOT','S4');
```

```
DISPLAY TAUDES;
DISPLAY TAURES;
```

SOLVE COUNTERFA MINIMIZING FO2 USING NLP;

```
CONINS(S)=SUM(SS,XSS.L(S,SS))+ SUM (H,XSH.L(S,H));
VARECOM(H) = SUM (S,XSH.L(S,H)*PS.L(S)) - SUM(S, SAM(S,H)*PS.L(S));
TOTVC=SUM(H,VARECOM(H));
```

```
TABLA1('1','BIEN1')=CONINS('S1');
TABLA1('1','BIEN2')=CONINS('S2');
TABLA1('1','BIEN3')=CONINS('S3');
TABLA1('1','BIEN4')=CONINS('S4');
TABLA1('1','BIEN5')=CONINS('S5');
TABLA1('1','BIEN6')=CONINS('S6');
TABLA1('1','BIEN7')=CONINS('S7');
TABLA1('1','BIEN8')=CONINS('S8');
TABLA1('1','P1')=PS.L('S1');
TABLA1('1','P2')=PS.L('S2');
TABLA1('1','P3')=PS.L('S3');
TABLA1('1','P4')=PS.L('S4');
TABLA1('1','P5')=PS.L('S5');
TABLA1('1','P6')=PS.L('S6');
TABLA1('1','P7')=PS.L('S7');
TABLA1('1','P8')=PS.L('S8');
TABLA3('H1','TRANS')=SAM('H1','R');
TABLA3('H2','TRANS')=SAM('H2','R');
TABLA3('H1','TRAB')=SAM('H1','L');
TABLA3('H2','TRAB')=SAM('H2','L');
TABLA3('H1','CAP')=SAM('H1','K');
TABLA3('H2','CAP')=SAM('H2','K');
TABLA3('H1','ASUP')=SAM('H1','AP');
TABLA3('H2','ASUP')=SAM('H2','AP');
TABLA3('H1','ASUT')=SAM('H1','AT');
```

```

TABLA3('H2','ASUT')=SAM('H2','AT');

TABLA31('H1','TRANSC')=TETA('H1')*R.L;
TABLA31('H2','TRANSC')=TETA('H2')*R.L;
TABLA31('H1','TRABC')=PL.L('L')*SAM('H1','L');
TABLA31('H2','TRABC')=PL.L('L')*SAM('H2','L');
TABLA31('H1','CAPC')=PL.L('K')*SAM('H1','K');
TABLA31('H2','CAPC')=PL.L('K')*SAM('H2','K');
TABLA31('H1','ASUPC')=PL.L('AP')*SAM('H1','AP');
TABLA31('H2','ASUPC')=PL.L('AP')*SAM('H2','AP');
TABLA31('H1','ASUTC')=PL.L('AT')*SAM('H1','AT');
TABLA31('H2','ASUTC')=PL.L('AT')*SAM('H2','AT');

TABLA4('S1','DEM1')= SAM('S1','H1');
TABLA4('S1','DEM2')= SAM('S1','H2');
TABLA4('S2','DEM1')= SAM('S2','H1');
TABLA4('S2','DEM2')= SAM('S2','H2');
TABLA4('S5','DEM1')= SAM('S5','H1');
TABLA4('S5','DEM2')= SAM('S5','H2');
TABLA4('S6','DEM1')= SAM('S6','H1');
TABLA4('S6','DEM2')= SAM('S6','H2');
TABLA4('S1','PRE')= PS0('S1');
TABLA4('S2','PRE')= PS0('S2');
TABLA4('S5','PRE')= PS0('S5');
TABLA4('S6','PRE')= PS0('S6');
TABLA4('S1','EXX1')= PS0('S1')*SAM('S1','H1');
TABLA4('S1','EXX2')= PS0('S1')*SAM('S1','H2');
TABLA4('S2','EXX1')= PS0('S2')*SAM('S2','H1');
TABLA4('S2','EXX2')= PS0('S2')*SAM('S2','H2');
TABLA4('S5','EXX1')= PS0('S5')*SAM('S5','H1');
TABLA4('S5','EXX2')= PS0('S5')*SAM('S5','H2');
TABLA4('S6','EXX1')= PS0('S6')*SAM('S6','H1');
TABLA4('S6','EXX2')= PS0('S6')*SAM('S6','H2');

TABLA5('S1','DEM1')= XSH.L('S1','H1');
TABLA5('S1','DEM2')= XSH.L('S1','H2');
TABLA5('S2','DEM1')= XSH.L('S2','H1');
TABLA5('S2','DEM2')= XSH.L('S2','H2');
TABLA5('S5','DEM1')= XSH.L('S5','H1');
TABLA5('S5','DEM2')= XSH.L('S5','H2');
TABLA5('S6','DEM1')= XSH.L('S6','H1');
TABLA5('S6','DEM2')= XSH.L('S6','H2');
TABLA5('S1','PRE')= PS.L('S1');
TABLA5('S2','PRE')= PS.L('S2');
TABLA5('S5','PRE')= PS.L('S5');
TABLA5('S6','PRE')= PS.L('S6');
TABLA5('S1','EXX1')= PS.L('S1')*XSH.L('S1','H1');
TABLA5('S1','EXX2')= PS.L('S1')*XSH.L('S1','H2');
TABLA5('S2','EXX1')= PS.L('S2')*XSH.L('S2','H1');
TABLA5('S2','EXX2')= PS.L('S2')*XSH.L('S2','H2');
TABLA5('S5','EXX1')= PS.L('S5')*XSH.L('S5','H1');
TABLA5('S5','EXX2')= PS.L('S5')*XSH.L('S5','H2');
TABLA5('S6','EXX1')= PS.L('S6')*XSH.L('S6','H1');
TABLA5('S6','EXX2')= PS.L('S6')*XSH.L('S6','H2');

```

```

PP(S)=PS.L(S);
SOLVE HICKS1 MINIMIZING FGASTO1 USING NLP;
SOLVE HICKS2 MINIMIZING FGASTO2 USING NLP;
TABLA6('S1','DEH1')= HH1.L('S1');
TABLA6('S1','DEH2')= HH2.L('S1');
TABLA6('S2','DEH1')= HH1.L('S2');
TABLA6('S2','DEH2')= HH2.L('S2');
TABLA6('S5','DEH1')= HH1.L('S5')$(HH1.L('S5') NE 1)+0$(HH1.L('S5') EQ 1);
TABLA6('S5','DEH2')= HH2.L('S5')$(HH2.L('S5') NE 1)+0$(HH2.L('S5') EQ 1);
TABLA6('S6','DEH1')= HH1.L('S6')$(HH1.L('S6') NE 1)+0$(HH1.L('S6') EQ 1);
TABLA6('S6','DEH2')= HH2.L('S6')$(HH2.L('S6') NE 1)+0$(HH2.L('S6') EQ 1);
TABLA6('S1','PH')= PS.L('S1');
TABLA6('S2','PH')= PS.L('S2');
TABLA6('S5','PH')= PS.L('S5');
TABLA6('S6','PH')= PS.L('S6');
TABLA6('S1','EH1')= PS.L('S1')*HH1.L('S1');
TABLA6('S1','EH2')= PS.L('S1')*HH2.L('S1');
TABLA6('S2','EH1')= PS.L('S2')*HH1.L('S2');
TABLA6('S2','EH2')= PS.L('S2')*HH2.L('S2');
TABLA6('S5','EH1')= PS.L('S5')*HH1.L('S5')$(HH1.L('S5') NE
1)+0$(HH1.L('S5') EQ 1);
TABLA6('S5','EH2')= PS.L('S5')*HH2.L('S5')$(HH1.L('S5') NE
1)+0$(HH2.L('S5') EQ 1);
TABLA6('S6','EH1')= PS.L('S6')*HH1.L('S6')$(HH1.L('S6') NE
1)+0$(HH1.L('S6') EQ 1);
TABLA6('S6','EH2')= PS.L('S6')*HH2.L('S6')$(HH1.L('S6') NE
1)+0$(HH2.L('S6') EQ 1);

PARAMETER
SUMA1
SUMA2
SUMA3
SUMA4
VARH1
VARH2
VARTOT
;

SUMA1 = TABLA5('S1','EXX1')+
TABLA5('S2','EXX1')+TABLA5('S5','EXX1')+TABLA5('S6','EXX1');
SUMA2 = TABLA5('S1','EXX2')+
TABLA5('S2','EXX2')+TABLA5('S5','EXX2')+TABLA5('S6','EXX2');
SUMA3=TABLA6('S1','EH1')+TABLA6('S2','EH1')+TABLA6('S5','EH1')+TABLA6('S6
','EH1');
SUMA4=TABLA6('S1','EH2')+TABLA6('S2','EH2')+TABLA6('S5','EH2')+TABLA6('S6
','EH2');
VARH1=SUMA1-SUMA3;
VARH2=SUMA2-SUMA4;
VARTOT=VARH1+VARH2;

DISPLAY TABLA1;
DISPLAY TABLA3;
DISPLAY TABLA31;
DISPLAY TABLA4;
DISPLAY TABLA5;
DISPLAY TABLA6;
DISPLAY VARH1;

```

```
DISPLAY VARH2;  
DISPLAY VARTOT;
```

BIBLIOGRAFIA.

Aguilera Klink, F.(1992), "El fin de la tragedia de los comunes", *Ecología Política*, págs 137-145.

Aguilera Klink, F.(1994), "Pigou and Coase Reconsidered", *Land Economics*, agosto, 70(3), págs. 386-390.

Anderson, T.L., O.R. Burt y D.T. Fractor (1983), "Privatizing Groundwater Basins: A Model and Its Application." , *Water Rights: Scarc Resource Allocation, Bureaucracy, and the Environment*, ed. T.L. Anderson. San Francisco; Pacific Institute for Public Policy Research.

Barzel, Yoram (1989), *Economic Analysis of Property Rights*, Cambridge University Press.

Bish R. (1977), *Environmental Resources Management Public or Private en Managing the Commons*, Hardin G. y Baden J. Eds.

Buchanan, J.M.(1965), "An Economic Theory of Clubs", *Economica*, 32, 1-14.

Ciracy-Wantrup, S. y Bishop, R.(1975) "Common Property as a Concept in Natural Resources Policy", 15 *Natural Resources Journal*. 713

Dahlman, Carl (1980) *The Open Field System and Beyond: A Property Rights Analysis of an Economic Institution*. Cambridge: Cambridge University Press.

Demsetz, Harold (1967), "Toward a Theory of Property Rights", *American Economic Review*, 57, no. 2, págs 347-359.

Dudley, Norman (1992), "Water Allocation by Markets, Common Property and Capacity Sharing: Companions or Competitors?", *Natural Resources Journal*, Vol. 32, Fall, págs. 757-778.

Eggertsson, Thráinn (1990), *Economic behavior and institutions*, Cambridge Surveys of Economic Literature, Cambridge University Press, New York.

Eheart, J.W. y Lyon, R.M.(1983), "Alternative Structure for Water Rights Markets", *Water Resources Research*, Vol. 19, No. 4, págs 887-894, agosto.

Emel, Jacques (1987), "Groundwater Rights: Definition and Transfer", *Natural Resources Journal*, 27, summer, págs 653-673.

Frederiksen, Harald (1992), "Water Resources Institutions. Some Principles and Practices", *World Bank Technical Paper No. 191*.

Ginsborough V. y Keyzer M.(1997), "The Structure of Applied General Equilibrium Models", The MIT Press, Cambridge Massachusetts.

Goulder, L y otros(1998), "The Cost-Effectiveness of Alternative Instruments for Environmental Protection in a Second-Best Setting", *Resources for the Future*, Discussion Paper 98-22, marzo.

Hardin, Garret(1968), "The Tragedy of the Commons", 162 *Science*. 1243.

Hearne,R y Easter, W.(1995), "Water allocation and water markets. An analysis of gains-from-trade in Chile", *World Bank Technical Paper* No. 315.

Lee, Terence y Juravlev, Andrei,(1998), "Los precios, la propiedad y los mercados en la asignación del agua", *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*, Serie Medio Ambiente y Desarrollo, Naciones Unidas, 6.

Le Moigne, Guy; Barghouti, Shawki; Feder, Gershon; Gargus, Lisa; Xie, Mie(1992), *Country Experiences with Water Resources Management. Economic, Institutional, Technological and Environmental Issues*, World Bank Technical Paper No. 175

Libecap, Gary(1989), *Contracting for Property Rights*. Cambridge: Cambridge University Press

Maass, Arthur y Anderson, Raymond(1986), .. *and the Desert Shall Rejoice. Conflict, Growth, and Justice in Arid Environments*, Robert E. Krieger Publishing Company, Inc. Malabar, Florida.

Matthews, R.C.O.(1986), "The Economics of Institutions and the Sources of Growth.", *Economic Journal* 96, diciembre, págs. 903-910.

McCay y J. Acheson(1987), *Human Ecology of the Commons, in the Question of the Commons: The Culture and Ecology of Communal Resources* 25 (B. Mc Cay y J. Acheson eds)

North D.(1990) "Institutions, Institutional Change and Economic Performance", Cambridge University Press.

Nunn, S e Ingram, H(1988), The information, decision forum and the effects over thirds, *Water Resources Research*, Vol 24, No. 4,

Ostrom, Elinor(1990), *Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press

Pitelis, Christos(1993), *Transaction Costs, Markets and Hierarchies*", *Basil Blackwell*, Cambridge, Massachusetts, USA.

Provencher, Bill(1993), "A Private Property Rights Regime to Replenish a Groundwater Aquifer", *Land Economics*, November, 69(4) págs. 325-340.

Pyatt y Round(1977), *Social Accounting Matrices: a Basis for Planning*, *The World Bank*, Washington

Pyatt y Roe(1977), *Social Accounting for Development Planning*, Cambridge University Press, Cambridge.

Rapacznski, Andrzej(1996), "The Roles of the State and the Market in Establishing Property Rights", *Journal of Economic Perspectives*, Volume 10, Number 2, Spring, págs. 87-103.

Samuelson, Paul.,(1954) "The Pure Theory of Public Expenditure", *Review of Economics and Statistics*, 36, 387-89.

Scarf, H(1967), "The approximation of fixed points of a continuous mapping", *SIAM Journal of Applied Mathematics* 15, 1328-43

Scarf, H(1973), *The computation of economic equilibria*, New Haven, Yale University Press.

Schmid, Allan(1967), "Economic Analysis of Water Resource Problems, Nonmarket Values and Efficiency of Public Investments in Water Resources", *American Economic Review*, mayo.

Shoven(1995), *Applying General Equilibrium*. Cambridge University Press, Cambridge.

Smith,V.L.(1977), "Water Deeds: A Proposed Solution to the Water Valuation Problem." *Arizona review* 26:7-10.

Stevenson, G(1991), *Common Property Economics. A General Theory and Land Use Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.

Taylor, Edward y Adelman, Irma(1996), *Village Economics, The design, estimation, and use of village wide economic models*, Cambridge University Press, USA.

Todd, D.(1992), "Common Resources, Private Rights and Liabilities: A Case Study on Texas Groundwater Law", *Natural Resources Journal*, Vol. 32, Spring, págs. 233-263.

Weitzman, M.(1974), "Free Access v.s. Private Ownership as Alternative Systems for Managing Common Property", *Journal of Economic Theory* 8, 225-234

Williamson, O.(1985), *The Economic Institutions of Capitalism*, New York: Free Press.

Wright, Kennet(1990), *Water Rights of the Fifty States and Territories*, American Water Works Association

Young, Robert, Daubert, John, Morel-Seytoux, Hubert(1986), "Evaluating Institutional Alternatives for Managing an Interrelated Stream-Aquifer System", *American Journal Agricultural Economics*, noviembre, págs 787-797