

T/481

Universidad Autónoma de Madrid

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Departamento de Estructura Económica y Economía del Desarrollo

Programa de Doctorado "Integración y Desarrollo Económico"

Tesis Doctoral

El agua y los sectores productivos: El caso de Jordania

**Doctorando
Mohamed Ahmed Hamadan**

**Director: Dr. David Rivas
Director : Dr. Julián Pérez**

Madrid . 2004



R^o FEE. 86019 M
2652200



UNIVERSIDAD AUTONOMA MADRID
REGISTRO GENERAL
Entrada 01 Nº. 200400022842
08/11/04 10:44:10

Capítulo 1: Introducción.....	6
1.1 Problema del estudio.....	7
1.2 Objetivos.....	9
1.3 Metodología.....	9
1.4 Ámbito del estudio.....	13
1.5 Estructura del estudio.....	15
Capítulo 2: El problema del agua.....	16
2.1 La problemática a escala mundial.....	16
2.1.1 Planteamiento general.....	16
2.1.1.1 Los recursos hídricos y su utilización.....	17
2.1.2 Usos, demandas y consumos.....	19
2.1.3 Los problemas en torno al agua.....	26
2.1.3.1 Problemas derivados de la acción antrópica.....	26
2.1.3.1.1 La contaminación.....	26
2.1.3.1.2 Agua y la salud.....	27
2.2 La problemática a escala local.....	31
2.2.1 El nivel de escasez.....	31
2.2.2 La oferta de agua (Recursos actuales y futuros).....	34
2.2.2.1 Las fuentes de agua disponibles.....	34
2.2.3 La demanda y consumo de agua.....	42
2.2.3.1 El consumo del agua.....	42
2.2.4 El balance Oferta- Demanda.....	46
2.2.5 Análisis sobre la eficiencia de agua en Jordania.	48
2.2.5.1 Utilización total del agua.....	48
2.2.5.1.1 Sector Agraria.....	51
2.2.5.1.2 Sector Industrial.....	53
2.2.6 La tarifa de agua.....	55
2.2.7 Los problemas en torno al agua.....	57
2.2.7.1 El desequilibrio especial.....	57
2.2.7.2 Sobreexplotación.....	58
2.2.7.3 La contaminación.....	58
2.2.8 Los proyectos futuros del agua.....	60
2.2.8.1 Proyectos de tubos de la paz.....	60
2.2.8.2 Bombear el agua de cuenca al- disy.....	60

2.2.8.3 Desalación de agua del Mar Rojo.....	61
2.2.8.4 Construcción embalse del- Wahda.....	61
2.2.9 Las dimensiones de los recursos de agua.....	62
2.2.9.1 La dimensiones institucional.	62
2.2.9.2 La dimensión legislativa.....	63
2.2.9.3 La dimensión geográfica.....	64
2.2.9.4 La dimensión demográfica.....	66
2.2.10 Conclusiones.....	67
Capítulo 3: Bases Teóricas y Conceptuales Económicas.....	69
3.1 La cuestión del agua en la economía.....	69
3.1.1 Visión Histórica.....	69
3.1.2 Problemática económica.....	72
3.2 Valoración económica del agua.....	74
3.2.1 Estructura del valor económica.....	75
3.2.2 El valor económica total.....	83
3.2.3. El valor existencia	85
3.3 La gestión de los recursos naturales en la teoría económica.....	88
3.3.1 Figuras de propiedad de los recursos naturales.	92
3.2.2 Eficiencia en la gestión de los recursos naturales.....	94
3.3 Valoración Económica de los recursos naturales.....	100
3.3.1 Medidas de valoración económicos.....	100
3.4 Tarifación del agua.....	103
3.4.1 Medidas básicas de los bienes.....	103
3.4.2 Principios de tarifación.....	108
3.4.2.1 Sistemas lineales.....	108
3.4.2.2 Sistemas no lineales.....	121
3.4.2.3 El sistema tarifaría con cuota.....	122
3.4.2.4 Sistemas tarifarías con costes.....	126
3.5 Conclusiones.....	128
Capítulo 4: Análisis cuantitativo del mercado del agua.....	131
4.1 Presentación del modelo Input – Output.....	131

4.1.1 El modelo de la demanda.....	132
4.1.2 El modelo de precios.....	139
4.1.3 Los datos.....	145
4.1.3.1 Tabla input- output.....	145
4.1.3.2 El consumo sectorial de agua.....	147
4.1.4 Aplicación del modelo.....	150
4.1.4.1 Análisis modelo de la demanda.....	150
4.1.4.2 Análisis modelo de precios.	160
4.2 Modelo predictivo.....	171
4.2.1 Planeamiento de un modelo predictivo.....	171
4.2.2 Estimación del modelo econométrico.....	174
4.2.2.1 Consumo de agua urbana.....	175
4.2.2.2.1 Consumo de agua agrícola.....	177
4.2.2.2.2 Consumo de agua no agrícola.....	178
4.2.2.2.3 El porcentaje agrícola.....	178
4.2.2.2.4 Escenarios.....	182
4.2.2.2.5 Escenario base.....	182
4.2.2.2.6 Escenario pesimista.....	185
4.2.2.6.3 Escenario optimista.....	186
4.3 Conclusiones.....	188
Capítulo 5: Economía política.....	190
5.1 Las políticas de gestión de la demanda.....	190
5.1.1 Programas de gestión de la demanda.....	192
5.1.1.1 Programas de gestión de la demanda.....	192
5.1.1.2 Programas de infraestructura.....	196
5.1.1.3 Programas de ahorro.....	197
5.1.1.4 Programas de Tarifación.....	198
5.1.1.5 Programas de renovación.....	198
5.1.1.6 Programas de Auditorias.....	199
5.1.1.7 Programas de motivos económicos.....	199
5.1.1.8 Programas del desarrollo de fuentes.....	200
5.1.1.9 Programas de reutilización y reciclaje.....	200

5.1.1.10 Programas de desalación.....	201
5.2 Las políticas de agua de los sectores productivos.....	203
5.3 Las políticas de la tarificación del agua.....	209
5.4 Las políticas sobre el uso del agua.....	210
5.5 Conclusiones.....	212
Capitulo 6: Conclusiones y Recomendaciones.....	215
Bibliografía.....	225
Anexo. 1 :Reino Hashimi de Jordania.....	234
Anexo. 2:El agua en el Noble Corán.....	244
Anexo 3: Análisis.....	248

1. INTRODUCCIÓN

El agua, como parte constituyente de todos los organismos vivos, es el componente más abundante de la superficie terrestre. Junto con el fuego, el aire y la tierra, el agua ha sido considerada desde los filósofos griegos (Tales de Mileto, 610 a. C.), como uno de los cuatro elementos básicos de la esfera, una de las cuatro raíces de las que se derivan todas las cosas.

Globalmente el agua es un recurso renovable que cubre más de dos tercios de la superficie de la tierra, denominada por ello el planeta azul. Sin embargo los recursos del agua disponibles para el hombre, apta para la satisfacción de sus necesidades, son mucho más escasos. Del total del agua existente en la tierra sólo un dos por ciento es agua dulce, y únicamente una pequeña parte de este porcentaje, aproximadamente un 0,3 por ciento, está al alcance del hombre.

Al mismo tiempo el agua es un recurso natural básico para la vida. El agua es para el hombre un elemento trascendental para su desarrollo biológico, económico, social, cultural y espiritual. Como factor de producción, el agua es un recurso básico en la práctica totalidad de los procesos económicos. La agricultura de regadío genera en la actualidad el 40 por ciento de los alimentos del planeta y la energía hidroeléctrica representa un 20 por ciento del total de la energía generada en el mundo.

Problema del estudio

Jordania, lo mismo que otras regiones mediterráneas, ha sufrido desde principios de los sesenta unas crisis crónicas de escasez física y económica de agua representada en la falta de poder proporcionar sus necesidades de agua dulce y agrícola, obligando a que surgieran soluciones momentáneas. Estas soluciones no sirvieron posteriormente ya que conllevaron a problemas de agua aún más graves y que todavía se siguen manteniendo hasta hoy día. Todo esto fue causa de la mala planificación del desarrollo sostenible de los recursos del agua y el uso racional de los mismos.

Además la limitación de los recursos del agua en Jordania contribuyó a que estos problemas se convirtieran en crisis económicas en los años secos. El hecho de que estos recursos se vean afectados por los cambios climáticos relacionados con la abundancia o escasez de la lluvia, así como la lejanía de los mismos de los centros de consumo (zonas pobladas), ha hecho de la decisión de transportar el agua de zonas lejanas y su consumo en las zonas pobladas una elección difícil para cualquier responsable. Asimismo, entre el 40%-50% de estos recursos renovables externos proceden de países vecinos árabes, lo cual puede ser causa de una reducción de la oferta del agua. Esta circunstancia hace que su control sea difícil, y seguramente las dificultades financieras y políticas han obstaculizado la realización de proyectos para la explotación de aquellos recursos y desarrollo de los mismos en el momento adecuado. Asimismo las gestiones administrativas, y la no aplicación de las leyes sobre la protección de los recursos del agua creó una situación de desequilibrio y falta de prioridad en el uso de tales recursos. Anteriormente se otorgaban licencias de explotación para el agua subterránea sin tener en cuenta el límite de sus capacidades, lo que conllevaba a un vertido descomunal de casi todas las cuencas, ya que las estadísticas indican que el promedio de extracción del agua superó la media equilibrada en aproximadamente 150 mil millones de metros cúbicos en el año 1991.

La demanda del consumo del agua dulce y la agricultura no fue la única causa principal en la creación del problema del agua en Jordania, sino que el volumen de las fuentes, su calidad y el nivel del agua empezaron a disminuir. Como ejemplo podemos citar el nivel del agua del río de Al-Yarmuk que disminuyó en los últimos años de 475 a 270 mil metros cúbicos debido a la construcción de un embalse del Wehda entre Jordania y Siria.

Por otra parte la pérdida de agua es también considerada un grave problema para el sector. Dicha pérdida alcanzó en 1991 la cantidad de 56,3 por ciento del total del abastecimiento para las diferentes provincias. Este promedio es muy alto si lo comparamos con los indicadores mundiales los cuales están entre el 10 y el 15 por ciento debido a causas técnicas.

La explosión demográfica, es un factor tanto más determinante si se considera que en el año 1960 había una población de medio millón y ahora nos aproximamos ya rápidamente a los 5.900 millones en el año 2004, siguiendo un ritmo igual o mayor de multiplicación a lo largo del siglo XXI, sin embargo y entre tanto, la disponibilidad de recursos renovables para esa población en aumento creciente es cada vez menor en los años próximos.

Otros problemas están relacionados con las políticas de precios del agua, y pueden convertirse en un asunto particularmente grave para los países como Jordania.

Podemos resumir el problema a abordar en la investigación en el intento de responder a las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las causas y raíces del problema del agua en Jordania?, ¿cuáles son los obstáculos más importantes que afronta este sector? y ¿cuál es el futuro de este sector?

Objetivos

Anteriormente hemos constatado que existe un problema crónico del sector del agua en Jordania. Con los datos disponibles, vamos a ofrecer una visión general de las causas concretas y de las consecuencias de este problema y desarrollaremos unas políticas de agua para todos los sectores de la economía del país.

Metodología

Para realizar nuestros objetivos nos vemos obligados a definir dos tipos de análisis. El primero; el análisis de un modelo input-output (I-O) y definimos los dos modelos, uno de demanda y otro de precios basados en el modelo abierto de *Leontief* en unidades físicas y monetarias. A través de este modelo podremos estimar el impacto que las variaciones de la producción o de la demanda final de los sectores productivos tienen sobre el consumo de agua en m^3 , y estimar la elasticidad renta y elasticidad población del consumo de agua; mientras que con el modelo de precios podremos calcular el precio medio nominal del m^3 de agua y los impactos que las variaciones del precio del m^3 de agua tienen sobre el índice de precios del resto de los sectores productivos. El segundo; el análisis de la regresión mediante el cual definimos las relaciones entre el consumo de agua de todos los sectores productivos el Producto Interior Bruto (PIB), la población y el tiempo.

Ámbito global del estudio

La gestión de los recursos naturales parte del principio de la teoría del desarrollo sostenible y en este caso la necesidad de mantener el incremento del beneficio de los recursos económicos para que sea suficiente, no solo para esta generación, sino que tenga en cuenta a la generación venidera.

El objetivo principal de la gestión de los recursos del agua es lograr un balance entre las necesidades del agua (demanda) y los recursos disponibles (oferta), y entre los costes de los proyectos de agua y los beneficios estimados para conservar la continuidad del desarrollo económico y social.

Los economistas abordan el problema de la escasez de agua en el contexto general de los recursos y bienes escasos de que disponemos para cubrir las necesidades humanas; por ello, es preciso realizar elecciones. Tratamos de plantear cómo los recursos escasos se pueden asignar de la mejor forma posible para atender las necesidades. En este sentido, el agua es un bien económico escaso, y los economistas nos enfrentamos al estudio de este bien planteando soluciones y alternativas de uso y gestión del recurso para alcanzar la eficiencia en su utilización.

El célebre economista Alfred Marshal en el año 1879 señaló que *“el agua potable, la fuerza del agua y las vías acuáticas de un país tienen una influencia tan grande en su destino histórico que puede afirmarse con toda certeza que constituyen un elemento importante entre cuantos integran su riqueza nacional”*. A esta conclusión llegó después de plantear las dificultades y errores que podían cometerse al valorar la riqueza de una nación, si no se incluían determinados hechos que permitieran el disfrute humano y que difícilmente se pudiesen valorar en términos monetarios. Dichas dificultades siguen hoy en día presentes en la investigación económica sobre el agua.

En este sentido, hay dos importantes aspectos que han sido bastante olvidados: a) que el agua es un elemento integrante de la riqueza nacional (aunque ni siquiera aparezca en la Contabilidad Nacional), y b) que si bien el estimar correctamente la riqueza real de una nación es muy difícil, aunque poniendo cuidado se pueda encontrar una estimación monetaria de la misma, desgraciadamente no puede ser medida correctamente en dinero.

Apuntó Marshal en la Conferencia que impartió en Bristol, dos hechos. Uno de ellos relativo al abastecimiento de las reservas subterráneas de agua: " *Se ha dicho, y con razón, que el abastecimiento de agua de cada localidad, debe obtenerse, si es posible, dentro de la cuenca fluvial en que está enclavada cada una. Pero este principio no puede aplicarse siempre, ya que los depósitos subterráneos de agua en los suelos calizos y areniscos alteran las reservas de cada cuenca fluvial*".

Pero en aquel momento había distintas opiniones económicas y crematísticas entre las naciones que se mantienen hasta la revolución científica que tiene lugar en el siglo XVIII.

A pesar de la temprana crítica de *Marshal* sugiriendo muy tímidamente el ritmo y la conexión entre lo económico y el contexto biofísico tal y como se hacia hasta el siglo XVIII, los economistas seguimos sin incluir de manera habitual los recursos naturales en la riqueza ni consideramos, por tanto, una pérdida de riqueza el agotamiento de los mismos. Naturalmente, esto constituye un grave error que no se subsana con estimaciones monetarias. subjetivas, aunque es posible que dichas estimaciones puedan contribuir a facilitar la toma de conciencia sobre la magnitud del error y el problema (*Marshal, 1879*).

Kapp y Zimmerman (1967), consideran que la palabra recurso se refiere fundamentalmente a una función, a una cosa o a una sustancia que pueda realizarse, tal como satisfacer una necesidad. En este sentido, podemos hablar de que el agua cumple una serie de funciones en relación a una serie de necesidades, tanto humanas como no humanas, aunque esto solo es posible cuando esas necesidades son compatibles con el volumen y la calidad existentes de este recurso (*Zimmerman, 1967*).

Desde el año 1938 la teoría económica de la gestión de los recursos naturales ha experimentado un importante desarrollo. A partir de la regla de *Hotelling (1938)*,

quien defendió la conveniencia de igualar las tarifas a los costos marginales de los servicios y financiar el posible déficit resultante por medio de impuestos directos o tasas. Las ideas de *Hotelling* dieron paso a un intenso debate sobre los pros y los contras de este sistema de tarifación. *Bioteux* (1956) analizó estos sistemas cuando existía una condición de equilibrio presupuestario del monopolista *Hotelling* (1938).

Durante las décadas de los cincuenta y los sesenta la atención se centró en el desarrollo de nuevos sistemas de tarifación que permitieron mejorar la eficiencia en la asignación de los servicios al tener en cuenta nuevos aspectos de análisis. *Arrow* (1954) sostiene, por ejemplo, que dado que los servicios no solo se caracterizan por su naturaleza física sino también por el tiempo y el lugar de su abastecimiento, las tarifas deben variar para reflejar estas circunstancias *Arrow* (1954).

Durante la década de los sesenta y con el comienzo de la crisis de la energía aumentó el interés en el tema de los recursos naturales, ya que se incrementaron las investigaciones y los congresos, y se creó el Club de Roma que tenía como objetivo principal discutir sobre los temas globales. En aquella época los científicos determinaron que los principales factores que condicionan el crecimiento son el incremento de la población, la producción agrícola, y la contaminación, etc., llegando a la conclusión de que en el caso de que aumentase la población y la producción de alimentos sin ningún cambio, esto provocaría una inestabilidad ambiental y económica. Esta perspectiva pesimista ha sido criticada por muchos científicos, en cuanto a que la demanda sobre los recursos naturales se incrementa más que la cantidad disponible (oferta), no de forma accidental sino de manera gradual. Concluyendo que debe haber una asignación óptima para este recurso y que los gobiernos deben desarrollar políticas para disminuir este problema, como las políticas económicas, y racionar el consumo mediante la introducción del coste social y el precio de equilibrio, y utilizar las técnicas avanzadas para gestionar el uso de los recursos naturales o seguir unas políticas financieras como utilizar impuestos, estándares, etc., que constituyan un elemento esencial para la determinación de la escala de intervención óptima que genere una asignación eficiente.

Durante la década de los setenta y ochenta, la teoría económica de los servicios públicos ha experimentado un importante desarrollo a partir del artículo de Baumol (1988) y Bradford (1988) sobre las desviaciones óptimas de los precios con respecto al coste marginal. En concreto, durante la década de los setenta se desarrollan importantes contribuciones al campo de los sistemas de tarificación de carga máxima Baumol (1988).

Durante la década de los noventa la atención ha pasado a centrarse en el tema del medioambiente.

Ámbito local del estudio

Al-Yas salamh (1996): “Empeoramiento de la calidad del agua en Jordania”. Esta investigación abarcó diferentes temas. El más destacado fue el incremento del porcentaje del agua perdida, que en Jordania alcanza el 50% del total del abastecimiento de agua, y en donde la mitad de este porcentaje se pierde mediante las redes de agua y la otra mitad se utiliza de forma ilegal (sin pago). Esta investigación concluyó que las fuentes en Jordania no son suficientes para satisfacer las necesidades del crecimiento económico, debido al aumento del uso del agua, y a no realizar un uso adecuado de estas fuentes. Asimismo esta insuficiencia se debe a factores económicos y demográficos tales como el aumento de la demanda sobre el agua, el aumento de la población, el aumento de la industria y los proyectos de riego (ya que el gobierno animó la inversión en el riego de los territorios agrícolas sin tener en cuenta la falta de agua) y a otras actividades que acabaron con las fuentes de agua.

Kamal Ferid Al-Sad (1991), “La inversión óptima de los recursos del agua en el mundo árabe”. Esta investigación tenía como objetivo desarrollar estrategias para encontrar un equilibrio del agua que beneficie al desarrollo económico, alcanzando unos resultados en los que figuran unas estrategias que a continuación detallamos:

- A. El uso racional del agua y la disminución del agua perdida.
- B. Hacer partícipe a la población para llevar a cabo un uso racional del agua.

Además, la pérdida de agua en el mundo árabe representa un porcentaje muy alto llegando a un 40% del total del abastecimiento de agua, y este porcentaje aumentará con el paso del tiempo si no se establece una gestión adecuada de los recursos del agua.

Mohammed Abdel Hadi (1991), "El efecto del uso de agua de forma ineficiente sobre la eficiencia de la distribución del agua". Esta investigación destacó que existen grandes cantidades de agua perdida, debido al uso indebido de la misma, a la falta de distribución adecuada, y a la ineficiencia de las redes de agua. Para disminuir la cantidad de agua perdida se deben realizar las siguientes medidas:

- A. Cambiar las redes de agua y hacer partícipe al sector privado en la gestión del sector del agua.
- B. Que los consumidores participen en la disminución del consumo de agua.
- C. Crear un nuevo sistema de proporción de agua ya que la responsabilidad es conjunta entre el consumidor y el productor.

Nansi Frach (1989): "Economías del agua potable en Jordania 1984- 1994".

Esta investigación analizó la oferta del agua potable en Jordania, y el trabajo desarrollado por el Ministerio de Riego con el fin de hacer partícipe al sector privado en la gestión del agua. Esta investigación llegó a la conclusión de que el sistema de abastecimiento de agua no es eficaz lo que afectó al incremento de los costes del agua y a la disminución de la renta, provocando un déficit financiero en el presupuesto del gobierno lo que conlleva que el sector privado participe en la gestión del agua.

Estructura del Estudio

Este estudio presenta una visión histórica del problema del agua que afronta Jordania. Desde principios de los sesenta el país sufrió una crónica crisis de escasez de agua representada en la falta de abastecimiento de las necesidades de agua dulce y agrícola como consecuencia de las pérdidas. Las políticas de precios del agua y el crecimiento demográfico (más del 3%), nos obligan a identificar las causas o raíces de este desastre que afronta Jordania en cuatro capítulos:

En el primer capítulo se ofrece una visión general de la problemática física y económica del agua a escala mundial y local (en Jordania). Se presenta la oferta natural y económica, la demanda natural y económica del agua a nivel mundial, los problemas naturales y de acción Antrópica. A escala local, se presenta la oferta de agua (las fuentes de agua disponible; agua superficial, subterránea, residual) la demanda de agua (el consumo sectorial) y el balance de oferta– demanda. Además en este capítulo explicamos con carácter previo los próximos proyectos del agua en Jordania.

En el segundo capítulo se presenta la teoría económica de los recursos naturales; la gestión de los recursos naturales, valoración económica y los sistemas de la tarificación de los bienes públicos como el agua.

En el tercer capítulo se analizan los datos disponibles sobre el agua en Jordania, mediante dos análisis; el primero, un modelo input–output (el modelo de la demanda y precio) y el segundo, un modelo de regresión (predicción del consumo de agua en los próximos años).

En el cuarto capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones del estudio.

2. EL PROBLEMA DEL AGUA

2.1. LA PROBLEMÁTICA A ESCALA MUNDIAL

2.1.1. Planteamiento general

El progreso humano ha ido acompañado durante este siglo de una verdadera explosión demográfica, así como de una gran expansión económica, tanto en los países en vías de desarrollo como en los países más industrializados. Paralelamente, este proceso ha tenido lugar con un elevado consumo de agua y un derroche de recursos naturales, así como con un creciente deterioro ambiental.

La explosión demográfica, es un factor tanto más determinante si se considera que en el año 1900 había una población de 1.800 millones y ahora nos aproximamos ya rápidamente a los 6.000 millones, seguido de un ritmo igual o mayor de multiplicación a lo largo del siglo XXI. Sin embargo, y entre tanto, la disponibilidad de recursos renovables para esa población en aumento es cada vez menor y así, en el año 2010, con un aumento previsible de la población en un 30% habrá disminuido la pesca en un 20% aproximadamente, las tierras de cultivo en un 15%, los pastos en un 4%, y los bosques en un 7% mientras que, probablemente, disminuirá también el ingreso per cápita entre un 10 y un 30%.

El hombre resulta así amenazado en el seno de su propio hábitat (la biosfera), en aras de su insaciable progreso material, con problemas, tales como la lluvia ácida, la disminución de la capa de ozono, o la contaminación generalizada de la atmósfera, de la tierra y de las aguas.

2.1.1.1. Los recursos Hídricos y su utilización

El agua es un recurso reutilizable en tanto que su volumen en la Tierra es constante, aunque está en continuo movimiento y varía de lugar y de estado físico a lo largo del ciclo hidrológico.

El volumen total de agua en la Tierra es de unos 1.360 millones de Km^3 , los océanos cubren cerca de un 70% de la superficie de nuestro planeta. Es por ello que el 97% del total del agua disponible en el mundo es agua salada. La restante agua dulce, está disponible fundamentalmente en los polos, en forma de hielo, y en aguas subterráneas (*Mans texidó, 1981*).

Según *Ambroggi* las reservas mundiales de agua dulce exceden los 37 millones de Km^3 , cantidad con la que se podría llenar más de 10 veces el Mediterráneo. Mas de tres cuartas partes (79%) de dichas reservas corresponde a los hielos polares y los glaciares, una quinta parte (20%) la constituyen las aguas subterráneas y solo una centésima parte (1%) son aguas superficiales (*Ambroggi, 1980*). Estas, a su vez, se distribuyen en un 52% en lagos, 38% en la humedad del suelo, un 8% en la humedad atmosférica, un 1% en los organismos vivos y 1% en los ríos (*Caba Martín, 1992*). De este total de agua dulce disponible se utiliza actualmente tan sólo un 25% es decir, un 0,001% del gran total o unos 3.500 Km^3 al año, lo que representa (una gota) del total de agua teóricamente disponible aunque muchas veces difícilmente accesible.

Ahora bien, las reservas totales de agua, del Planeta Azul (en vez de Tierra debería llamarse Agua) resultan escasas por inaccesibles y más escasa aún por el vertiginoso crecimiento de la población mundial y el progresivo deterioro derivado de los diversos usos que tiene. Efectivamente, hay agua en abundancia, o la habría si su distribución fuera más homogénea, ya que, cada año, se precipitan sobre la superficie terrestre, en forma de lluvia o nieve, 113.000 Km^3 de agua dulce, de los cuales unos 70.000 Km^3 se pierden por evaporación. Lo que supone un balance hidrológico de 43.000 Km^3 de agua dulce que son transferidos de los océanos a los

continentes, cantidad que sería más que suficiente, a menos teóricamente, para hacer frente a todas las necesidades predecibles, pero una gran parte de ese volumen de agua se pierde por inundaciones, absorción del suelo o retención en las marismas, de modo que la cantidad máxima aprovechable por el hombre es del orden de 14.000 Km^3 anuales, cantidad que corresponde al flujo de base (circulación estable excluyendo el agua perdida por aluviones de ríos y otros cursos fluviales, por los acuíferos subterráneos que descargan directamente, por la evaporación). De dicha cantidad, unos 5.000 Km^3 que circulan por regiones deshabitadas no son accesibles para la población, por lo que podemos considerar que los recursos mundiales efectivos de agua dulce son del orden de 9.000 Km^3 anuales (Ambroggi,1980)

Por lo que se refiere a la distribución de los recursos hídricos, el mundo se divide en zonas con suficiente agua como para que prospere la vegetación y zonas en las que ésta no puede prosperar por falta de agua. Además hemos de tener en cuenta la distribución de la población. Nos encontramos con zonas densamente pobladas y pocos recursos hídricos y otras con escasa población y grandes reservas. Así, la mayor parte de África y Oriente Medio, buena parte del oeste de los Estados Unidos y el noroeste de México, zonas de Chile y Argentina y casi la totalidad de Australia, sufren una severa escasez de agua mientras que Siberia, Canadá, la zona central de África y la Amazonía cuentan con grandes reservas. Distribuyendo los 43.000 Km^3 entre los 5.329 millones de habitantes correspondientes a 1990, obtenemos unos recursos superficiales renovables de unos 8.000 m^3 por habitante y año, de los que sólo hay disponibles unos 1.680 m^3 por habitante y año (cantidad resultante de distribuir los 9.000 Km^3 de disponibilidad efectiva entre la población), lo que indica que los recursos hídricos disponibles para la población son, aproximadamente, la quinta parte de los recursos naturales. No obstante, las personas, en función de la zona en que residan, disponen de cantidades extremadamente desiguales de agua dulce (Lean y Hinrichsen,1992).

Generalmente, la escasez de agua empieza a ser muy grave en diversos puntos del planeta por causa de su desigual distribución, pero también, y sobre todo, debido a una mala gestión así como al impacto de actividad humana, la cual aumenta constantemente su contaminación, reduce las precipitaciones debido a la

deforestación, y provoca la aridez como consecuencia del efecto invernadero. Todas las previsiones actuales muestran que el agua bien puede terminar siendo causa incluso de graves confrontaciones armadas, por ejemplo en Medio Oriente.

De ahí los numerosos proyectos de embalses, trasvases y bombeo de agua, además de los de desalinización, que se promueven por todas partes. No obstante, además de las elevadísimas inversiones que esto requiere (unos 3 billones de \$ USA), los gastos de mantenimiento de las instalaciones ascienden a más de 100.000 millones de \$ USA.

2.1.2. Usos, demandas y consumos

La demanda total de agua está formada por las cantidades de agua utilizadas en el consumo, trabajos domésticos y agricultura e industria en cualquier tiempo y lugar.

Según *Korzán*, el agua, por sus propiedades físicas y químicas, tiene múltiples usos en todas las actividades económicas: agricultura, industria, consumo doméstico, traslado de residuos, producción y transmisión de energía, transporte, ocio, etc. En la utilización de recursos hídricos se diferencia entre usos consuntivos (directo) y no consuntivos (indirecto). (*Korzán, 1980*); los primeros utilizan el agua, para la producción industrial y agrícola y para el abastecimiento de la población, restituyéndola en otro lugar, en menor cantidad y con distinta calidad. En los segundos se aprovecha la energía del agua en movimiento (hidroenergía), o se la utiliza como medio (transporte, piscicultura) o como elemento de paisaje (para fines deportivos, recreativos). No obstante, no podemos olvidar que algunos de estos usos (como la navegación fluvial, el aprovechamiento hidroeléctrico, las piscifactorías, el mantenimiento de albuferas, marismas, etc.), aunque no son consuntivos, sí que tienen una incidencia grande sobre la demanda porque requieren elevadas aportaciones de agua.

Normalmente el uso directo del agua en lo referente a la demanda se divide en dos: primero la demanda de agua en el campo que consiste esencialmente en la utilización del agua en la agricultura; segundo, la demanda de agua en las ciudades, que consiste esencialmente en la utilización del agua en la industria y los servicios.

En general, la demanda de agua en el campo es más solicitada que en la ciudad debido a la gran cantidad de agua necesaria en el sector agrario si se compara con otros sectores, debido a la rápida evaporación y la distribución de agua en grandes y extensas superficies afectadas por el sol. Sin embargo, en los últimos tiempos se ha producido un giro que ha hecho que la demanda sobre el agua en las ciudades sea mayor que en el campo. Este cambio se ha debido a la rapidez del desarrollo de las ciudades motivado por las continuas olas de inmigración del campo a la ciudad.

CUADRO 2.1: Evolución de la Demanda Mundial de agua (Km^3).

USO	1900	1940	1950	1960	1970	1975	1985	2000
DOMÉSTICO	20	40	60	80	120	150	250	440
INDUSTRIA	30	120	190	310	510	620	1.100	1.900
AGRICULTURA	350	660	860	1.500	1.900	2.100	2.400	3.400
HIDROELÉCTRICO	0	1	4	20	70	110	170	240
TOTAL	400	820	1.100	1.900	2.600	3.000	3.900	6.000

Fuente: Korzum, 1980.

En el cuadro (2.1) podemos observar el progresivo incremento de la demanda de recursos hídricos a lo largo del siglo y cómo dicho incremento se dispara en las últimas décadas. Sin embargo, proporcionalmente, el porcentaje correspondiente a la demanda para usos domésticos prácticamente se mantiene constante hasta 1975 y posteriormente va aumentando de un modo muy rápido, y la demanda industrial ha ido creciendo casi al nivel en que disminuía la demanda agrícola. Ello implica que el crecimiento de la demanda no se relaciona solamente, como hemos visto anteriormente, con el aumento de la población, sino que se corresponde, sobre todo, con el tipo de desarrollo y la estructura social que lo hace posible. En cualquier caso, a partir de los años setenta, el factor de crecimiento demográfico se ha convertido en un elemento adicional de presión sobre el crecimiento de la demanda.

CUADRO 2.2: Evolución de la Demanda de agua (Km^3) por continentes.

Continente	1900	1970	2000	Ratio 1970/1900	Ratio 2000/1900
EUROPA	40	320	730	8.0	18.3
ASIA	270	1.500	3.200	5.6	11.9
ÁFRICA	30	130	380	4.3	12.7
AMÉRICA DEL NORTE	60	540	1.300	9.0	21.7
AMÉRICA DEL SUR	5	70	300	14.0	60
AUSTRALIA Y OCEANÍA	1	23	60	23.0	60
TOTAL	400	2.600	6.000		

Fuente: Korzum, 1980.

Hay que hacer notar que la demanda total aumenta por el incremento de los valores absolutos de los diferentes usos, sobre todo a partir de 1970, aunque porcentualmente aumenta más la demanda de la población industrial y disminuye la demanda agrícola. A nivel mundial entre 1900 y 1970 la demanda de agua se multiplicó por 6,5, lo cual no es bastante. A nivel continental (cuadro 2.2) existe un fuerte desequilibrio en el incremento de la demanda, de modo que, mientras en Australia y Oceanía se multiplica por 23, en América del Sur por 14, en América del Norte por 9, y en Europa por 8, en Asia sólo se multiplica por 6.5 y en África por 4.3. Las previsiones para el año 2000 indican que la demanda total mundial, respecto a la de 1900, se multiplicará por 2.3; las demandas de Asia y África se incrementarán por debajo de dicho nivel, multiplicándose respectivamente por 11,9 y 12,7. La demanda de agua de Europa y América del Norte se multiplicarán por 18,3 y 21,7, respectivamente, y las de América del Sur, Australia y Oceanía se multiplicarán por 60, lo que pone de manifiesto los mayores incrementos de la demanda en las últimas décadas y la ampliación de los desequilibrios entre los continentes.

Las necesidades de consumo de agua han ido creciendo con el tiempo a medida que ha aumentado el volumen de la población y, sobre todo, conforme ha ido aumentando el nivel de desarrollo. En tal sentido, observamos que el consumo total aumenta por el incremento de los valores absolutos de todos los usos (Cuadro 2.3) aunque proporcionalmente se produce un pequeño incremento porcentual de los consumos industriales y doméstico y una reducción paralela en los porcentajes correspondientes a la agricultura sobre todo en las últimas décadas.

CUADRO 2.3: Evolución del Consumo Mundial de agua (Km^3).

USO	1900	1940	1950	1960	1970	1975	1985	2000
DOMÉSTICO	5	8	11	15	20	25	38	65
INDUSTRIA	2	6	9	15	20	25	45	70
AGRICULTURA	263	485	630	1.150	1.500	1.600	1.947	2.625
HIDROELÉCTRICO	0	1	4	20	70	110	170	240
TOTAL	270	500	654	1.200	1.600	2.200	2.200	3.000

Fuente: Korzum, 1980.

Entre los años 1900 y 1970 el consumo mundial se multiplica por 5,9 pero, a nivel continental (cuadro 2.4), los consumos de África, Europa y Asia crecen por debajo del índice mundial, mientras que los de América del Norte y del Sur lo hacen por encima de dicho índice. En el año 2000, respecto a 1970, el consumo mundial se multiplica por 1,9, en tanto que, a nivel continental, Asia y América del Norte incrementan su consumo por debajo del nivel mundial y Europa, África y América del Sur sufrirán un incremento del consumo mayor al del conjunto mundial.

CUADRO 2. 4: Evolución del Consumo de agua (Km^3) por continentes.

Continente	1900	1970	2000
EUROPA	20	100	240
ASIA	200	1.130	2.000
ÁFRICA	25	100	250
AMÉRICA DEL NORTE	20	160	280
AMÉRICA DEL SUR	3	50	130
AUSTRALIA Y OCEANÍA	0,6	12	30
TOTAL	270	1.600	3.000

Fuente: Korzum, 1980.

En cuanto a la relación entre demanda y consumo, en los usos domésticos ha ido aumentando paulatinamente, de modo que se ha pasado de 4 en 1900 a 6 en 1970, lo que supone un incremento del 50%; en el uso industrial dicha relación ha pasado de 15 en 1900 a 24,8 en 1975, suponiendo un incremento del 65,3%. Ello indica que, tanto en los usos industriales como en los domésticos, cada vez se requiere una mayor cantidad de agua en relación a la cantidad que se consume. En el caso de los usos agrarios, la relación entre uso total y uso consuntivo aumentó un poco entre 1900 (año en que dicha relación tenía un valor de 1,34) y 1940 (año en que tal relación es de 1,37); a partir de entonces la relación disminuye hasta 1970, cuando se alcanza el 1,26, y volverá a aumentar hasta niveles próximos a los de principios de siglo (1,31) en 1975. Tal evolución, a pesar de los vaivenes a nivel global, implica un mayor rendimiento del recurso e, incluso, una proporción consumida en los usos agrarios que es más constante que en los restantes usos.

Dados los incrementos de la demanda y del consumo y teniendo en cuenta que la cantidad de agua en la Tierra es limitada y, sobre todo, está mal repartida en el tiempo y en el espacio, el hombre está condenado a almacenar, bombear, reciclar o desalinizar cantidades cada vez mayores de agua.

En 1992 la mayor parte del consumo de agua corresponde al riego (2.680 Km^3 , de los que dos tercios se evaporan antes de penetrar él suelo, lo que supone un enorme despilfarro), otra parte importante (1.000 Km^3) corresponde a la industria (las mayores consumidoras son la industria química y la producción energética) y una pequeña parte (300 Km^3) al consumo urbano. Además, en los embalses, que permiten regular el cauce de los ríos, se almacenan 170 Km^3 de agua, si bien parte de esta agua se pierde por la evaporación.

Las demandas y las cantidades consumidas, como hemos visto anteriormente, difieren de unas zonas a otras. Los países que emplean poco agua gastan grandes proporciones con fines domésticos, mientras que en el conjunto de los países desarrollados dos quintas partes de agua dulce son consumidas por la industria. En los países en desarrollo el 85% se usa casi exclusivamente para cultivar alimentos (Lean y Hinrichsen, 1992), lo que pone de manifiesto la correspondencia que tiene el incremento de la demanda con el grado de desarrollo.

Los consumos per cápita (cuadro 2.5) de los países desarrollados pueden llegar a equivaler hasta más de 25 veces los de los subdesarrollados. Además, partiendo de la base de que el hombre no puede vivir normalmente si no dispone al menos de 20 litros de agua al día, los habitantes de los países ricos consumen 12 veces más para mejorar su higiene y comodidad: ducha diaria, riego del jardín, lavado del coche, etc.; por el contrario, un indio, por ejemplo, no tiene cuarto de baño.

CUADRO 2.5: Consumo de agua Per cápita (*litros*).

PAÍS/ESTADO	Anuales	Diarios
CANADÁ	93.000	254,8
ESTADOS UNIDOS	110.000	301,4
CALIFORNIA	191.000	523,3
JAPÓN	104.000	284,9
C.E.E.	55.000	150,7
SUIZA	96.000	263,0
ITALIA	78.000	213,7
GRECIA	40.000	109,6
ARGELIA	35.000	95,9
INDIA	9.000	24,7
SUDÁN	7.000	19,2

Fuente: Starr, 1992.

Tampoco los diversos sectores económicos tienen unos consumos de agua equilibrados. Así, la agricultura de regadío es una gran consumidora de agua, como ya hemos puesto de manifiesto, pero también es cierto que los consumos urbanos se disparan en las zonas turísticas, sobre todo durante la temporada alta, así como algunas industrias que también son importantes consumidoras.

Esta desigual distribución de los consumos, ya sea entre países, ya entre diferentes actividades, también se reproduce dentro de un mismo país entre las áreas agrícolas e industriales más avanzadas y el resto del territorio. Del mismo modo, el gasto de agua no es igual entre los diferentes grupos sociales puesto que existe una correlación entre consumo de agua y nivel- calidad de vida, por lo que dicho consumo se ha convertido en un índice de desarrollo económico y cultural.

2.1.3. Los problemas en torno al agua

En primer lugar nos encontramos con problemas naturales. Los desiertos del mundo están creciendo y van extendiéndose, de modo que una tercera parte de la superficie terrestre está amenazada por la desertización, lo que afecta a un volumen de población de unos 850 millones de personas en todos los continentes (Lean y Hinrichsen, 1992)

Los problemas de la erosión, las sequías y las inundaciones se consideran problemas de tipo natural del agua.

La erosión del suelo, los procesos geológicos naturales e hídricas provocan la pérdida de enormes cantidades de tierra, dado que en los suelos erosionados disminuye la capacidad de infiltración y aumenta la escorrentía. Aunque el origen del fenómeno de erosión geológico sea el agua, no podemos olvidar que existen otra serie de factores que condicionan los procesos de erosión. (UNEP,1992)

La sequía, como consecuencia de los cambios climáticos provocados por el efecto invernadero y ampliando las áreas secas del planeta.

Las inundaciones como consecuencia de las lluvias intensas pueden destruir ciudades, campos cultivados, hogares de los animales, e incluso, producir víctimas humanas.

2.1.3.1 Problemas derivados de la acción Antrópica.

2.1.3.1.1 La contaminación

Las contaminaciones orgánicas, químicas y térmicas convierten las aguas en peligrosas para los seres vivos y conllevan consecuencias ecológicas irreversibles. Así, según la definición de la *Organización Mundial de la Salud (O.M.S)*, debe considerarse que el agua está contaminada cuando su composición o su estado están alertados de tal modo que ya no reúnen las condiciones inherentes a una u otra o al conjunto de utilidades a las que se hubiera destinado en su estado natural. Por tanto, la contaminación es un concepto relativo, en tanto que el agua puede estar contaminada para el uso humano y ser apta para el riego, además, la contaminación del agua no sólo es fruto de sus usos, sino que también puede deberse a la propia contaminación atmosférica. En el caso de Jordania el problema de la contaminación se produce como consecuencia de la sobreexplotación de los acuíferos del agua y de las actividades de la población.

Los diferentes usos del agua implican siempre un deterioro de su calidad, por lo que las aguas – tanto superficiales como subterráneas- están expuestas a una gama progresiva de sustancias tóxicas provenientes de fuentes domésticas, industriales y agrarias. Cuando la contaminación supera cierto nivel, provoca la creciente incapacidad del agua para regenerarse de la contaminación que sufre, dando lugar a que una parte de este recurso se pierda al no completar el ciclo hidrológico, lo que constituye – a su vez- un factor desencadenante de la creciente escasez. El agua no sólo escasea por el aumento de las necesidades de la población mundial, sino porque su calidad también se está degradando. En consecuencia, la disponibilidad de agua con calidad suficiente para que sea apta a los diferentes usos que le da el hombre, se vuelve un problema ambiental cada vez más apremiante.

2.1.3.1.2 Agua y salud.

La salud y el progreso de la población han ido unidos en todas las civilizaciones a la disponibilidad de agua salubre (*Caba Martín, 1992*). Las enfermedades asociadas al agua y al saneamiento constituyen una de las primeras causas de morbilidad y mortalidad en los países en desarrollo. Estas causas; (agregación de excrementos, contaminación por sustancias químicas, etc.), afectan a cientos de millones de personas, causando decenas de miles de muertes al día. Además las personas que viven en aldeas y en el campo se ven más afectadas que las que viven en pequeñas y grandes ciudades. En este sentido, las aguas contaminadas ocasionan casi el 8% de las enfermedades que asolan los países del Tercer Mundo. Nada menos que 35.000 niños mueren cada día de sed o a causa de la contaminación del agua y el 40% de población del continente africano está en peligro de contraer enfermedades – a través del agua – que le ocasionarán la muerte. El agua, sea cual sea su calidad, se utiliza menos en el campo, tanto en los países ricos como en las naciones en desarrollo; incluso, cuanto mayor es la dificultad para conseguir agua, más disminuye el consumo, lo que explica que, en algunos casos, se llegue a niveles de consumo próximos al límite biológico absoluto necesario para que una persona conserve la vida y que el agua no se desperdicie en lavarse las manos antes de las comidas, a pesar de que esta acción reduciría de forma notable la incidencia de la diarrea entre los niños.

Tan dramática es la situación que la O.M.S. preconiza establecer estrategias y legislaciones nacionales sobre la protección de las reservas de agua como parte constitutiva de la política de salud. Por otra parte, la cobertura de estas necesidades básicas (agua potable y saneamiento) para todo el mundo, no debe ser sólo un objetivo digno, sino que debe constituir una prioridad fundamental para la comunidad humana. En tanto que el porcentaje de la población con abastecimiento de agua potable, alcantarillado y retirada de basuras se considera indicador de salud ambiental y social (Olivera, 1993), ya que la interrelación entre salud y desarrollo está bien demostrada: la salud estimula el desarrollo y éste tiende, a su vez, a mejorar la salud. Pero además de los costes en vidas humanas, el coste económico de todas estas enfermedades es también muy elevado ya que, al coste de la atención médica, se unen las pérdidas de jornadas de trabajo y la producción perdida; incluso, en el caso de epidemias, hay que añadir también las pérdidas por la reducción de las exportaciones y por la disminución del turismo. Por el contrario, las inversiones realizadas en la mejora de la calidad del agua son superadas ampliamente por los incrementos de la producción

La importancia de una materia primera como el agua queda demostrada por las luchas por el recurso (Israel y palestino): régimen de aprovechamiento del agua en los territorios árabes ocupados, la contaminación de las aguas (y de las tierras) en los países del Este de Europa (Danubio) y los problemas originados por los ciclos de inundaciones y sequías (España).

En las últimas décadas, además de haberse agudizado los conflictos tradicionales entre estados por el dominio de las cuencas fluviales o lacustres, la presión sobre los recursos hídricos ha aumentado notablemente debido al aumento de la demanda de agua. Según una estimación del gobierno de Estados Unidos, hay al menos diez lugares en el mundo donde podría estallar la guerra a causa de la disminución de los recursos de agua compartidos, la mayoría de ellos en Oriente Próximo: No obstante, cuando todas las naciones en el mundo alcancen los límites de sus recursos hídricos, las posibilidades de conflictos se incrementarán (Starr, 1992).

Y si consideramos las posibilidades de conflictos internos dentro de estados sitiados por el agua, debido a la escasez y contaminación de las reservas e, incluso, debido a los desequilibrios existentes en el reparto de las precipitaciones, el cuadro mundial dista mucho de ser de euforia. Entre 1985 y 2000, por ejemplo, las áreas urbanas absorberán y aumentarán en 850 millones de personas, mermando la capacidad del suministro de agua y de los servicios higiénicos existentes.

La amenaza de guerra por el agua no es algo nuevo. Ya en 1970, con motivo del primer aniversario de la toma del poder, el coronel Gaddafi, al dirigirse a la muchedumbre reunida en Trípoli, dijo: “ el agua es más importante que el petróleo, recordadlo. el agua es la vida, y vosotros, queridos Ehermanos, tendréis el derecho air en su busca por todas partes; si es necesario, a Chad o Sicilia” (*Mann,1992*). En 1979, sólo unos días después de la firma del histórico tratado de paz con Israel, el presidente Anuar el Sadat declaró que la única cuestión que podía llevar a la guerra otro vez a Egipto era el agua, mensaje que no iba dirigido a Israel sino a Etiopía, el vecino que controla las fuentes de la línea de la vida de Egipto (*Starr,1992*). Por su parte el secretario general de la ONU – Btrus Ghali- declaraba que la próxima guerra en su región tendría que ver con el agua y no con la política (*Chalandon,1992*) En mayo de 1990, el rey Hussien de Jordania hacía a Israel una advertencia al indicar que la única cuestión que llevaría a la guerra a Jordania era el agua (*Starr,1992*)

El agua se plantea ya como una excusa para la guerra en el futuro, pero las armas que podrían resolver los problemas del agua son, más que la maquinaria de guerra, la moderna tecnología y las inversiones. Así, las grandes desigualdades en recursos hídricos presentes y futuros entre los países árabes igual que en cuanto a reservas de petróleo, abren distancias económicas que tienen una repercusión geopolítica. Simplificado, los países árabes pueden dividirse en tres grupos (*Magrat,1992*):

- Primero: Países *del Magreb, Líbano, Cisjordania, Yemen* que disponen de recursos renovables internos de los que son dueños y cuya gestión deben ajustar a su desarrollo económico.

- Segundo: Países que dependen sobre todo de los recursos renovables externos, procedentes de países vecinos, árabes o no, y que están supeditados al desarrollo proyectado o posible en los países proveedores, lo cual puede ser causa de una reducción de la cantidad y de una degradación de la calidad: *Egipto, Sudan, Siria, Irak*, así como Jordania (al igual que Israel), en una proporción considerable (entre un 40% y un 50%).

- Tercero, países que disponen sobre todo de recursos no renovables, de los que depende la mayor parte de su abastecimiento de agua, y cuyo desarrollo está basado actualmente en el agotamiento de un capital, tanto en agua como en petróleo, y por consiguiente, no es duradero: *Arabia Saudita, Emiratos Árabes, Qatar, parte de Omán y Libia*.

Si se acentúan las diferencias entre los países de alguno de los grupos o de grupos diferentes, se corre el riesgo de que crezcan las ambiciones de estos últimos en cuanto al control de los recursos de agua y, por consiguiente, que aumenten las tensiones en esta región del mundo si no se instaura en ella una “comunidad regional del agua”. En tal sentido, el problema del agua entre Jordania, los palestinos e Israel en el futuro será grave – si no se llega a un acuerdo en las negociaciones de paz en curso- y entonces podrá representar una amenaza para la paz.

Por otro lado, hay problemas relacionados con el agua en el Oriente Próximo que no tienen nada que ver con el conflicto árabe- Israelí. Así más de una vez Irak y Siria han estado muy cerca del conflicto armado por causa de las aguas del Eúfrates y, este último país mantiene un enfrentamiento con Turquía.

El tema del agua debería tratarse en el contexto de un acuerdo global y de cooperación en la región. Pero los países árabes, antes que nada, deberían resolver sus problemas internos de distribución de agua, lo que produciría una mayor confianza a la hora de tratar el tema con Israel.

Otro problema es el relacionado con las políticas de precio del agua. Este puede no ser un asunto particularmente grave para los países con suministros de agua abundante y barata, como Egipto e Irak, pero desde luego es un problema crítico para Jordania e Israel. Por doloroso que pueda resultar, retirar las subvenciones al agua de riego ha de ser el resultado final de una política nacional de aguas (González, 2002).

2.2 LA PROBLEMÁTICA A ESCALA LOCAL

2.2.1 Nivel de escasez del agua

(1) Criterio según Falkenmark

Hay distintos criterios para definir el nivel de la escasez de agua de un país. *Falkenmark* define “el índice de disponibilidad de agua como el cociente entre los recursos hídricos renovables (que se considera constante a lo largo del tiempo) y la población “. Según este criterio, se considera que un país tiene problemas de agua si la disponibilidad está comprendida entre 1000 m³ y 2000 m³ por persona y año, cuando el índice es inferior a 1000 m³ por persona al año, se dice el país sufre escasez de agua (Falkenmark, 1998).

Cuadro 2.6: La precipitación media y recursos hídricos renovables per cápita anual.

	Media Mundial	Jordania	Anotación
La precipitación media anual (milímetro).	973	50-600	<i>El promedio anual de habitante de Jordania es menor que la media mundial.</i>
El agua dulce per cápita anual (m ³).	26.871	159	<i>La cantidad de agua dulce per cápita en Jordania es un 6% de la media mundial.</i>
El hídrico renovable per per anual (m ³).	856	152	<i>El promedio anual de Jordania es 17.7 veces menor que la media mundial.</i>

Fuente: Ministerio de agua y riego.

En el caso de Jordania el recurso hídrico renovable per cápita anual está alrededor de 152 metros cúbicos (veáse cuadro 2.6), es decir, sufre el problema de la escasez de agua, y como el agua es imprescindible para casi todo tipo de actividad, por lo tanto, la insuficiencia de la disponibilidad de recurso hídrico en Jordania podría ser un factor importante de estrangulamiento para el desarrollo económico y la protección de los sistemas naturales.

(2) Criterio según ONU.

Otro criterio que define la ONU en el año 1997 (índice de escasez: la ratio entre el consumo y las reservas renovables de agua de una zona en un año determinado), y se considera que, como media, un país sólo puede capturar aproximadamente un tercio del flujo de agua de sus ríos y acuíferos. Las fuentes de agua más próximas y más accesibles son utilizadas en primer lugar, por lo que resulta cada vez más costoso incrementar la disponibilidad del recurso. Según este criterio se distinguen cuatro categorías de la escasez de recursos hídricos son como las siguientes:

1. Escasez de agua reducida: país que utilizan menos del 10% de sus recursos renovables de agua dulce, en este caso no se dan situaciones de escasez serias.
2. Escasez de agua moderada: países que utilizan entre el 10% y 20% de los recursos hídricos renovables, en tal situación el agua se convierte en un factor limitante.
3. Escasez de agua media – alta: países que utilizan entre el 20% y 40% de los recursos hídricos renovables. El uso sostenible del agua comienza a verse amenazado y es preciso resolver conflictos de competencia por el uso entre distintos sectores de actividad y demandas ambientales.
4. Escasez de agua severa: país que utilizan más del 40% de los recursos hídricos renovables. Se manifiesta una dependencia creciente de la desalinización y el uso de aguas subterráneas puede sobrepasar la recarga natural de los acuíferos. Hay una necesidad urgente de implantar de gestión sostenible del recurso (ONU, 1997).

En el caso de Jordania podemos analizarlo desde dos perspectivas. Por un lado, utilizando las cifras que ofrecen en el cuadro 2.7 (807 mm^3), luego calculamos el cociente entre la utilización total anual del recurso de agua (200 mm^3) y la escorrentía media anual (660 mm^3) más la recarga natural del acuífero (355 mm^3), nos sale un 35 %, es decir, según el criterio establecido por OUN, Jordania es un país de escasez del agua media- alta. Por otro lado, en base a la información sobre la recarga natural y la explotación anual del acuífero, vemos claramente que hay una sobreexplotación de un 25.6% por encima de la capacidad de recarga natural (*según Aguilera: la sobreexplotación ocurre cuando la extracción es mayor que la recarga útil y este último se refiere a la infiltración natural más retorno de riegos y menos de la descarga natural*) en tal situación; Jordania tiene el síntoma específico que expresa por el criterio de ONU para ser un país de escasez de agua reserva.

Cuadro 2.7: Disponibilidad y la utilización media anual del recurso de agua en Jordania

Descripción	Cantidad (en millones de m3)
Precipitación medio anual	8520
Escorrentía anual	660
Recarga anual de acuífero	355
Explotación anual de acuífero	447
Utilización total anual promedio	807

Fuente: Ministerio de agua y riego.

2.2.1 Oferta y Demanda de agua

2.2.1.1 La oferta de agua (Recursos actuales y futuros)

Jordania es un país seco en términos de agua, en relación con los países de su entorno, si atendemos a magnitudes naturales y globales. Cada año se precipitan sobre la superficie terrestre de Jordania, en forma de lluvia o nieve, 8520 (millones de metros cúbicos (mm^3)) de agua dulce, de los cuales unos 7860 mm^3 (casi el 92% del total) se pierden por evaporación, lo que supone un balance hidrológico de 660 mm^3 de agua dulce, (Belbisi 2000). Por lo tanto, la escorrentía media total (superficial y subterránea) es de unos 660 mm^3 al año, pero una parte (460 mm^3) de ese volumen de agua se pierde por inundaciones, absorción del suelo, de modo que la cantidad máxima aprovechable por el hombre es del orden de 200 mm^3 . Ya que si obtenemos una escorrentía específica entre 100-600 mm (milímetro), el 96% de la superficie jordana es seca y reciben menos de 200 milímetros de agua. El 4% recibe entre 300-600 milímetros, esta media es inferior a la cantidad de agua que recibe los países del entorno. Esta naturaleza presenta problemas de agua producidas por la irregularidad del clima y la diversidad en los meses de verano e invierno (Bowen, 1990).

2.2.1.1.1 Las fuentes de agua disponibles

Como señalamos anteriormente, las reservas de agua en nuestro país dependen fundamentalmente de las precipitaciones para recargar los recursos de las aguas superficial y subterránea, ya que Jordania se ubica en una zona de clima semiárido caracterizado por un bajo porcentaje de precipitaciones y de éstas una gran cantidad se pierde por evaporación, lo que supone un balance hidrológico de unos 200 m^3 (Jamil, 2000).

Según el Ministerio de Agua y Riego los recursos naturales del país se estiman, en su totalidad, en 805 mm^3 . El 55,2% de esa cantidad es agua subterránea, el 36,5% agua superficial y el 8,3% agua residual. (Ministerio de Agua y Riego, 2001).

Y para determinar el problema del agua en Jordania se procederá posteriormente a explicar de forma detallada las fuentes de agua superficiales, subterráneas y residuales.

El agua superficial

Jordania es un país que depende, sobre todo, de los recursos renovables externos, procedentes de países vecinos árabes como Siria, que en concreto del Río Al- Yarmuk del territorio de Siria se utilizan aproximadamente 305 mm^3 (USAID,1992).

En el cuadro (2.8) podemos observar que el volumen total de las reservas de las aguas Superficiales, Subterráneas y residuales en los últimos doce años mantiene una cantidad de agua constante entre 788 mm^3 y 956 mm^3 , además, de un porcentaje constante de las reservas, (Bowen, 1980). Con el objetivo de beneficiarse del agua superficial, se construyeron 14 embalses, lo que permite embalsar más de 129 mm^3 . El más grande de estos embalses es el del Rey Tala, construido sobre el Río Al- Zarka, cuya capacidad alcanza, aproximadamente, 86 mm^3 (Ferdinad,1976).

Relacionado los recursos naturales y disponibles en 1999, en el cuadro numero 9, podemos observar que el país se ha dividido en 5 cuencas de agua superficial, según la naturaleza del terreno (Bilbesi, 2000). La cuenca del Río jordano es la más abundante y dispone de la mayor parte de sus recursos naturales. Pero Israel, en 1962, transfirió el rumbo del agua desde la laguna de Tabria (norte de Israel) hacia el desierto de Al- Nakab (al sur), lo que disminuyó el nivel de recargo del Río proveniente de la laguna, que fue cero a partir de 1962 excepto en los periodos de inundación de la laguna. Además de la disminución de abastecimiento proveniente del Río Al- Yarmuk que en la actualidad tiene 360 mm^3 , que pueden compararse con los 475 mm^3 que tenía antes de 1962. Tal vez la razón por la que Israel vierte el agua del Río Al- Yarmuk a la laguna de Tabria, es la misma razón por la que Siria utiliza la salida de este Río, lo que ha hecho que el beneficio de agua del Río Jordán se limite al proceso de desalinización (Al Naser,1993)).

CUADRO 2.8: Recursos Propios en Jordania (mm^3) (1900-2001).

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Superficiales	322	284	384	401	350	325	314	328	232	228	271	305
RESIDUAL	44	46	58	57	59	66	67	62	68	72	70	54,5
SUBTERRÁNEO												
- RENOVABLE	66	66	71	68	62	71	72	73	70	62	57	104,5
- NO RENOVABLE	445	446	443	465	446	428	438	418	412	413	405	396
SUBTERRÁNEO TOTAL	511	511	514	533	508	499	510	491	492	475	462	500,5
TOTAL	877	841	956	941	917	890	841	881	788	818	837	804

Fuente: Ministerio de Agua y Riego, 2001.

CUADRO 2.9: Principales cuencas de agua superficial y Porcentaje medio de recarga (mm^3).

<u>RÍO/VALLE</u>	Porcentaje medio de recarga anual	Cantidad de agua utilizada
RÍO AL-YARMUK	340	192
RÍO AL-SARKA	47	28
VALLES DEL MAR MUERTO	157,6	34,5
CUENCAS DESÉRTICAS	66,4	4,5
ACUÍFEROS PARA LA AGRICULTURA Y CONSUMO	45	46
TOTAL	656	305

Fuente: La economía jordana, Dr. Mohammed Shatbaay (1999).

- Las cuencas desérticas: las cuencas orientales $10 mm^3$, cuenca Al-chauf $10 mm^3$, cuenca Al-Sarhan $10 mm^3$, cuenca Al- Azrrak $27 mm^3$, cuenca Al- Yihad $13 mm^3$, cuenca del Mar Rojo $3,2 mm^3$.
- Después del acuerdo de paz entre Jordania- Israel las aguas del Río Jordán (Al- Yarmuk) se reserva en la laguna de Tabra en Israel.

El agua subterránea

Generalmente, el agua subterránea se diferencia del agua superficial por encontrarse en acuíferos naturales. Necesita de grandes recursos financieros para su construcción. En el cuadro número 2.10 podemos observar los recursos naturales de Jordania, donde se comprueba que las cuencas del *Al - Disy* y *Amman* son las que disponen de la mayor parte de sus recursos naturales (125 mm^3 y 87 mm^3 respectivamente).

CUADRO 2.10: Recursos naturales disponibles en el año 1999 (mm^3).

CUENCA	Extracción	Extracción actual
AL-YARMUK	40	69
AMMAN	87	171
EL MAR MUERTO	57	87,5
AL-DISY	125	65,5
DESÉRTICAS	11,5	50
AL-ZARAKA	24	46
VALLE ARABA	3,5	2,9
TOTAL	355	446,9

Fuente: Shatanawi (2000).

Según su renovabilidad estos recursos pueden clasificarse en:

A: Acuíferos renovables:

Son aquellos en los que el volumen de agua se recarga a lo largo del tiempo de una manera regular (no presenta una renovabilidad tan marcadamente estacional como en las aguas superficiales y las diferencias interanuales no son tan importantes) gracias al agua de la lluvia y de la nieve que se filtra a través de la tierra y de las rocas. Los estudios estiman que la cantidad mínima segura que se puede extraer de aquellas cuencas es de 355 mm^3 (Weshah, 1992). *(La cantidad mínima que se puede extraer, significa aquella cantidad de agua subterránea extraída anualmente de las cuencas sin que tenga consecuencias naturales perjudiciales (Bowen,1980), como la disminución del agua subterránea a un nivel no deseado, lo que puede conllevar normalmente a una baja calidad del agua y el aumento del coste de su extracción (Hamill y Bell,2000))*

B : Acuíferos no renovables :

Este tipo de acuíferos, se forman, generalmente, en otras eras geológicas, que, por su situación geográfica actual fruto de los movimientos geológicos, han quedado impermeabilizados imposibilitando la filtración de agua. Esta agua se puede extraer anualmente. Aproximadamente entre $62-73 \text{ mm}^3$ (Walid,1998).La cuenca de Al- Disy y Amman son las cuencas más importantes de agua no renovable. El agua del acuífero de Al- Disy se caracteriza por su alta calidad para el consumo humano, se ha consumido una media de 65 mm^3 anuales entre el periodo 1990- 2001 como se refleja en el cuadro numero 2.10. Al sector agrícola le corresponde siempre el porcentaje más elevado, de un 86% con una media de 56 mm^3 .

En el mismo cuadro, observamos que el aumento de la explotación de los acuíferos (las extracciones directas ascienden a 355 mm^3 de los 446.9 mm^3 de recursos disponibles, con una sobreexplotación de 91.1 mm^3) debe ser suprimida para impedir la desecación de importante espacios naturales. Con esta situación hemos de tener presentes las, cada vez mayores dificultades, no sólo de tipo técnico- económico sino también social y medioambiental, con que se enfrentan los proyectos de nuevos embalses. Hay que considerar que en el futuro la relación entre el volumen de la capacidad del embalse y el volumen de agua embalsada tiende a disminuir, pudiendo

llegar a situarse en un promedio de la mitad del rendimiento actual, lo que pone de manifiesto la necesidad de continuar incrementando las disponibilidades hídricas reales de nuestro país.

El uso del agua subterránea para el consumo

Jordania depende principalmente del agua subterránea para el uso doméstico de abastecimiento a la población que forma parte de un 79% del total de agua consumida como se muestra en el cuadro 2.10. Los acuíferos de Amman- Al- Zaraka son los más importantes debido a que abastecieron el 32% del agua consumida urbana entre el periodo 1990- 2000, como consecuencia de su cercanía a las zonas pobladas, además, de que la cantidad mínima de agua subterránea extraída de este acuífero es mayor que la obtenida de los demás acuíferos del Reino y alcanza los 87 mm^3 .

En el cuadro 2.11 podemos observar el volumen total de la cuenca de Amman-Al-Zarka y sus consumos. Proporcionalmente el porcentaje correspondiente a la demanda de la agricultura ha ido incrementando a lo largo de la década de los noventa, a pesar que le corresponde siempre el porcentaje más elevado, de una media de 106 mm^3 aproximadamente, mientras que la demanda para el uso doméstico e industrial prácticamente mantienen constantes sus porcentajes. A pesar de todo, el consumo de agua supera la cantidad mínima segura de extracción para ese acuífero de unos 86 mm^3 . Esto sucede también con otros acuíferos lo que refleja el gran porcentaje de agotamiento de los mismos, provocando la pérdida de importantes recursos de agua que nos servirían como agua de consumo en el futuro si no se toman medidas drásticas y se establecen unas políticas de agua eficaces.

CUADRO 2.11: Volumen de las aguas agotadas de la Cuenca Amman-AI-Zarka.

AÑOS	Mínimo seguro de extracción	Consumo doméstico ^f	Consumo agrícola	Consumo industrial	TOTAL	Balance
1991	87,5	59,63	98,94	6,09	164,66	-77,16
1993	87,5	66,08	101,75	6,57	174,40	-86,90
1995	87,5	61,45	102,63	7,16	171,24	-83,74
1997	87,5	57,09	106,77	9,41	173,27	-85,77
2000	87,5	57,58	118,15	7,79	183,52	-96,02
MEDIA		60,366	105,648	7,404	173,418	-85,918

Fuente: USAID (*United States Agency for International Development*), Water Quality Improvement and Conservation Project- Artificial Recharge Data Needs Document, Ministry of Water and Irrigatio, 1995.

En el cuadro numero 2.12 podemos observar el volumen total de la cuenca de Al disy y sus consumos. Vemos como la demanda de todos los sectores mantiene constantes sus porcentajes. Sin embargo, el sector agrícola es el mayor consumidor de agua.

CUADRO 2.12: Cantidad de abastecimiento de acuíferos de Al-Disy (1990-2000) (mm³).

AÑOS	Consumo doméstico	Consumo agrícola	Consumo industrial	TOTAL
1991	6,46	47,73	3,74	57,93
1993	5,87	56,43	3,07	65,37
1995	5,86	56,54	3,15	65,56
1997	6,56	61,45	3,01	71,02
2000	6,76	58,07	2,62	67,45
MEDIA	6,302	56,044	3,118	65,466

Fuente: USAID (*United States Agency for International Development*), Water Quality Improvement and Conservation Project- Artificial Recharge Data Needs Document, Ministry of Water and Irrigatio, 1995.

De forma general podemos observar el porcentaje del consumo de agua superficial y subterránea en la década de los noventa en el cuadro siguiente.

CUADRO 2.13: Porcentaje de agua de consumo proveniente del agua superficial y subterránea del período comprendido entre 1990-2000.

AÑOS	Agua superficial para el consumo (mm^3)	Porcentaje de la producción total	Agua subterránea para el consumo (mm^3)	Porcentaje de la producción total	Producción total para el consumo
1990	31,46	18,50	138,31	81,50	169,77
1993	28,94	16,50	146,63	83,50	175,57
1995	23,50	13,60	149,73	86,40	173,23
1997	59,51	28,70	147,36	71,30	206,67
1999	57,01	26,70	156,53	73,30	213,54
2000	46,00	21,10	172,00	78,90	218,00
MEDIA		20,90		79,10	

Fuente: Ministerio de agua y riego (2002).

- Autoridad del agua, uso de las fuentes del agua, documentos no publicados (1989-1994).
- Cálculos realizados por el investigador.

Aguas Residuales

El agua *Residual* es un recurso del agua no tradicional- el agua no tradicional es conocida como el agua que necesita de una gran procesamiento antes de su uso como es el caso del agua del Mar- este tipo de agua se ha convertido en un elemento esencial en la estrategia del agua en Jordania, debido al aumento de su uso a lo largo de los últimos años especialmente en lo que respecta a la tierra cultivada, es decir, los actividades agrícolas en las que se puede consumir sólo en el caso de ser hervida o cocinada. El porcentaje de aguas *residuales* alcanza el 5% del total de agua abastecida en Jordania según se señala en el cuadro número (8), aumentando la cantidad utilizada de 44 mm^3 en el año 1990 a 54,5 mm^3 en el año 1994. Este tipo de

agua se utiliza en la tierra cultivada. La estación Jurba Al- Samrah es considerada la fuente principal de este tipo de agua, que se acumula en el dique del Rey Tala, y se reparte después de ser mezclada con el agua superficial del acuífero de Al- Azarka a la zonas del- Al Gor (Banayan y Salamah, 1996)

2.3. LA DEMANDA Y CONSUMOS DE AGUA

Es frecuente la confusión entre los términos consumo y demanda, sobre todo en los estudios del agua. Mientras que el primero hace referencia al uso del agua, el segundo alude a los deseos de los consumidores a los distintos precios, teniendo en cuenta otros factores como la renta, gustos del consumidor, precios de otros bienes, etc. Con los datos disponibles sobre el agua, no se puede hablar de demanda sino de consumo.

2.3.1 El consumo del agua

Según los datos disponibles el consumo de agua en las poblaciones en la década de los noventa fue de $6091 \text{ mm}^3/\text{año}$ lo que permitió una dotación bruta por habitante y día de $193 \text{ m}^3/\text{año}$. En comparación con los datos disponibles de otros países, aunque no siempre incluyen exactamente los mismos conceptos, observamos que Jordania tiene una dotación bruta por habitante inferior a los países de su entorno como Israel que consume un $450 \text{ m}^3/\text{año}$. A nivel mundial tiene una dotación bruta por habitante inferior con respecto a los países europeos como es el caso de España con $947 \text{ m}^3/\text{año}$, Alemania con $751 \text{ m}^3/\text{año}$, Gran Bretaña e Italia, e incluso inferior al consumo de Estados Unidos.

Hay que destacar que en la década de los noventa hubo una disminución de la parte que corresponde al individuo de 245 m^3 en el año 1990 a 159 m^3 en el año 2001 (véase en cuadro 2.14), es decir una diferencia de un 86 m^3 , (lo que supone una disminución de 8.6 m^3 por año). Esta es la amenaza del agua. En resumen el crecimiento sobre la demanda del agua no va acompañado por un crecimiento en la oferta del agua. Si nos basamos en el hecho de la disminución de la parte de agua que corresponde a cada individuo veremos que durante los próximos diez años esa cantidad disminuirá aún más hasta alcanzar los 100 m^3 .

2.3.1.1 El consumo sectorial de agua

El agua constituye una materia prima de cualquier producción agropecuaria o industrial. Los principales usos son: abastecimiento de agua potable, sostenimiento de la fauna acuática, utilización para riegos agrícolas y explotaciones ganaderas, industriales, generación de energía hidroeléctrica, actividades de recreo y deportivas, y evacuación de residuos domésticos e industriales (González, 2001).

CUADRO 2.14: Consumo de los sectores económicos (mm^3) y consumo por habitante.

AÑOS	Agrario	%	Urbano	%	Industrial	%	TOTAL	Poblaciones	m^3/hab
1970	450	81,8	85	15,5	15	2,7	550	2,1	262
1980	567	80,9	119	17,0	15	2,1	701	2,2	319
1985	579	79,4	126	17,3	24	3,3	729	2,75	265
1990	663	75,6	177	20,2	37	4,2	877	3,58	245
1993	742	74,9	215	21,7	34	3,4	991	4,07	243
1995	652	72,8	220	24,6	24	2,7	896	4,37	205
1997	629	71,2	213	24,1	41	4,7	883	4,68	189
1999	552	70,0	189	24,0	47	6,0	788	4,99	158
2000	579	70,8	182	22,2	57	7,0	818	5,14	159
2001	588	70,0	191	23,0	59	7,0	838	5,280	159
TOTAL	6.001		1.717		353		8.071		

Fuente: Ministerio de agua y riego.

En el mismo cuadro podemos observar el progresivo incremento de la demanda de recursos hídricos a lo largo de los últimos treinta años. Sin embargo, proporcionalmente, el porcentaje correspondiente a la demanda de la agricultura se mantiene casi constante, a pesar de que corresponde siempre al porcentaje más elevado, mientras que la demanda para uso doméstico prácticamente se mantiene constante hasta 1980 y posteriormente va aumentando de un modo rápido y la demanda industrial se

mantiene una demanda entre 15 mm^3 y 59 mm^3 . Ello implica que el crecimiento de la demanda no se relaciona solamente, como hemos visto anteriormente, con el aumento de la población (crecimiento demográfico en el país de un 3%), sino que se corresponde, sobre todo, con el tipo de desarrollo y la estructura social que lo hace posible. Por lo que refiere a la relación entre el incremento de la demanda y el crecimiento de la población, hemos comprobado que la demanda de agua crece más rápidamente que la población.

Hay que hacer notar que la demanda total casi permanece constante en lo que se refiere a los valores absolutos de los diferentes usos, aunque porcentualmente aumenta más la demanda de la población. (*Weshah, 2002*).

2.4 Balance oferta - demanda

En teoría la cantidad ofertada y la demandada deben igualarse en los distintos puntos de equilibrio. Pero la realidad no es así en lo que se refiere al agua de consumo en Jordania, ya que las cantidades que se producen o que se abastecen no igualan las cantidades que se consumen, debido a las pérdidas de buena parte de agua en las redes generales, las cuales alcanzan un porcentaje entre el 30 y el 40% (*Al Nacer y Ghezawi 1995*), lo que nos conduce a restar la media de este porcentaje de la cantidad de agua producida para dar una visión más real al consumo efectivo de los individuos en Jordania.

Se observa mediante el cuadro (2.15) que el agua de consumo humano tenía un porcentaje inestable. Su porcentaje general alcanzó 193 mm^3 durante la década de los años noventa.

CUADRO 2.15: Consumo efectivo de agua en Jordania durante el período 1990-2001.

AÑOS	Consumo efectivo (miles m ³)	Número de habitantes	Consumo efectivo (litros por habitante y día)	Número de usuarios (miles)
1990	115.180	3.468	91	460
1993	139.815	3.993	96	531
1995	140.840	4.291	90	581
1997	138.580	4.600	83	611
1999	122.915	4.900	69	672
2000	118.560	5.039	65	683
2001	124.020	5.300	64	695
MEDIA	128.559	4.513	80	605

Fuente: Ministerio de agua y riego.

Los datos disponibles sobre el consumo efectivo de agua según el cuadro 2.15 demuestra que hay una inestabilidad en el incremento del consumo total durante los años correspondientes a este estudio, ya que en 1990 alcanzó 115180 miles de millones de m³, en 1995 este consumo aumentó alcanzando (140840) miles de millones de m³, posteriormente disminuyó a 124020 mil m³ en el año 2001. Aunque el número de participaciones anuales aumentó de 460 mil a 695 mil en el año 2001, lo que significa que el aumento en el consumo total era consecuencia del aumento en el número de participaciones.

Además, en el cuadro 2.16 podemos constatar una disminución notable en la parte de consumo que corresponde a cada individuo, que disminuyó de 91 litros/ día a 64 litros/ día, lo que significa que la parte de consumo correspondiente a cada individuo disminuyó con el tiempo unos 4 litros anuales, y esto supone una amenaza sobre el consumo del agua para los habitantes.

Para estudiar el consumo de agua de un individuo en Jordania, se debe comparar con el consumo del individuo a nivel mundial, ya que la cantidad de consumo en los países del Golfo se sitúa entre los 280- 350 litros/ individuo/ día, en Israel 280- 300 litros/ individuo/ día, en Siria e Irak la cantidad que se consumió alcanza los 130 litros/ individuo/ día. Por último, en Europa 250-350 litros/ individuo/ día (*Salameh Y Banayan, 1996*).

Para diagnosticar el problema de forma más clara es necesario retornar a los medidores que se utilizan a nivel mundial en donde se reflejan las necesidades esenciales del individuo. *La Organización Mundial de la Salud (O.M.S)* fija la cantidad de 200 litros / individuo/ día, por otra parte el informe del Banco Mundial señala que la cantidad necesaria para la salud está entre los 100- 200 litros / individuo/ día (*World Bank, 1992*), con lo que el consumo del individuo en Jordania no alcanzó el consumo mínimo fijado por este organismo.

Esto refleja el gran déficit que existe entre las necesidades esenciales del agua, y el consumo efectivo en Jordania como se ha ilustrado en los cuadros 2.16 y 2.17, en los cuales observamos que este déficit se ha incrementado y que está alrededor de 138 mm^3 en el año 1990 y 263 mm^3 en el año 2001 según los medidores de la *Organización Mundial de la Salud*. Si nos regimos por la cantidad mínima fijada por el Banco Mundial que es de 100 litros / individuo/ día, observamos que esta falta se incrementó también de 11 mm^3 a 69 mm^3 , lo que significa que el individuo en Jordania no obtiene ni tan siquiera la media mínima de agua.

CUADRO 2.16: Necesidades de agua y déficit, calculada bajo el supuesto de 100 litros por individuo por día (1990-2001).

AÑOS	Consumo efectivo (miles m ³)	Número de habitantes	Necesidad de agua (100 litros por habitante y día)	Déficit (miles m ³)
1990	115.180	3.468	126.582	-11.402
1993	139.815	3.993	145.745	-5.930
1995	140.840	4.291	156.622	-15.782
1997	138.580	4.600	167.900	-29.320
1999	122.915	4.900	178.850	-55.935
2000	118.560	5.039	183.924	-65.364
2001	124.020	5.300	193.450	-69.430

Fuente: Ministerio de agua y riego.

CUADRO 2.17: Necesidades de agua y déficit, calculada bajo el supuesto de 200 litros por individuo por día (1990-2001).

AÑOS	Consumo efectivo (miles m ³)	Número de habitantes	Necesidad de agua (200 litros por habitante y día)	Déficit (miles m ³)
1990	115.180	3.468	253.164	-137.984
1993	139.815	3.993	291.490	-151.675
1995	140.840	4.291	313.244	-172.404
1997	138.580	4.600	335.800	-147.220
1999	122.915	4.900	357.700	-234.785
2000	118.560	5.039	367.848	-249.288
2001	124.020	5.300	386.900	-262.880

Fuente: Ministerio de agua y riego.

2.5 Análisis sobre la eficiencia del uso de agua en Jordania

La idea central de la eficiencia económica es que debe haber un equilibrio entre el valor de lo que se produce y el valor de lo que se consume para generar la producción.

Como señalamos anteriormente, existen dos formas principales para incrementar la oferta del recurso de agua, una de ellas es realizar las obras hidráulicas, la otra es aumentar el nivel del aprovechamiento de agua existente, en otra palabra, elevar la eficiencia del uso. Respecto a este último concepto se puede definir como: acrecentar el rendimiento o valor de producción en base a una cantidad consumida dada, o mantener el nivel de rendimiento o valor de producción mientras que se disminuye la cantidad consumida del agua.

En este apartado, se comparará la eficiencia del uso de agua sectorial y total de Jordania con los principales países de la OCDE, de reciente industrialización y los países vecinos de Jordania. El motivo de este estudio es reflejar la eficiencia de uso, descubrir el problema de la eficiencia y plantear los métodos correctivos para mejorar la eficiencia del uso actual.

2.5.1 Utilización total del agua.

El método que utilizado para analizar la eficiencia del uso de agua consiste en comprar los índices de eficiencia entre los países del estudio. Con respecto a este último, estamos de acuerdo con Jiang zhen-nan y sus colegas en 1997 que define el índice de eficiencia como el cociente entre el PIB y el consumo total del agua de un país. La fórmula que usamos se presenta como adelante:

$$E_i = \text{PIB}_i / \text{QT}_i$$

Donde:

E_i = La eficiencia del uso del total de agua en país *i*.

PIB_i = El producto Interno Bruto.

QT_i = el consumo total de agua en el país *i*.

En virtud del concepto anterior, el índice eficiente del sector agrario será como siguiente:

$$E_{Ai} = \text{PIBA}_i / \text{QA}_i$$

Donde:

E_{Ai} = La eficiencia del uso de agua en el sector agrario de país *i*.

PIBA_i = La contribución del sector agrario en el PIB de país *i*.

QA_i = Consumo total de agua del sector agrario en país *i*.

Y el índice eficiente del uso de agua en el sector industrial será como siguiente:

$$E_{Ii} = \text{PIBI}_i / \text{QI}_i$$

Donde:

E_{Ii} = La eficiencia del uso de agua en el sector industrial de país *i*.

PIBI_i = La contribución del sector industrial en el PIB de país *i*.

QI_i = Consumo total de agua del sector industrial en país *i*.

Los resultados calculados según la fórmula anterior se exponen en el cuadro número 2.18, dentro de los 23 países estudiados, Suiza es el país donde se obtiene la mayor eficiencia del uso de agua, el valor de producción por cada tonelada de agua consumida es de 208.25 dólares/m³, el segundo lugar lo ocupa por Dinamarca que alcanza unos 104.206 dólares/m³, en cambio, los países de menor eficiencia del uso de agua son la India y China cuyo valor productivo por cada metro cúbico de agua consumida es de 0.3397 y 0.943 dólares respectivamente. En cuanto a Jordania, su eficiencia de uso puede clasificarse como país de baja eficiencia, ya que dentro de los países estudiados está en vigésimo lugar.

Cuadro 2.18: La eficiencia sobre el uso total de agua.

País	Uso total de agua (millones ton.) (1)	PIB en millones de dólares americana (2)	La eficiencia del uso de agua (\$/Ton.) (2)/(1)	La orden sobre la eficiencia de uso.
Suiza	1159.2	241.406	208.252	1
Dinamarca	1185.6	123.546	104.206	2
Austria	2180.4	185.235	84.995	3
Suecia	3062.4	220.834	72.111	4
Gran Bretaña	14623.4	903.126	61.759	5
Noruega	2111.3	112.906	53.477	6
Irlanda	822.5	43.294	52.637	7
Israel	2091	69.762	33.363	8
Alemania	55372.2	1789.261	32.313	9
Finlandia	3020.0	93.869	31.082	10
Francia	44657.2	1319.833	29.556	11
Bélgica	9170.0	218.836	23.864	12
Nueva Zelanda	1989.0	41.304	20.776	13
Australia	22855.0	294.760	12.897	14
Estados Unidos	477087.2	5920.199	12.490	15
España	46450.8	574.844	12.375	16
Canadá	46251.2	493.602	10.672	17
Grecia	7426.3	67.278	9.509	18
Portugal	10535.0	79.547	7.551	19
Turquía	25330.5	99.696	3.936	20
Jordania	883	5130.2	2.767	21
China	536936.4	506.462	0.943	22
India	540763.2	214.598	0.397	23

Fuente: Jainge Zhen- nan.1997

Según el cuadro 2.18 podemos deducir que , generalmente, cuanto más desarrollados están el sector secundario y terciario (es decir, sector industrial y servicios) de un país, el valor productivo por cada tonelada de agua consumida será mayor, en cambio, si un país dedica la mayor parte de su agua al sector primario (como por ejemplo, el caso de China y India , el sector agrario consume unos 87y 93% de recurso de agua nacional respectivamente), la eficiencia de uso será relativamente más baja, y tal situación es aún más pronunciada cuando el valor económico del cultivo es bajo. En otras palabras, bajo el método que empleamos, la eficiencia de uso en el sector agrícola va depender de forma importante del tipo de cultivo que se planta, es decir, cuando el cultivo es de alto valor económico, la eficiencia subirá.

En resumen, aunque a primera vista parece que la eficiencia del uso de agua (según la definición) tiene que ver con la industrialización de un país, en nuestra opinión, la relación entre ambos conceptos no es absoluta sino relativa y creemos que el factor cultural y costumbre de uso también tiene un peso determinante en la eficiencia de uso. Por ejemplo, en el caso de Estados Unidos y Canadá, que son líderes de los países industrializados, pero cuya eficiencia del uso global sólo ocupa el decimonoveno y vigésimo tercero lugar respectivamente, en cambio, el caso de Irlanda cuyo PIB y renta per cápita no llega al medio de la Unión Europea, sin embargo, su valor productivo por cada tonelada del agua consumida supera la mayoría de los países de UE.(ver libro “ The price or water: Trends in OECD countries”

2.5.1.1 Sector Agrario

Según los datos que se ofrecen en el cuadro 2.19, dentro de los veinte países estudiados, Finlandia es el país donde se alcanza la mayor eficiencia del uso y el valor productivo agrario por cada tonelada del agua consumida es de 51.804 dólares/tonelada, mientras que Irlanda ocupa el segundo lugar entre los países estudiados y el valor productivo alcanza unos 42.11 dólares / tonelada. En cambio, los países de menor eficiencia del uso son India, China, cuyos de valores productivos no llegan a 0.3

dólares / tonelada. En la misma situación se encuentra Jordania con 0.23 dólares / tonelada.

Entre los países industrializados, los usos de aguas agrarias están por debajo de 50% del uso total, es decir, la suma del uso público y industrial supera al uso agrario, con respecto a los países de reciente industrialización (NIC) en el resto de países como Jordania México y Taiwán, el porcentaje del uso agrario sobrepasa el 70%. Además, en cuanto a la contribución del sector agrario al PIB, en los países NIC suelen ser relativamente mayores que en la mayoría de los países industrializados.

Respecto a la baja eficiencia del uso en Jordania, las causas principales pueden resumirse en las siguientes: los problemas de fugas de las conducciones antiguas; la tarifa del agua que se determina el órgano competente, está fija y muy subvencionada, es decir, tal tarifa no es capaz de reflejar la situación real de la demanda y de oferta de agua.

Bajo tales circunstancias, no es sorprendente que el sector agrario en Jordania, cuya eficiencia de uso y la productividad de agua es bajo, no salga de esta situación por la falta de incentivos para su mejora.

Cuadro 2.19: La eficiencia de uso de agua en el sector agrario.

Países	El porcentaje sobre el uso total %	La cantidad utilizada del sector en millones de S	El porcentaje sobre el PIB total %	La contribución del sector agrario al PIB en millones de S	La eficiencia sobre el sector agrario S/ton.	La orden sobre la eficiencia
Finlandia	3	90.6	5	4.693	51.804	1
Irlanda	10	82.3	8	3.464	42.110	2
Inglaterra	3	438.7	2	18.063	41.173	3
Austria	8	174.4	2	3.705	21.239	4
Suecia	9	275.6	2	4.417	16.052	5
Dinamarca	43	509.8	4	4.942	9.694	6
Francia	15	6698.6	3	39.596	5.911	7
Holanda	34	5137.0	4	12.812	2.494	8
Alemania	20	11074.4	1	17.893	1.161	9
Australia	33	7542.2	3	8.843	1.172	10
Jordania	71.2	629	3	142	0.228	11
China	87	467134.7	19	96.154	0.206	12
India	93	502909.8	31	66.525	0.132	13

Fuente: Jainge Zhen- nan.1997

2.5.1.2 Sector Industrial

Según los datos disponibles en el cuadro 2.20, entre los trece países, Australia se sitúa en el primer lugar en cuanto al valor productivo por cada tonelada del agua consumida en el sector industrial alcanzado los 193.45 dólares / tonelada; el segundo lugar lo ocupa Dinamarca cuyo valor productivo Industrial es de 104.025 dólares /

tonelada. En cambio, países como China y India son los países de menor eficiencia en el uso de agua y valor productivo industrial por cada tonelada del agua consumida. Con respecto a Jordania, se ubica en el séptimo lugar de los trece países estudiados; con una eficiencia de uso de agua en el sector industrial de unos 18.904 dólares / tonelada.

Cuadro 2.20: la eficiencia de uso de agua en el sector Industrial.

Países	El porcentaje sobre el uso total %	La cantidad utilizada del sector en millones de S	El porcentaje sobre el PIB total %	La contribución del sector indust. al PIB en millones de S	La eficiencia sobre el sector industrial S/ ton.	La orden sobre la eficiencia
Australia	2	475.1	30	88.428	193.454	1
Dinamarca	27	320.1	27	33.357	104.025	2
Suecia	55	1684.3	36	70.667	41.956	3
Austria	73	1591.7	32	66.685	41.895	4
Noruega	72	1520.1	35	39.517	25.996	5
Italia	27	15543.6	32	391.348	25.177	6
Jordania	4.7	41	15	775	18.904	7
Alemania	70	38760.5	39	697.812	18.003	8
Francia	69	30813.5	29	382.766	12.422	9
Holanda	61	9216.4	29	92.884	10.078	10
Irlanda	74	608.7	10	4.329	7.113	11
China	7	37585.5	34	172.066	4.578	12
India	4	21630.5	27	57.941	2.679	13

Fuente: Jainge Zhen- nan.1997

Finalmente, además del análisis que hemos llevado a cabo anteriormente, hay dos puntos importantes que consideramos necesario enfatizar aquí:

La primero, es que la eficiencia en el uso de agua el sector industrial, no sólo depende de las técnicas de ahorro, sino también, de forma determinante, de la estructura industrial de un país, es decir, si ésta última se compone de industrias de alta densidad del consumo y de bajo valor productivo, la eficiencia será baja y en caso contrario la eficiencia será alta. En este sentido, en los países de baja eficiencia de uso, mientras hay que dedicarse a ahorrar, reutilizar y reciclar el agua, además, hay que transformar, por lo menos a largo plazo y en el caso de que fuera posible, la estructura industrial y fomentar aquellas industrias de baja intensidad del consumo de agua, de alto valor productivo y de menor impacto medioambiental.

La segunda, es que el uso eficiente se concreta, en algunos casos, como una reducción permanente de la demanda. Para los responsables de abastecimiento esto debería requerir una actualización automática de los niveles de garantía de suministro de su sistema haciéndolos más exigentes, ya que al incrementar la eficiencia de los consumos se reduce la capacidad de los consumidores para flexibilizar coyunturalmente su uso del agua.

2.6 La tarifa de agua en el sector doméstico:

Jordania aplica una tarifa de tipo ascendente, ya que el Ministerio de Agua y Riego emite una factura cada tres meses. Existen tres tipos de tarifación, con precios diferenciales:

La zona de la capital: el primer tipo comienza desde 0 hasta 100 m^3 con un precio de 100 Céntimos, el segundo tipo se determina desde los 101 m^3 y más con un precio de 600 céntimos.

Zona de Al- Aguar: esta formada por cinco tipos. El primero empieza de 0-100 m^3 con un precio de 65 céntimos, y el segundo tipo se determina desde los 101 m^3 y más con un precio de 600 céntimos.

Otros zonas : está también formada por cinco tipos. El primero empieza de 0-40 m^3 con un precio de 65 Céntimos, y el segundo tipo se determina desde los 101 m^3 y más con un precio de 600 céntimos.

La política de tarifas se estructura en torno a los objetivos sociales que pretenden realizar un reparto del ingreso entre los grupos sociales a través del subsidio, es decir, que los propietarios de unos altos ingresos carguen con el gran intercambio. Esto se puede observar a través del estudio de tarificación aplicada en el año 1994 en la zona de la capital. Según estudios anteriores, el primer tipo que forma el 65% del total de los usuarios pagan 0,11 dinares cada por m^3 y que con un consumo que alcanza el 27% solo suponen el 11% de los ingresos totales de la capital: mientras que los que forman el segundo tipo, en donde el número de usuarios alcanza un porcentaje del 6,5%, con una media de 0,500 dinares por cada m^3 y un consumo de 36,3% generan un ingreso del 59,8%. Esto nos da un indicador claro del subsidio y nuevo reparto del ingreso entre los grupos sociales.

Esta tarificación utilizada en el país ha producido un alto déficit financiero, ya que como vemos en el cuadro número (21) la media de ingreso para el m^3 alcanza 0,279, mientras que la media de coste total alcanzó unos 0,611 dinares. Esto significa que la tarificación hace perder a la balanza del Estado unos 0,331 dinares para cada m^3 de agua de consumo, industria y agricultura.

Cabe mencionar que la tarificación del agua de riego puede ser que tenga una política distinta a la política de tarifa del agua de consumo. Jordania empezó a poner una tarifa sobre el agua de riego en el año 1961 que era un céntimo para el m^3 , (una cifra fija se llegue la cantidad que se llegue). En 1974 el Estado incremento el precio a 3 céntimos y a 6 céntimos en el año 1989, hasta que empezó a aplicar un porcentaje ascendente de 6 a 35 céntimos según la cantidad de consumo. Sin embargo las autoridades del valle de Jordania comenzaron a seguir una política de precios según la productividad del m^3 de agua de riego. Todos los estudios indican un déficit de 0,20% dólar en cada m^3 (*World Bank, 1992*).

CUADRO 2. 21: Media de subsidio financiero para el coste total de m^3 de agua abastecido entre 1986-1994 (*dinares*).

AÑOS	Media de ingreso	Media del coste total	Media del apoyo financiero del coste total
1986	0,262	0,375	0,113
1987	0,242	0,311	0,069
1988	0,243	0,357	0,114
1989	0,246	0,409	0,163
1990	0,211	0,440	0,229
1991	0,226	0,537	0,311
1992	0,237	0,576	0,338
1993	0,263	0,537	0,275
1994	0,279	0,661	0,331

Fuente: Ministerio de agua y riego, Presupuesto anual del Ministerio del agua (1984-1994).

2.7 Los problemas en torno al agua

2.7.1 El desequilibrio espacial

Como señalamos anteriormente, los problemas que sufrió el país como la desigual distribución espacial de los recursos, ligada a la irregularidad de las precipitaciones y a la propia distribución espacial de la población y las actividades económicas, plantea grandes y, en ocasiones, graves desequilibrios espaciales desde la óptica de la disponibilidad de recursos hídricos. Ello plantea el problema de la falta de garantía en los suministros de agua para los diversos usos prioritarios, de modo que amplias zonas de Jordania comienzan a demandar más agua de la que proporcionan sus recursos naturales, tal situación se agravará si no se ponen en marcha algunas actuaciones para evitarlo (*Ministerio de Agua y Riego, 2002*).

2.7.2 Sobreexplotación

Otro problema grave que afronta el gobierno del país para la utilización de los recursos naturales es la sobreexplotación de los acuíferos, bien sea por proporcionar el deterioro ambiental de importantes espacios naturales, bien por contribuir al deterioro de la calidad de las propias aguas alumbradas, como ocurre en la zona norte del país sobre todo en la agricultura.

Como señalamos anteriormente, casi todos los acuíferos en el país han sido explotados de forma abusiva. Como resultado de la sobreexplotación, las reservas de aguas subterráneas de los acuíferos están sufriendo una fuerte intrusión de agua salada, que entra en el acuífero debido a la reducción del volumen de agua dulce. La actual situación de sobreexplotación de los recursos hídricos subterráneos es ya preocupante y, si no se pone freno a tales excesos, de cara al futuro la problemática puede llegar a ser prácticamente irreversible en todo el país (*Ministerio de agua y riego, 1995*).

2.7.3 La contaminación

Normalmente, la contaminación empieza ya en las propias aguas de lluvia, por la contaminación atmosférica, y continúa en las aguas superficiales y en las subterráneas por el aumento de la proporción de recursos utilizados sobre el total de los recursos naturales y la acción contaminante de las actividades agrícolas, de los desechos de las ciudades y de las actividades industriales. No puede considerarse esta contaminación como un fenómeno aislado, ya que en numerosos tramos de la red fluvial la calidad del agua que discurre por ellos es inaceptable para cualquier uso durante todo el año y no puede albergar vida acuícola. La situación de nuestras aguas es más grave, dado que estamos aún lejos de alcanzar los niveles deseables de depuración de los vertidos y dada la irregularidad y parquedad de los caudales circulantes.

A medida que ha ido aumentando el uso del agua, las escorrentías de los regadíos y los retornos industriales y urbanos se han incrementado. Los vertidos

domésticos e industriales constituyen la causa principal de contaminación y degradación de las aguas, pero es una contaminación puntual y, por tanto, sus efectos pueden ser contrarrestados con los oportunos tratamientos. (González, 2002)

La contaminación de las aguas subterráneas también va aumentando, debido sobre todo al empleo masivo de productos químicos (fertilizantes, plaguicidas, etc.) en la agricultura intensiva, con el agravante de que, cuando se deteriora esta agua, es más difícil eliminar la contaminación. Los abonos químicos son arrastrados por la lluvia hasta los acuíferos, de modo que “en las últimas décadas se han incrementado los aportes difusos de nitrógeno procedentes de fertilizantes a los acuíferos conectados con los perímetros regados”. (Mateu y 1984) . La región del norte del país es la más afectada debido a la agricultura intensiva y a la excesiva extracción de agua.

La eutrofización de los embalses, originada por la acción de los nutrientes que llevan las aguas residuales de origen urbano, industrial y agrícola, es un problema que se ha acelerado en las últimas décadas y está adquiriendo una importancia creciente, sobre todo cuando dichos embalses se emplean para el abastecimiento de agua a las poblaciones como el caso del embalse del Rey Talal en el norte de la capital Amman. (Ministerio de agua y riego, 1997)

Finalmente, hay otros problemas planteados como son: la poca eficacia en la gestión técnica y administrativa del agua, la consideración del recurso como un bien poco valorado, la necesidad de infraestructura y equipamiento para abastecimientos masivos temporales, las interferencias de usos a subsanar

con una planificación hidrológica integral, la competencia de los usos del suelo en relación con la regulación fluvial que implican las demandas – cuyos costes económicos y sociales pueden ser muy importantes – las situaciones graves de tipo ecológico por descenso del caudal debido a los consumos existentes, etc. (González, 2002)

2.8 Los proyectos futuros del agua

Dados los incrementos de la demanda y del consumo y teniendo en cuenta que la cantidad de agua en la Tierra es limitada y, sobre todo, está mal repartida en el tiempo y en el espacio, el hombre está condenado a almacenar, bombear, reciclar o desalinizar cantidades cada vez mayores de agua .

2.8.1 Proyecto de tubos de la paz

Turquía en 1987 propuso a Estados Unidos realizar un proyecto denominado tubos, que consistía en construir dos tubos en dos ríos al sur de Turquía: el primero (occidental) llega hasta Siria, Jordania, Israel y la parte occidental de Arabia Saudita, su largo alcanzaba 2650 Km. y abastecía 3,5 billones de m^3 de agua diaria. El segundo (oriental) pasa por Siria, Kuwait, Emiratos árabes, Bahrein, Qatar y Omán, abasteciendo 2,5 billones de m^3 de agua diaria. Lo que significa que Turquía puede proporcionar a estos países 6 billones de m^3 anuales (Turan, 1993).

Según los estudios realizados por la empresa *Brown & Root*, los costes del tubo occidental que se suponía que tenía que pasar por Jordania, eran de unos 8,5 millones de Dinares según los precios de 1986, y su duración estaría comprendida entre 8-10 años (su utilización podría llevarse a cabo durante 50 años). Este proyecto ofrecía agua por un coste de 84 céntimos para cada metro cúbico, y Jordania conseguiría una cantidad de 182,5 millones m^3 anuales (Al Naser y Ghezawi 1995).

2.8.2 Bombear el agua de la cuenca de Al- Disy:

La cuenca de Al- Disy es una cuenca que contiene agua subterránea de alta calidad aunque no es renovable, al mismo tiempo es una cuenca compartida entre Jordania y Arabia Saudita.

El proyecto de traslado del agua de la cuenca de Al- Disy tiene como objetivo extraer entre 80-100 millones m^3 de agua anuales durante 100 años. Esto por su parte ayudaría a cubrir una gran parte de las necesidades del agua en el Reino. El coste del proyecto se calcula en unos 500 millones de dinares, y el coste del metro cuadrado que será abastecido a la red general de agua de Amman, es de unos 70 céntimos.

2.8.3 Desalación artificial de agua del Mar Rojo

Desalación del agua del Mar Rojo en el golfo de Aqaba es considerada como uno de los proyectos que tiene como objetivo incrementar la oferta del agua en Jordania. El coste de la producción se calculó a nivel mundial en unos 1-2 dinares para cada metro cúbico, es decir, unos 70-140 céntimos, pero después de añadir el coste de bombear el agua a la red general "centro de abastecimiento" en Amman el coste aumentó alcanzando los 140- 210 céntimos por metro cúbico. Todos los estudios indicaron que el coste de este proyecto era muy elevado, y por eso era imposible de realizar (*JICA, 1995*).

2.8.4 Construcción del embalse del- Wahda

Este proyecto tiene como objetivo la construcción de un embalse sobre el Río Al- Yarmuk, además de la construcción de una línea de abastecimiento de agua de la zona de Amman hasta Zarka. Se propuso que este proyecto fuera un proyecto árabe en común entre Siria y Jordania, al mismo tiempo que fue considerado como uno de los proyectos más importantes que podía ayudar a lograr la seguridad de abastecimiento de agua para los dos países, pero las circunstancias políticas impidieron el cumplimiento de este proyecto. El coste calculado de hacer llegar el metro cúbico a la red general de la zona de Amman- zarka fue de unos 77 céntimos (*Al Naser, Ellias, 1993*).

2.9 Las dimensiones que afectan la protección de los recursos del agua

Con todo lo que significa la importancia del agua, y el papel que juega sobre el crecimiento económico y social, observamos que hay efectos principales, que afectan de forma directa a la protección y al crecimiento de los recursos del agua. Algunos están fuera del alcance de la mano del ser humano como la lejanía geográfica, la constitución geológica y la distribución de la lluvia. Otros en cambio sí están al alcance de la mano y necesitan de una planificación a corto o largo plazo según la necesidad; como la administración, el marco constitucional, la infraestructura organizativa de la institución y otras dimensiones como la legislación en lo que se refiere a la fijación de las leyes y requisitos para un buen desarrollo sostenible de los recursos del agua y protegerlos de la contaminación, además, de la distribución geográfica de la población y su lejanía de las fuentes de agua, su cultura, la naturaleza con que tratan al agua en sus diferentes usos, es decir, lo que se llama “la dimensión demográfica” (*Ministerio de agua y Riego, 1997*).

2.9.1 La dimensión institucional y administrativa del sector del agua

Hace cinco siglos la población jordana dependía de coleccionar el agua de la lluvia, las aguas de los ríos como Al- Yarmuk, y algunos flujos como Zarka, y fuentes distribuidos en los diferentes puntos del Reino. A través de esto observamos que la población jordana vive cerca de las fuentes del agua. Posteriormente cuando Jordania se constituyó como un estado independiente política y económicamente, se empezó a dar más importancia al agua como una necesidad esencial para el desarrollo económico y social, por eso, era necesario crear un Ministerio que garantizara esa fuente tan importante dándole a este órgano unas responsabilidades que son:

1. Desarrollar unas políticas completas de agua para todo el Reino, con el objetivo de conservar las fuentes del agua, trabajar para su desarrollo, aumentar su capacidad y mejorar su calidad, impedir su contaminación y por último fijar programas para cubrir las necesidades del futuro.

2. Realizar estudios e investigaciones teóricas y prácticas que tengan relación con las cuestiones del agua.
3. Controlar y dar las autorizaciones espaciales y generales, cavar los pozos y controlar la extracción segura.
4. Establecer condiciones, características y exigencias especiales para la conservación del agua y las cuencas protegiéndolas de la contaminación con el objetivo de elevar su nivel sanitario, social y económico.
5. Desarrollar un programa de conciencia social para disminuir el consumo con el fin de conservar el agua. (*Salameh, 1995*)

2.9.2 La dimensión legislativa del agua

La legislación del agua referida en los artículos 18, 24 y 25 de la ley de autoridades del agua número 18, y la ley de la autoridad del valle de Jordania número 19, indica que todas las fuentes del agua existentes dentro del Reino son propiedad del Estado, y no se permite utilizarlas, trasladarlas o realizar cualquier proyecto sin la autorización previa y según las leyes fijadas en Jordania.

Además las leyes numero 38, 18 y 19 que se aplican en Jordania en el actualidad fijan la necesidad de conservar las fuentes de agua limpias, la necesidad de tomar medidas adecuadas con el objetivo de proteger a estas fuentes de la contaminación, diseñar planes y programas para cubrir las necesidades de agua en Jordania en los diferentes usos.

En lo que respecta a las características y los medidores de agua, industrial, agua saliente de las fábricas y las centrales de filtración de agua en Jordania, se han fijado unos porcentajes biológicos y químicos que deben encontrarse en el agua según los medidores internacionales elaborados por la Organización Mundial de Salud. (*Haluseh, 2000*)

2.9.3 La dimensión geográfica

Jordania, como hemos dicho anteriormente, es una zona seca y semi seca. Tiene una superficie aproximada de 90 mil Km. cuadrados y se destaca por ser una país con varios climas, desde las cadenas de montañas que se extienden desde el norte hasta el suroeste, el desierto que se extiende en las zonas del este y sureste de Jordania, en el Oeste el valle de Jordania (desde la zona norte hasta el Mar Muerto, en la zona media es considerada una de las zonas más bajas del mundo alcanzando 409 metros por debajo de la superficie del mar).

Las precipitaciones son la fuente principal del agua superficial y subterránea. En el cuadro 2.22 podemos observar que las precipitaciones de lluvia en Jordania están entre (50-600) milímetros anuales con lo que el país recibe un 8520 mm^3 anuales aproximadamente.

CUADRO 2.22: Precipitaciones de lluvia en Jordania.

PRECIPITACIÓN (LLUVIA)	Superficie (Km ²)	Porcentaje de la superficie total	Porcentaje de precipitación (mm^3)	Naturaleza
MENOS DE 100 mm^3	64.353	71,5	3.414	Desértica
DE 100 A 200 mm^3	20.047	22,3	2.947	Seca
DE 200 A 300 mm^3	2.050	2,2	509	Seca
DE 300 A 500 mm^3	2.950	3,3	1.260	Semi-seca
MÁS DE 600 mm^3	600	0,7	390	Semi-seca
TOTAL	90.000	100	8.520	

Fuente: Ministerio de agua y riego

El clima de Jordania es un clima mediterráneo, afectado por el clima desértico. La temporada de lluvias empieza en octubre de cada año y termina a principios de mayo. Enero y febrero son los dos meses de invierno con más precipitaciones de lluvia. En las montañas que están a una altura de 800 metros sobre la superficie del mar observamos precipitaciones de nieve. El verano llega a principios de junio y julio. Estos son los meses con más calor alcanzándose, en promedio, los 28 grados que llegan hasta los 51 en el valle de Jordania. Lo que significa un elevado porcentaje de pérdida por evaporación de agua, alcanzando un promedio del 92,25% o sea unos 7860 millones m^3 del total de la precipitación de lluvia. De esto se deduce que lo que se beneficia de agua para abastecer al agua subterránea y superficial forma un porcentaje de (7,75%) o sea (660) mm^3 del total de la precipitación de lluvia. El siguiente cuadro ilustra lo explicado (Nouman, 1995).

CUADRO 2.23: Porcentaje de precipitación de lluvia y pérdida por evaporación, porcentaje general de abastecimiento de las cuencas superficiales y subterráneas.

DATOS	Cantidad (mm^3)	Porcentaje (%)
PRECIPITACIÓN DE LLUVIA	8.520	100,00
PÉRDIDA POR VAPORACIÓN	7.859	92,25
RECARGA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	660	7,75
ESCORRENTÍAS SUPERFICIALES (OCÉANOS, MARES, ETC.)	200	2,35
RECARGA SUBTERRÁNEA	460	5,40
RECARGA FUENTES SUPERFICIAL	187	2,20
RECARGA SUBTERRÁNEA DE LAS CUENCAS DE AGUA	273	3,20

Fuente: Ministerio de agua y riego.

2.9.4 Dimensión demográfica

Las necesidades de consumo de agua han ido creciendo con el tiempo a medida que ha aumentado el volumen de la población y, sobre todo, conforme ha ido aumentando el nivel de desarrollo.

Una de las causas más importantes que agudizan el agotamiento y sobreexplotación del agua, y la insuficiencia de agua en Jordania es la explosión de la población, que alcanzó alrededor de 5,9 millones de habitantes en el año 2003, en un porcentaje de crecimiento del (3.1%) anual (*Centro de Estadística, 2002*). El aumento del crecimiento demográfico es causa de las oleadas de inmigración a Jordania, debido a la ocupación israelí de los territorios árabes a partir de 1948 hasta 1994 cuando se firmó el acuerdo de paz. Unos 450 mil habitantes palestinos inmigraron a Jordania después de la guerra del 1948, y unos 400 después de la guerra de 1967. Al mismo tiempo que coincidió con el retorno de 300 mil jordanos del exterior debido a la guerra del golfo en el año 1990. Este crecimiento de la población se reflejó en el incremento de la necesidad de agua para los diferentes usos, además, de la concentración de grandes grupos de población cerca de las principales ciudades y su lejanía de las fuentes de agua provocando un problema en el traslado de dicha agua a tales grupos, y generado un incremento del uso de los pozos cercanos a estos grupos de población (*World Bank, 1994*).

2.10 CONCLUSIONES

Jordania es un país seco en términos de agua como consecuencia de las condiciones geoclimáticas.

Los recursos naturales de Jordania ofrecen 838 mm^3 , un 61% de los cuales son agua subterránea, un 38% son aguas superficiales y solo un 1%, aguas residuales.

Según el criterio establecido por OUN, Jordania es un país de escasez del agua media- alta. Por otro lado, en base a la información sobre la recarga natural y la explotación anual del acuífero, el país tiene el síntoma específico que expresa por el criterio de ONU para ser un país de escasez de agua severa.

La demanda de agua crece más rápidamente que la población. Por sectores un 70% del consumo total está dedicado al regadío, un 23% por la población en el uso directo y, tan sólo un 7 % es utilizado por la industria.

Jordania utiliza alrededor de un 30% más de agua de la que obtiene de sus recursos naturales. Se espera que la demanda de agua aumente espectacularmente en un futuro próximo. En este sentido la oferta y la demanda de agua, podrían provocar un agravamiento del déficit hídrico ya existente.

El déficit hídrico que afronta el país no sólo tiene su origen en la escasez de recursos, sino también en la ampliación de la demanda.

El consumo efectivo para los individuos a lo largo de la década de los 90(entre 64- 91 litros / día) es menor que las necesidades esenciales del individuo, según la O.M.S., entre 100-200litros /día, lo que significa un déficit entre $69.4 - 262.9 \text{ mm}^3$.

Los problemas principales del sector agua son la sobreexplotación y la contaminación.

La tarifa no es capaz de reflejar la situación real de la demanda y de oferta de agua, etc.

Tanto la eficiencia económica del uso de agua como la productividad en el sector agrario y en el sector industrial son bastante bajas en comparación con los estándares internacionales.

3. BASES TEÓRICAS Y CONCEPTUALES DE LA ECONOMÍA DEL AGUA

LA CUESTION DEL AGUA EN LA ECONOMIA

3.1.1. *Visión Histórica*

Los economistas estudiamos el problema de la escasez. Los recursos y bienes de que disponemos para cubrir las necesidades humanas son escasos; por ello, es preciso realizar elecciones. Tratamos de plantear cómo los recursos escasos se pueden asignar de la mejor forma posible para atender las necesidades. En este sentido, el agua es un bien económico escaso, y los economistas nos enfrentamos al estudio de este bien planteando soluciones y alternativas de uso y gestión del recurso para alcanzar la eficiencia en su utilización.

El célebre economista *Alfred Marshal* en el año 1879 señaló que *“el agua potable, la fuerza del agua y las vías acuáticas de un país tienen una influencia tan grande en su destino histórico que puede afirmarse con toda certeza que constituyen un elemento importante entre cuantos integran su riqueza nacional”*. A esta conclusión llegó después de plantear las dificultades y errores que podían cometerse al valorar la riqueza de una nación, si no se incluían determinados hechos que permitieran el disfrute humano y que difícilmente se pudiesen valorar en términos monetarios. Dichas dificultades siguen hoy en día presentes en la investigación económica sobre el agua.

En este sentido, hay dos importantes aspectos que han sido bastante olvidados: a) que el agua es un elemento integrante de la riqueza nacional (aunque ni siquiera aparezca en la Contabilidad Nacional) y b) que si bien el estimar correctamente la riqueza real de una nación es muy difícil, aunque poniendo cuidado se pueda encontrar una estimación monetaria de la misma, desgraciadamente no puede ser medida correctamente en dinero.

Apuntó *Marshal* en la Conferencia que impartió en Bristol, dos hechos. Uno de ellos relativo al abastecimiento de las reservas subterráneas de agua: “*Se ha dicho, y con razón, que el abastecimiento de agua de cada localidad, debe obtenerse, si es posible, dentro de la cuenca fluvial en que está enclavada cada una. Pero este principio no puede aplicarse siempre, ya que los depósitos subterráneos de agua en los suelos calizos y areniscos alteran las reservas de cada cuenca fluvial*”(*Marshal, 1879*).

Pero en aquel momento ya había distintas opiniones entre las naciones, en términos económicos y crematísticos que se mantienen hasta la revolución científica que tiene lugar en el siglo XVIII (*Naredo, 1987*).

A pesar de la temprana crítica de *Marshal*, sugiriendo muy tímidamente el ritmo, la conexión entre lo económico y el contexto biofísico, tal y como se hacia hasta el siglo XVIII, los economistas seguimos sin incluir de manera habitual los recursos naturales en la riqueza ni consideramos, por lo tanto, una pérdida de riqueza el agotamiento de los mismos. Naturalmente, esto constituye un grave error que no se subsana con estimaciones monetarias subjetivas, aunque es posible que dichas estimaciones puedan contribuir a facilitar la toma de conciencia sobre la magnitud del error y el problema.

Estamos de acuerdo con *Kapp y Zimmerman (1967)*, para quienes la palabra recurso se refiere fundamentalmente a una función, a una cosa o a una sustancia que puedan realizarse, tal como satisfacer una necesidad. En este sentido, podemos hablar de que el agua cumple una serie de funciones en relación a una serie de necesidades, tanto humanas (*Kapp y Zimmerman, 1967*), como no humanas, aunque esto solo es posible cuando esas necesidades son compatibles con el volumen y la calidad existentes de este recurso.

Desde el año 1938 la teoría económica de la gestión de los recursos naturales ha experimentado un importante desarrollo. Sobre todo a partir de la regla de *Hotelling*, quien defendió la conveniencia de igualar las tarifas a los costos marginales de los servicios y financiar el posible déficit resultante por medio de impuestos directos o tasas. Las ideas de *Hotelling* dieron paso a un intenso debate sobre los pros y los contras de este sistema de tarifación (*Hotelling*, 1938). Posteriormente *Bioteux* analizó estos sistemas cuando existía una condición de equilibrio presupuestario del monopolista (*Bioteux*, 1956).

Durante la década de los cincuenta y los sesenta la atención se centró en el desarrollo de nuevos sistemas de tarifación que permitieron mejorar la eficiencia en la asignación de los servicios al tener en cuenta nuevos aspectos de análisis. *Arrow* (1954) sostiene, por ejemplo, que dado que los servicios no solo se caracterizan por su naturaleza física sino también por el tiempo y el lugar de su abastecimiento, las tarifas deben variar para reflejar estas circunstancias.

Durante la década de los sesenta y con el comienzo de la crisis de la energía aumentó el interés en el tema de los recursos naturales, ya que se incrementaron las investigaciones y los congresos, y se creó el club de Roma que tenía como objetivo principal discutir sobre los temas globales. En aquella época los científicos dictaminaron que los principales factores que determinan el crecimiento son el incremento de la población, la producción agrícola, la contaminación, etc. Llegando a la conclusión de que en el caso de que aumentase la población y la producción de alimentos sin ningún cambio, esto provocaría una inestabilidad ambiental y económica.

Esta perspectiva pesimista ha sido criticada por muchos científicos como *Teinberg*, en cuanto a que la demanda sobre los recursos naturales se incrementa más que la cantidad disponible (oferta), no de forma accidental sino de manera gradual, concluyendo que debe haber una asignación óptima para este recurso y que los gobiernos deben desarrollar políticas para disminuir este problema, como las

políticas económicas, y racionar el consumo a través de introducir el coste social y el precio de equilibrio, y utilizar las técnicas avanzadas para gestionar el uso de los recursos naturales o seguir unas políticas financieras tales como la utilización de impuestos, estándares, etc., que constituyan un elemento esencial para la determinación de la escala de intervención óptima que genere una asignación eficiente.

Desde 1970 la teoría económica de los servicios públicos ha experimentado un importante desarrollo a partir del artículo de *Baumol y Bradford* sobre las desviaciones óptimas de los precios con respecto al coste marginal. En concreto, durante la década de los setenta se desarrollan importantes contribuciones al campo de los sistemas de tarificación de carga máxima (*Mohring, 1970*).

Durante la década de los ochenta y los noventa la atención ha pasado a centrarse en los sistemas de tarificación no lineales (*Goldman y Leland, 1984*) en los sistemas coste-axiomas y en las relaciones entre las diversas formas de competencia y los sistemas tarifarios (*Baumol, 1983*).

3.1.2. Problemática económica

El agua, ante todo, es un recurso natural, además de uno de los factores más importantes para asegurar la continuidad de un gran número de actividades económicas, proveedor de varios bienes y servicios, y receptor y regenerador (desechos industriales, agrícolas y domésticos).

En términos físicos, el agua es un recurso natural renovable gracias al ciclo hidrológico, un sistema natural de circulación del recurso.

En términos cuantitativos el volumen disponible del recurso en un determinado territorio para la satisfacción de las distintas necesidades, depende tanto de factores climáticos como de las infraestructuras construidas por el hombre para la regulación

del mismo. En esta ocasión basta pensar que los océanos cubren cerca de un 70% de la superficie de nuestro planeta, si bien, por ello, el 97% del total del agua disponible en el mundo es agua salada, el 2,5% está disponible en forma de hielo y aguas subterráneas. Podemos afirmar que de este total de agua dulce disponible se utiliza actualmente tan sólo un 25%, es decir, un 0,001% del gran total o unos 3.500 km^3 al año, lo que representa el total de agua teóricamente disponible, aunque muchas veces difícilmente accesible.

Debemos tener en cuenta que no todo el volumen de agua puede ser utilizado de forma directa para satisfacer las distintas necesidades; en general, es necesario llevar a cabo un proceso de regulación física del recurso mediante presas, tecnología adecuada y la energía necesaria etc., de forma que parte del volumen del recurso natural pueda convertirse en recurso disponible para la sociedad.

Sin embargo, la escasez de agua empieza a ser muy grave en diversos puntos del planeta a causa de su desigual distribución. Pero también y, sobre todo, debido a una mala gestión así como al impacto de la actividad humana, la cual aumenta constantemente su contaminación, reduce las precipitaciones aparece la aridez como consecuencia del efecto invernadero o el gradual calentamiento global.

Mientras tanto, la demanda del agua va en continuo aumento. Un 70% del consumo total se dedica al regadío en la agricultura (unos 3.000 km^3), un 25% es utilizado por la industria y tan solo un 5% está dedicado al uso directo y diario por la población. Es importante también destacar que la demanda de agua ha crecido un 25% a la largo de la década de los 90.

Desde el punto de vista económico el agua es mucho más que un factor de producción o que un recurso natural, sea o no objeto de transacciones mercantiles.

El agua es, fundamentalmente, un activo social cada vez más escaso, en cantidad y calidad, de carácter básico puesto que, como se señala con frecuencia, sin agua no hay vida.

En este contexto y desde un punto de vista normativo puede afirmarse que la problemática general de la gestión del agua (en cantidad y calidad) reside en encontrar soluciones a lo largo del tiempo (que incluye las decisiones sobre la explotación de la misma en el tiempo y las decisiones sobre la adecuación de la oferta y la demanda del recurso), así como la asignación del recurso entre los usos alternativos.

3.2 Valoración Económica del agua.

Situación eficiente

Cuando la oferta de los recursos naturales sea ilimitada y su utilización o explotación no supusiera coste externo alguno para la sociedad, no existirá ningún problema económico en su gestión. En este caso, los individuos utilizarían los recursos en la cantidad y forma que desearan sin que afectase a la capacidad del resto de los individuos, presentes y futuros, para hacer lo mismo.

Cuando el sistema de mercado es eficiente en la asignación de un recurso, los individuos toman sus decisiones sobre una buena base de información; los bienes son fácilmente identificables, sus características conocidas y existe un precio de mercado que, en términos generales, constituye una buena aproximación del valor que tiene para la sociedad.

Cuando un recurso tiene un precio de mercado que representa su valor económico para la sociedad, los individuos toman sus decisiones en el mercado, comparando su disposición a pagar por el mismo, con su precio y lo que adquirirán si la disposición a pagar es mayor que el precio.

Situación ineficiente

Cuando la oferta de los recursos naturales es limitada y su uso o explotación no supone coste externo alguno para la sociedad, en este caso es necesario gestionarlo. Sin embargo, los recursos naturales y, en concreto los recursos hídricos, constituyen, en la mayoría de los casos, bienes escasos en relación a usos alternativos.

Cuando el sistema de mercado no constituye un mecanismo de gestión eficiente del recurso natural, en estos casos los recursos naturales no tienen precio, o tienen un precio que no constituye un buen indicador del valor que el mismo tiene para la sociedad. Por eso, en estos casos, es necesaria la valoración económica para los recursos naturales.

Como señalamos anteriormente la valoración económica se lleva a cabo cuando el sistema de mercado no es eficiente en la asignación de los recursos naturales. En estos casos, el recurso natural no tiene precio y representa un valor económico. Es por ello que el organismo regulador del uso y explotación del mismo necesitará determinar cuál es su valor para la sociedad para poder tenerlo en cuenta en sus decisiones.

Antes de pasar a mostrar los principales componentes del valor que un recurso natural puede tener para la sociedad y los métodos alternativos para determinarlos, es necesario aclarar qué es lo que se hace realmente al “valorar económicamente” el valor de un bien, en función de la disposición que tienen para pagar por el mismo el conjunto de los individuos. A su vez, la disposición a pagar refleja las preferencias de los individuos por el bien en cuestión.

3.2.1. Estructura del valor económico

Antes de analizar el valor económico de un recurso natural conviene distinguir entre el valor de uso, que corresponde a la medida de bienestar que le reporta a la sociedad la utilización del recurso de una u otra forma y, el valor económico intrínseco del mismo, que recoge aquellas fuentes de valor que no implican una utilización propiamente dicha del recurso.



Definimos por tanto que:

$$\text{Valor económico total} = \text{Valor Económico} + \text{Valor intrínseco}$$

El valor económico de uso puede, a su vez, desdoblarse en el valor de uso directo y el valor de uso indirecto, cuya suma formaría el valor de uso actual:

$$\text{Valor de uso actual} = \text{Valor de uso directo} + \text{valor de uso indirecto}$$

El valor de opción es un elemento adicional del valor del uso de un determinado recurso, que surge como una reserva de uso para un momento en el futuro, al no poder contar con seguridad con la existencia futura del recurso considerado. La suma del valor de uso directo más el indirecto y de opción constituye el agregado de valor de uso total.

$$\text{Valor de uso total} = \text{Valor de uso actual} + \text{Valor de opción de uso}$$

El segundo componente del valor económico total, el valor intrínseco, también denominado valor de existencia, está ligado a valores más inmanentes de los recursos, con independencia, espacial o total de la proyección que sobre ellos tenga el ser humano. Este componente del valor dista mucho de tener una aceptación generalizada.

Por último, cabe mencionar el concepto de precio de opción que surge en condiciones de riesgo ante la disponibilidad futura de un recurso. Se define como la suma de esperanza del excedente del consumidor y del valor de opción.

$$\text{Precio de opción} = \text{esperanza del excedente del consumidor} + \text{valor de opción}$$

Una vez presentado, de forma general, los componentes del valor, se exponen a continuación los principales métodos de valoración de las funciones de los recursos naturales.

3.2.1.1 El valor uso actual del agua.

Según *Zilmerman* la palabra recurso es “una abstracción que refleja la valoración humana y que se relaciona con una función o operación”. Bajo tal interpretación, podemos hablar de que el recurso agua posee al menos cuatro funciones que son valoradas positivamente en nuestra sociedad, aunque tal función positiva sólo puede existir bajo cierta cantidad y calidad existente (*Aguilera y otros, 1998*).

(1) Un factor intermedio para producir bienes y servicios.

El agua es un factor importante, que forma parte de la función de producción de una inmensa cantidad y variedad de bienes económicos. Una característica que diferencia al recurso agua de otros recursos (o otros recursos naturales), es el hecho de que para convertir en inputs, el recurso tiene que ser recolectado o extraído.

(2) la capacidad de asimilación.

El recurso agua tiene función como el receptor de residuos y desechos de todas clases. Es decir, dentro de su capacidad de asimilación, el agua es capaz de absorber los residuos sin incurrir en ningún coste y transformarlos en sustancias inocuas o incluso, beneficiosas. Sin embargo, una vez que la cantidad de los residuos supere a la capacidad de asimilación, entonces se deteriorará la función económica del agua como sumidero de residuos. Con lo cual, podemos decir que la capacidad de asimilación del agua es un recurso finito, y siempre que nos mantengamos dentro de sus límites, el agua asimilará los residuos y los devolverá al sistema natural.

De hecho, sería conveniente pensar en la capacidad de asimilación de agua como un recurso renovable y puede ser tratado como el stock. Una vez que el flujo de contaminante es mayor que la tasa a la que el agua puede limpiarse a sí mismo, el stock del recurso se verá disminuido y incluso puede llegar a hacerse cero, si el flujo de contaminante se mantiene. Bajo tal circunstancia, el agua pierde su carácter de recurso en el sentido de *Zimmerman* señalando la función ambiental, puesto que ya no puede realizar las mismas funciones que antes. Además, degradará el flujo de servicios recreativos que genera, impedirá el crecimiento económico, y los beneficios del mismo se harán cada vez menos valiosos debido a la degradación del medio en el que nos toca vivir.

(3) Proporción la utilidad directa.

El recurso agua es capaz de proporcionar utilidad directa, tales como, entorno estético actividad recreativa, amenidad, etc. Cuyos servicios son demandados por la sociedad, como tal, entran a formar parte de la función de producción de utilidad de los agentes económicos. Sin embargo, tenemos que tener en cuenta que esta función está estrechamente vinculada con la segunda función. Es decir, si nos deshacemos de residuos por encima de la capacidad de asimilación del agua, dañaremos esta tercera función.

(4) El factor primordial que influye la dirección de la planificación y el desarrollo regional o nacional.

El recurso agua junto con otros recursos naturales, tales como, tierra, bosque, etc. Constituyen un sistema integrado que puede proporcionar los medios para sostener toda clase de vida. De hecho, la disponibilidad de agua y otros recursos naturales influyen directamente en la planificación y el desarrollo de la actividad económica, especialmente en el ámbito regional y local, el concepto sobre la geopolítica del recurso o hidropolítica se origina porque los problemas de la cantidad, calidad y acceso de agua son vez más agudos. Con lo cual, a menos que se produzcan acuerdos en la gestión conjunta del recurso, los conflictos por el agua se intensificarán a medida que los recursos hídricos se vuelvan más escasos.

Tras este breve análisis podemos resultar cinco aspectos básicos del tratamiento del agua como recurso económico:

Primero:

En términos económicos, el agua puede ser clasificada o definida como un bien intermedio o final; es decir, el agua es un bien intermedio cuando es utilizada para la producción de otros bienes y servicios (como el caso (1), por ejemplo, irrigación de cultivos, mover las turbinas para producir electricidad, etc. En cambio, el agua puede ser utilizada directamente para el consumo de hogar, o para la natación y otras actividades recreativas (como el caso (3).

El valor económico de estos dos conceptos es diferente, puesto que cuando el agua se considera como un bien final, quiere decir que los usuarios pueden obtener felicidad o utilidad directa en cuanto lo aprovechen. En caso contrario, el agua se considera como una de las materias productivas de otros bienes y servicios, y son estos últimos los que proveen la felicidad o utilidad para los consumidores, como tal, el agua sólo es considerada como un factor indirecto que contribuye tal satisfacción.

En términos de la localidad, el uso de agua puede ser clasificados como uso interno y externo del río, se denomina como uso interno del río cuando el uso de agua tiene lugar en el río mismo y su utilidad dependerá de las características del flujo (tales como, transporte fluvial, hidroeléctrico, actividad recreativa o dilución de los contaminantes); en cambio, cuando el agua ha sido aprovechado para producir bienes o servicios en lugares distintos de fuente, se denomina como uso externo del río (tal como uso municipal, doméstico, agrario, industrial).

En términos del consumo, es corriente diferenciar entre usos consuntivos y no consuntivos, respecto al primero, son aquellos que implican la pérdida por evaporación o incorporación a un bien producido de una parte significativa del volumen de agua utilizada (por ejemplo, uso urbano y los regadíos); en cuanto al segundo son aquellos que devuelven al medio la práctica totalidad de los volúmenes extraídos sin alterar significativamente la calidad de agua.

Por otra parte, debe tenerse en cuenta el distinto concepto entre la cantidad extraída y la cantidad consumida del agua, la diferencia entre las dos consiste en que la segunda es sólo una parte de la primera. De hecho, en el proceso de producción, la cantidad del agua extraída no tiene que ser consumida totalmente por la existencia de reutilización total o parcial de agua de los usuarios, o por el retorno del agua tras el proceso de producción. No obstante, para nosotros es la cantidad del agua extraída la que realmente fomenta el desarrollo de actividad y no la cantidad consumida, puesto que para llevar a cabo ciertas actividades (especialmente, en la generación hidroeléctrica, la refrigeración de las plantas industriales) debe tener ciertas

cantidades de aguas disponibles, y si no existen o, no se consiguen previamente, se pararía el proceso de producción o afectaría seriamente al resultado o la calidad del producto, aunque durante todo el proceso se consuma poca cantidad de agua.

Segunda:

Las cuatro funciones del recurso agua son funciones económicas porque tal como recogen *Pearce y Turner*, todas estas funciones tienen valor económico positivo: si pudiéramos vender y comprarlos en el mercado, todas tendrían precios positivos. Con lo cual, bajo esta interpretación debemos tratar el agua como un bien económico escaso, puesto que si no reconocemos los valores positivos de todas estas funciones económicas, vendrían los peligros del mal uso del recurso agua. (Pearce y Turner, 1995)

Tercera:

Como expresa *Utton*, el agua no es simplemente una mercancía ni sólo es esencial para la supervivencia biológica, sino que es una condición necesaria del desarrollo y sostenimiento de la economía y de la estructura social que hacen posible la sociedad. En el mismo sentido, si estamos de acuerdo con la opinión de *Marshall* que consideraba que el recurso agua es una riqueza para la nación, en tal caso, la definición de riqueza no debe ser interpretada sólo como un conjunto de mercancías que se intercambian en los mercados, sino también son bienes y servicios que se consideran como útiles y socialmente necesarios independiente de que sean o no intercambiables y evaluables en términos de valores de cambio (Aguilera, 1992)

Cuarta:

Es el concepto de "calidad" el que representa realmente el valor uso y funcional del recurso agua. Puesto que es la calidad de agua y la exigencia (de calidad) de las normas y del usuario que precisan conjuntamente la cantidad de agua utilizable (o aprovechable). Ahora bien, la exigencia propia de usuarios sobre la calidad de agua en el proceso de aprovechamiento (o producción) y la obligación de cumplir normas establecidas por los entes públicos hacen que los distintos usos y usuarios exijan distintos niveles de la calidad de agua. En cuanto al nivel de la calidad de agua, a su vez, es una función de dos variables importantes que son: (1) variable climática y (2) variable institucional. La relación entre todas variables se representa en el grafico (1).

De hecho, por un lado, la calidad del agua es inseparable de la cantidad y la primera varía sensiblemente con la magnitud de la última. Puesto que la capacidad de asimilación mantiene una relación positiva con la cantidad de agua y la velocidad de corriente que obtenga el río, cuanto mayores fueran éstas mayor sería la capacidad de asimilación y por consiguiente, la calidad de agua. Aparte del factor natural, las normas sobre la extracción y la protección de las aguas, y la política sobre la conservación y explotación de tierra y bosque pueden también influir directamente en la cantidad de agua que se queda en el río, en consecuencia, diferentes normas generarán distintas calidades de agua. Por otra parte, como es bien sabido que cuando más completo y éxito tiene la política sobre la conservación y explotación de tierra y bosque, y más rígidos y mejor aplicados fueran los reglamentos respecto al control de las aguas residuales, mayor sería el nivel y la seguridad de la calidad de agua.

Figura (1) : La relación entre la calidad y al cantidad utilizable del agua.

Figura: 1

Como hemos mencionado anteriormente que, desde la perspectiva económica y antropocéntrica, es la noción de agua utilizable la que realmente determina el valor uso y funcional del agua, y que favorece efectivamente el crecimiento económico y el desarrollo social, con lo cual, podemos concluir que es el agua utilizable el que verdaderamente contribuye a la riqueza personal, social y nacional. En otras palabras, cuando la cantidad de agua es demasiado que puede causar la inundación y poner en el peligro a la vida y la propiedad de los seres vivos; o la calidad de agua es mala que es imposible de ser aprovechado o incluso perjudica a la salud social y medioambiental no podemos considerar que el agua bajo tal circunstancia es una riqueza sino más bien un coste para la sociedad y la nación.

Finalmente, como expresamos que es el factor climático y industrial los que determinan conjuntamente la calidad y la cantidad utilizable del agua, en nuestra opinión, corregir los fallos del sistema institucional actual y reajustarlo de forma prudente y continuamente con las transiciones socioeconómicas y medioambientales sería el camino más rápido, eficaz y posiblemente fiel para aumentar la riqueza (aumentar el agua utilizable) y disminuir el coste (inundación, contaminación, etc.) social. Puesto que desde el punto de vista económico y científico, en muchas ocasiones, resulta muy costoso, difícil e incluso imposible de modificar factor climático.

Quinta:

Se mantiene una relación interdependiente entre las cuatro distintas funciones. En efecto, cuando aumenta la demanda de un determinado uso (o necesidad) les influirá inevitablemente la disponibilidad y/o el buen funcionamiento de otros usuarios. La razón reside en que, en la mayoría de las ocasiones, el consumo o el uso de agua es sustractivo, es decir, cuando una cantidad determinada del agua ha sido aplicada al destino *A* no estará simultáneamente disponible en el *B* . De tal forma, cuando el agua es escasa, es probable que haya congestión de aprovechamiento y ésta se manifieste en conflicto entre los usuarios o la aparición de los efectos externos en dimensión intra y interregional. De hecho , los efectos

externos aparecen por la propia utilización del bien o por la explotación de una propiedad común (Castero y otros 1994) con lo cual, cuando la cantidad demandada de un determinado uso aumenta (tal como, uso doméstico), podría influir en los intereses y la eficiencia de producción de otros usuarios y usos, tanto en la misma finalidad de uso (pero en localidades distintas) como distintas (por ejemplo, uso industrial, agrícola, actividad recreativa y dilución de la contaminación, etc.)

Bajo estas circunstancias podemos establecer dos conclusiones importantes:

- (1) El agua, en determinadas ocasiones, es un recurso económicamente (o incluso a veces físicamente) escaso; la competencia y los efectos externos se manifestarán cuando una determinada cantidad de agua no es capaz de enfrentar o satisfacer las distintas finalidades y localidades de uso al mismo tiempo.
- (2) Por el hecho de que cada uso obtiene su propio valor económico, en consecuencia, los diferentes usos conllevan distintos costes de oportunidad y tales costes pueden variarse con el tiempo y la estación. Por ejemplo, el valor de agua agrícola es más alto durante el periodo de crecimiento del cultivo, y se necesitaría asignar más en el río durante la estación seca para mantener una determinada capacidad de asimilación.

3.2.2 El valor económico total del agua.

El análisis que hemos realizado en el párrafo anterior consiste en examinar los valores de uso directo y indirecto de agua, es decir, el valor uso actual de agua. Tal enfoque, lógicamente, sólo es un enfoque parcial del valor económico total de agua, y en consecuencia, infravalorará el valor que la sociedad da al recurso agua. Ya que aparte del valor mencionado, el recurso agua posee, además, otros valores de uso importantes como el valor opción del agua y el valor no uso que consiste en el valor existencia del agua. El objetivo de este párrafo estriba en estudiar estos dos valores para obtener una perspectiva más completa y global sobre el valor del recurso agua y que, por consiguiente, evitará la toma de las decisiones erróneas.

Antes de entrar en el tema específico, creemos que sería importante representar, de forma sistemática, las relaciones de estos valores para facilitar el mejor entendimiento en cuanto a la noción del valor económico total de agua. (Véase la figura siguiente)

Figura (2): Los elementos que forman el valor económico total.

Figura: 2

3.2.3 El valor opción.

La demanda optativa se origina por la intención de consumir un bien en el futuro, intención que aún no se ha llevado a cabo o en algunos casos, un agente económico puede tener una demanda optativa para conservar ciertos recursos pero sin jamás tener la oportunidad para consumirlos. En otras palabras, la demanda optativa es una acción de reserva de uso de un recurso deseado por el agente económico para un momento futuro, al no poder contar con seguridad con la existencia futura del recurso considerado. En consecuencia, podemos considerar que el valor opción representa el valor preferencia del agente económico que se

compone de la cantidad de dinero que está dispuesto a pagar por la conservación de un recurso (o ambiente) determinado frente a alguna probabilidad de que el agente se convierta en usuario del mismo en algún momento de futuro (Pearce y Turner, 1995). Ahora, tal demanda de conservación puede que no se dedique solamente al consumo futuro para el demandante mismo, sino que los agentes económicos los demandan por salvaguardar el beneficio de otras personas en la misma generación o incluso por sus descendientes.

Como abordamos anteriormente, el concepto del valor opción se puede interpretar como la disponibilidad a pagar (DAP) ciertos gastos por los agentes económicos por conservar determinados recursos para los posibles aprovechamientos en el momento futuro. Por tanto, la DAP total se podría equiparar al precio opción (PO) y que está compuesto por el excedente del consumidor esperado más el “valor opción” donde el valor opción es el pago adicional que se hace para asegurar la disponibilidad futura de determinados recursos que el agente económico quiere aprovechar. Surge esta última circunstancia porque los agentes no pueden estar seguros de si un determinado recurso estará a su disposición en el futuro, por tanto, por el motivo de “aversión al riesgo”, ellos estarán dispuestos a pagar más de la cantidad de excedente del consumidor esperado con el fin de asegurar que él o ella podrán hacer al uso del recurso más adelante. De esta forma, y en realidad, como cada agente tiene su propia evaluación del riesgo y consideración de la incertidumbre, el signo final sobre el valor opción podría ser indeterminado (Pearce y Turner, 1995).

3.2.4 El valor existencia

Con respecto al valor existencia, para Pearce y Turner, tal concepto pueden interpretarse en dos posturas diferentes, la primera de ellas desde un punto de vista “no antropocéntrico”, que considera que el valor existencia es un valor que reside “en” algo que no está relacionado en absoluto con los seres humanos” de hecho, aunque no existiera el ser humano, las cosas tendrían valor, en tanto en cuanto contribuyen a la integridad, estabilidad y belleza del medio ambiente. En otras palabras, como advierte Ferreiro, que el valor existencia, vendría ligado a

los valores más inmanente de los objetivos, con independencia, parcial o total, de la proyección que sobre ellos tenga el ser humano.

Otra interpretación se basa en la perspectiva “antropocéntrico” que considera que el valor existencia “es un valor que reside “en” algo, pero que las personas captan y expresan a través de sus preferencias en forma de un valor no uso “Es decir, los valores existencia “ son entidades que reflejan las preferencias de las personas, pero esos valores incluyen preocupación por – simpatía con- respetar los derechos o el bienestar de los seres no humanos y los valores de los mismos que no están relacionados con el uso humano” . De este modo, podemos decir que los valores existencia, no son valores de uso, ni actual ni potencial, del bien, ya que los valores expresados por los individuos no están relacionados con el uso del medio ambiente, o el uso futuro por parte de quien hace la valoración o de quien valora en nombre de alguna persona futura; sino los valores existencia se refieren a que los recursos naturales pueden generar utilidades por sí mismos (Pearce y Turner, 1995).

Efectivamente, son dos los motivos fundamentales para fomentar la conservación del valor existencia, el primero de ellos es altruismo y cuyo concepto consiste en que *“los seres no humanos tienen derechos y que cuando las personas expresan un valor existencia no relacionado ni con su propio uso personal ni con el uso que otras personas pueden hacer del medio ambiente, están expresando esos derechos, porque los seres en cuestión no pueden hacerlo”* Dentro de esta ideología “ la simpatía por las personas o los animales” es el motivo más relevante para formar tal valor; de hecho, *“ nuestra disposición pagar por conservar los hábitat, proviene de la simpatía que se siente por los seres vivos, incluidos los humanos que los ocupan, es consistente con este motivo.”* Un segundo motivo para fomentar la conservación del valor existencia se compone del concepto de Gaiano. Tal motivo está basado en la idea de que *“ la Tierra es algo mucho mayor y más importante que las multitudes de personas que sustenta y que su población tiene la responsabilidad de que sobreviva. “*(Pearce y Turner, 1995).

Ahora, el valor existencia equivale a la diferencia entre el valor total de preservación y valor de uso, donde el primero podemos considerarlo como el valor económico total para un determinado recurso, con respecto al último, es la suma total de los valores de usos actual y los valores opciones. Por ejemplo, si realizamos una encuesta con el fin de proteger una determinada zona de húmeda (sin tener en cuenta si los encuestados la iban a visitar o no), y suponemos que la gente está dispuesta a pagar 1000 cenit al mes como una oferta total para la preservación de dicha humedad, y dentro de ello, 400 cenit se corresponden a la oferta del uso (tanto actual como opción), en consecuencia, el valor existencia equivale a un 600 cenit al mes (Pearce y Turner, 1995)

Finalmente, y tal como señalan *Pearce y Turner*, que los motivos para salvaguardar la integridad del valor económico de un recurso o activo determinado se basan fundamentalmente en las siguientes razones:

- (1) Evitar la posible irreversibilidad, es decir, si no se preserva el activo en cuestión es probable que se elimine con muy poca o ninguna posibilidad de regeneración.
- (2) Evitar la pérdida irrecuperable, es decir, bajo un imprevisto se debe reservar el derecho de elección para las generaciones futuras, puesto que cuando se elimina un determinado recurso medio ambiental que no conocemos, no sabemos qué vamos a perder y además, desaparecerá una opción futura.
- (3) Reconocer el valor intrínseco y de uso futuro de los recursos especiales. (Pearce y Turner, 1995).

Según el análisis anterior, es muy fácil de tener en cuenta que la idea de “evitar los posibles errores humanos y conservar los posibles provechos futuros” se constituye como la filosofía principal de la valoración económica total del recurso. Para nosotros, tal filosofía antropocéntrica aunque puede ser cuestionable y discutible en cuanto a la evaluación de los recursos. Sin embargo, hay que reconocer que pone en práctica la noción del “valor económico total” y nos dejará a conocer, de forma más integral, sobre el valor económico de los recursos naturales, y así podría aumentar el incentivo y fortalecer la legitimidad de preservar ellos.

3.3. LA GESTION DE LOS RECURSOS NATURALES EN LA TEORIA ECONOMICA

En general la Teoría económica de los recursos naturales depende básicamente del sistema de mercado, sobre todo de la “Regla de Hotelling”, (Hotelling, 1930), suponiendo que el recurso natural a gestionar sea de propiedad privada y no renovable.

Como señalamos anteriormente el recurso natural es un recurso social, y si es de propiedad privada, entonces es un activo para su propietario. En este sentido, el recurso sólo puede utilizarse como imput en procesos productivos, el precio del recurso, depende del valor de la producción adicional que pueda obtenerse del mismo. En el caso de una economía de libre competencia, el recurso natural se demandará hasta que su productividad marginal sea igual a su precio de mercado. Esta es la regla del equilibrio estático.

Ahora bien, ¿por qué y en qué medida es razonable explotar los recursos naturales? Económicamente el punto de vista del propietario, en el caso de que las reservas del recurso no generen rendimiento alguno, es extraerlas todas de forma inmediata y situar las ganancias obtenidas de su venta en alguna inversión donde obtener beneficios.

Pero el motivo económico para que el propietario de un activo productivo decida conservarlo ocioso (sin extraerlo) es que él mismo se revalorice. En una economía competitiva, el equilibrio de mercado de los activos se alcanza cuando todos los bienes de capital de un mismo tipo consiguen una misma tasa de rentabilidad, bien mediante dividendos o bien mediante revalorización del activo. Dado que los recursos naturales no explotados no generan dividendos, la razón económica que explica que parte de los mismos permanezcan sin explotar es que el margen de beneficio que se pueda conseguir por explotar y vender cada unidad adicional del recurso (R_t) aumente a una tasa igual al tipo de interés del mercado (M). Es decir

$$M = R_0 / R$$

De forma alternativa, si definimos a R_0 como el margen de beneficios actual, en cualquier momento posterior (t) este margen deberá ser igual a :

$$R_t = R_0 e^{mt}$$

En el caso de que exista competencia perfecta en el mercado del recurso, el margen de beneficios (R_t) será igual al precio de mercado del recurso menos el coste de extracción del mismo C_t . Si, por el contrario, el mercado es más o menos monopolista, el margen de beneficios será igual a la

ganancia marginal del sector, definida como la diferencia entre el ingreso marginal y el coste marginal ($IM - CM$). Por este motivo (R_t) se define como la renta de escasez temporal o la renta del recurso.

De acuerdo con lo anterior, si asumimos un coste de extracción constante $(C_x)=C$, el precio óptimo del recurso en cualquier periodo será igual a la suma del coste marginal de extracción y del coste marginal de escasez del recurso.

Por otro lado, el valor económico actual de las reservas ociosas de un determinado recurso natural será, para su propietario, igual al valor descontado de todas las ventas futuras del mismo después de deducir los costes necesarios para su extracción, es decir, el valor actual de la cantidad extraída (Q_t) multiplicado por el margen de beneficio (R_t). En forma matemática, el valor económico actual (V_0) de las reservas puede expresarse como:

$$V_0 = R_t \cdot Q_t \cdot d_t$$

El objetivo económico del propietario del recurso será, dado el nivel actual de reservas (s_0) determinar el ritmo de extracción que maximiza el valor económico actual de las mismas.

Sea cual sea la decisión de los empresarios del sector, el precio de mercado del recurso y su nivel de extracción están conectados por la función de demanda del mismo. Si la demanda es estable en el tiempo, la cantidad extraída del recurso deberá reducirse a medida que aumente su precio, por lo que a medida que se reduzcan las reservas, la productividad marginal del recurso deberá aumentar de forma sostenida. Sin embargo, en la mayoría de los casos existen límites al crecimiento del precio del recurso; de hecho habrá un precio máximo para el que la cantidad demandada del mismo será nula. Esto puede deberse a que el precio del recurso sea prohibitivo para los usuarios o que a ese precio existan bienes sustitutivos al recurso natural o procesos tecnológicos desarrollados para la consecución del mismo que, sin ser económicamente viables a los precios existentes, puedan llegar a serlo si el precio del recurso alcanza un determinado nivel.

En este sentido, la disponibilidad de una etnología de reemplazo implica la existencia de un techo para el precio de mercado de un recurso natural.

Finalmente, y de acuerdo con los resultados anteriores, la regla de *Hotelling* de gestión de los recursos naturales no renovables es aplicable al caso de los recursos renovables. El único elemento que es necesario introducir en el análisis es la función de recarga. Si asumimos que la misma es $F(x)$ y que los costes de extracción son nulos; la senda de extracción óptima y eficiente del recurso vendrá determinada por esta regla de los recursos no renovables. Así, el margen de beneficios del propietario del recurso renovable deberá crecer a una tasa igual al tipo de interés prevaleciente en el mercado menos la tasa de crecimiento del recurso. Con esta tasa, la asignación por el mercado será ineficiente porque esta producción provoca externalidades medioambientales afectando negativamente al bienestar de los usuarios del medio. Es por esta razón por lo que podemos introducir otro elemento muy importante que no se encontró cuando *Hotelling* hizo su análisis, denominado el coste medioambiental (E). Entonces cuando añadamos el coste medioambiental disminuirá la utilización del recurso lo que producirá la reducción de la contaminación del recurso.

$$P_t = P_0 (i+r)_t + E$$

- Donde:*
- P_t:** Precio en periodo t
 - P₀:** Precio actual.
 - (i+r)_t:** Tipo de interés Social
 - E:** Coste de la contaminación

3.1.1 Figuras de propiedad de los recursos naturales

- Un recurso de libre acceso no es propiedad de nadie (no tiene derechos de propiedad definidos) y el acceso al mismo está abierto a todos, sin ningún tipo de límite.
- Un recurso de propiedad común (tiene los derechos de propiedad definidos) de un determinado colectivo (un país, una mancomunidad, etc.)
- Un recurso donde los derechos de propiedad son de un determinado colectivo; sin embargo, la falta de definición de los derechos puede motivar que se convierta, en la práctica, en un recurso de libre acceso, abierto a todos.

Los recursos naturales de libre acceso no tienen sus derechos de propiedad claramente definidos, son de propiedad común y existe competencia por el uso del mismo entre sus propietarios. No podemos gestionarlos eficientemente por el mecanismo del mercado, lo que generará externalidades negativas que motivarán la aparición de ineficiencias en su asignación.

Por el contrario, los recursos naturales de un único agente tienen su derecho de propiedad claramente definidos y podemos gestionarlos de forma eficiente (regla de *Hotelling*). En este caso, el mercado incentiva el uso eficiente del recurso y si cumplen las condiciones descritas por (*Tietenberg, 1992*) la asignación del recurso será eficiente.

Si los recursos naturales de propiedad común o sus derechos no están claramente definidos, su gestión vendrá determinada por la existencia, o no, de acuerdos de gestión entre los propietarios y los usuarios. Si existe acuerdo entre los mismos para gestionar el recurso de forma conjunta, estableciendo la gestión del recurso, (hay reglas de comportamiento de uso y explotación), puede llevarse a cabo siguiendo la regla de *Hotelling*.

Económicamente, si el recurso natural de libre acceso no tiene sus derechos de propiedad claramente definidos o si es de propiedad común y existe competencia entre los propietarios, su explotación se llevará a cabo siguiendo la regla por la que el valor marginal de producto del recurso es igual al coste marginal (sin tener en cuenta el valor marginal de la renta del recurso), lo que generará una asignación ineficiente del recurso, ocasionando una pérdida de bienestar para la sociedad presente y futura con respecto a la estrategia de maximización de la corriente de beneficios futuros. Por el contrario, si el recurso es de propiedad privada o propiedad común con acuerdo entre propietarios, la gestión se llevará a cabo maximizando la corriente de beneficios futuros, actualizada adecuadamente por el tipo de descuento, lo que constituirá un método de gestión eficiente. En este sentido (*Adam Smith, 1776*) afirma que la “Mano invisible” lleva a que el interés particular de los propietarios genere un mayor bienestar general. Cuando el recurso es de libre acceso o de propiedad común con competencia entre los propietarios,” la Mano invisible “no lleva a un mayor bienestar general sino a un empobrecimiento de todos, convirtiéndose, parafraseando a (*Daly, 1980*), en el pie invisible que de una patada, destroza los recursos naturales.

Lo que hemos analizado anteriormente tiene especial relevancia para la gestión de los recursos hídricos y en particular para la gestión de las aguas subterráneas. A continuación se ofrece un breve análisis de lo comentado en referencia a este tipo de recursos.

En relación con los acuíferos se presentan, en general, tres formas de propiedad significativas: a) la Propiedad Pública, b) la Propiedad Privada y c) la Propiedad Común. En este sentido la teoría normativa de la gestión de un acuífero de propiedad pública se obtendría, básicamente, de la teoría de gestión de un acuífero de la propiedad privada, como hemos visto, siguiendo la regla *Hotelling* quien lo adecuó para una asignación eficiente del mismo. En cuanto a “la propiedad común con institución” según (*Castro, 1994*), el modo de gestión del acuífero vendrá determinado por el hecho de que exista o no acuerdo entre los propietarios. Si existe acuerdo para gestionarlo de forma eficiente, se gestionará siguiendo la regla de *Hotelling*, mientras que si no existe acuerdo de competencia entre los propietarios, se gestionará siguiendo la ley de captura, lo que generará una asignación ineficiente del recurso.

Pero según Gisser, y Sánchez (1980) y otros, la gestión de un acuífero de propiedad privada o común con cooperación entre propietarios, la gestión óptima de acuíferos bajo estas condiciones, utilizando mayoritariamente modelos de control óptimos basados en los principios del máximo de Pontrian. Por el contrario, si el acuífero es de propiedad común o sus derechos no están claramente definidos y existe competencia entre los propietarios o usuarios, el acuífero se explotará de acuerdo con la regla de que el valor marginal del agua sea igual al coste marginal de la extracción. (Aguilera, 1989)

La conclusión general que se extrae analizando estos documentos es clara: la estrategia de gestión que iguala el valor de la productividad marginal del agua a su coste de extracción es manifiestamente ineficiente al no tener en cuenta la renta de escasez del recurso (*la tasa medioambiental*).

Finalmente, tal como hemos visto anteriormente y de acuerdo con resultados de Hatwick y Olewiler, (1986), *El recurso natural tiene estructura de monopolio natural*), por lo cual podemos afirmar que la asignación de los recursos hídricos por mecanismos del mercado vendrá a ser socialmente ineficiente.

3.3.2 Eficiencia en la gestión de los recursos naturales

Tal como hemos señalado anteriormente, la gestión basada en el mercado puede generar asignación temporal pero no es eficiente a largo plazo. En esta sección se presentan los planteamientos generales orientados a minimizar estas ineficiencias a través de dos formas.

- Acuerdos privados

El primer enfoque para la corrección de ineficiencias en la asignación de los recursos naturales motivada por la existencia de elementos exteriores en su uso y explotación podría solucionarse mediante acuerdos privados. Existen dos casos esenciales:

- El primero caso: si los derechos de propiedad de un recurso no están definidos con claridad, la administración pública debería segmentar el stock total del mismo y adjudicar, mediante algún tipo de prorrateo, los derechos plenos de propiedad del recurso de instituciones privadas. Los dueños del recurso, tendrían el derecho a utilizarlo o venderlo en el mercado, lo gestionarían partiendo de pautas de eficiencia temporal (regla de *Hotelling*), conscientes de que sus decisiones actuales sobre la explotación del recurso tienen repercusiones sobre su bienestar futuro. De este forma, si cada propietario tuviera incentivos para asignar eficientemente la parte que le corresponde del recurso, se logrará una gestión eficiente del conjunto del mismo sin necesidad de una posterior intervención pública en su gestión.
- El segundo caso: si los derechos de propiedad de un recurso natural estuvieran plenamente definidos, su uso y explotación podrían suponer la generación de costes externos sobre la sociedad lo que animaría la permanencia de cierta ineficiencia en la gestión. Así, por ejemplo, si bien los pozos situados sobre un acuífero pueden ser propiedad de un único agente que los gestiona de acuerdo con la regla de *Hotelling*, el uso del agua de los mismos puede producir una contaminación del recurso que no solo afecte al propietario sino también a las propiedades adyacentes. Si estos costes externos no se toman en cuenta a la hora de adoptar decisiones, se llevará a cabo una asignación socialmente ineficiente del recurso.

En estos casos, los partidarios de las soluciones de mercado sostienen que cuando los derechos de propiedad están bien definidos, existe un potencial para que los agentes participantes puedan resolver, sin necesidad de intervención del Estado, los problemas de los costes externos y se logra una solución socialmente adecuada.

Según el teorema de (*Coase, 1960*), si una actividad genera costes externos que recaen sobre un único agente, los derechos de propiedad están claramente definidos y se cumplen una serie de condiciones (existe competencia perfecta y los costes de negociar son nulos), existe potencial para que los agentes implicados lleguen a acuerdos privados para alcanzar una situación óptima. En este caso, el mercado generará una asignación socialmente óptima del recurso, sin necesidad de ningún tipo de intervención estatal.

En resumen, los defensores del primer enfoque consideran que el mercado, una vez definidos los derechos plenos de propiedad, genera una gestión eficiente de los recursos naturales, defendiendo así la conveniencia de propiedad pública de los recursos y la utilización de distintos instrumentos económicos de intervención (impuestos, definición de estándares) para optimizar la eficiencia de su asignación.

Pero el análisis de *Coase* asume una competencia en el mercado. Desde el punto de vista del mundo real el análisis presenta importantes problemas de aplicabilidad (*Pearce y Turner, 1995*). En palabras de *Coase* “una suposición muy poco realista” (*Coase 1960*). En la práctica las negociaciones implican que los costes que quedan deben ser tenidos en cuenta en el análisis y que las externalidades afectan habitualmente a un solo agente aunque también afectan a numerosos agentes tanto de generaciones presentes como de generaciones venideras. Esto implica dos dificultades adicionales: la identificación de las partes negociadoras y el proceso de negociación.

Intervención Pública.

Segundo enfoque para la corrección de la ineficiencia en la asignación de los recursos naturales.

De acuerdo con la regla de Hotelling “Pautas de eficiencia temporal” cuando un único agente gestiona el recurso natural, explotándolo siguiendo las pautas de eficiencia temporal, carga a los usuarios unos precios por la utilización y uso del recurso incluyendo tanto el coste de extracción y suministro de los mismos como la renta económica del recurso (renta perdida en el caso de que el recurso fuera de libre acceso o de propiedad común con competencia entre los propietarios), parece que es posible aplicarlo en el caso de propiedad pública, aunque generando ciertas externalidades que, si no se tienen en cuenta en la gestión, generarán ineficiencias en su asignación. Si el primer enfoque consideraba que los agentes implicados podrían

resolver, sin necesidad de intervención estatal, en estas situaciones (intervención pública), se deben usar los instrumentos disponibles para resolverlas.

La intervención pública, ofrece tres tipos de instrumentos para alcanzar los objetivos deseados que son:

- **Los impuestos**

Con la referencia de la estimación del coste externo que la utilización de un recurso supone para la sociedad, se puede definir un impuesto sobre el uso del mismo que contribuye a alcanzar la eficiencia en su asignación. Este tipo de impuesto, utilizado fundamentalmente en el campo de la regulación de la contaminación de los recursos naturales, se denomina impuesto de Pigou en referencia al instrumento que este economista propuso en 1920 como medio idóneo para lograr el equilibrio entre el coste social y el privado.

Este planteamiento difundió un impuesto óptimo igual al coste marginal externo, esto es, igual al valor monetario que supone una unidad adicional de coste externo. Hasta ahora suponíamos que el único modo por el que un agente podía reducir los costes externos era reduciendo el nivel de actividad. Sin embargo, también puede hacerlo, por ejemplo, introduciendo nuevas tecnologías que lo hagan posible.

- **Sistemas de permisos negociables**

Este instrumento, creado esencialmente por *Dales* (1968), se aplica básicamente a la gestión de la contaminación. La autoridad reguladora sólo permite un determinado nivel de costes externos y concede permisos, conocidos como certificados de contaminación, por esta cantidad. En este caso, los permisos de contaminación son negociables: se pueden comprar y vender en un mercado de permisos.

Figura: 3

Gráficamente podemos analizar los principales elementos del sistema de permisos negociables. BPNM representa la curva de coste marginal de reducción de la contaminación, en el caso de que el único modo de reducir los costes externos sea reduciendo el nivel de actividad. El eje horizontal muestra el nivel de coste externos (emisiones contaminantes) y el número de permisos. El supuesto más sencillo es suponer que es necesario un permiso por cada unidad de costes externos. El número óptimo de permisos es OQ^* y su precio óptimo es OP^* . Esto es, si el organismo regulador busca un óptimo paretiano, deberá conceder OQ^* permisos. S^* muestra la curva de oferta de permisos: su concesión está regulada y se asume que no responde al precio.

La curva de demanda de permisos. A un precio P_1 el agente comprará OQ_1 permisos y no más porque a partir de Q_1 , a su izquierda, es más barato reducir la contaminación que comprar permisos.

Hemos visto anteriormente distintos instrumentos de intervención pública en la gestión de los recursos naturales. Creemos que es necesario también exponer una serie de comentarios generales acerca de estos puntos.

La intervención pública en la gestión de los recursos naturales, no conocía detalladamente ni la función de costes ni la posesión de una valoración económica de los costes que el uso y explotación de los recursos suponen para la sociedad. Esta valoración es muy importante para determinar la escala óptima de intervención.

Los impuestos pueden tener ventajas sobre la definición estándar en cuanto que suponen incentivos constantes para la adopción de medidas orientadas a reducir los costes externos. En una política de estándares si se produce una contaminación que cumple con la normativa, no se tienen incentivos para introducir nuevas tecnologías reductoras de este tipo de coste. Sin embargo, en una política de impuestos, el agente que causa costes externos siempre tiene un incentivo para introducir innovaciones que los reduzcan, dado que el mismo sigue tributando, incluso en caso de una utilización socialmente óptima.

Los sistemas de permisos negociables tienen una serie de ventajas sobre la simple definición de estándares. El coste total que supone la reducción de un determinado nivel de coste externo es menor en el primer caso que en el segundo. Facilita la entrada de nuevos agentes en el sistema y ofrece oportunidades para los agentes que no contaminan.

- **Acción colectiva en la gestión de los recursos**

Se han analizado anteriormente dos formas distintas los Acuerdos Privados y la Intervención Pública para lograr alcanzar la solución al problema de ineficiencia en la asignación de los recursos naturales.

Además, existe un planteamiento alternativo más favorable en el ámbito de los recursos naturales de propiedad común de las aguas subterráneas, y es el de la acción colectiva en su gestión.

Con esta forma de gestión, los propietarios o usuarios de un recurso de propiedad común o de libre acceso llegan a un acuerdo para adoptar una serie de reglas para su uso y explotación con el objetivo de conseguir una asignación más eficiente respecto al caso en el que la gestión se rigiera por la ley de captura. Si los propietarios y usuarios cumplen con los compromisos adquiridos, mejorará el bienestar de todos ellos respecto al escenario en el que existen reglas conjuntas de utilización del recurso.

Esta cuestión fue muy interesante para los autores que se han ocupado de ella, pues consideran que las circunstancias de esta situación. En las que usuarios o propietarios tiendan a colaborar, son restringidas (ver Smith 1981). Sin embargo, otros mantienen que la acción colectiva no es probable, a menos que exista algún tipo de autoridad extra (habitualmente alguna agencia de la administración pública), que obligue a los usuarios a cumplir los compromisos adquiridos (Olson, 1970). Runge (1986), por su parte, considera la colección colectiva como una alternativa más barata en términos de recursos económicos públicos que las otras dos. Runge (1986)

En nuestra opinión parece que esta forma de gestión es aplicable a la mayor parte de los casos de gestión de los recursos naturales, en especial en el campo de la agricultura.

3.2.2. Medidas de valoración económica de los recursos naturales

En el mundo de la evolución de los recursos naturales existen varias categorías de técnicas relacionadas con los recursos naturales. En nuestro trabajo nos centraremos en cuatro categorías técnicas que son:

Categorías que dependen de los precios de mercado.

Como indica su título estas categorías de la valoración económica de los costes externos dependen fundamentalmente del precio de mercado o precio sombra (cuando el precio de mercado no recoge la escasez del recurso) de las actividades sobre las que repercute.

Cuando los efectos externos de una acción generan cambios en la calidad o en el precio del mercado de los productos a los que afecta, el valor económico de los costes externos puede medirse en función de la variación del excedente económico total (Excedente del productor y el consumidor) que genera.

En este sentido hay dos enfoques que son:

* Técnicas del coste de reposición, en las que se valora el impacto de una mejora ambiental (costes externos positivos) a partir de los costes que supondría la restauración de la misma si estuviera en mal estado.

* El basado en la estimación del coste del impacto, en el que se asocia un coste externo con un impacto real y cuyo valor puede determinarse en función de los precios de mercado o precios sombra (Pearce, 1993).

Categorías de valoración hedónica.

En este tipo no existe un precio de mercado, por lo cual tendríamos que medir una aproximación del valor de un activo a través de la evaluación del precio de ese mismo activo en circunstancias en las que sí existiera en un mercado. Distinguimos aquí dos grupos de técnicas:

- Técnicas basadas principalmente en los precios de venta. Son utilizadas para la valoración de bienes públicos donde se calcula el bien en función del valor del mismo en circunstancias de mercado.

- Técnicas de prima por riesgo donde a través del análisis de las primas por riesgo en los salarios de los trabajadores, se valora el riesgo que implica una determinada acción que tiene costes externos sobre, principalmente, la salud de los individuos. (Marin y Psacharopoulos, 1982)

Categorías correspondientes a las familias.

El coste de los bienes sustitutivos o complementarios es un elemento básico para valorar un impacto ambiental. Así, el coste del equipo de aislamiento sonoro puede servir como elemento de valoración de un ruido en la fuente, o el coste del viaje a un determinado centro de recreación puede indicar el valor que supone la visita al mismo de ese individuo. Dentro de este tipo hay dos técnicas que son:

- Método del coste de transporte, por el que se determina el valor de un activo o mejora ambiental en función del recurso que supone para los individuos el desplazamiento al lugar de visita (Willas y Benson, 1988).

- Técnicas en las que se determina el valor económico de los costes externos que produce una acción en función de los costes de los bienes sustitutivos que la anulan (Gerking y Agee, 1991).

Categorías experimentales

En este tipo el objetivo es determinar el valor de un activo ambiental a través de preguntas a individuos usuarios del mismo. Existen, básicamente, dos grupos de técnicas:

- Técnicas de valoración contingente: se determina el valor de un activo mediante un cuestionario a individuos, en el que se les pregunta su disposición a pagar por un determinado activo, prevenir una determinada acción o también su disposición a renunciar a un activo o a tolerar una determinada acción (Mitchell y Carson, 1989).
- Técnicas de preferencias o ranking contingentes, en las que se determina el valor de un activo mediante el análisis e interpretación de cuestionarios en los que se solicita a los individuos que indiquen preferencias respecto a determinadas situaciones (Margat, Viscusi y Huber, 1987).

TARIFICACIÓN DEL AGUA

3.2.3. Medidas básicas de los bienes públicos

La eficiencia en la asignación:

El objetivo fundamental del regulador es establecer un sistema de tarifas de un servicio público para mantener la maximización de bienestar social, lo que significa que un sistema tarifario contribuye a la asignación eficiente del recurso.

Ahora bien, ¿cuál es el sistema más eficiente para realizar nuestro objetivo? Históricamente, Pareto (1896) formuló un análisis, pero el mismo tiene una limitación de carácter práctico, dado que no puede utilizarse para comparar situaciones en las que la distribución de la renta no es similar.

Para superar la limitación del análisis paretiano, Kader y Hicks (1939) introdujeron un principio que se llama “compensación” para compensar a cualquier agente perjudicado y mejorar su bienestar. Por último, el análisis del bienestar económico debe limitarse, por lo tanto, a calcular los efectos potenciales de un cambio de política sobre los distintos agentes y dejar el tema de distribución de la ganancia neta (subjctiva por naturaleza) al organismo político competente.

La pérdida de bienestar social derivada de no adoptar una determinada política de precios, al rechazar, por motivos éticos, políticos o sociales, la posibilidad de que exista compensación, se denomina "pérdida muerta". La medición de la pérdida muerta es una medida de los costes que supone para la sociedad el respeto de los motivos éticos, políticos o sociales mencionados.

El excedente del consumidor

De acuerdo con Willing, el excedente del consumidor es una medida adecuada de la variación del bienestar del consumidor producida por una variación del precio de un bien (Willing, 1978).

En general, el excedente del consumidor está producido por el efecto del precio y el efecto de renta disponible. En este sentido, tenemos que sustraer el efecto de la renta (o utilizar una curva de demanda compensada): Mediante este proceso se obtiene el bienestar del consumidor derivado del cambio de precio.

Ahora bien, para demostrar el excedente del consumidor gráficamente, estableceremos la relación inversa entre el excedente del consumidor y el precio, lo que significa que cuando disminuye el precio de un bien aumenta el excedente del consumidor. En la figura 3 el precio disminuye de P_0 a P_1 y el consumidor pasa de consumir Q_0 a Q_1 y por tanto aumentará su excedente en b , pero en este caso el excedente incluye los beneficios derivados de la reducción del precio y la renta disponible como consecuencia de la reducción del precio, por eso como señalamos anteriormente es necesario sustraer el efecto de la renta

Finalmente, el excedente del consumidor de cada unidad adquirida es la diferencia entre la cantidad que estaría dispuesto a pagar por ella y el precio que efectivamente paga. Gráficamente, el excedente del consumidor es el área situada por debajo de la curva de demanda de un bien y por encima de la recta de su precio (en la figura 4).

Figura 4

El excedente del productor

El excedente del productor de cada unidad vendida es la diferencia entre el precio al que estaría dispuesto a venderla y el precio al que efectivamente se vende. Una disminución del precio origina una disminución del excedente del productor. Sin embargo, puede ser que la disminución sea importante y que el productor decida no producir, al no poder recuperar los costes de producción. Para calcular el excedente del productor es necesario tener en cuenta la estructura de costes de la empresa. El Beneficio económico de la empresa (Z) es la diferencia entre el ingreso total (IT) y los costes totales, divididos en fijos (CF) y variables (CV).

$$Z = IT - CV - CF$$

Si la empresa se financiara con la venta de un solo producto, sólo continuaría produciendo si mediante la venta cubre tanto sus costes fijos como sus costes variables. En este caso el excedente del productor corresponderá a la diferencia entre los ingresos totales y los costes totales, es decir, coincide con el beneficio económico. Con un precio por debajo de sus costes medios totales no producirá y cerrará la planta.

Sin embargo, si la empresa tiene otras fuentes de financiación derivadas de la venta de otros productos continuará produciendo un producto, sí con los ingresos derivados de su venta cubre los costes variables necesarios para producirlo y además contribuye a financiar parte de los fijos, al tener una contribución positiva a la empresa. *Alferd Marshal* (1930) define este beneficio como la *cuasi-renta* que es igual a la diferencia entre el ingreso total y el coste variable total, o lo que es lo mismo, la suma de los beneficios más los costes fijos.

En este caso, la variación del excedente del productor fruto de la variación de un precio a corto plazo sería la diferencia entre el ingreso total y el coste total $a + b$ en la figura 4. La línea gruesa del gráfico representa la curva de oferta del productor. A precios superiores a P_2 , que representa el coste variable medio de la producción del bien, la cantidad producida por la empresa vendrá determinada por el punto en el que el precio coincida con el coste marginal. Por debajo del precio P_2 a la empresa le será más rentable no producir nada y la cantidad ofrecida será nula.

Figura: 5

Excedente agregado de los consumidores y de los productores

Para determinar el excedente agregado de los consumidores de un mercado, basta sumar el excedente individual de los consumidores que participan en él.

Para que el excedente agregado de los consumidores sea una buena medida de la variación del bienestar de los consumidores producida por una variación en el precio del producto, deben cumplirse dos condiciones:

- Que el efecto renta producido por la variación del precio sea pequeño para todos los consumidores.
- Que se acepte que el bienestar de los consumidores sea la simple agregación del bienestar de cada uno de ellos.

Si bien la primera condición suele cumplirse en la mayor parte de los servicios públicos, la segunda es un tanto más problemática. Ciertas políticas tarifarias pueden aumentar el bienestar agregado de los consumidores, pero también pueden perjudicar a los usuarios que no se ven compensados por aquellos que han salido beneficiados.

El excedente agregado de los productores se calcula mediante la suma de sus excedentes individuales (cuasi-rentas) determinados a partir del precio y de sus curvas individuales de oferta. En este proceso es importante tener en cuenta las diferencias en las estructuras de costes de cada uno de los productores.

Hasta ahora aceptamos el excedente económico total (suma excedente del consumidor y productor) como un buen instrumento para determinar las variaciones del bienestar general de la sociedad, producida por una variación en el sistema de precios en un mercado de estructura competitiva, aunque esta situación no siempre sea

posible, de acuerdo con el punto de vista de Willing (1982). Este autor sostiene que la estructura de monopolio implica una pérdida del bienestar general que podría solucionarse con la estructura de monopolio natural, en donde el regulador pueda determinar el sistema de tarifas a través de aprovechar al máximo la situación de rendimientos a escala del monopolio, minimizando las pérdidas de bienestar asociadas al comportamiento de maximización de beneficios del monopolista.

Generalmente, se puede decir que el análisis de la variación del excedente económico total (excedente agregado del consumidor y del productor) es una medida de la variación del bienestar social, producida por un cambio en el precio y que sigue siendo válida (si las curvas de ofertas y demandas están en equilibrio) pero no siempre (Hueth y Schitz 1982) afirmaron que será necesario evaluar los efectos indirectos producidos por los cambios de las políticas tarifarias por causa del desequilibrio del mercado.

En la siguiente sección se realizará la descripción del distinto sistema de tarificación de los servicios públicos,

3.2.4. Principios de tarificación

3.2.4.1. Sistemas lineales.

Las políticas tarifarias normalmente, se orientan hacia la consecución de objetivos económicos y financieros, como los siguientes:

- 1- Provocar una asignación eficiente de recursos como objetivos económicos.
- 2- Recaudar determinados ingresos como objetivos financieros.
- 3- Satisfacer determinados requisitos de equidad, distribución de renta o de justicia social.

Eficiencia Económica o Paretiana y justicia Distributiva o Social.

La eficiencia económica es un concepto estrechamente relacionado con el anterior, que fue establecido a principios de siglo por el economista italiano Vifre Pareto. La visión Paretiana de la vida económica no es la de un mercado en el que las ganancias de unos se neutralizan y se corresponden con las pérdidas de otros. La mayor parte de las transacciones se producen porque ambas partes salen ganando. A través del cambio, compradores y vendedores se benefician. En tal caso, un objetivo social deseable sería el de “agotar” todas las posibles ganancias generadas por el trueque hasta llegar a una situación en la que nadie pueda mejorar sin que sea a costa de otro. Es decir, a una situación en la que los recursos estén distribuidos de forma “óptima” o “eficiente según Pareto” (distribución justa de la renta y una asignación eficiente de los recursos).

Se dice que una asignación determinada de recursos, entre otras posibles, es eficiente cuando no existe otra posible que produzca más beneficios agregados a la sociedad.

La política tarifaria puede ser uno de los instrumentos que se quiera utilizar para redistribuir la renta.

La práctica de las tarifas de los servicios públicos ha ido desarrollando un concepto de justicia tarifaria más próximo al principio de “reparto equitativo” de costes (es decir, a la noción de “fairness” anglosajona), libre de discriminaciones exageradas entre grupos de usuarios y de subvenciones cruzadas entre los mismos, que al de capacidad económica. Asimismo, son considerados “injustos” por los usuarios los incrementos desproporcionados del precio del servicio.

En este mismo sentido, nosotros identificamos en este tramo tarifa “justa” con tarifa “exenta” de subvenciones cruzadas entre usuarios, y también con tarifa “estable”. Los aspectos de justicia económica relacionados con la capacidad económica de los usuarios, salvo casos excepcionales, tienen un interés práctico muy relativo en la tarificación de los servicios del agua, tanto en los países en vías de desarrollo como en los países desarrollados, como es nuestro caso. Así como lo admite la propia legislación jordana sobre tasas y precios públicos

La Tarificación al Coste Marginal.

La tarificación al coste marginal, fue tratada por primera vez por Dupuit (1944) y más tarde, con un enfoque más técnico, por Hotelling (1938). Allias (1943) y principalmente, Dessus (1949) señalaron las ventajas económicas del sistema con respecto a los sistemas donde las tarifas se igualan al coste medio. Nelson (1964) y Morlat y Bessiere (1971) lo han desarrollado con más detalle centrándose en los sistemas basados en el coste marginal a largo plazo.

La teoría económica normativa prescribe, en condiciones ideales o de primer rango, la tarificación al coste marginal, como una condición necesaria para la optimización de la función del bienestar u optimización Paretiana. Para que exista una asignación “eficiente” de recursos es necesario que los precios de bienes y servicios ofertados en la economía sean iguales al coste marginal de producirlos. El mercado, perfectamente competitivo, conduce precisamente, con su “certera mano invisible” a esa situación de equilibrio eficiente; los precios de bienes del mercado se igualan al coste marginal de producirlos, y la función de bienestar alcanza un máximo. El principio de tarificación al coste marginal propone imitar esa acción benéfica del mercado idealizado.

El coste marginal es el coste de producir una unidad adicional, o el coste ahorrado si se produce una unidad menos. Por esto también se suele hablar de coste de incrementos o coste evitable (sobre todo cuando se refiere a costes medios incrementos o decrementos finitos de producción). Lo que nos dice la teoría económica es que, en condiciones ideales, cada consumidor o usuario debería pagar un precio igual a ese coste marginal.

La economía como conjunto tiene una capacidad productiva limitada. La decisión de producir unos determinados bienes y servicios implica producir menos de otro u otros. El coste a la sociedad de producir algo es precisamente la renuncia a producir otras cosas, o, lo que es mismo, su "coste de oportunidad". En condiciones ideales la decisión de qué y cuánto producir la hacen los consumidores de acuerdo con sus preferencias que manifiestan en función de los precios (emiten sus votos-moneda). Por eso es imprescindible, para que se optimice la satisfacción agregada de los consumidores, que los precios reflejen los respectivos costes de oportunidad. Si han de decidir si prefieren consumir algo más o algo menos de un bien o servicio, el precio que se paga por ello debe reflejar el coste marginal de oportunidad de producir algo más, o algo menos. Cuando un monopolio, por ejemplo, carga un precio superior al marginal (óptimo), los consumidores o usuarios utilizan menos ese bien o servicio y el sistema deriva recursos productivos hacia otros bienes y servicios a los que gustosamente renunciaría si el precio monopolista no exagerara ese sacrificio o renuncia.

Los precios eficientes corresponden a una situación de optimización y tienen la propiedad, por lo tanto, de que pequeñas desviaciones sobre los mismos que generen "ganancias" de bienestar en los usuarios que se igualan aproximadamente a las pérdidas. Cuando los precios son ineficientes siempre es posible introducir modificaciones en los mismos, de forma que las "ganancias" de bienestar (expresadas por el excedente del consumidor), magnitud medible por el área delimitada por la curva de demanda) excedan las "pérdidas". Los que salen ganando con la modificación pueden compensar a los que salen perdiendo, y aún hay un excedente de bienestar. Existe excedente que se genera al movernos hacia una situación de mayor eficiencia mediante la modificación de precios.

Las posibilidades reales de introducir modificaciones tarifarias de determinados servicios para incrementar la eficiencia económica se ven fuertemente condicionadas en la práctica por la viabilidad de articular un sistema de compensación de los favorecidos o ganadores hacia los desfavorecidos o perdedores. Si esta compensación no es posible, la medida es equiparable a un cambio en la

distribución de la renta. Un caso afortunado donde esa compensación se hace de forma automática es cuando ganadores y perdedores son las mismas personas. Por ejemplo, la introducción de contadores en el abastecimiento de agua junto con un sistema de tarificación eficiente, en sustitución de un sistema de distribución de agua gratuita (financiada vía impuestos), producirá un aumento considerable del bienestar social agregado (aparte de la eliminación del despilfarro estéril) debido a que el uso del servicio estará en función de las preferencias reales del consumidor. Además no tendrá graves problemas de aceptación, en la medida en que las compensaciones se realizan de forma automática, ganadores y perdedores resultan ser, en líneas generales, las mismas personas (se ven favorecidos como contribuyentes que dejan de pagar impuestos y desfavorecidos como usuarios que pagan por un servicio anteriormente gratuito).

En resumen, podemos decir que el sistema en el cual la tarifa es igual al coste marginal del servicio, constituye el punto de partida y referencia en la tarificación de los servicios públicos y la lógica del sistema se basa en que la asignación del recurso es óptima cuando el valor que los consumidores dan a una unidad adicional del producto (P) es igual al coste de oportunidad de producción de esa unidad adicional (CM). Toda desviación del precio respecto al coste marginal genera una ineficiencia en la asignación del recurso. El principio orientador a partir del cual se introducen las correcciones que las circunstancias "no ideales" de cada caso aconsejen.

Hotelling (1938), fue el primero en sostener que la solución más eficiente es mantener las tarifas al nivel de los costes marginales y diseñar un sistema de impuestos directos o tasas que permita cubrir el déficit del monopolio. Sin embargo, como el mismo *Hotelling* y otros defensores de estas políticas tarifarias han reconocido, la definición de estos sistemas puede perjudicar a ciertos grupos de consumidores, lo que supone incluir los temas de compensación en el debate. Aunque estas políticas han sido atacadas desde distintos flancos (necesidad de compensación para poder afirmar que suponen una mejora del bienestar (Samuelson, 1947) y limitación del análisis al marco de equilibrio parcial de la economía, la realidad es que parece que han sido olvidadas por la tendencia que ha habido en Estados Unidos a asumir que las empresas deban conseguir equilibrios

presupuestarios sin ayuda de subvenciones. Dado que la mayor parte de la investigación económica de la tarificación de los servicios públicos se ha desarrollado en este país, la investigación sobre las posibilidades de las políticas de tarifas basadas en los costes marginales, con la ayuda de subvenciones, se ha dejado de lado (Silberg, 1978).

Manasingue y otros defensores (1992), ofrecen un diseño de una política tarifaria económicamente eficiente que se puede desarrollar a través de las siguientes etapas para el caso del abastecimiento de agua:

- 1- Análisis de la estructura del coste marginal de cada usuario o grupos de usuarios. Se deben tener en cuenta todos los costes que se ocasionen a la colectividad aunque sean externos al servicio. Es decir, los costes deben incluir las externalidades de modo que sean verdaderos costes de oportunidad.
- 2- Reflejo de la estructura de costes marginales en la estructura de tarifa, con las simplificaciones oportunas por razones de orden práctico, pero reteniendo, en todo caso, el poder orientador del consumo que deben mostrar los precios (la estructura tarifaria debe transmitir a cada usuario la información necesaria para promover una asignación eficiente de los recursos).
- 3- Ajuste de tarifas (nivel y estructura) necesario para establecer el equilibrio financiero, de forma que se produzca la menor alteración posible a la eficiente asignación de recursos. (Los llamados “precios Ramsy”).

La teoría económica de los servicios públicos ofrece reglas para corregir las circunstancias (Towry, 1990).

Observemos el caso de un servicio de abastecimiento de agua que bombea agua de un pozo cuyo nivel está descendiendo y que afronta una demanda uniforme a lo largo del año. Supongamos que los costes marginales a corto plazo (CMcp), por ejemplo, los costes de energía de bombeo, aumentan rápidamente conforme la demanda crece. En estas circunstancias, un precio igual al coste marginal puede ser lo suficientemente alto como para ajustar la demanda a la capacidad del pozo. La función de bienestar se maximiza (optimalidad Paretiana) si se aplica la siguiente política:

$$\text{Regla de Tarifación: } P = \text{CMPC}$$

Regla de Inversión

El nivel de inversión (digamos el tamaño del pozo) deberá ser tal que el coste de nuevas ampliaciones sea igual, en el límite marginal, al ahorro en los costes a corto plazo (gastos de explotación).

Por consiguiente, en condiciones óptimas de inversión, el coste marginal a corto plazo es igual al coste marginal a largo plazo (CMLP en condiciones óptimas de capacidad y producción, es igual al CMcp, ya que el coste de una unidad adicional de inversión es contrarrestado por ahorros en los costes de explotación que se producen al trabajar con ese incremento unitario de capacidad).

En el caso del abastecimiento consiste en un canal que deriva agua de un río. En estas condiciones la tarifación de acuerdo al coste marginal a corto plazo es suficientemente baja como para generar un consumo que desborde la capacidad.

Regla de tarifación

(Precio > CMCP) necesario para ajustar la demanda a la capacidad del canal.

Regla de inversión

Invertir hasta el punto en que las cuasi-rentas de la capacidad adicional ($P - CMCP$) igualen los costes de capacidad adicional (costes de inversión menos ahorros en costes de explotación).

En el caso de un servicio que afronte una demanda creciente en el tiempo y cuyas inversiones de ampliación de capacidad se hagan en cantidades discretas (por bloques), obtendremos la estrategia "óptima" que se recoge en:

Para $0 < t < t_1$: $P = CM_{PC}$

Para $t_1 < t < t_2$: P es tal que la capacidad justamente que cubre la demanda

Para $t = t_1$: $P = CM_{LC}$

debiéndose disponer, de inmediato, una nueva ampliación de servicio.

Los problemas prácticos de la política tarifaria que acabamos de describir son evidentes. En primer lugar, supone bruscas fluctuaciones en el nivel de precios que son inaceptables desde el punto de vista del usuario.

En el segundo lugar, exige un conocimiento de la elasticidad de la demanda para poder ajustarla exactamente a la capacidad disponible, lo que habitualmente no se tiene. Además, exige mantener un precio uniforme para mantener una mínima estabilidad en el nivel de tarifas. En la situación óptima, los costes deben ser iguales a los ingresos por consumo adicional generado durante el periodo por el decremento marginal del precio (*Survey Anderson 1977*).

La aparente simplicidad del sistema en que las tarifas se igualan al coste marginal esconde ciertos problemas, ineficiencias y dificultades, de acuerdo con *Michell y Vogelsang* (1991). Los principales son los siguientes:

- 1- Medición de los costes. Problemas a la hora de incorporar en las tarifas los constantes cambios en los costes de producción. Puede ocurrir que los costes de los procesos de medición de los cambios en los costes de producción, necesarios para la definición de las tarifas, sean mayores que los beneficios que reporta este sistema de tarificación (*Mitchel, 1990*).
- 2- Posible ineficiencia. Si los costes de producción del monopolio son decrecientes para todos los niveles de producción, la tarificación basada en el coste marginal no genera ingresos suficientes para cubrir los costes de la empresa, lo que produce un desequilibrio presupuestario. Este desequilibrio puede solucionarse, bien mediante subvenciones directas a la empresa o, bien mediante un cambio en el sistema tarifario.
- 3- Dificultades conceptuales derivadas, por ejemplo, del marco temporal del análisis de los costes. Ventajas y desventajas de los sistemas tarifarios basados en el coste marginal a corto plazo.

Tarifación Eficiente Compatible con el Equilibrio Económico:

Precios Ramsy

Los costes que importan a efectos de asignación eficiente de recursos, son los costes que importan en economía. Es decir, los costes futuros o costes que se pueden evitar. Como éstos no tienen ninguna relación con los costes pasados, la tarificación al coste marginal puede dar lugar a ingresos mayores, iguales o inferiores a los gastos necesarios para prestar el servicio y, como resulta del análisis de los sistemas

basados al coste marginal del mismo, generan un déficit presupuestario al monopolio. En este apartado asumimos que estamos en esta situación (monopolio natural) y que el monopolista debe cubrir sus costes sin la ayuda de subvenciones externas mediante un sistema de tarifación. Debido a esta situación el regulador debe encontrar un sistema de tarifas alternativo que cumpliendo la condición, maximice el bienestar social.

La literatura sobre este problema “Segunda mejor solución”, *Boiteux* (1951) analiza el problema sin utilizar el método del excedente del consumidor. *Rees* (1968) trata el problema de “la segunda mejor solución” de un monopolio natural en un marco de equilibrio general. *Baumol y Bradford* (1970), ofrecen un repaso histórico de las primeras contribuciones. Pero lo que interesa y sirve a nuestro trabajo es el primer análisis matemático del problema que fue elaborado por *Ramsy* (1927), en relación con el sistema impositivo, pero es perfectamente aplicable al problema de la tarifación de los servicios públicos.

Las tarifas de *Ramsy* son aquellas que maximizan la función de bienestar (o que son eficientes en el sentido de *Pareto*, es decir, que nadie puede mejorar sin dañar necesariamente a un tercero), cuando se impone la condición de equilibrio económico del servicio. Para el caso del suministro de agua a varios grupos de usuarios el principio de tarifación *Ramsy* es sencillo:

Los ajustes de las tarifas sobre el coste marginal serán, en valor relativo, proporcionales a las elasticidades de las demandas respectivas.

La asignación de recursos eficiente en condiciones ideales, sin condicionamientos de equilibrio presupuestario, será alterada en grado mínimo por esa limitación cuando aquellos usuarios cuya demanda es más elástica, sean tarifados a niveles próximos al coste marginal. En tanto que el peso del equilibrio financiero se hace recaer sobre aquellos usuarios cuya demanda es más inelástica. Como consecuencia, las tarifas *Ramsy* de estos últimos pueden distanciarse

sensiblemente del coste marginal. Si CM , E , y P son los costes marginales, elasticidades y precios *Ramsy* o precios “cuasi-óptimos”, la regla de tarifación adopta la formulación siguiente:

$$(1) \quad P_i - CM_i / P_i E_i = P_j - CM_j / P_j E_j = \text{constante}$$

$$(2) \quad \text{Ingresos totales} = \text{Gastos Totales.}$$

Lo que implica que si todas las elasticidades son iguales, los costes marginales deberán ajustarse en el mismo porcentaje, hasta obtener los precios que establece el equilibrio económico. De este modo, se ocasiona el mínimo daño a la asignación óptima del recurso.

Los precios *Ramsy* responden intuitivamente bien a la lógica económica (*Zajac, 1978*). Si la economía ideal en su conjunto es tarifada al coste marginal, todas las posibles “ganancias” del comercio son capturadas. Se puede demostrar que si los precios de algunas mercancías difieren del coste marginal, algunas personas se beneficiarían (los favorecidos) por ajuste de los precios al coste marginal y, aunque algunas personas se vieran perjudicadas (los perjudicados), los beneficios o ganancias superarían a las pérdidas. Después de que los favorecidos compensen a los perjudicados, quedará aún algún beneficio adicional.

Ahora bien, los precios de determinados bienes (P_i y P_j) ya no pueden ser iguales a su coste marginal, debido a que existe una condición de equilibrio presupuestario. Las cantidades de esos bienes y servicios cambiarán en relación al nivel óptimo. Los precios *Ramsy* modifican las cantidades consumidas (o servicios demandados) de los bienes regulados, pero lo hacen de tal modo que su proporción Q_i/Q_j permanece constante. Si en condiciones ideales se suponía que no era posible mejorar la eficiencia cambiando las cantidades consumidas de uno u otro bien (es decir alternado la relación Q_i/Q_j) los precios *Ramsy* consideran que esa relación es óptima y la mantienen. Los precios son tales que las cantidades demandadas aumentan o disminuyen proporcionalmente lo mismo; en la cuantía necesaria para lograr el equilibrio económico.

Hasta aquí hemos visto asumido un coste marginal constante y demanda independiente en cada uno de los mercados abastecidos por monopolios. El análisis puede ampliarse a casos donde estas condiciones no se cumplan, sin embargo, la regla pierde parte de su simplicidad y el cálculo se vuelve más complejo. La regla más general es la siguiente:

$$\hat{P} = P_1(C_1 - P_1) * S_1 = (P_2 - C_2 / P_2) * S_2$$

Los términos S representan las súper elasticidades definidas por Rohlrs (1979) e incluyen las elasticidades precio cruzadas, ponderadas por las rentas relativas.

En este caso más general, la regla implica que la desviación porcentual de la tarifa con respecto al coste marginal, ponderado por las súper elasticidades, debe ser igual en todos los mercados. Evidentemente, si las súper elasticidades tienen valor 0, la regla toma la primera forma analizada. A pesar de la mayor complejidad del cálculo, la lógica sigue siendo la misma: los mayores aumentos se producen en aquellos mercados en los que la variación del precio genera menores impactos en la cantidad demandada respecto a la situación en la que la tarifa es igual al coste marginal. Por el contrario, los menores aumentos se producen en aquellos mercados más sensibles a la variación de la tarifa.

Existe una extensa literatura sobre los sistemas de tarificación Ramsy en diferentes situaciones (George(1979), Johson(1985), Sherman y Braeutigam(1984)). Basta decir que la general, que sostiene que los márgenes entre las tarifas y los costes marginales para cada mercado deben desviarse en una proporción inversa a sus respectivas elasticidades de la demanda y puede adaptarse de diferentes formas a las situaciones descritas anteriormente.

Los sistemas de tarificación *Ramsy*, debidamente interpretados, pueden ser un instrumento ciertamente valioso para los organismos reguladores de los servicios públicos. Sin embargo, su implantación se ve dificultada por una serie de cuestiones.

La eficiencia social de los sistemas de precios de *Ramsy* se ve dificultada por las distorsiones del sistema económico. Cuando el regulador no dispone de una información detallada sobre la importancia de estas distorsiones y sobre la interdependencia de las demandas de los distintos bienes, no puede estar seguro de que este sistema tarifario vaya a mejorar la situación respecto al sistema tarifario existente.

Un problema considerable en la implantación de los sistemas tarifarios *Ramsy* es que, con mucha probabilidad, habrá consumidores que se verán perjudicados. Aunque en teoría los reguladores pueden diseñar mecanismos de compensación que transfieran parte de las ganancias de los beneficiados a los perjudicados, esto no siempre es así en la práctica. El tema de la eficiencia y la equidad en el sistema *Ramsy* de tarificación es analizado por Zajac (1978).

Por último, puede que las tarifas *Ramsy* no estén libres de subvenciones cruzadas entre mercados. Los consumidores de ciertos mercados pueden estar pagando más por el servicio que si fueran abastecidos por un suministrador alternativo, y de esta forma están subvencionando el consumo a otro mercado del mismo bien o servicio. La existencia de subvenciones cruzadas implica la inclusión de consideraciones éticas que van más allá de las puramente económicas.

A pesar de todas estas razones, ciertos economistas consideran que los precios *Ramsy* son inaceptables en la práctica (Kamerschen y Keenan, 1983). Sin embargo, en sectores en los que los monopolios no están estrechamente vinculados o relacionados con otros sectores económicos a través de las elasticidades de la demanda y la oferta, esos sistemas tarifarios pueden ser un instrumento eficiente de regulación.

3.4.2.2. Sistemas no lineales de tarifación

En la sección anterior analizamos los sistemas lineales en los que la tarifa del servicio en cada mercado no varía con la cantidad vendida. En esta sección analizaremos una serie de sistemas de tarifación no-lineales en los que la tarifa del servicio varía con la cantidad consumida del mismo y el gasto del consumidor en la compra de un determinado bien no aumenta proporcionalmente a la cantidad consumida, además en este sistema el consumidor paga una cuota inicial y tarifa constante denominada tarifa marginal, el gasto total que paga el consumidor por un bien determinado es igual:

$$R(Q) = E + PQ$$

Donde:

R(Q) : el gasto total del consumido.

E : Cuota inicial.

P : Tarifa constante.

Q : Cantidad de compra.

Los sistemas de tarifación no-lineales nacieron en el año 1892 de un estudio de Hopkinson sobre las tarifas de energía eléctrica. En la década de los cuarenta, Lewis y Coase, realizaron un estudio en el que el primero analizó las ventajas de los mismos sistemas, y el segundo estableció un sistema tarifario con tarifa marginal constante y cuota de entrada similar para todos los usuarios. Después de este periodo se realizaron numerosos estudios sobre este tema pero lo más importante fue un artículo de Oi (1971) sobre un sistema óptimo con cuota de acceso para un monopolista maximizando el beneficio.

Anteriormente era necesario analizar la curva de demanda de cada mercado del bien o servicio (el excedente de los consumidores y productores) para aprender más sobre las tarifas lineales. En esta sección se dispone de poca información de las curvas individuales de demanda de los consumidores del mercado.

Numerosos estudios y autores han tratado este tema, la mayor parte de ellos tiende a asumirse que las curvas de demanda individuales de un mercado no se cruzan y que los consumidores pueden ser catalogados en función de un parámetro unidimensional. El supuesto del parámetro implica que es posible agrupar a los consumidores en función variable, y poder definir una estructura tarifaria no lineal sabiendo la cantidad de consumidores que se localizarán en cada punto de la estructura tarifaria. Para localizar dichos puntos de la estructura tarifaria de los sistemas no-lineales es necesario conocer el concepto del consumidor marginal como una referencia para agrupar la estructura de los consumidores.

A continuación presentamos un breve análisis económico de los sistemas no-lineales:

3.4.2.3 El sistema tarifario con cuota de entrada

Este sistema se define por el par $(E, P) > 0$, donde E representa una cuota fija cuyo pago es un requisito para adquirir la cantidad deseada del producto a una tarifa constante. Dado que E puede ser 0, este sistema es generalización de un sistema tarifario lineal.

Partimos de una situación inicial en la que un monopolista abastece un mercado con dos grupos de consumidores A y B cuyos parámetros son r_1 y r_2 (figura 5). A un nivel tarifario determinado, B consume más que A.

Figura: 5

Supongamos que si la empresa iguala la tarifa al coste marginal obtiene pérdidas. Si la empresa sólo puede definir un sistema tarifario lineal, y debe cumplir el requisito de equilibrio presupuestario, deberá establecer una tarifa constante para los dos grupos de consumidores igual a p_1 definido por el coste medio. A esta tarifa única el grupo de consumidores A sólo consumiría QA_1 y el grupo B QB_1 y el excedente total se reduciría en $(c + y)$ respecto a la situación inicial en la que la tarifa igualaba al coste marginal.

Coase (1946) sugiere que la pérdida de excedente puede ser cancelada si las tarifas para ambos se igualan al coste marginal y el déficit resultante para la empresa (F) se compensa gracias a la imposición de una cuota de entrada a los consumidores $E = F/N$, donde N es igual al número de consumidores. El argumento es que los consumidores comprarán las mismas cantidades que si la tarifa fuera igual al coste marginal y la única diferencia es una transferencia del déficit (F) de los consumidores a la empresa. El sistema tarifario resultante se denomina sistema de tarifas *Coase*.

En planteamiento de *Coase* se asume que la cuota fija $E = F/N$ no tiene impacto alguno sobre las cantidades que cada grupo de consumidores adquiere en el mercado. Sin embargo, el pago de la cuota puede hacer que ciertos consumidores abandonen el mercado y no consuman cantidad alguna del producto. En concreto, para el grupo de consumidores A, si la cuota fija E es mayor que las áreas $a+b+c$, obtendrán un excedente negativo y abandonarían el mercado. Por tanto, desde el punto de vista de la maximización de suma del excedente de los dos grupos de consumidores, puede que sea mejor encontrar una estructura tarifaria, en la que, por ejemplo, la tarifa sea distinta del coste marginal con la consecuente pérdida de eficiencia, que permite que los consumidores B no abandonen.

En estas situaciones las empresas reguladoras de un servicio público no solo deben tener en cuenta la eficiencia en la tarificación sino asegurarse del número correcto de consumidores participe en el mercado. En numerosas ocasiones es necesario hacer un *trade-off* entre las dos variables. Si las tarifas se igualan al coste marginal para no distorsionar el consumo, la condición de equilibrio presupuestario puede hacer que la cuota de entrada sea tan alta que suponga la exclusión de numerosos consumidores del mercado.

Seguimos con el ejemplo analizado anteriormente de una empresa que abastece a dos grupos de consumidores A y B (grupos que asumimos tienen el mismo número de miembros) con r_1 y r_2 . En el gráfico 6 están representadas, superpuestas, las curvas de demanda de estos grupos. Con una tarifa uniforme P_1 , necesaria para cubrir los costes totales de la empresa, A consume Q_{A_1} y B, Q_{B_1} .

Supongamos que la empresa decide ofrecer un sistema alternativo de tarificación con cuota de acceso; una tarifa uniforme P_2 , superior al coste marginal pero inferior a P_1 , y una cuota de acceso igual a la diferencia entre P_1 y P_2 multiplicada por la cantidad inicial consumida por el grupo B, Q_{B_1} . La empresa ofrece a los dos grupos de consumidores la posibilidad de elegir la estructura bajo la cual quieren ser cobrados. ¿Cual elegirán?

Figura: 6

El grupo de consumidores A con el sistema inicial obtiene un excedente igual a "a". Si se pasaran al sistema alternativo, dado que la tarifa bajará a P_2 , consumirían QA_2 y en principio obtendrían un excedente de $a + b$. Sin embargo, tendrían que pagar la cuota de acceso igual a $(c+b)$ y como resultado verían su excedente reducido en $c-b$. Evidentemente el grupo preferiría mantenerse en el sistema inicial.

Para B, sin embargo, el resultado es diferente. A la nueva tarifa, consumiría QB_2 que aumentaría su bienestar incluso después del pago de la cuota de acceso. Como resultado del cambio de sistema obtendría un incremento de excedente igual a d respecto a la situación inicial (o sea, $b+c+d$, excedente de la disminución del precio $- (b+c)$, pago de la cuota).

Por su parte, la empresa, fruto del cambio de la cantidad consumida de B, aumentaría su excedente en e (ya que recupera, con la cuota $b+c$, el déficit de p_1 a p_2 , y d no existiría para ella):

En resumen, gracias a la porción del sistema con cuota de entrada, el excedente total ha aumentado en $d+e$ y ninguno de los agentes implicados se ha visto perjudicado por el cambio. Incluso podría diseñarse un sistema de compensación que diera como resultado que, fruto del cambio, todos los agentes mejoraran su situación con respecto a la situación inicial.

Sistemas tarifarios basados en los costes

El objetivo principal del sistema tarifario es hallar la maximización del excedente económico total, mediante los costes marginales de los servicios, la elasticidad de las demandas de mercado y el pago de los consumidores.

Intentaremos analizar un conjunto de sistemas que tiene como objetivo definir los costes de producción de cada uno de los servicios de una empresa. Aunque antes de llevar a cabo este paso necesitaríamos ver ciertos conceptos adicionales como el sistema tarifario sin subvenciones cruzadas, sistemas tarifarios sostenibles y sistemas de tarifación de carga máxima.

El primero relaciona el coste de producción del servicio con la idea de justicia. *Faulhaber* (1975) lo define como un sistema tarifario de un monopolista en donde se producen diferentes servicios y el cual está libre de subvenciones cruzadas si los ingresos derivados de la tarifa cubren los costes totales. *Baumol* (1986) por su parte cree que dada la existencia de interdependencia en la demanda de vida servicio, los ingresos generados por un servicio adicional cualquiera pueden reducir el ingreso derivado de la venta de otros productos, añadiendo que se debe agregar un test de carga que se utiliza para valorar las tarifas entre diferentes grupos de consumidores, mientras que el test de incremento del ingreso debería utilizarse para valorar la justicia de las tarifas entre competidores.

El segundo sistema fue constituido por *Panz y Willing* (1977) con el fin de aplicarlo al campo de la competencia entre empresas, y se podría resumir de la siguiente forma; “bajo un sistema tarifario puede existir un monopolio socialmente deseado, sin la ayuda de barreras de entrada”.

El sistema de precios (p^*) debe cumplir las dos reglas siguientes:

1. Los ingresos derivados de la venta de las cantidades demandadas a esa tarifa deben ser suficientes para cubrir los costes.

$$(Pq(P^*) - C(q(P))) \geq 0$$

2. No puede haber un sistema de tarifa y cantidades demandadas P y q que:

$$P^e q^e - C(q) \geq 0 \quad Y \quad P^e \leq q^e D^e(P^* * P^e)$$

Es lo mismo si decimos que no puede haber una empresa que entre en el mercado, a menores tarifas que las del monopolista.

El tercer sistema surge en el coste marginal cuidadosamente definido, que varia a lo largo del periodo dependiendo de la capacidad que se esté utilizando, ya que numerosas industrias de servicio públicos tiene dos características distintivas:

- A. La demanda de los servicios que producen es de carácter cíclico,
- B. El almacenamiento y transporte de los bienes o servicios que producen son difíciles y costosos.

3.5. Conclusiones

Los servicios públicos son aquellos que la sociedad considera que tienen derecho a los precios y condiciones razonables que no pueden ser ofrecidas por el mercado. Es algo natural que una sola empresa pueda producir cualquier cantidad de un producto exclusivo, es decir, un monopolio natural dentro de un mercado, aunque esta situación pueda surgir en el caso de que el monopolio se comporte como un maximizador de beneficios con el objetivo de maximizar el bienestar social mediante la definición de precios de venta y producir unas cantidades del bien que generarán un bienestar social que podrá mejorarse si el mercado se regula con el objetivo de maximizar el bienestar social.

En principio, si los beneficios derivados de la regulación son superiores a los costes de llevarla a cabo, existe una justificación económica para la regulación del mercado mediante la utilización del mejor instrumento para regular los servicios públicos, es decir, definir un sistema tarifario de los mismos, el cual es considerado eficiente al generar un mayor nivel de bienestar social que se define mediante el excedente agregado de los consumidores y de los productores del servicio público.

El cambio de un sistema por otro es eficaz si genera un aumento del excedente económico total y si es posible que los agentes beneficiarios del mismo compensen a los perjudicados. Teniendo en cuenta que el excedente económico total se maximiza cuando las tarifas se igualan al coste marginal del servicio.

Se puede generar un déficit presupuestario si un monopolista tiene costes medios decrecientes, o sea, que las tarifas sean iguales al coste marginal lo que conlleva que los costes totales del monopolio no sean cubiertos, esta situación se puede resolver de dos maneras la primera es subvencionar las pérdidas del monopolista, y la segunda definir unas tarifas superiores al coste marginal. Teniendo en cuenta que lo mejor sería mantener las tarifas al nivel de los costes marginales y diseñar un sistema de impuestos directos o tasas que permitan cubrir el déficit del monopolio si hay una posibilidad de compensación.

Los sistemas tarifarios son los instrumentos más importantes para la regulación de los servicios públicos, existiendo varios tipos de sistemas de tarifación:

Los sistemas de tarifación lineales son las tarifas que se mantienen constantes por unidad vendida en cada mercado.

Las tarifas no lineales, son lo contrario de la tarifa anterior, y en la que las tarifas de los servicios en cada mercado varían con la cantidad consumida tomando en consideración que un bien o un servicio no se incrementa con la cantidad consumida. Los sistemas de tarifación no lineal más óptimos se deducen de que los menores costes que ofrecen los monopolistas de bienestar social a los grandes consumidores se justifican por las diferencias de elasticidades al precio, además de por las diferencias en los costes de abastecimientos.

La tarifa de *Ramsey* implica que las desviaciones porcentuales de las tarifas referentes al coste marginal en cada mercado debe ser proporcional al valor de la elasticidad de la demanda al precio en cada mercado, añadido a que el monopolista pueda separar los distintos mercados del servicio si dispone de dos elementos esenciales, la información básica de las curvas de demanda y si no hay arbitraje perfecto (sin costes) entre los mercados

La tarifación de la cuota de acceso, en donde el consumidor paga una cuota que es un requisito para adquirir la cantidad deseada del bien a una tarifa constante.

Las tarifas se igualan al coste marginal del servicio eficiente y maximizando el excedente económico.

Los sistemas tarifarios que generan un aumento del excedente económico total o generan mayor nivel del bienestar social, son los más eficientes.

El monopolio natural significa que existe una sola empresa con capacidad para producir cualquier cantidad de servicio público a un coste total inferior al coste total que supondría que lo produjera un grupo de empresas independientes en el mercado.

El monopolio tiene como objetivo producir la cantidad de un bien o servicio que maximice el bienestar social a través de establecer un sistema tarifario donde los costes sean inferiores a los beneficios.

En el caso de que un monopolista tenga costes medios decrecientes, éste debe elegir unas tarifas superiores al coste marginal para cubrir los costes totales del monopolio porque los ingresos (cuando las tarifas igualan al coste marginal generan un déficit presupuestario) no son suficientes para cubrir los costes.

Cuando los sistemas tarifarios tienen un déficit presupuestario, el monopolio tiene que diseñar un sistema cuyo componente iguale al coste marginal y a los impuestos directos para cubrir su déficit y evitar subvenciones públicas.

Los sistemas especialmente adecuados para industrias de servicios públicos en las que (1) la demanda tiene carácter cíclico y (2) el almacenamiento y transporte de los bienes o servicios producidos son difíciles y costosos.

Poner unos sistemas de tarificación requiere de la existencia de sofisticados sistemas de medición del servicio e información detallada de las elasticidades cruzadas y de los costes marginales de producción de los diferentes periodos considerados.

4. Análisis cuantitativo del mercado del agua

El objetivo del presente capítulo es la realización de un análisis cuantitativo del mercado del agua en Jordania utilizado, tanto la metodología Input- Output, como el análisis de regresión.

4.1 Presentación del modelo Input- Output

La historia original de la idea básica del análisis input- output fue propuesta por el francés *Quesnay* en su libro *Tableau economique* en el año 1758 (*Michael y Todaro 1978*), pero quien la desarrolló en términos de la aplicación práctica vigente fue el ruso- estadounidense *Wasily Leontief* en el año de 1936, publicando su trabajo seminal en "The review of Economic and Statistics". En este documento estableció las relaciones productivas intersectoriales dadas en Estados Unidos, a la vez que presentó su propia visión de la situación de la ciencia económica y de sus posibilidades de cuantificación. (*Leontief, 1941*)

El objetivo central del análisis Input- Output es estudiar las relaciones intersectoriales de la economía. Dicho análisis tiene dos perspectivas, como instrumento descriptivo- contable de un sistema económico y como herramienta de simulación y predicción económica, perspectiva que se utiliza en el presente estudio.

Para la elaboración de las tablas input-output es necesario información estadística muy precisa de los flujos intersectoriales de bienes y servicios, la demanda final y el valor añadido de la economía para un año concreto, desagregados de manera sectorial.

Desde el punto de vista de simulación – predicción económica, este análisis depende de forma básica del modelo abierto de *Leontief* el cual permite establecer las relaciones entre las diferentes magnitudes del sistema económico y estima los efectos que tienen las variaciones de determinadas variables sobre el resto. Se entiende por modelo abierto de *Leontief* un modelo input – output cuyos

componentes exógenos se refieren a demanda final (consumo privado y público, inversiones y exportaciones y el rendimiento neto de importaciones).

En la dimensión descriptivo – contable, el modelo input – output es un método sistemático de recopilación y presentación de material estadístico que recoge, en una tabla de doble entrada, los flujos sectoriales que se producen en una economía durante un periodo de tiempo dado, en general, un año . Por convenio, en las filas se contabilizan, para cada sector, los bienes y servicios vendidos a otros sectores económicos y a la demanda final, mientras que en las columnas se presentan los bienes, servicios y factores adquiridos por cada sector para la elaboración de su producción; Input- Output representa, por tanto, un instrumento contable complementario a otros sistemas como la contabilidad nacional o regional, cuyo objetivo es la descripción de la actividad económica que se produce en una economía .

Desde el punto de vista original el modelo de *Leontief* se concibe como una situación de equilibrio general walrasino en la que intervienen todos los mercados de bienes y factores de producción y es un modelo en cantidades físicas (Toneladas, m^3 , etc.) y precios nominales. Las mercancías se miden cada una en su propia unidad física; estas mercancías son homogéneas, en el sentido que por su definición en términos físicos son siempre idénticas, sea cual sea su utilización.

4.1.1 El modelo de la demanda:

Mediante el modelo de Leontief se puede evaluar los efectos, directos e indirectos, que las variaciones de la producción de alguno de los sectores económicos o la demanda final tienen sobre la producción de los distintos sectores económicos.

El modelo de demanda del agua que se va a trabajar parte de los siguientes supuestos simplificadores en cuanto a la información objeto de análisis a saber:

A. Existencia de exogenidad en las alternativas de la demanda final y en los valores añadidos.

- B. Carácter estático en las relaciones entre variables
- C. Coeficientes técnicos constantes.
- D. Consideración de igual número de ramas suministradoras y utilizadoras.
- E. No existen diferencias entre las transacciones correspondientes a producción nacional e importación.

La notación que se utilizará será la siguiente:

$$X_j = x_{j1} + x_{j2} + \dots + x_{jn} + D_j$$

Donde :

X_{ij} =Flujos del sector i (suministrador) al sector j (utilizador).

X_j = Representa la producción efectiva del sector j.

D_j = Representa la demanda final.

$i, j = 1, 2, \dots, n$, siendo n el número de sectores considerados.

La tabla input – output en sus relaciones por filas puede expresarse simbólicamente como:

$$\begin{aligned}
 X_1 &= x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} + D_1 \\
 X_2 &= x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} + D_2 \\
 &\dots\dots\dots \\
 X_n &= x_{n1} + x_{n2} + \dots + x_{nn} + D_n
 \end{aligned}$$

Y en forma matricial quedaría de la siguiente manera, así:

$$[X] = [x][i] + [D] \dots\dots\dots \text{Ec. 1}$$

Donde:

X_j : Vector columna de producción por sectores.

x : Matriz de transacciones Inter- industriales.

i : Vector columna de n elementos unitarios.

D : Vector columna de demanda final por sectores.

Aceptado la hipótesis “la proporción utilizada de factores por parte de cada sector es fija” se definen coeficientes técnicos $a_{i,j}$ como:

$$a_{ij} = x_{ij} / X_j \text{ ----- Ec. 2}$$

Y que representa cantidad de inputs adquiridos por el sector j al sector i por cada unidad producida.

Despejando $x_{i,j}$ en (2) y sustituyendo lo obtenido en (1) se obtiene el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\begin{aligned}
 X_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + D_1 \\
 X_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + D_2 \\
 &\dots\dots\dots \\
 X_n &= a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n + D_n
 \end{aligned}$$

De forma matricial y denominando como A la matriz de coeficientes técnicos, puede representarse como:

$$\begin{bmatrix} X \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} D \end{bmatrix} \dots\dots\dots Ec.(3)$$

O bien:

$$[X] = [I - A]^{-1} * [D] \dots\dots\dots Ec.(4)$$

Donde:

$[I - A]^{-1}$: Matriz inversa de Loentief.

El sistema completo reflejando en Ec (3) se puede expresar, de forma particionada como:

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{11} \\ A_{21} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} A_{12} \\ A_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} D_1 \\ D_2 \end{pmatrix} \dots\dots\dots \text{EC. 5}$$

Que da lugar al siguiente par de sistemas de ecuaciones:

$$X_1 = A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + D_1 \dots\dots\dots \text{Ec(6)}$$

y

$$X_2 = A_{21}X_1 + A_{22}X_2 + D_2 \dots\dots\dots \text{Ec(7)}$$

En la década de los sesenta *Stone* y otros desarrollaron la metodología de los sistemas input- output que permite utilizar las sub-matrices rectangulares, con el objeto de identificar diferentes tecnologías productivas y diferentes unidades de medida para las diversas particiones del sistema (sistema híbrido), esta técnica se utilizó inicialmente para análisis de la economía británica (*Stone,1970*)

En el caso del agua podemos utilizar el sistema híbrido mas simple, con una partición entre el sector agua en unidades físicas (m^3), véase ecuación 6. En este componente se muestra cómo la producción total de agua en m^3 se distribuye entre el agua consumida por su propio sector, la consumida por el resto de los sectores y la dirigida a la demanda final. La matriz A_{11} tiene unidades m^3 / m^3 y su coeficiente se expresa como la proporción entre el consumo de agua entre su propio sector y el total de la producción de agua en m^3 . La matriz A_{12} tiene unidades $m^3 /$

Dinar Jordano (1\$ = 0.708 Dinar Jordano) y sus coeficientes son el cociente que resulta de dividir el consumo de agua en m^3 y el valor de su producción efectiva.

En la ecuación 7, se expresa la producción del resto de los sectores productivos. Este componente tiene como unidad de medida valores monetarios y explica como la producción del total de sectores productivos (menos el sector agua) se distribuye entre el sector del agua, el resto de los sectores y la demanda final para cada sector. La matriz A_{21} tiene unidades dinar / m^3 y sus coeficientes representan, para cada sector, la relación entre el valor de su consumo de agua y la producción efectiva del sector agua en m^3 . La matriz A_{22} tiene unidades dinar / dinar y sus coeficientes son la relación entre el valor de consumo intermedio en cada sector y el valor de la producción efectiva. En este cálculo no entra el sector agua.

Desarrollada la ecuación 6, se obtiene:

$$[X_1] = [I - A_{11}]^{-1} [A_{12}X_2 + D_1] \dots \dots \dots \text{Ec(8)}$$

Este modelo permite medir las consecuencias que una variación en la producción del resto de los sectores o una variación en la demanda final de agua tienen sobre la producción del sector de agua (en metros cúbicos).

Utilizando la ecuación 7 se detiene la siguiente expresión:

$$[X_2] = [I - A_{22}]^{-1} [A_{21}X_1 + D_2] \dots \dots \dots \text{Ec(9)}$$

Este modelo nos conduce a medir el impacto que se obtiene de una variación en la producción de agua en m^3 o de una variación de la demanda final de todos los sectores excluyendo el sector agua sobre el valor de producción del resto de los sectores.

Siguiendo la metodología de *Stone (1961)* se puede calcular X_1 y X_2 en función de demandas D_1 y D_2 .

Sustituyendo la ec.(9) en ec. La (8) se obtiene:

$$[X_1] = [I - A_{11}]^{-1} [A_{12} [(I - A_{22})^{-1} (A_{21} X_1 + D_2) + D_1]]$$

y operando:

$$[X_1] = [I - A_{11}]^{-1} A_{12} (I - A_{22})^{-1} A_{21} X_1 + [I - A_{11}]^{-1} A_{12} + (I - A_{22})^{-1} D_2 + [I - A_{11}]^{-1} D_1$$

$$[X_1] = [I - (I - A_{11})^{-1} A_{12} (I - A_{22})^{-1} A_{21}]^{-1} [(I - A_{11})^{-1} [A_{12} (I - A_{22})^{-1} D_2 + D_1]]$$

Ec.(10)

Donde X_1 representa la producción del sector agua en m^3 en función de la demanda directa de agua D_1 y de $A_{12} (I - A_{22})^{-1} D_2$, la demanda de agua derivada del proceso productivo interno del sector 2. Esta expresión permite estimar la incidencia que tienen las demandas D_1 y D_2 sobre la producción de agua expresada en unidades físicas.

$$[X_2] = [I - A_{22}]^{-1} [A_{21} [(I - A_{11})^{-1} (A_{12} X_2 + D_1)] + D_2]$$

Y desarrollando:

$$[X_2] = [I - A_{22}]^{-1} A_{21} (I - A_{11})^{-1} A_{12} X_2 + [I - A_{22}]^{-1} A_{21} (I - A_{11})^{-1} D_1 + [I - A_{22}]^{-1} D_2$$

$$[X_2] = [I - [I - A_{22}]^{-1} A_{21} (I - A_{11})^{-1} A_{12}]^{-1} [[I - A_{22}]^{-1} [A_{21} (I - A_{11})^{-1} D_1 + D_2]] \text{ Ec.....(11)}$$

El modelo que representa la ec. (11) en el que X_2 , que es la producción del sector 2, se define como una función de D_2 y de $A_{21} (I - A_{11})^{-1} D_1$, la demanda de bienes y servicios del sector 2 derivada del proceso productivo interno del sector agua.

4.1.2 - El modelo de precios:

Mediante el modelo de precios se evalúa el impacto que una variación porcentual del precio de alguno de los sectores tiene sobre el precio del resto de los sectores.

El siguiente modelo explicará de forma matemática las relaciones entre los precios de los sectores:

$$P_j = a_{1j} P_1 + a_{2j} P_2 + \dots + a_{nj} + P_n + V_j \dots \text{Ec. 12}$$

Donde:

P_j : Precios unitarios de los bienes o servicios por el sector j.

V_j : El valor añadido por unidad de producción en el sector j (coste de los factores primarios).

a_{ij} : coeficiente técnicos para cada sector

$$[P] = [A'] [P] + V \dots\dots\dots \text{Ec. 13}$$

Igualando términos semejantes

$$[P] - [A'] [P] = [V]$$

$$[I - A']^{-1} [P] = [V]$$

Quedando en forma más condensada, así:

$$[P] = [I - A']^{-1} [V] \dots\dots\dots (14)$$

Este término es conocido como sistema dual de precios de Leontief (el primal corresponde a cantidades) y permite medir el impacto de una variación porcentual del precio de alguno de los sectores sobre el precio de los demás.

En una tabla input- output en equilibrio, se puede demostrar que los vectores de precios son unitarios.

Así, partiendo del el sistema en su valor de equilibrio

$$X_1 = x_{11} + x_{12} + \dots\dots\dots + x_{1n} + D_1$$

$$X_2 = x_{21} + x_{22} + \dots\dots\dots + x_{2n} + D_2$$

.....

$$X_n = x_{n1} + x_{n2} + \dots\dots\dots + x_{nn} + D_n$$

Puede resumirse en forma de relación matricial como;

$$[x] = [X] \cdot [i] + [D]$$

La siguiente función se expresa en términos de coeficientes técnicos y valor agregado.

$$[x\hat{x}^{-1}] = [A]' i + D \hat{x}^{-1} = A' i + v = i$$

Donde:

\hat{x} : Coeficiente técnico

v: coeficiente de valor añadido

La suma de las columnas de coeficientes técnicos y los correspondientes coeficientes de valor añadido es unitaria.

En este caso:

$$v = i - A' i = (I - A') i$$

Se reemplaza en la ec. 14 y se obtiene:

$$P = [I - A']^{-1} [I - A'] i$$

$$P = i$$

Teniendo en cuenta la (ec. 13) se define un sistema particionado semejante al definido anteriormente para el modelo de demanda:

$$\begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A'_{11} & A'_{21} \\ A'_{12} & A'_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix}$$

De la anterior expresión matricial resultan las relaciones de orden matricial que a continuación se describen, es decir la ec.16 y ec.17.

$$P_1 = A'_{11} P_1 + A'_{21} P_2 + V_1 \dots \dots \dots Ec.(16)$$

Y

$$P_2 = A'_{12} P_1 + A'_{22} P_2 + V_2 \dots \dots \dots Ec.(17)$$

La ecuación (16) se refiere al precio nominal de agua en m^3 y es la resultante de tres sumandos. Se encuentra en función del consumo del propio sector, del índice de precios en valores unitarios del resto de sectores y del valor agregado por m^3 referente al sector del agua.

La ecuación (17) contabiliza el índice de precios unitarios del resto de los sectores diferentes al sector agua y se encuentra en función del valor del m^3 de agua, del índice de precios del resto de los sectores y del valor añadido.

Expresando en forma matricial (16) se obtiene:

$$[P_1] = [I - A'_{11}]^{-1} [A'_{21}P_2 + V_1] \dots \dots \dots \text{Ec}(18)$$

Este es un modelo de precios que permite medir el precio nominal del m^3 de agua y el impacto que tiene sobre este precio una variación porcentual del índice de precios unitaria del resto de los sectores.

De la ecuación (17) se obtiene:

$$[P_2] = [I - A'_{22}]^{-1} [A'_{12}P_1 + V_2] \dots \dots \dots \text{Ec}(19)$$

Este modelo estima la variación de los precios del resto de los sectores económicos que resulta de variaciones del precio nominal del m^3 de agua.

Cuando se tiene una situación de equilibrio en valores, P_1 representa un precio nominal (en unidades monetarias por m^3 de agua) y P_2 representa un índice de precios cuyo valor inicial es unitario.

El vector $A'_{12} P_1$ son los coeficientes técnicos del agua en valor: los elementos $a_{ij(12)}$ representa volúmenes de agua i (en m^3) por unidad de producción (en valor monetario) de j , y su producto por P_i , el precio nominal del agua i en unidades monetarias por unidades de volumen (por m^3), estos coeficientes son adimensionales ya que resultan del cociente entre el valor monetario del agua i y el valor monetario de la producción j .

A través de ecuación (19) se puede calcular el impacto que sobre este índice unitario de equilibrio de los precios P_2 se obtiene al modificar los coeficientes técnicos en A_{12} y A_{22} , los coeficientes de valor añadido $V_{2,0}$, para el caso a estudiar en el presente trabajo, del precio nominal unitario de P_1 (precio por m^3 de agua.)

Ahora bien, reemplazando (19) en (18) se obtiene:

$$P_1 = (I - A'_{11})^{-1} \left[A'_{21} \left[(I - A'_{22})^{-1} (A'_{12} P_1 + V_2) \right] + V_1 \right]$$

Desagrupando se obtiene:

$$P_1 = (I - A'_{11})^{-1} A'_{21} (I - A'_{22})^{-1} A'_{12} P_1 + (I - A'_{11})^{-1} A'_{21} (I - A'_{22})^{-1} V_2 + (I - A'_{11})^{-1} V_1$$

$$P_1 = \left[I - (I - A'_{11})^{-1} A'_{21} (I - A'_{22})^{-1} A'_{12} \right]^{-1} \left[(I - A'_{11})^{-1} \left[A'_{21} (I - A'_{22})^{-1} V_2 + V_1 \right] \right]$$

P_1 es el precio nominal del agua por m^3 y está en función de valor añadido corresponde al sector del agua y v_2 resto de los sectores.

Se sustituye (18) en (19) y se obtiene:

$$P_2 = (I - A'_{22})^{-1} \left[A'_{12} \left[(I - A'_{11})^{-1} (A'_{21} P_2 + V_1) \right] + V_2 \right]$$

Desagrupando se obtiene:

$$P_2 = (I - A'_{22})^{-1} A'_{12} (I - A'_{11})^{-1} A'_{21} P_2 + (I - A'_{22})^{-1} A'_{12} (I - A'_{11})^{-1} V_1 + (I - A'_{22})^{-1} V_2$$

$$P_2 = \left[I - (I - A'_{22})^{-1} A'_{12} (I - A'_{11})^{-1} A'_{21} \right]^{-1} \left[(I - A'_{22})^{-1} \left[A'_{12} (I - A'_{11})^{-1} V_1 + V_2 \right] \right]$$

Ec... (21)

P_2 representa el índice unitario de precios del resto de los sectores y está en función de V_1 y V_2 . Muestra los efectos que sobre P_2 tienen las variaciones de V_1 y V_2 .

4.1.3: Los Datos

Los datos disponibles, se establecerán en cuadros estadísticos que reflejan el consumo y precio de agua en las diferentes ramas productivas de varios sectores de la economía Jordana para el 2002. La unidad de medida para el volumen del agua será en m^3 y la unidad monetaria de valoración será el dinar Jordano (DJ) (1 DJ = 0.709 \$ Estadounidense).

4.1.3.1: Tabla input – output de Jordania 2002:

En el cuadro 4.1 se muestra la tabla input – output para la economía Jordana durante el año 2002. Dentro de esta se presentan las relaciones entre los sectores productivos tales como el sector agua, agricultura, servicios, Industria y construcción. El sector agua, en la primera fila, refleja en valores monetarios los suministros de agua a los diferentes sectores y el consumo final de los hogares y de administraciones Públicas, el total de estos suministros es de 341 Dinar Jordano, de los que un 26.4% de ellos corresponde a los sectores productivos (76.7DJ) y el restante (264.3DJ) al consumo final de hogares.

La columna del sector agua muestra en valores monetarios las utilizaciones representadas en los bienes, servicios y factores adquiridos por dicho sector para la elaboración de su producción (valor añadido, producción efectiva, las transferencias, las importaciones e IVA de la producción). Tanto del sector agrícola como del propio sus valores son cero, mientras que, los servicios representan 59.7 millones de dinares y la industria 101.9 millones, es decir que las adquisiciones en mayor representación provienen de la industria que corresponde al 63.05% del consumo intermedio.

Cuadro (4.1): Tabla input - Output de Jordania 2002 en millones de Dinares Jordanos (DJ) (1Dinar = 70.9 \$)

Sectores	Agua	Agricultura	Industria y	Servicios	Consumos	Consumo	F.B.C	Export	Demanda	Total
Productivos	Cosnt.			Intermedios		Interior	Final			Empleo
Agua	0.00	58.90	6.83	11.00	76.73	264.27	0.00	0.00	264.27	341.00
Agricultura	0.00	25.08	96.80	139.60	261.48	225.60	11.02	103.50	340.12	601.60
Industria y const.	101.90	60.50	1880.60	240.00	2283.00	2910.50	285.30	2685.60	5881.40	8164.40
Servicios	59.70	9.52	991.25	592.40	1652.87	1100.50	52.44	1151.23	2304.17	3957.04
Consumo Intermedios	161.60	154.00	2975.48	983.00	4274.08	4500.87	348.76	3940.33	8789.96	13064.04
V.A.B apreciados										
De Mercado	58.79	250.00	3719.30	1179.60						
Producción Efectivas	220.39	354.2	6694.78	2162.60						
Trans.Total	106.70	101.60	902.00	25.80						
Prod.distribuida	327.14	455.80	7596.80	2188.40						
Importación Salida Aduana	0.00	132.60	428.40	1703.00						
IVA que grava Los Productos	13.86	13.20	139.23	65.64						
Total Recursos	341.00	601.60	8164.43	3957.04						

Fuente: Centro de estadística Jordano

4.1.3.2: El consumo sectorial de agua.

El consumo del agua en el sector Agrario:

Cuadro 4.2 : Consumo y precio medio del agua en ramas agrícolas 2002

Ramas Product.	Consumo Agua	% consumo	Precio Medio	Valor en DJ
Sect. Agri.	587.6453	0.9977	0.1	58.76453
Ganadería	1.3547	0.0023	0.1	0.13547
Total	589.0000		0.1	58.90000

Fuente: Ministerio de agua y riego Jordana 2002

Según los datos disponibles del Ministerio de agua y riego de Jordania, el cuadro 4.2 muestra, los consumos y precio medio estimados de agua en m^3 y precio dinar Jordano de cada de las ramas productivas del sector agrícola.

El consumo total de agua en este sector agrícola de acuerdo con la estimación es de 589 millones de m^3 , el 99.8% de este volumen corresponde a los consumos el sector agrícola, consumo demasiado elevado que puede explicarse por la falta de técnicas adecuadas de riego, mientras que el 0.2 % del consumo lo hace el sector de Ganadería debido al bajo numero de explotaciones pecuarias. En los países vecinos de Jordania como Siria, Irak, Egipto, el consumo de agua en el subsector agrícola se limita al 90-95% mientras del consumo en el sector Ganadería se sitúa en el 5-10% .

El consumo de agua en el sector Industria:

Cuadro (4.3): Consumo y precio medio del agua en ramas indust. 2002

Ramas Productivas	Consumo Agua	% de consumo	Precio medio	Valor en DJ
Extracción	10600000	0.20	0.129	1367400
Prod.Química	35319873	0.70	0.129	4556263
Alimentos	424000	0.01	0.129	54696
Refino Pet.	1537000	0.03	0.129	198273
Plásticos	636000	0.01	0.129	82044
Otros Prod.	2683000	0.05	0.129	346107
Total	51199873	1	0.129	6.604.784

Fuente: Ministerio de agua y riego de Jordania 2002

Los datos disponibles del consumo de agua en m^3 de estas ramas productivas del sector industrial se estiman a partir de unas empresas de abastecimiento de agua que sirven la mayor parte del total de la población en el país. El precio medio de agua en m^3 de estas ramas es una tarifa fija que proviene del Ministerio de agua y riego equivalente ($0.129DJ/ m^3$).

El cuadro 4.3 muestra los consumos estimados y precio de agua en m^3 de cada una de las ramas productivas de la industria. El consumo total de agua en este sector se estimó en un 51.2 millones de m^3 . De acuerdo a estos datos el 70% de este volumen de agua se consumió en el sector de las industrias químicas, el 20 % de este volumen, en el sector de las industrias de extracción y el 10 % del mismo en el resto de los sectores

El consumo del agua en el sector Servicios:

Cuadro (4.4): Consumo y precio medio del agua en ramas de servicio 2002

Ramas Productivas	Consumo Agua	% consumo	Precio Medio	Valor en DJ
Turismo	1000000	0.05	0.496	496000
Educación	200000	0.01	0.496	99200
Hostelería	6610000	0.30	0.496	3278560
Restaurante	12220000	0.55	0.496	6061120
Panadería	1100000	0.05	0.496	545600
Otros	980000	0.04	0.496	486080
Total	22110000	1		10966560

Fuente: Ministerio de agua y riego

De acuerdo a estas estimaciones, el consumo total en m^3 fue de 22.1 millones de metros cúbicos, de este volumen, casi la mitad se usó en los restaurantes (55%), el 30% del consumo en la Hostelería y el 15 % se consumió en el resto de los servicios.

Cuadro (4.5): Consumo y precio medio del agua en los sectores productivas 2002

Ramas Product.	Consumo Agua	% de consumo Total	Precio Medio	Valor en DJ
Agrícola	589000000	0.652	0.1	58.9
Industria	51199783	0.057	0.129	6.60
Const.	463000	0.001	0.496	0.23
Servicios	22110000	0.024	0.496	10.97
Consumo Privado	241000000	0.267	0.249	59.30
Total	903772783	1	0.15	136.00

Fuente: Ministerio de agua y riego Jordana 2002

Finalmente, el consumo total de agua en m^3 para todos los sectores productivo equivale a 903.8 millones de m^3 de agua y su valor monetario es de 136 millones de dinares Jordanos, su valor promedio es de 0.15 DJ/ m^3 . Además el mismo cuadro refleja el porcentaje del consumo total de agua en el sector agrario, consumo privado, los servicios y la industria, alcanzando respectivamente los siguientes valores 65.2%, 26.7%, 2.4% y 5.7%.

4.1.4: Aplicación del modelo

4.1.4.1 : Análisis modelo de la demanda :

De acuerdo con los datos presentados anteriormente y la tabla input-output se puede resolver el sistema particionado híbrido de demanda (5) definido como:

(Sistema 5):

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} D_1 \\ D_2 \end{pmatrix} \dots\dots\dots \text{Ec.(5)}$$

El primer componente del sistema se refiere a la producción del sector agua en m^3

(X_1 A_{11} A_{12} D_1) que se distribuye entre el agua consumida por el propio sector, la consumida por el sector 2 (los sectores agrario, industria y construcción y servicios) y la demanda final(D_1)

El segundo componente es: (X_2 A_{21} A_{22} X_1 D_2),se refiere al valor de la producción del sector 2 (X_2) se distribuye entre el consumo del sector agua, el consumo intermedio (que es la suma del consumo de los sectores) del propio sector 2 (X_2) que se distribuye entre el consumo del sector agua, el consumo intermedio del propio sector 2 y la demanda final del sector 2 (D_2)

Teniendo en cuenta que la aplicación de los modelos al caso de Jordania se realiza con un sector desagregado en tres subsectores (Sector agrario, industria y construcción, y servicios), las matrices A toman los siguientes valores:

A_{11} , con rango 1x1, tiene dimensión m^3/m^3 y su único elemento se obtiene de dividir el consumo de agua en m^3 del sector agua (= 0) entre el total de la producción de agua en m^3

$$A_{11} \Rightarrow 0 / 903772783 = (0).$$

A_{12} , con dimensión 1X3, para obtener está, se divide el consumo de agua (m^3) entre el valor de su producción efectiva en millones de dinares (de esta forma resulta la dimensión de unidades m^3 / dinar (m^3/d)).

$$A_{12} \Rightarrow (1.662902 m^3/d \quad 0.007717 m^3/d \quad 0.010224 m^3/d)$$

Lo que significa que para generar un dinar de producción efectiva necesita ($1.66 m^3$) de agua en la agricultura, servicios ($0.010224 m^3$), industria y construcción ($0.007717 m^3$).

A_{21} es un vector de dimensión 3X1, para obtener estos coeficientes se divide en términos monetarios lo que consume el sector agua del resto de sectores sobre el total de la producción del sector agua medida en términos de m^3 , los siguientes son los valores obtenidos en este ejercicio.

$$A_{21} \Rightarrow \begin{pmatrix} 0.0000000 \text{ DJ} / m^3 \\ 0,00000011 \text{ DJ} / m^3 \\ 0,00000007 \text{ DJ} / m^3 \end{pmatrix}$$

lo que significa que por m^3 , el sector servicios suministra un total de 0,00000007 millones de dinar y 0,00000011 millones de dinar el sector industria y construcción.

A_{22} , es una matriz de dimensión 3X3 denominada la matriz de coeficientes técnicos del sector 2 o de coeficientes técnicos de Leontief, para obtener estos coeficientes técnicos se dividen los valores de los flujos intersectoriales y el valor de la producción efectiva sectorial en unidades Dinar /Dinar .

A_{22} :

	Agrícola	Industria	Servicios
Agricultura	0,070807453	0,014459091	0,06455193
Indust. Y const.	0,170807453	0,280906681	0,11097753
Servicios	0,02687747	0,148063781	0,27392953

Fuente: Elaboración propia

Lo que significa, por ejemplo, que el valor 0,07402597 de la fila 1 columna 1 corresponde al valor del input de bienes agrícolas por unidad producida de bienes agrícolas

D_2 (Demanda final) del sector 2, para obtener D_2 se resta de los valores de la demanda final en la tabla de input-output, la suma de los valores de las transferencias + IVA y las importaciones.

$$D_2 \Rightarrow \begin{pmatrix} 92.72 \\ 4411.77 \\ 509.73 \end{pmatrix}$$

Todos los resultados siguientes resultan de aplicar las operaciones anteriores, a través de estos cálculos del sistema particionado de demanda queda la siguiente forma:

Cuadro (4.6): Los resultado de cálculos del sistema particionado de la demanda.

903772783	0,0000000	1.662902	0.007717	0.010224	903772783	241000000
354,2	0,0000000	0,070807453	0,014459091	0,06455193	354,2	92.72
6694,8	0,00000011	0,170807453	0,280906681	0,11097753	6694,8	4411.77
2162,6	0,00000007	0,02687747	0,148063781	0,27392953	2162,6	509.73

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4.2: La relación entre sector de agua y resto de los sectores:

Podemos reformar el sistema (6) para obtener el siguiente sistema:

$$[X_1] = [I - A_{11}]^{-1} [A_{12}X_2 + D_1] \dots \dots \dots Ec(8)$$

A través de este modelo, podemos evaluar las consecuencias que sobre la producción del sector de agua en m^3 tiene una variación de la producción del resto de los sectores o una variación de la demanda final de agua, aplicando el citado modelo obtenemos los siguientes resultados:

1% + Sect1

$$[X_1] = 1 \begin{pmatrix} & & & 3577420000 & & \\ & & & 6694200000 & 241000000 & \\ & & & 2162600000 & & \\ 1.662902 & 0.007717 & 0.010224 & & & \end{pmatrix}$$

1% + Sect2

$$[X_1] = 1 \begin{pmatrix} & & & 3577420000 & & \\ & & & 676114200 & 241000000 & \\ & & & 2162600000 & & \\ 1.662902 & 0.007717 & 0.010224 & & & \end{pmatrix}$$

1% + Sect3

$$[X_1] = 1 \begin{pmatrix} & & & 3577420000 & & \\ & & & 6694200000 & 241000000 & \\ & & & 2184226000 & & \\ 1.662902 & 0.007717 & 0.010224 & & & \end{pmatrix}$$

1% + todos:

$$[X_1] = 1 \begin{pmatrix} & & & 3577622000 & & \\ & & & 6761142000 & 241000000 & \\ & & & 2184226000 & & \\ 1.662902 & 0.007717 & 0.010224 & & & \end{pmatrix}$$

%1+ demanda final

$$[X_1] = 1 \begin{pmatrix} & & & 3577420000 \\ 1.662902 & 0.007717 & 0.010224 & 6694200000 & 243410000 \\ & & & 2162600000 & \end{pmatrix}$$

Cuadro (4.7): La relación entre la variación de la producción del sector 2 sobre la producción de agua

Sector	Variación producción Efectiva	variación producción de agua en %
Agricultura	1%	0,949
Industria y Construcción	1%	0,008
Servicio	1%	0,004
Todos los sectores	1%	0,961
Demanda	1%	0,039

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo de los resultados del cuadro número (4.7) podemos observar que la producción de agua en m3 es mas sensible a las variaciones de la producción del sector agrario con elasticidad (0.949), y poco sensible a las variaciones de la producción del resto de los sectores productivos , el sector industria y construcción con elasticidad (0.008) y el sector servicios con (0.004), con estos resultados, lógicamente el sector agrario es el más sensible debido a que es el que más consume de agua respecto de todos los sectores productivos.

Impacto de la variación de la demanda final del sector dos sobre la producción de agua

La ecuación (10) definida anteriormente:

$$[X_1] = [I - (I - A_{11})^{-1} A_{12} (I - A_{22})^{-1} A_{21}]^{-1} [(I - A_{11})^{-1} [A_{12} (I - A_{22})^{-1} D_2 + D_1]]$$

Ec.(10)

Esta ecuación ilustra la producción del sector agua en m3 en función de D_1 , la demanda directa de agua y de $A_{21} (I - A_{22})^{-1} D_2$, la demanda de agua derivada del proceso productivo interno del sector 2.

$$[X_1] = \begin{bmatrix} I - [1 \mid [1.662902 & 0.00771 & 0.010224] & \begin{bmatrix} 1.0873 & 0.0431 & 0.1032 \\ 0.273 & 1.4467 & 0.2454 \\ 0.959 & 0.2966 & 1.4311 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 0.00000000 \\ 0.00000001 \\ 0.00000007 \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

$$* \quad 1 \begin{bmatrix} [1.662902 & 0.007717 & 0.010224] & \begin{bmatrix} 1.0873 & 0.0431 & 0.1032 \\ 0.273 & 1.4467 & 0.2454 \\ 0.959 & 0.2966 & 1.4311 \end{bmatrix} & + \quad 241.00000 \end{bmatrix}$$

Mediante este modelo podemos evaluar el impacto que sobre la producción del sector agua en m^3 tienen las variaciones de la demanda final del sector agua así como las variaciones de la demanda final del resto de los sectores, el siguiente cuadro (8) se muestran los efectos , que sobre la producción de agua en m^3 tienen aumentos de un 1% de la demanda final de cada uno de los sectores del sector (2) (Agricultura, Industria y Servicios) y los efectos totales de todos los sectores, los resultados del cuadro en general reflejan que la producción del sector agua en m^3 es sensible a las variaciones de la demanda final de todos los sectores (elasticidad de un 0.729).

Cuadro (4.8) : Impacto de la variación de la demanda final del sector dos sobre la producción de agua.

	Variación Demanda final	%Variación producción de agua
Agricultura	1%	0.191
Industria y construcción	1%	0.429
Servicios	1%	0.109
Todos	1%	0.729

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados del cuadro numero (4.8), se desprende que la producción del sector agua en m^3 es sensible a las variaciones de la demanda final del sector industria y construcción (elasticidad 0.429), y relativamente insensible a la variación de la demanda final de los sectores de agricultura y servicios (0.191 y 0.109) respectivamente.

Las necesidades directas e indirectas de agua para la generación de la demanda final de la economía Jordana.

El vector $A_{21}(I - A_{22})^{-1} D_2$ de la ecuación 10 representa la demanda de agua derivada del proceso productivo interno del sector dos, el vector $A_{21}(I - A_{22})^{-1}$ de esta ecuación conforma los valores de las necesidades directas e indirectas de agua por unidad de la demanda final de cada uno de los sectores. Multiplicando este vector por una matriz diagonal formada por los valores sectoriales de la demanda final (D_2), se obtiene el consumo sectorial de agua necesaria para la producción de la demanda final de la economía Jordana.

Cuadro (4.9): Las necesidades de agua para la producción de la demanda final del sector 2.

Sector	$A_{21}(I - A_{22})^{-1}$ M3/ Million DJ	D_2 Million DJ	$A_{21}(I - A_{22})^{-1} D_2$ M3
Agraria	1.80946106	92.72	167.77
Industria	0.4676454	4411.77	2063.14
Servicio	1.61164345	509.73	821.5
Total	1.86193928	5014.22	3052.4

Fuente: Elaboración propia

El cuadro (4.9), muestra el proceso productivo interno de la economía Jordana. De esta forma, las necesidades de los sectores para producir la demanda final de la economía es de un volumen de 3052400000 m^3 , las necesidades de agua del sector agricultura para producir su demanda final son de 16777323 m^3 de agua, lo que supone un total de 1.8 m3 del recurso por millón de dinar de la demanda final. Por su parte, el sector industria y construcción requiere 2063143940 m^3 de agua para generar su demanda final, lo que equivale a 0.47 m^3 del recurso por millón de dinar de la demanda final. El sector servicio necesita 821503014 para generar su demanda final, lo que equivale a 1.6 m^3 del recurso por millón de dinares de la demanda final.

Finalmente, de acuerdo con todos los resultados anteriores, sobre el consumo de agua por unidad de producción efectiva y sobre necesidades directas e indirectas de agua por unidad de la demanda final, de mantenerse todos los coeficientes del análisis y la disponibilidad de los recursos naturales (hídricos), podemos concluir que el crecimiento y desarrollo de todos los sectores no es sostenible desde el punto de vista de la gestión del agua. Lo que explica el crónico problema del sector de agua en Jordania, situación que ya fue señalada en el primer capítulo. Esta situación del agua nos obliga a pensar en una reforma estructural de todos los sectores de la economía jordana mediante las siguientes medidas (ver capítulo 1).

Mejoras técnicas a lo largo de las infraestructuras de conducción y distribución como: (mejora en el drenaje, sistemas de riego, aforo, control de flujos, introducción de elementos de seguridad, evitar fugas, todo ello con el ánimo de mejorar la eficiencia en la infraestructura de conducción, ver (Martínez, Juan 1995 libro *BBV P185*). Además es necesario introducir nuevas tecnologías de riego, cambiando los sistemas tradicionales e igualmente cambiar las redes de suministro, para evitar desperdicios del fluido.

Mejora en la gestión :(Organización de tarifas, introducción del volumen consumido en el importe de la tarifa en los sectores excluidos, ordenación del riego,.....etc.) todo ello encaminado a ofrecer buenos resultados en la gestión administrativa, para hacer frente de manera adecuada a la oferta del servicio.

Se deben desarrollar políticas que incentiven el abandono de aquellas explotaciones de regadío con menor rentabilidad económica y social, que son precisamente, las que más agua consumen (*Corominas , 1996*).

4.1.4.3 El modelo de precios:

El sistema particionado de precios :

$$[P_1] = [I - A'_{11}]^{-1} [A'_{21}P_2 + V_1] \dots \dots \dots Ec(18)$$

Mediante la ecuación (18) podemos calcular el precio medio del m^3 de agua en función del índice unitario de precios del sector dos y del coeficiente de valor añadido del sector agua (valor añadido del sector agua dividido por la producción efectiva del sector agua):

$$\begin{pmatrix} P_1 \end{pmatrix} = 1 * \left[\begin{matrix} & & & \\ & & & \\ & & & \\ & & & \end{matrix} \begin{matrix} 0,000 & 0,11 & 0,07 \end{matrix} \right] \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} + 9.03777$$

Mediante el procedimiento de dividir el valor de la producción efectiva del sector agua entre el total de m^3 producidos por el sector resulta un precio de 9.218 céntimos de dinar / m^3 .

El mismo modelo permite calcular los efectos sobre el precio del agua ante variaciones porcentuales de los precios del sector dos.

$$\begin{pmatrix} P_1 \end{pmatrix} = \left[\begin{matrix} & & & \\ & & & \\ & & & \\ & & & \end{matrix} \begin{matrix} 0,000 & 0,11 & 0,07 \end{matrix} \right] \begin{pmatrix} 1.01 \\ 1.01 \\ 1.01 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 9.03777 \end{pmatrix}$$

Así un aumento del 1% en los precios de las actividades incluidas en el sector dos provoca que el precio del agua suba hasta 9.196 céntimos de dinar / m^3 , lo que supone un aumento del 0.020%

Aplicando el mismo modelo a cada uno de los subsectores podemos estimar el impacto que tienen las variaciones porcentuales en el índice unitario de precios de cada uno de los subsectores restantes.

Cuadro (10): Elasticidad precio del agua a las variaciones de precios del sector dos:

Sector	Variación precio Unitario	Variación precio / m^3 de agua
Agricultura	1%	0%
Indust. y const.	1%	0.012 %
Servicios	1%	0.008%
Todos los sectores	1%	0.020 %

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con estos resultados, el precio de agua es insensible a los precios del sector agrario y mas sensible a las variaciones de los precios del sector industria y la construcción (0.012%), es lógico porque es el sector que aporta el 70% de los inputs esenciales de los servicios del agua ; el menos sensible a los precios es el sector servicios (0.008%), de forma agregada las variaciones del precio del m^3 de agua corresponde al (0.020%).

Los resultados del cuadro anterior reflejan las relaciones entre todos los sectores, por ejemplo el sector agrario no aporta al sector agua(valor =0, pero los sectores de industria y construcción aportan casi del 63% de las prestaciones esenciales del sector de agua, y el 37% prestaciones del sector servicio.

Los precios de la economía Jordana en función del precio del agua.

El modelo siguiente refleja el índice unitario de precios del sector dos como función del precio del m^3 de agua (reformulando la ecuación (17))

$$P_2 = [I - A']^{-1} * A_{21} * P_1 + V_2 \dots\dots\dots(19)$$

Donde:

P1: precio medio de agua en m^3 (0.151)

V2: los coeficientes del valor añadido.

El modelo anterior permite calcular unos índices de precios unitarios del sector dos, así:

$$\begin{pmatrix} 1.0182 \\ 1.1743 \\ 1.0296 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.08700 & 0.04310 & 0.103200 \\ 0.27300 & 1.44670 & 0.245400 \\ 0.09590 & 0.296605 & 1.431100 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 1.700 \\ 0.008 \\ 0.010 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0.151 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0.70581590 \\ 0.55888951 \\ 0.54545450 \end{pmatrix}$$

Sin embargo, se obtienen unos P2 distintos de 1. Esto es debido a que los precios medios del agua en cada uno de los sectores no coinciden con el precio medio del agua en el conjunto de la economía. Con objeto de conseguir índices unitarios de precios del sector 2, y mantener la hipótesis de homogeneidad del precio del modelo, se introduce un ajuste sobre los coeficientes del valor añadido del sector 2 (V2), en el cálculo siguiente se muestra nuestro objetivo.

$$\begin{pmatrix} 1.0000 \\ 1.0000 \\ 1.0000 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.08700 & 0.04310 & 0.103200 \\ 0.27300 & 1.44670 & 0.245400 \\ 0.09590 & 0.296605 & 1.431100 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 1.700 \\ 0.008 \\ 0.010 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0.151 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.5934005 \\ 0.4360800 \\ 0.5496900 \end{pmatrix}$$

Con estos resultados podemos observar las diferencias entre el vector V_2 inicial u original y el vector V_2 ajustado, en el sentido de *Leontief* de que existe homogeneidad entre los precios del agua en cada uno de los sectores, y podemos interpretarlo como un indicador de las diferencias tarifarias del agua en los tres sectores.

Cuadro (4.11): Diferencia entre coeficientes originales y ajustados de valor añadido:

Sector	V2 iniciales	V2 Ajustados	Diferencia (V2 iniciales - V2 ajustada)
Agricultura	0.7058159	0,5934	0.11242
Industria y construcción	0,5555398	0,4360	0.11946
Servicios	0.5454545	0,5497	-0.00424

Elaboración propia.

El cuadro (4.11) ilustra la diferencia entre los coeficientes originales y ajustados del valor añadido, de acuerdo con el modelo de *Leontief*. Los coeficientes negativos indican precios superiores al precio medio del agua en el conjunto de la economía, por el contrario, las diferencias positivas indican que el sector tiene un precio del agua inferior al precio medio del agua en el conjunto de la economía, en el caso del sector de agricultura la diferencia entre los coeficientes originales y ajustados es positiva, de un + 0.11242, esto se refiere a que existe una subvención implícita del agua en este sector equivalente al 19% (diferencia /

V_2) del valor añadido ; lo mismo sucede en el sector industria y construcción mientras que el único sector que tiene un precio del agua superior al precio medio del agua en el conjunto de la economía es el sector de servicios (ver cuadro 4.11)

Como observamos en los resultados del cuadro (4.11) existen diferencias entre los sectores productivos, lo que refleja, por lo tanto, las diferencias de costes del uso de agua y explican parte de las diferencias sectoriales en el precio de agua, el coste hace referencia al coste marginal del agua, lo que significa que el agua no tiene precio ,lo que se paga solamente es el coste marginal que refleja el coste de administración del sector sin beneficios, nuestros resultados reflejan que el coste económico es muy superior al coste del agua en el sector agricultura que recibe subvenciones de un 19%(Diferencia V_2 Ajustada), tal como intercambios anteriormente.

Las diferencias sectoriales en el precio del agua no son fruto, únicamente, de este sistema implícito de imposiciones – subvenciones cruzadas. Son también el resultado de las diferencias de costes que supone el agua en los distintos usos .El agua en sí no tiene precio. Lo que se paga por el agua, el precio del agua, hace referencia al coste que supone su gestión y distribución. Y el coste de estos procesos no es el mismo en los distintos usos del agua. El agua servida a hogares, actividades terciarias e industrias requiere un complejo proceso de regulación, transporte, potabilización y distribución, cuyo coste económico es muy superior al coste del agua en la agricultura que habitualmente no requiere tratamiento previo y que, en general, se consume cerca de los puntos de captación y regulación. Las diferencias en los costes se reflejan por tanto en los precios y explican, al menos en parte, las diferencias sectoriales en el precio del agua.

Generalmente ,los resultados anteriores son congruentes con los sistemas tarifarios que resultan de dividir el valor del consumo de agua de cada sector entre el volumen de m^3 .En el cuadro numero(4.12) se muestra el consumo y precio del agua en los sectores de la economía Jordana, y, de acuerdo un esta aproximación, el precio medio del agua en todos los sectores sería de unos $0.151 \text{ JD}/m^3$.

Cuadro (4.12): Consumo y precio medio del agua en los sectores productivos 2002

Sector	Consumo de Agua	Precio medio	Valor en \$
Agricultura	589000000	0.10	58.900
Industria	51199783	0,129	6.605
Servicios	22110000	0,496	10.966
Construcción	463000	0,496	0.229
Consumo Privado	241000000	0,249	59.300
Total	903772783	0,151	136.001

Fuente: Ministerio de agua y Riego

Mediante el modelo anterior podemos medir el impacto de las variaciones del precio medio del m^3 de agua sobre los precios unitarios de los subsectores de la economía, cuando se tiene un aumento en 1% en el precio medio del agua 0.151 - 15251 JD/ m^3)

$$\begin{pmatrix} 1.00029 \\ 1.00007 \\ 1.00003 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.08700 & 0.04310 & 0.103200 \\ 0.27300 & 1.44670 & 0.245400 \\ 0.09590 & 0.296605 & 1.431100 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1.700 \\ * 0.008 \\ 0.010 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0.15251 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0.70581590 \\ 0.55888951 \\ 0.54545450 \end{pmatrix}$$

De acuerdo a estos resultados el sector agrario es el mas sensible con un 0.03%. En sector industria y construcción, su respuesta es de un 0.007% mientras que el sector de los servicios responde en un 0.003%

Desarrollando el sistema (19):

$$P_2 = [I - A'22]^{-1} [AG + V_2]$$

Mediante esta fórmula podemos evaluar los impactos que las variaciones del precio del m^3 de agua que un determinado sector tienen sobre los precios del resto de los sectores. Para calcular estas variaciones manteniendo los coeficientes originales, utilizamos, el precio de agua de los sectores de la economía Jordana (0.123 0.495, 0.495 dinar / m^3), así , aumentando un 1% el precio de cada uno de los subsectores:

$$\begin{pmatrix} 1.000 \\ 1.000 \\ 1.000 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.08700 & 0.04310 & 0.103200 \\ 0.27300 & 1.44670 & 0.245400 \\ 0.09590 & 0.296605 & 1.431100 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0.000000074 \\ 0000000027 \\ 0000000065 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0.10 \\ 0.129 \\ 0.496 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0.70581590 \\ 0.55888951 \\ 0.54545450 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1.0018 \\ 1.0005 \\ 1.0002 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.08700 & 0.04310 & 0.103200 \\ 0.27300 & 1.44670 & 0.245400 \\ 0.09590 & 0.296605 & 1.431100 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0.000000074 \\ 0000000027 \\ 0000000065 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0.101 \\ 0.129 \\ 0.496 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0.5934005 \\ 0.4360800 \\ 0.5496903 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 000009 \\ 000020 \\ 000006 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.08700 & 0.04310 & 0.103200 \\ 0.27300 & 1.44670 & 0.245400 \\ 0.09590 & 0.296605 & 1.431100 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0.000000074 \\ 0000000027 \\ 0000000065 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0.100 \\ 0.130 \\ 0.496 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0.5934005 \\ 0.4360800 \\ 0.5496903 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 0.00005 \\ 0.00010 \\ 0.00070 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.08700 & 0.04310 & 0.103200 \\ 0.27300 & 1.44670 & 0.245400 \\ 0.09590 & 0.296605 & 1.431100 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0.000000074 \\ 0.000000027 \\ 0.000000065 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0.101 \\ 0.129 \\ 0.501 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0.5934005 \\ 0.4360800 \\ 0.5496903 \end{pmatrix}$$

El cuadro 4.13 ilustra los efectos de las variaciones del 1% en el precio del agua de cada sector sobre los precios de cada uno de los sectores de la economía Jordana.

Cuadro (4.13) : Impacto de las variaciones del precio del agua sobre los precios del sector dos:

Sectores	Agricultura	Indust.const.	Servicios
Precio agua agraria	0,0018	0.0000009	0.000005
Precio agua servicios	0,0005	0,00003	0.00001
Precio agua indust.y const.	0,0002	0,000006	0.00007
Precio agua todos	0.0025	0.000045	0.000085

Fuente: Elaboración propia

Como podemos ver en el cuadro (4.13), en general la elasticidad de los precios de todos los sectores de la economía Jordana respecto el precio de agua es muy baja, por ejemplo, un aumento del 1% en el precio medio del agua en el sector agricultura provoca un aumento del 0.18% en los precios agrícolas, un aumento del 0.00009% en el precio de los precios del sector Industria y construcción y un aumento del 0.0005% en el precio del sector servicios, lo que significa que los efectos de los precios del sector agrícola sobre el resto de los sectores productivos es poco sensible; por el contrario, los efectos del resto de los sectores productivos sobre el sector agrícola son mas sensible(0.05% y 0.02%).

Los precios / valor de agua en la economía local:

Los precios / agua, reflejan el valor de los productos en términos de agua.

Los precios /agua, que se calculan a continuación se refieren a precios de los productos en términos relativos, es decir, cuando el agua se transforma en un factor de producción que determina el valor final de la misma.

Históricamente, (*Marx*) consideraba que el trabajo era el factor escaso y verdaderamente limitaba los procesos productivos y sostenía que, en consecuencia, el valor de los bienes, y en lógica su precio, debería ser directamente proporcional a la cantidad de trabajo necesaria para producirlos(*Marx*)., En estos días podemos afirmar que el agua se está convirtiendo en un factor escaso y limitativo en los procesos productivos, especialmente en las zonas áridas como es nuestro país Jordania, y lógicamente el precio de los productos deben estar en función de su relación directa e indirecta con el agua .

Los precios / costes desde el punto de vista Walrasiano (de situación de equilibrio) incluyen por consiguiente los contenidos directos e indirectos de trabajo, capital, energía, agua, etc., como es evidente en la ecuación de Leontief (ecuación 14).

Nuestro objetivo en este apartado es estimar los(precios / agua) de los diferentes productos para poder comprarlos con los precios / costes de valor unitario ; en este caso los (precios /agua) se interpretan por ello como índices de precios relacionados con los precios / costes unitarios.

Mediante la ecuación número (10), que hemos señalado anteriormente, se puede estimar el contenido directo e indirecto en agua de todos los productos:

$$[X_1] = [I - (I - A_{11})^{-1} A_{12} (I - A_{22})^{-1} A_{21}]^{-1} [(I - A_{11})^{-1} [A_{12} (I - A_{22})^{-1} D_2 + D_1]] \text{ Ec. (10)}$$

El vector $[A_{21}(I - A_{22})^{-1} D_2]$ de la ecuación numero (10) representa la demanda de agua derivada del proceso productivo interno del sector dos, el vector $[A_{12}(I - A_{22})^{-1}]$ de la misma ecuación registra las necesidades directas e indirectas de agua por unidad de demanda final del sector dos

Cuadro (4.14) litros de agua para generar un céntimo de dinar de la demanda final
Litros de agua

Agricultura	1.81
Industria y construcción	0.47
Servicios	0.161
Total sectores productivos	2.44

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con estos resultados, el sector Agricultura requiere 1.81 litros de agua por céntimo de la demanda final, el sector Industria y construcción necesita menos agua que la agricultura con 0.47 litros de agua por céntimo, mientras que, el sector servicios necesita 0.161 litros de agua por céntimo de la demanda final.

Para calcular la cantidad media de agua necesaria para generar un céntimo de la demanda final, se divide el valor de la demanda final del sector dos entre los litros necesarios consumidos por la economía Jordana, y se obtiene un valor medio de 0.187 litros de agua por céntimo de la demanda final.

Mediante los resultados de los cálculos de cantidad de agua y la cantidad media, estos resultados permiten estimar los precios de agua de los sectores productivos que se muestran en el cuadro (4. 15):

Cuadro (4.15): precios / agua de los subsectores de la economía Jordana.

Precio /agua	% de aumento de	precio/ agua medio
Agricultura	5.17	367%
Servicios	0.348	-115%
Industria y construcción	0.80	-70%
Economía	1.50	0

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el cuadro numero (4.15) generalmente, los precios / agua de todos los sectores son casi cercanos o inferiores al precio /agua medio. En efectos, mientras el precio medio de agua de toda la economía es de 1.50 , el precio/ agua de sector Industria y construcción es 0.80, lo que significa un 70% inferior al precio / medio , y el de los servicios 0.348, es de un 115% inferior al precio/ agua medio. Por el contrario la Agricultura presenta en precio un 367% superior al precio /agua medio.

Según el Ministerio de agua y riego Jordano, el cuadro (4.16) muestra los precios /agua de las actividades productivas de la economía. De acuerdo con estas estimaciones en el caso agrícola los precios / agua, de las ramas de cítricos y plátanos, cereales y leguminosa son las que tienen precio relativo (precio / agua) más elevado a la media (1.5 dinar), por el contrario, las ramas de extracción y refinación de petróleo tienen los precios relativos (precio / agua) más bajos respecto a la media .

Cuadro (4.16) : precio / agua de las ramas de actividades

Rama productiva	Precio /agua	Diferencia en % sobre la media
Hortalizas	2.8	130
Cereales y leguminosa	4.9	340
Cítricos y plátanos	6.1	460
Olivar	3.2	170
Otras producción	2.9	140
Ganadería	2.1	60
Extracción	0.15	-135
Refinación de Petróleo.	0.89	-61
Plástico	0,23	-67
Energía	0.41	-99
Gas	0.42	-108
Piedra natural	0.13	-105
Tierras cocidas	0.43	-107
Alimentos	1,5	0
Restaurantes	2	50
Panadería	1,5	0

Fuente: Ministerio de agua y riego

Tal como decíamos , las ramas de Extracción (un-135%) , (Gas un 108 %), Tierras cocidas (un – 107%), Piedra natural (un – 105 %) ,refinación de procesos del plástico(un 67%) y petróleo (un-61%) tienen precios relativos inferiores al precio / agua medio nacional. A demás de estas, las ramas de actividades relacionada con prestaciones de servicios son las que, al tener un menor consumo de agua por unidad de demanda final, disfrutan de precios/ agua inferiores a la media.

Por el contrario el resto de las ramas disfrutan de un precio/ agua superior al precio /agua medio nacional, así la rama de actividad de cítricos y plátanos tienen al precio / agua más elevado un 6.1 lo que supone un 460% por encima de la media y seguida de los cereales y leguminosas con un 340 % superior a la media (vease el cuadro 4.16).

4.2: Modelo predictivo:

Planteamiento de un modelo predictivo del consumo de agua.

A efectos de complementar los análisis realizados desde la óptica de las tablas Input-Output y que, como veíamos, presentaban un carácter inminentemente estático, se ha diseñado un pequeño modelo, sencillo en su planteamiento, pero capaz de extrapolar la demanda futura de agua en función de las tendencias básicas registradas en el pasado.

Así, y como primera medida se ha diferenciado el consumo total en tres grandes agregados que presentan características diferenciales en cuanto a su evolución:

Consumo Residencial

Consumo Agrario

Consumo no Agrario

Para el consumo residencial se ha obtenido la evolución tendencial del consumo “per cápita” que como puede comprobarse en las tablas adjuntas se habría ido reduciendo progresivamente desde algo más de $70 m^3$ por persona y año a principios de los 70 hasta algo más de $40 m^3$ en la actualidad.

Este ajuste tendencial permite extrapolar a futuro el consumo medio por habitante y año, de forma tal que, conociendo las proyecciones de población, podría estimarse el consumo total de agua para fines residenciales.

Para el caso, tanto del consumo agrario, como del no agrario, se ha realizado un análisis similar pero utilizando, en esta ocasión, las ratios de consumo por unidad de valor añadido en términos constantes.

Nuevamente, la realización de ajustes tendenciales sobre las ratios de consumo por unidad de valor añadido nos permitiría conocer el consumo futuro de agua sin más que aplicar los valores de predicción del valor añadido agrario y no agrario, a las estimaciones obtenidas sobre dichas ratios.

Teniendo en cuenta que para poder realizar la estimación del consumo de agua no residencial, es preciso disponer de estimaciones a futuro sobre la evolución del valor añadido agrario y no agrario, y que tales estimaciones no siempre son fáciles de obtener, se ha realizado un nuevo análisis tendencial sobre la proporción del valor añadido agrario sobre el total del PIB, de forma tal que, una vez realizadas las predicciones de dicha proporción, podríamos obtener una estimación del valor añadido agrario a partir de las predicciones elaboradas sobre el conjunto del PIB.

Finalmente, y por diferencia entre el PIB total y el valor añadido agrario, obtendríamos una estimación del valor añadido no agrario que utilizaríamos para conocer el consumo futuro de agua en este subsector.

forma sintética, el conjunto del modelo vendría representado por el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\text{Consumo per capita}_t = f(t)$$

$$\text{Consumo urbano}_t = \text{Consumo per capita}_t * \text{Población}_t$$

$$\text{Consumo agrario por unidad VAB agrario} = f(t)$$

$$\text{Consumo agrario}_t = \text{Consumo agrario por unidad VAB agrario} * \text{VAB agrario}_t$$

$$\text{Consumo no agrario por unidad VAB no agrario} = f(t)$$

$$\text{Consumo no agrario}_t = \text{Consumo no agrario por unidad VAB no agrario} * \text{VAB no agrario}_t$$

$$\text{VAB agrario}_t = f(t)$$

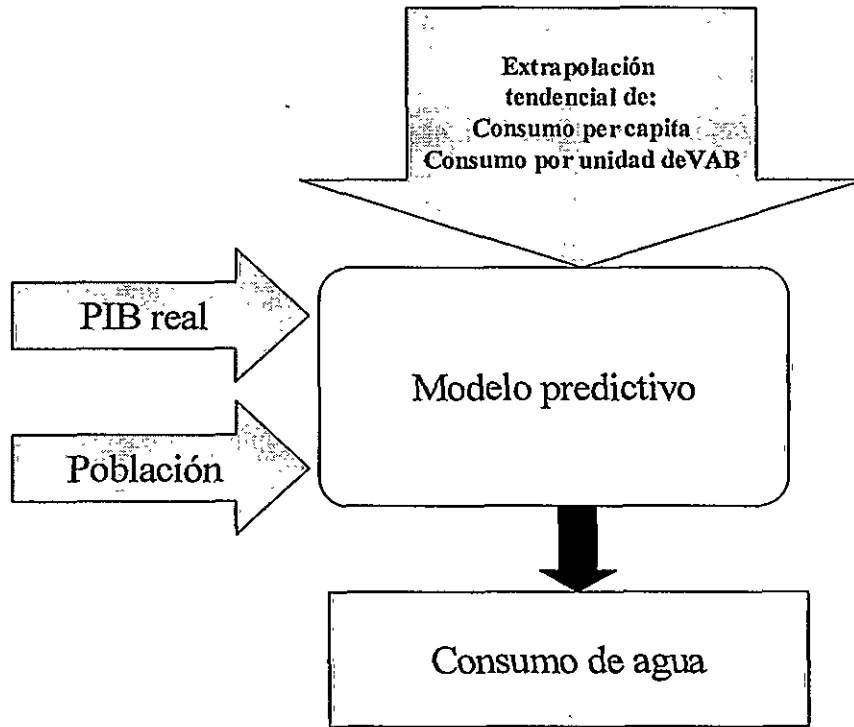
$$\% \text{ agrario}_t = \% \text{ VAB agrario}_t * \text{PIB total}_t$$

$$\% \text{ no agrario}_t = \text{PIB total}_t - \text{VAB agrario}_t$$

$$\text{Consumo Total Agua}_t = \text{Consumo urbano}_t + \text{Consumo agrario}_t + \text{Consumo no agrario}_t$$

Mediante este conjunto de simple de ecuaciones, cuyo detalle de estimación se recoge a continuación, disponemos de un modelo sencillo que nos permite obtener valores a futuro del consumo total de agua bajo diferentes hipótesis de evolución del PIB real y la población, tal como se recoge en el esquema que presentamos a continuación:

Figura: 6



4.2.1: Estimación del modelo econométrico:

En esta parte del análisis vamos pronosticar el futuro de agua mediante las observaciones de tiempos anteriores, este caso (1973-2002), mediante el establecimiento de modelos cuantitativos sobre el consumo de agua urbana (per capita), el consumo de agua agrícola por el PIB, el porcentaje del PIB Agrícola y el consumo de agua no agrícola por PIB (no-agrícola como variables dependientes y el tiempo como variable independiente), además de establecer tres escenarios (escenario base, escenario optimista y escenario pesimista).

4.2.1.1: Consumo de agua urbana

Con los datos de agua para el consumo urbano y la población del Centro estadística Jordana que se muestra en la tabla numero (4.17), la siguiente labor es estimar los parámetros de la función de consumo de agua urbana per cápita (*P.C*) en el tiempo en la economía Jordana considerando el periodo 1973 – 2002 siguiendo en el modelo simple del tipo:

$$Y = \alpha + \beta T \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

Y = consumo de agua per capita

T = Tiempo

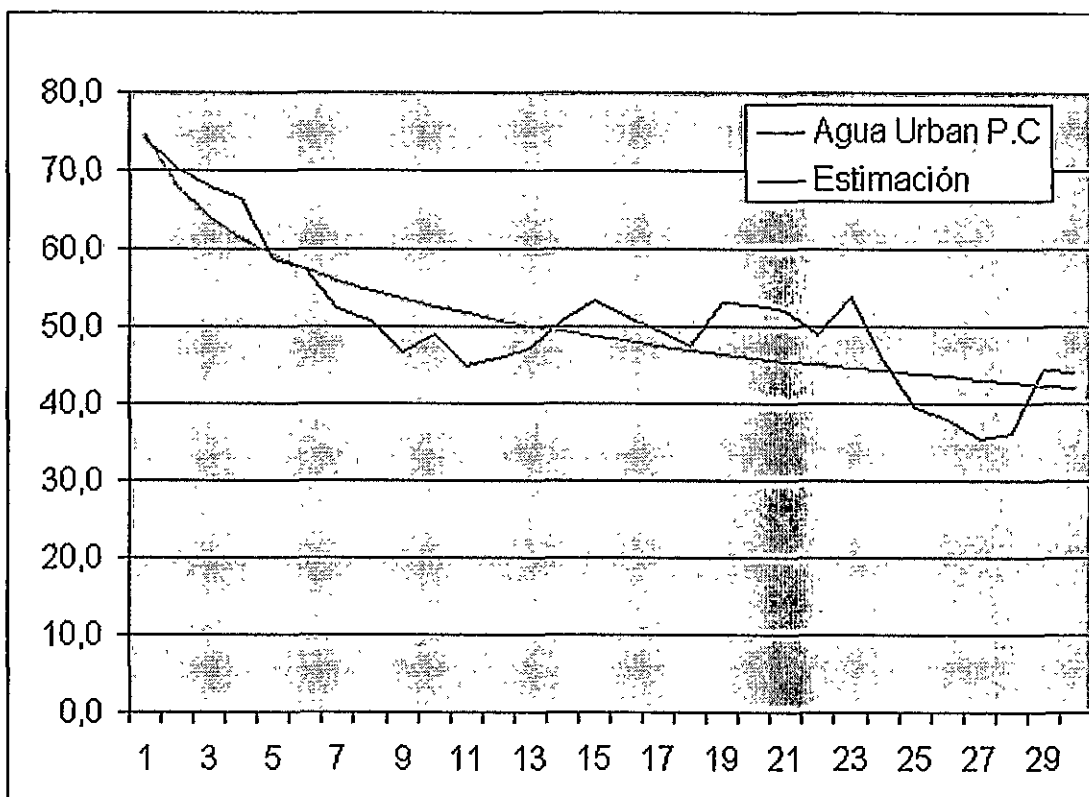
α y β = parámetros

La técnica estadística conocida como análisis de regresión es la herramienta principal utilizada para obtener los valores estimados. Utilizando esta técnica y la información dada en la tabla 1 o como se muestra la figura número 1, se obtienen los siguientes valores estimados de α y β , 74.65 y -22, respectivamente, estos coeficientes son significativos, tal como lo indica el valor de *t*, obteniéndose un ajuste final en términos de R^2 del 0.74. Con estos resultados, podemos decir que las variables independientes explican a la variable dependiente en un 74%. Así, la función de consumo estimada es:

$$\hat{Y}_t = 74.65 - 22 \text{ Log } T \dots\dots\dots(2)$$

$R^2 = 74\%$ $F = 27$ $T = 82.6$

Figura (7)



A partir de la ecuación (2), podemos obtener el valor del consumo per cápita que, como observamos en el cuadro siguiente, disminuiría unos 11 metros cúbicos o 11000 Litros durante los próximos años.

Cuadro 4.18 : Proyecciones de agua urbana P.C

Años	Estimación
2003	41.84004274
2004	41.53670048
2005	41.24269332
2006	40.95746383
2007	40.68050302
2008	40.41134498
2009	40.14956207
2010	39.8947609

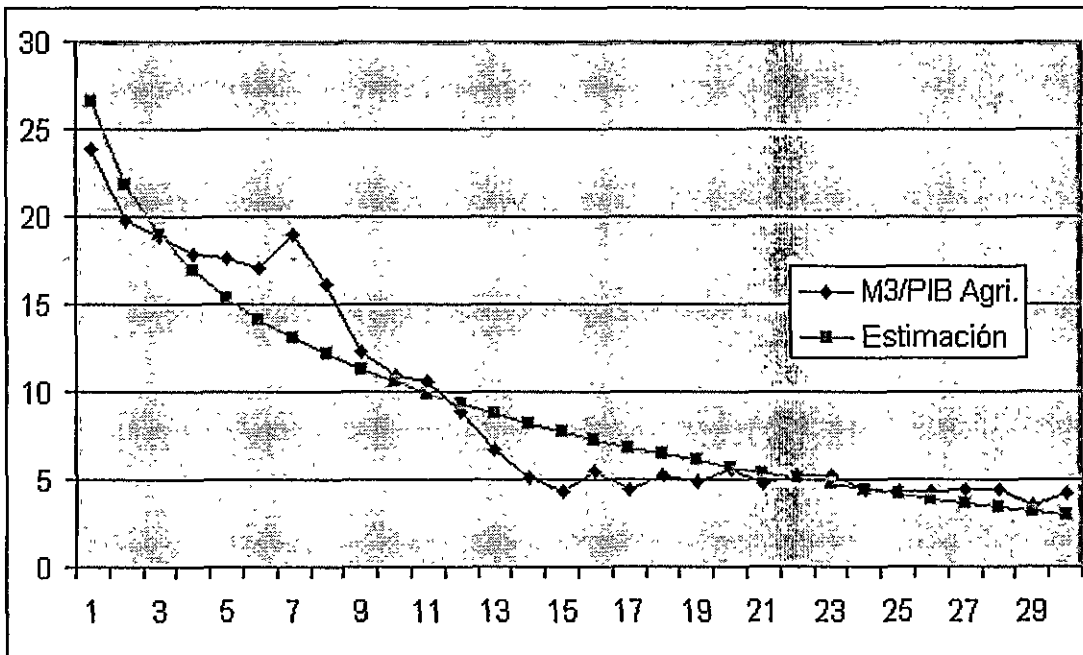
4.2.1.2: Consumo de agua agrícola y PIB agrícola

Con los datos del Producto Interno Bruto (PIB) agrícola en millones de Dinar Jordana (1 dinar Jordana = 0.709 dólares) y el agua agrícola (véase tabla número 2), la labor consiste en estimar los parámetros de la función de consumo de agua agrícola / PIB (m^3 / PIB) en la economía Jordana con base a la información del periodo 1973 – 2002 a partir del siguiente modelo :

$$\hat{Y} = 26.6 - 16.04 \text{ Log (T)...(3)}$$

$$R^2 = 89\% \quad F=235.2 \quad T= 22.4$$

Figura (8)



El modelo da resultados significativos, los coeficientes estimados son significativos, como lo indican el alto valor de t , y obteniéndose un $R^2 = 0.89$

A partir de la ecuación (3) se obtiene el valor predicho o estimado, que recogemos en el cuadro siguiente y donde podemos observar que el consumo estimado de agua agrícola por dinar del PIB agrícola disminuiría de 2.68 a 1.26 metros cúbicos, durante los próximos siete años .

Cuadro 4.19 : Proyecciones del consumo de agua agrícola por unidad de V.A.

Años	Estimación
2003	2.678558431
2004	2.457394348
2005	2.243036404
2006	2.035078171
2007	1.833148569
2008	1.636907888
2009	1.446044346
2010	1.26027111

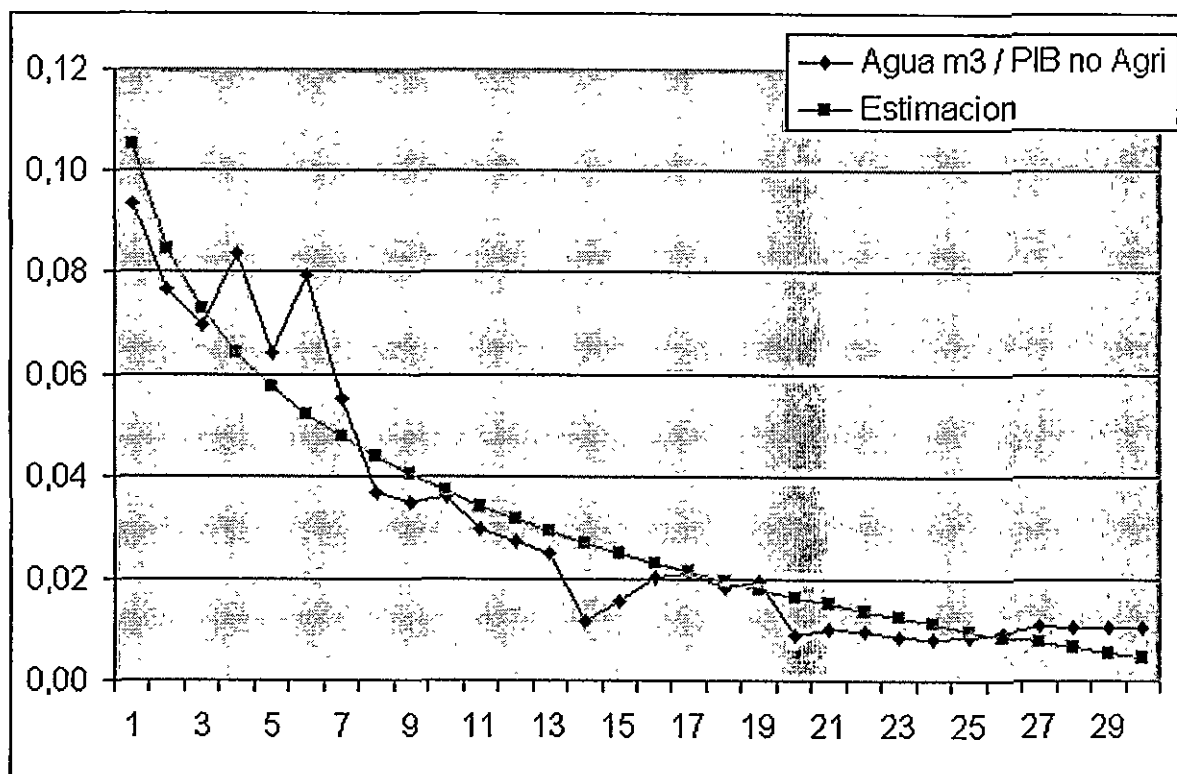
4.2.1.3: Consumo de agua no agrario y PIB no agrario

A través de datos publicados del mismo centro de estadística sobre (PIB no agrario en millones de Dinar) y el agua del resto de los sectores económicos (ver tabla numero 18), podemos estimar los parámetros de la función de consumo de agua no agrícola por dinar en la economía Jordana para el mismo periodo con la siguiente ecuación :

$$\hat{Y} = 0.105 - 0.068 \text{ Log } T \dots\dots\dots(4)$$

$R^2 = 89\%$ $F=248.3$ $T=21.2$

Figura (9)



El modelo resulta igualmente significativo, a decir por el valor de t , y alcanza un ajuste del 89% ($R^2 = 0.89$), por lo que dicho modelo se puede utilizar para estimar el valor futuro de la variable dependiente Y (consumo de agua industrial por dinar no agri.), en el tiempo.

$$\hat{Y} = 0.105 - 0.068 \text{ Log } T \dots\dots\dots(5)$$

En el cuadro siguiente podemos observar que el consumo estimado de agua no agrario por dinar estará entre 0.0485874- 0.0425747 metros cúbicos en los próximos ocho años.

Cuadro 4.20: Proyección de consumo de agua por unidad de V.A

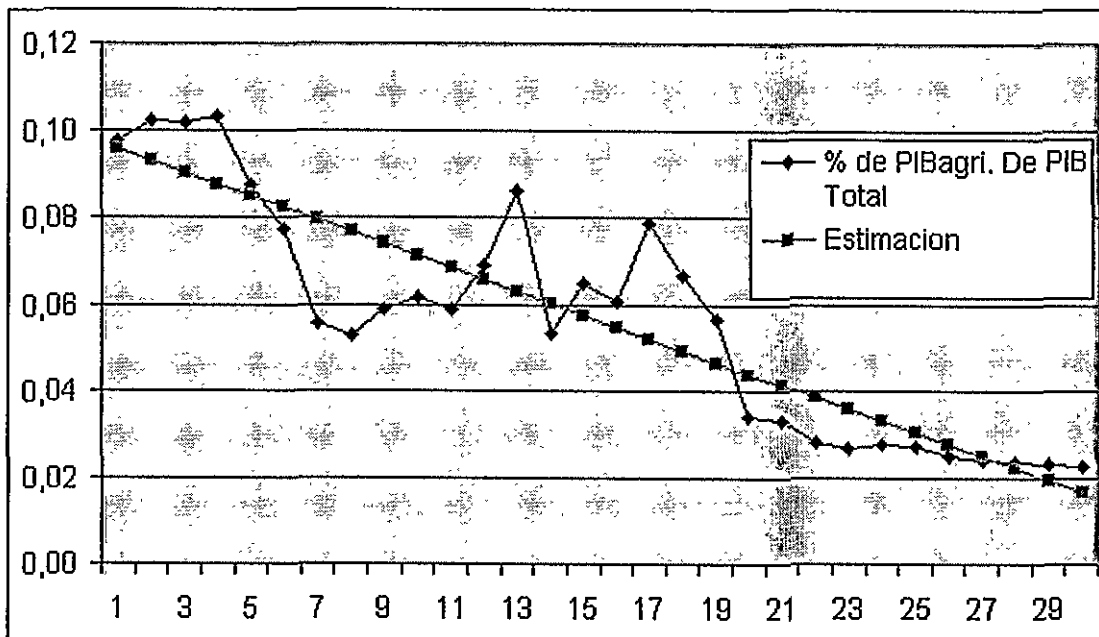
Años	Estimación
2003	0.0485874
2004	0.0476498
2005	0.0467411
2006	0.0458594
2007	0.0450034
2008	0.0441743
2009	0.0433623
2010	0.0425747

4.2.1.4: El porcentaje agrícola

Con los datos sobre el % agrícola del PIB total , mediante estos datos podemos estimar los parámetros de la función en la economía Jordana con base en información anual para 1973– 2002 mediante el siguiente modelo:

$$Y_t = 0.05386 - 0.00109T \dots\dots\dots(6)$$

Figura (10)



Los resultados del análisis del modelo son adecuados, los coeficientes estimados son significativos, a decir por los altos valores del estadístico t . De igual manera, se puede decir que las variables independientes explican a la variable dependiente en un 83% según el R^2 . De acuerdo con los datos estimados la pendiente fue alrededor de -0.002 surgiendo que para el periodo muestral desde 1973-2002, el porcentaje del PIB Agrícola disminuyó -0.002.

En el cuadro siguiente podemos observar que la estimación del porcentaje del sector agricultura sobre el PIB se reduciría hasta el 1.2% en los próximos ocho años desde el 2% actual.

Cuadro 4.21: Proyecciones de participación del sector agrario sobre el BIP total.

Años	Estimados
2003	0.02007
2004	0.01898
2005	0.01789
2006	0.01680
2007	0.01571
2008	0.01462
2009	0.01353
2010	0.01244

Ahora bien, con estos resultados y mediante los datos del Centro estadístico jordano sobre la población y PIB de la economía podemos establecer tres escenarios sobre la demanda de agua en Jordania.

4.2.1.5 Escenarios:

Escenario base

Para la construcción de nuestro escenario básico se ha considerado un crecimiento modelo del PIB real del 5% durante el periodo 2003- 2010, y un crecimiento medir la población del 2.7%, obteniendo unos valores de predicción como los recogidos a continuación.

Cuadro 4.22: Hipótesis de los escenarios Básicos.

Año	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Promedio
del PIB									
de Población									

Mediante los datos disponibles del Centro estadístico jordano sobre la población en los próximos años podemos estimar la demanda doméstica de agua (Agua urbana $P.C * Población$) y con los datos del mismo Centro sobre el PIB de la economía jordana podemos estimar la demanda agraria y no agraria en los próximos ocho años como muestra el cuadro siguiente:

Cuadro (4.23): La demanda de agua de los sectores productivos de la economía jordana en mm^3

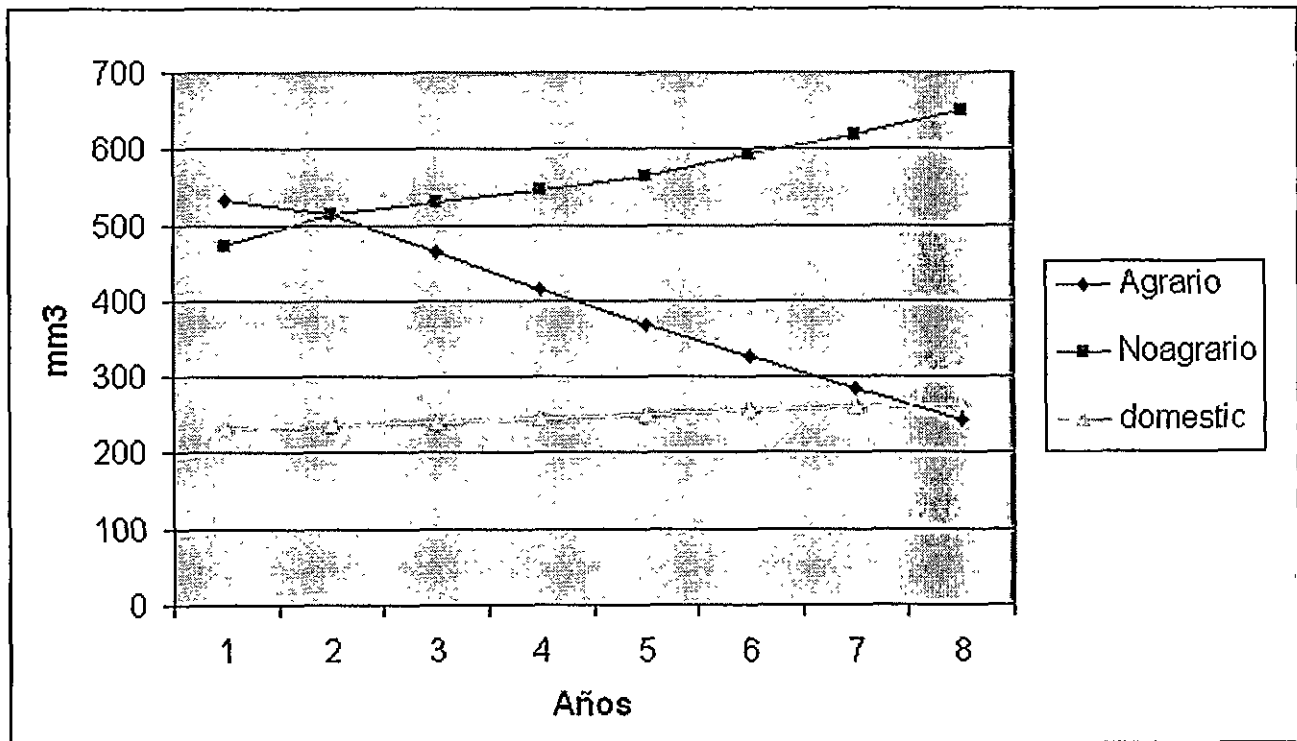
Años	Agrario	No agrario	Domestica	Total
2003	534	473	233	1240
2004	514	515	237	1266
2005	465	531	242	1238
2006	414	546	246	1206
2007	368	566	251	1185
2008	326	592	255	1173
2009	284	620	260	1164
2010	242	650	264	1156

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con estos resultados, en la figura (5) podemos observar el cambio estructural adelantado sobre el consumo de agua de la economía jordana, y donde las necesidades de agua del sector agrario en los años próximos disminuirán hasta el 54%, por el contrario las necesidades de agua del sector no agrario se elevarán hasta un 37% y las necesidades del sector domestico se elevarán también hasta un

13% como resultado final, las necesidades de la demanda total disminuirán hasta un 6.8%, resultado que parecen congruente con las línea de actuación adelantado por el Ministerio de planificación jordana , y según las cuales , los planes futuros de la economía de este país se centrarán en el sector no agrario con incentivos para las inversiones extranjeras, y quedará normal el crecimiento del consumo de agua en el sector doméstico como corresponde al crecimiento demográfico.

Figura (11): Proyecciones de consumo de agua.



De acuerdo con los resultados anteriores y los datos del Centro de estadística sobre el crecimiento del PIB y el consumo de agua durante al mismo periodo será del 59% y el consumo de agua crece 375 mm^3 , con este planteamiento podemos decir que, el crecimiento del PIB de un 1% necesitará 6.36 mm^3 .

Escenario pesimista:

Cuadro 4.22: Hipótesis de los escenarios Pesimista..

Indicador	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Promedio
del PIB									
de Población									

En este escenario supongamos que el crecimiento del PIB disminuirá hasta el 2.2% con esta hipótesis pesimista la demanda total de agua disminuirá hasta 931 mm^3 , lo que significa entre 20-25% menor de los valores del escenario base, (véase el cuadro siguiente).

Cuadro (4.23): La demanda de agua con crecimiento de un 2.2 % del PIB.

Años	Agrario	No agrario	Domestico	Total
2003	534.00	473.00	233.00	1240
2004	486.80	487.74	224.46	1199
2005	429.66	490.65	222.69	1143
2006	164.73	637.88	287.40	1090
2007	323.26	497.66	221.08	1042
2008	278.48	505.70	217.83	1002
2009	235.20	513.47	215.33	964
2010	194.90	523.49	212.62	931

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con estos resultados, podemos observar el mismo ritmo del cambio del consumo de agua, las necesidades de agua del sector agrario disminuirán más hasta un 63% y los sectores no agrario y domestico aumentarán hasta un (10% y 9% respectivamente).

Escenario optimista:

Cuadro 4.23: Hipótesis de los escenarios Optimista.

Valor	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Promedio
del PIB									
de Población									

En este escenario supongamos que el crecimiento del PIB crecerá hasta 8.7%. Con esta hipótesis optimista la demanda total de agua excederá hasta 1290 mm^3 , lo que significa entre un 4-12% más de los valores del escenario base (vease el cuadro siguiente).

Cuadro (4.24): La demanda de agua con crecimiento de un 8.7 % del PIB.

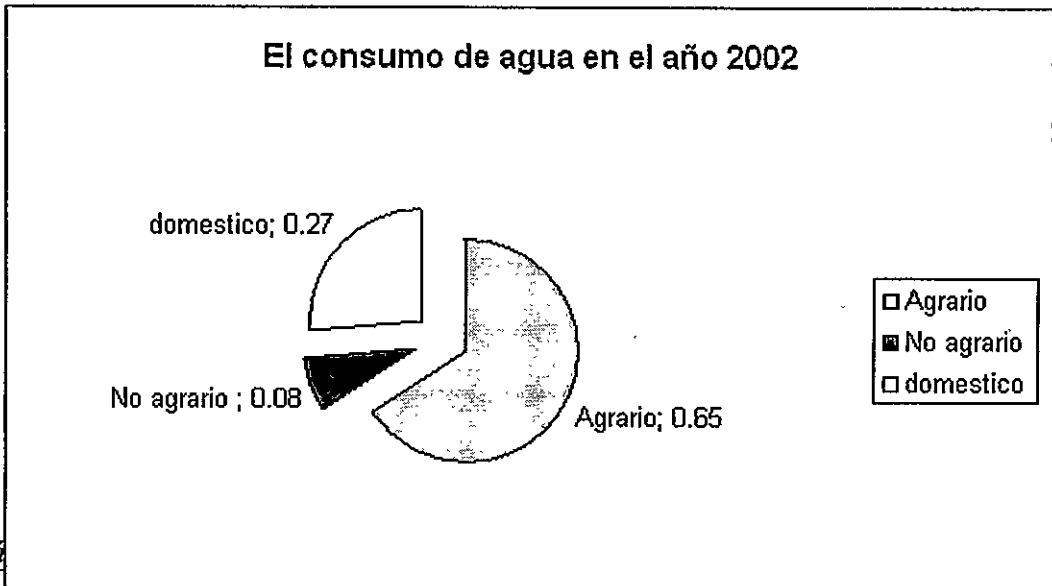
Años	Agrario	No agrario	domestico	Total
2003	534.43	473.38	233.19	1241
2004	527.80	528.83	243.36	1300
2005	483.80	552.46	250.74	1287
2006	191.78	742.63	334.59	1269
2007	391.20	602.25	267.55	1261
2008	352.96	640.95	276.09	1270
2009	312.06	681.25	285.69	1279
2010	270.26	725.91	294.83	1291

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con estos resultados, podemos observar el mismo ritmo de cambio del consumo de agua, las necesidades de agua del sector agrario disminuirán más hasta un 49% y los sectores no agrario y domestico aumentarán hasta un (35% y 21% respectivamente),

Finalmente, en las figuras numero 6 y 7, podemos observar un cambio estructural de la demanda de agua hacia los sectores no agrarios.

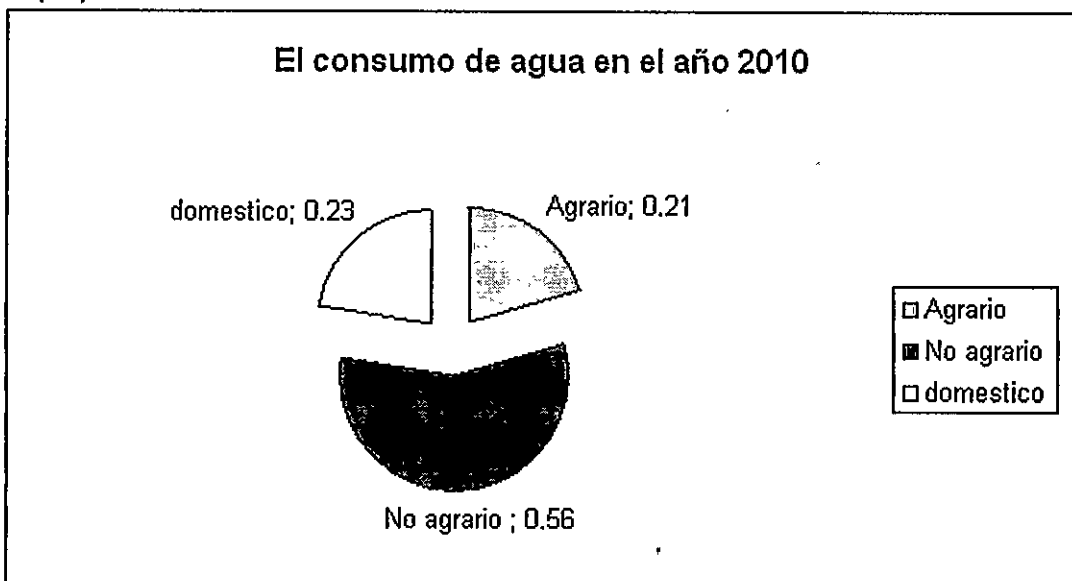
Figura:12



And

En la figura número 13 podemos observar que las necesidades de consumo de agua crecerán con el tiempo a medida que aumenta el volumen de la población y, sobre todo, conforme aumenta el nivel de desarrollo. En tal sentido, observamos que el consumo total aumentará por el incremento de los valores absolutos de todos los usos, aunque proporcionalmente se produce un pequeño incremento porcentual de los consumos domésticos y un gran incremento porcentual de los consumos industriales y una reducción paralela en los porcentajes correspondientes a la agricultura.

Figura (13)



CONCLUSIONES:

- El consumo total de agua en Jordania en el año 2002 se estimó en 903.4 millones de metros cúbicos, el 65.2% de este volumen corresponde a los consumos en el sector agrario, el 2.4 % corresponde al consumo en el sector Servicios, el 5.7% corresponde al consumo en el sector industria y construcción y el 26.7% corresponde al consumo domestico (el 74.4% corresponde al consumo en los sectores productivos y el 26.6 % corresponde a los consumos domésticos).

- La producción de agua es más sensible a las variaciones de la producción del sector agrario (0.949) y poco sensible a las variaciones de la producción del resto de los sectores productivos (los sectores Industria y construcción y Servicios).

- El consumo de agua en el país es sensible a las variaciones de la demanda final del sector Industria y construcción y menos sensible en los sectores de Agrario y servicios.

- Las necesidades directas e indirectas de agua por unidad de demanda de los sectores agrario y Servicios son muy superiores ($81 m^3$ y $1.61 m^3$ respectivamente) al sector Industria y construcción (de un $0.46 m^3$).

- El precio medio del agua en Jordania es de 0.151dinar por metro cúbico, el precio de los sectores de servicios es mayor que el precio promedio, mientras que los precios de los sectores agrario, consumo privado, industria y construcción son menores que el precio promedio.

- El precio de agua en la economía Jordana es sensible a las variaciones de los precios del sector industria y construcción (0.012%) y los precios del sector servicios (0.008%), mientras que es insensible a las variaciones de los precios del sector agrícola.

- Los precios / valores/ agua calculados se refieren a los precios de los bienes y servicios locales y su variación en términos relativos respecto a los precios actuales.

- Los precios / valores/ agua por ramas del sector agricultura son más altos, mientras que, las ramas productivas de los sectores industrial y construcción servicios son bajas de precio/ agua.

- Las necesidades de agua de la economía Jordana durante el periodo (2003-2010) aumentaran en unos 6.3 mm^3 por año , con un crecimiento promedio del PIB de 8.3 % .

- En el escenario Base hay un cambio estructural de la demanda de agua de los sectores productivos, el sector Agrario disminuirá hasta un 54%, los sectores no agrarios y domestico aumentar hasta de un 37% y 13% respectivamente.

- En el escenario pesimista, las necesidades de agua del sector agrario disminuirán hasta el 63%, los sectores no agrario y domestico aumentarán de un 10% y 9% respectivamente.

- En el escenario optimista, las necesidades de agua aumentarán un 4% más del escenario base y en el sector agrario disminuirán hasta un 49%, los sectores no agrario y domestico hasta un 35% y 21% respectivamente.

5. Economía Política

5.1 Las políticas de gestión de la demanda y conservación del agua

El agua constituye la materia prima de cualquier producción agropecuaria o industrial. Los principales usos son: abastecimiento de agua potable, sostenimiento de la fauna acuática, utilización para riego agrícola y explotaciones ganaderas, industriales, generación de energía hidroeléctrica, refrigeración de centrales térmicas (tanto convencionales como nucleares), navegación (en los ríos que lo permiten), actividades de recreo, deportivas y evacuaciones de residuos domésticos e industriales.

Los resultados reflejan de las políticas tradicionales de la oferta de agua del último siglo basado en la construcción de obras hidráulicas, han sido negativas ya que los costes económicos de las presas son crecientes, sus rendimientos decrecientes y sus costes medioambientales muy elevados. Por este motivo, se ha desarrollado una nueva corriente de pensamiento que considera que la sostenibilidad de la gestión del agua pasa necesariamente por una mejor gestión de los recursos existentes y un consumo racional del agua.

Dentro de las políticas medioambientales que se han llevado a cabo por algunos países con escasez de agua por ejemplo Jordania, para necesariamente mejorar gestión de los recursos existentes, cabría destacar las siguientes:

1. Consumo racional del agua (gestión de la demanda y conservación de agua)
2. Mejora en la eficiencia de las actividades consumidoras de agua para aumentar o mantener su producción sin necesidad de aumentar la oferta disponible de agua.

En este apartado se presenta brevemente una visión general de estas nuevas políticas (justificación económica y medioambiental e instrumentos de la gestión de la demanda y conservación del agua).

Definición

Según *Esteban*, las políticas de gestión de la demanda y conservación del agua son aquellas que maximicen los beneficios del recurso que existe, en el caso del agua significa que menos cantidad de agua hace más beneficioso el uso del mismo o el uso eficiente del agua que existe, por ejemplo, sistemas tarifarios que incentivan el uso racional del agua , hábitos que reducen el consumo del agua (el riego de jardines, el del agua en duchas y grifos, la superficie del edificio etc...) y reducción de fugas en las redes. (*Esteban,1996*)

Para analizar las ganancias de eficiencia en el uso del agua, es muy importante precisar el ámbito geográfico considerado. En el ámbito local, se utiliza corrientemente el concepto de *eficiencia técnica* para referirse a la relación entre el agua que sale del sistema y el agua que entra al sistema, pudiendo diferenciarse entre eficiencia en la conducción, en la distribución y en la aplicación del agua, o una medida que tenga por objeto reducir el consumo de agua. (*Viñas y otros,1998*)

Justificación

Las políticas de la demanda y conservación del agua tienen dos justificaciones ; la primera justificación es económica y se refiere a la reducción de los costes de construcción de obras hidráulicas , reducir el consumo de agua que requiere menos depuración y energía, control de la demanda y el uso racional del recurso (de manera eficiente). La segunda justificación es medioambiental, y significa gestionar los recursos que existen mediante la reducción del consumo que requiere menos degradación y contaminación de los recursos hídricos.

5.1.1 Programas de gestión de la demanda y conservación del agua

Los últimos estudios económicos y medioambientales hídricos afirman que los costes económicos de construcción de presas y embalses (oferta de agua) son mayores que sus rendimientos económicos (teniendo en cuenta el coste medioambiental).

De acuerdo con *Esteban*, se clasifican las Políticas e Instrumentos de gestión de la demanda y conservación del agua en cuatro medidas o programas que son: programas de infraestructuras, programas de ahorro, programas de eficiencia y gestión y programas de fuentes alternativas. Todos los programas tienen un objetivo principal que es el de ahorrar agua y realizar un uso racional del recurso. (*Esteban, 1996*).

5.1.1.1 Programas de actuaciones técnicas sobre las infraestructuras Hidráulicas

El objetivo principal de estos programas es modificar la eficiencia de los sistemas de regulación, distribución, transporte y depuración del agua, al igual que la reutilización o la desalinización. El ahorro del agua constituye una fuente alternativa de recursos hídricos.

5.1.1.1.1 Programas de infraestructura de abastecimiento

Programas de detección y reparación de fugas en las redes

En los países en desarrollo, un gran volumen de agua tratada se pierde en las redes de distribución, debido a las fugas. Desde el punto de vista de la economía y el medioambiente, las detecciones y reparaciones en las redes tienen más ventajas que el ahorro del agua, aunque se incrementen los costes iniciales que podemos realizar en pocos años de proyecto (*RMI, 1994*). El Banco Mundial estima en unos 600.000

millones de dólares los recursos financieros necesarios para reparar y mejorar los sistemas de distribución de agua en todo el mundo (ONU,1997). *Alsukkar*, afirma que en Jordania se pueden ahorrar alrededor del 20-30% de sus cantidades de agua con este programa (*Asukkar, 2001*). *Schiffler*, estimó que el coste unitario del m³ recuperado por la reparación de fugas en las redes del agua potable en Jordania llegó a 16 céntimos, mientras que el rendimiento unitario del m³ del agua potable alcanzó 38 céntimos (*Schiffler,1998*). *Esteban* por su parte presenta ejemplos de Estados Unidos en los que el coste unitario del m³ recuperado por la reparación de fugas en las redes fue inferior al precio del coste de suministro del m³ potable (*Esteban,1996*). *Wahly y Davis* se refieren a un acuerdo entre la empresa de abastecimiento de los Ángeles y una comunidad de regantes del distrito que en la primera reparan las fugas en la redes de riego y compran el agua ahorrada para su uso urbano (*Wahly Davis,1986*). En nuestra opinión sería bueno tener en cuenta - en el futuro- crear las ciudades cerca de las fuentes del agua para evitar las detecciones de las redes del recurso y costes adicionales.

Programas de eliminación de tomas y vertidos ilegales

En los periodos de escasez del recurso la toma ilegales producen una reducción de la dotación para este periodo. A sí los Organismos de cuenca pueden tomar medidas de reducción de las dotaciones para la boca y el establecimiento de restricción en el suministro urbano con las negativas consecuencias económicas y sociales que ello conlleva. En este sentido, Jordania redujo alrededor de un 10-15% de cantidad de agua potable cada año que tiene efectos negativos sobre el abastecimiento urbano en los meses de verano. (*Buskirk,1992*)

El factor económico es importante en el problema de los vertidos ilegales (los costes de los programas de depuración son mucho más elevados que los de prevención y control).

Utilización de contadores volumétricos

Generalmente, el uso del contador volumétrico mejora la gestión de los servicios de abastecimiento y depuración, contribuyendo, de forma directa, en el ahorro del agua. Los estudios de la década de los ochenta y noventa se refieren a que

los usuarios de contadores volumétricos ahorran más agua que los usuarios parciales del contador volumétrico. *Postel*, muestra que el consumo del agua de todos los usuarios de contadores en *Edmonton* (Canada) es la mitad del consumo de agua de los usuarios de contadores parciales en Ontario (*Postel,1993*). *Grishman* por su parte muestra que un programa de universalización de contadores en la ciudad de Boston redujo en un 36% el consumo de agua. (*Grishman,1989*).

Reducción de la presión de la red

Como todos los programas de ahorro, la reducción de la presión de red contribuye de forma positiva sobre el consumo del agua y reduce las pérdidas de la red, especialmente el consumo en los usos que necesitan presión de la red como las duchas, los baños y los sistemas largos de riego.

Los estudios muestran que la reducción de la presión de la red puede contribuir a ahorrar agua. *USEPA*, muestra que los usuarios que recibían el agua con mayor presión consumen de media un 6% mas que los usuarios con menor presión (*USEPA,1992*). *Brown y Caldwell* por sus parte, calcularon que la reducción de la presión de 8.4 a 4.2 atmósferas reduce el flujo de agua en la red en un tercio (*Brown y Caldwell,1984*).

5.1.1.1.2 Programas de infraestructura de riego

Programas de modernización de regadíos

El aumento de la eficiencia en el uso del agua es una necesidad demandada por numerosos sectores sociales. La agricultura consume alrededor del 70% de los recursos disponibles a escala mundial, por lo que se deben mejorar sus sistemas de riego (transporte, distribución y aplicación etc..., del agua) (*Martinez,1995*).

Normalmente, el agua es transportada desde el embalse hasta la cabecera de la zona regable (canales primarios) y después distribuida hasta las parcelas de riego (conducciones secundarias y terciarias). Se producen una serie de pérdidas de modo que a pie de parcela sólo llega una fracción del agua que se deriva del embalse (desembalse) para fines de riego. Pero estas pérdidas lo son a efectos de la zona regable considerada y de los agricultores incluidos en ella, pero no lo son a efectos del sistema hidrológico en su conjunto (cuenca hidrográfica). También a nivel de parcela se producen pérdidas, ya que no toda el agua que se recibe a pie de parcela es utilizada por la planta (precolación, escorrentía, etc.), aunque estas pérdidas lo son para el agricultor pero no lo son para el sistema hidrológico en su conjunto, merced a los retornos aprovechables.

Las políticas de mejora y modernización del agua pueden plantearse en tres niveles :1) en los sistemas de transporte del agua desde el embalse regulador hasta la cabecera de la zona regable (canal principal); 2) en los sistemas de distribución del agua desde la cabecera de la zona regable hasta pie de parcela de las agriculturas (conducciones secundarias y terciarias); 3) en las explotaciones, es decir en la distribución del agua de riego desde pie de parcela hasta pie de planta (técnica de riego y manejo del agua en la parcela de riego) y que es el agua que realmente utiliza la planta. Las pérdidas en primer nivel (canal principal) solo afectan a los agricultores en los años de sequía en los que no se puede desembalsar la cantidad de agua necesaria para llegue a la cabecera de la zona regable la dotación de agua que figura en la concesión de la canal de riego . Las pérdidas en el segundo nivel afectan siempre a los regantes ya que es agua pérdida para los agricultores de la zona regable. Por último, las pérdidas en el tercer nivel, perdidas dentro de explotación, también suponen siempre pérdidas de agua para el agricultor, aunque no para el sistema (*Villas y otros,1998*).

Las posibilidades de ahorro en este sector parecen claras si tenemos en cuenta que, a pesar de las ingentes inversiones y subvenciones, la eficiencia técnica en el aprovechamiento del agua de riego deja mucho que desear en la mayoría de los casos. En ocasiones se desperdicia hasta el 60% del agua captada o bombeada para

el riego .Aunque ciertas pérdidas son inevitables, con frecuencia el exceso de agua se vuelve a filtrar en el terreno provocando problemas de anegamiento y salinidad del terreno. La *ONU* estima que cerca del 20% de los 250 millones de hectáreas regadas en el mundo están afectadas por distintos grados de salinización, y un millón y medio de hectáreas resultan afectadas cada año. Los países más afectados se sitúan, predominantemente, en las zonas áridas y semiáridas (*ONU,1997*).

Las obras de mejora y modernización de regadíos incluyen la rehabilitación y modernización de los sistemas existentes, las obras de revestimiento de canales, y el drenaje de los terrenos de cultivo. De acuerdo con *Segura*, podemos destacar unos aspectos importantes relacionados con la modernización de los regadíos que son:

- A) La modernización supone el replanteamiento del proyecto del sistema de riego, considerando los aspectos económicos, sociales y agrícolas de la presente situación, a diferencia de la reconstrucción o rehabilitación, que supone la simple sustitución de obras viejas por otras nuevas.
- B) Los sistemas de riego y drenaje de la mayor parte del mundo necesitan su modernización, tanto en el aspecto físico como el de la gestión.
- C) La modernización no debe estar basada solamente en los aspectos técnicos, sino que debe considerar plenamente aspectos sociales, culturales y económicos. Debe hacerse una evaluación para analizar si la mejora de la gestión, u otras mejoras tales como educación del regante, créditos y tarifas, etc., no conducirán a sustanciales mejoras de la producción agrícola al mínimo coste.
- D) Las deficiencias de muchos proyectos no son debidas a la falta de una mejor tecnología sino a la ausencia de una adecuada gestión, junto con problemas sociales, económicos ,humanos y políticos .
- E) Es posible evitar o dilatar en el tiempo un costoso problema de modernización, mediante un intenso programa de mantenimiento, comenzando desde el principio de la explotación (*Segura, 1994*).

- F) El control de los flujos en los regadíos, y concretamente en las grandes zonas regables permitirá hacer previsiones de disponibilidades, optimizar la asignación de recursos y mejorar la explotación dentro de las zonas regables (Bos,1986).

5.1.1.2 Programas de Ahorro

El objetivo principal de este programa es sensibilizar a los usuarios del agua sobre su valor económico, social y medioambiental del recurso y la importancia del ahorro de sí mismo, a través de unos instrumentos disponibles que son:

Instrumentos generales: Que tienen como objetivo sensibilizar a los usuarios de la importancia económica y social y medioambiental del ahorro y el uso racional del agua a través los medios de comunicación(televisión, radio, revistas, páginas web, prensas..etc), como por ejemplo Canal Isabel II en España.

Acciones de demostración: Que tienen el objetivo de crear actividades sociales que consumen cantidades mínimas de agua, por ejemplo, regular el diseño de parques y jardines públicos y privados de forma que se adapten a las condiciones climáticas de cada región así como a los sistemas de goteo, en ingles (*drip irrigation system*), o regular el diseño de los edificios de superficies a los favorables de la restricciones del agua, en otras palabras, jardines con menos agua (Shatanawi,2000).

Educación infantil y juvenil : Educar a los ciudadanos en las necesidades de un uso racional del agua, modificar los hábitos del uso del agua en la actualidad y el futuro a través de unos programas educativos del uso racional de agua en las generaciones actuales sobre todo los jóvenes y niños (Grishman y Fleming,1989).

Finalmente los programas de sensibilización sobre el uso racional del agua, los mensajes que destacan los beneficios medioambientales de estos comportamientos son atractivos y eficaces a corto plazo, pero con el paso del tiempo reducen significativamente su utilidad. Por su parte, Castro recomienda utilizar mensajes útiles con ventajas económicas(Castro,1995).

5.1.1.3 Programas de Tarifación

Como señalamos en detalle anteriormente, los sistemas tarifarios se consideran un instrumento básico de la gestión de los servicios públicos como el agua, incentivan a los usuarios para racionalizar el uso del agua en todas las actividades y mejorar la asignación del recurso de forma eficiente. Las tarifas favorables del agua son aquellas que, basadas en el coste marginal, dependen del tipo de las actividades, por ejemplo los sistemas bionomiales favorables para la agricultura, los sistemas crecientes favorables para los urbanos e industriales, etc... La política tarifaria puede ser precisamente uno de los instrumentos que se quieran utilizar para redistribuir la renta (*Perez,1995*).

5.1.1.4 Programas de renovación

Cuando las pérdidas en los sistemas de almacenamiento y distribución de agua son considerables y la posibilidad de recurrir a nuevas fuentes de suministro de agua resulta cada vez más costosa, la alternativa de incrementar los recursos disponibles mediante obras de mejora que permitan aumentar la eficiencia del sistema puede resultar atractiva.

Económicamente, los programas usados para evitar o retrasar las construcciones de nuevos programas de saneamientos son rentables y tienen como consecuencia evitar las ampliaciones de los sistemas de depuraciones de aguas residuales y evitar las ampliaciones del consumo de energía. Por otra parte *Jensen* muestra un ejemplo de Estados Unidos (Texas) en el que el programa de sustitución de aparatos de alto consumo de agua y la ampliación de un 15% de los sistemas de depuración de aguas residuales, ha generado un ahorro de 3.400 millones de dólares en los últimos 50 años (*Jensen,1991*). En México, se generará un ahorro suficiente para abastecer a más de 250.000 personas en un año (*Martínez,1991*). En España, las instalaciones de boquillas para aducción de aire reduce un 50% el consumo de las cisternas (*Castro,1995*) y en Cataluña, se han tomando medidas para reducir las

pérdidas en las redes urbanas, pasando de un porcentaje de perdidas del 28.1% en 1990 al 23.6% en 1994 (Piera,1995).

El objetivo principal de los programas de renovación es el de ahorrar agua o el uso más eficiente de agua sobre todo en los hogares e industria. Los gobiernos o responsables del agua pueden realizar este objetivo a través de regular los dispositivos de alta eficiencia como (duchas, grifos con aireadores, lavadores y lavavajillas de bajo consumo, etc...). En la agricultura se puede realizar el mismo objetivo a través de regular el diseño de los jardines públicos o privados para que se adapten las condiciones climáticas o los sistema de riego que consumen menos agua (sistema de goteo) o tipos de plantas que consuman menos agua (Castro,1995).

Además de todo, los gobiernos pueden utilizar legislaciones que obliguen a los usuarios a mantener el menor uso de agua a través de varias medidas, algunas de las cuales se presentan a continuación :

Programas de Auditorias sobre el uso eficiente del agua

Es una medida para fomentar el uso racional y el ahorro del agua y tiene dos objetivos principales, que son: reducir el consumo de agua y servir de ejemplos para otros organismos públicos y privados (Ayuntamientos, Ministerios, Universidades, etc).

De acuerdo a las estimaciones realizadas por la Agencia Medioambiental de Canadá, la reducción de estos programas constituye mas del 50% de consumo de agua en los distintos organismos públicos y privados dentro de un año (<http://www.ec.gc.ca/water>).

Programas de motivos económicos

Los sistemas tarifarios pueden ser instrumentos de motivos económicos y eficientes del agua, como los sistemas volumétricos, sistemas tarifarios por bloques crecientes para el servicio del agua a los usuarios y sistemas tarifarios binomiales para la agricultura.

Programas del desarrollo de fuentes alternativas de agua

En este tipo de programas las empresas de abastecimiento usan aguas residuales, saladas, reciclajes etc., como alternativa del agua potable como los programas de Reutilización de aguas residuales, programas de reciclaje de agua ,programas de desalación de aguas saladas.

En todo el mundo este tipo de agua se utiliza como agua de riego de los que no necesitan calidad, como los parques, jardines, campos de golf, etc. En Jordania se utiliza en el sector agrícola en las zonas Bajas del País como otra solución del problema de agua y constituye un 5% del total del agua (*Shtanawi, 1986*).

A medida que la oferta de agua dulce disminuye y las nuevas fuentes son más remotas, se hace necesario encontrar fuentes alternativas de agua. Fuentes con un futuro aparentemente prometedor son la reutilización de aguas residuales, el reciclaje del agua en la industria y la desalación de aguas salobres y marinas.

Programas de Reutilización y reciclaje

Desde el punto de vista económico la reutilización de las aguas residuales es un instrumento económico para aumentar la oferta del agua y maximizar el beneficio del agua disponible, y en la agricultura, este tipo de agua es rica en sustancias nutrientes, permitiendo un ahorro considerable de fertilizantes para las plantas.

Las prácticas de reutilización y reciclaje han aumentado en popularidad recientemente debido, entre otras causas, a la demanda creciente de agua, a las normas de control de la contaminación del agua, a las directivas legislativas para una mayor conservación del agua, y a los costes energéticos crecientes del desarrollo de fuentes de agua cada vez más remotas.

La reutilización de aguas residuales municipales ya se venía haciendo en el siglo XVII en algunas áreas del Reino Unido como un método barato de controlar la contaminación (*Postel,1997*). Ahora se está recuperando esta técnica para hacer frente a la escasez de agua. Israel cuenta con el sistema de reutilización de aguas residuales más ambicioso del mundo. Un 35% del flujo total de aguas residuales fue reutilizado en agricultura, permitiendo regar 15.000ha (*Shuval,1987*).

Puesto que sólo una pequeña parte del agua de uso industrial se consume literalmente, en este sector existe la posibilidad de reciclar el agua. Uno de los mayores estímulos para el reciclaje del agua en la industria han sido las normas para controlar la contaminación. Una de las formas más eficientes y baratas de cumplir estas normas ha consistido en reciclar el agua utilizada. Japón, los Estados Unidos y Alemania se cuentan entre los países que han conseguido impresionantes avances en la productividad del agua de uso industrial (*Postel,1997*).

El reciclaje de agua necesita un tratamiento previo antes de usarla, lo que supone un coste, pero permite mejorar las garantías de suministro en zonas de escasez de agua como las zonas del desierto, que ocupa la mayor superficie de Jordania.

Este tipo de agua necesita una tarifa especial para utilizarla en los procesos productivos. En las últimas décadas, Estados Unidos y Japón han aumentado el uso de este tipo de agua en el sector industrial, reduciendo el consumo total de agua en el mismo sector (explotar al máximo el agua).

Programas de desalación.

Económicamente, la desalinización de agua del mar se considera una solución costosa como consecuencia del precio elevado de la energía, pero puede ser una solución viable en las zonas costeras de clima árido o semiárido con una industria turística importante o cultivos de alto valor añadido o en zonas donde existe energía barata como -la energía nuclear- y escasez de la oferta del agua, como actualmente en los países del Golfo Pérsico y en Jordania, es una solución posible del problema del agua como señalamos en el primer capítulo.

La participación del agua dulce desde el mar es pequeña en la oferta total de agua disponible. En el mundo existen 7.500 estaciones de desalinización de aguas saladas que convierten anualmente 4.800 millones de m^3 de agua del mar en agua dulce (Postel,1993).. En nuestro país tiene todavía escasa importancia por causa del precio elevado de la energía y la tecnología avanzada (JICA,1995). En España se concentra en el archipiélago canario y en la costa mediterránea (Ojeda,1997).

Según Canovas Cuenca, el coste final del agua salobre (mediante ósmosis inversa), es de 21-24 ptas/ m^3 en el caso de aguas marinas. El coste de la desalación es de 72-85 ptas/ m^3 (Canovas,1997).

Como hemos visto anteriormente, para la aplicación de dichas políticas existen incentivos económicos y medioambientales pero existen serias dificultades que son necesarias superar y que son:

Dificultades administrativas: Los responsables actuales de la gestión del agua son técnicos no adecuados para la aplicación de estas nuevas políticas que tienen dimensión ambiental. Para la aplicación de dichas políticas necesitamos profesionales de los campos del medio ambiente, la ecología, la economía, la demografía, y otros campos relacionadas de forma directa o indirecta con el agua.

Dificultades de la información: Los datos disponibles sobre el agua no son suficientes para la aplicación de estas nuevas políticas. Dichas políticas requieren datos tanto de la cantidad como de la calidad del agua, datos de medio ambiente, datos demográficos (demanda de agua), la oferta de agua, datos de ecología, etc.

Dificultades económicas: La aplicación de las nuevas políticas genera un desequilibrio presupuestario para las empresas abastecedoras que afecta al aumento de las tarifas del agua. Para evitar este problema las empresas tienen que explicar a los usuarios las ventajas económicas y controlar sus gastos.

A pesar de estas dificultades, los resultados de los estudios que se realizaron en las últimas décadas en algunos puntos de este planeta sobre los impactos en términos de ahorro de agua (planes de ahorro y conservación del agua) muestran que la aplicación de los planes de renovación de cisternas, instalación de grifos y duchas de bajo consumo, instalación de contadores y programas educativos en Washington pueden reducir el 35% en el consumo medio de agua (*Eddy,1993*). Los planes de Auditorías hidráulicas y empresas y comercios, distribución gratuita de arreadores y cabezales de duchas de bajo consumo y universalización de contadores y modificación de estructuras tarifarias en las regiones de California y Goleta pueden disminuir casi un 33% el consumo de agua (*RMI,1993*), las políticas tarifarias eficientes realizadas en Indonesia y *Bogor* pueden ahorrar el 30% del consumo por habitante (*Bhatia ,1992*). Además existen otros estudios realizados en Florida, otros estados de Estados Unidos e Israel que indican que se puede ahorrar entre un 7% - 14.4% en el consumo de agua (*ver Postel,1993 ,NOES,1194y USEP,1992*).

5.2 las políticas de agua de los sectores productivos

5.2.1 Las políticas de agua en el sector doméstico

En los países en desarrollo, un gran volumen de agua tratada se pierde en las redes de distribución, debido a las fugas. Esto priva a los organismos encargados de suministrar el agua del dinero necesario para mantener y mejorar el servicio. El Banco Mundial estima en unos 600.000 millones de dólares los recursos financieros necesarios para reparar y mejorar los sistemas de distribución de agua en todo el mundo (*ONU,1997*).

1- Equipos de alta eficiencia hídrica

- De fontanería

Los usuarios de agua pueden sustituir los antiguos equipos existentes por nuevos equipos, que consumen menos agua, para reducir los costes del agua a largo plazo, por una parte y reducir el consumo de la energía que conlleva la reducción del consumo de agua por otra .

En los últimos años, las administraciones públicas vienen fomentando la utilización de elementos de fontanería y electrodomésticos de bajo consumo de agua .En Madrid, por ejemplo, los dispositivos de ahorro utilizados por el Canal de Isabel II desde 1992 han permitido ahorrar entre un 50-60% de agua en grifos, duchas y cisternas (*Castro, 1995*)

- Cisternas modernas.

Según *Castro* el consumo de agua de las cisternas tradicionales forma un porcentaje considerable, cerca de un 30% del consumo total de agua en los hogares (*Castro,1995*), mientras que las nuevas cisternas ofrecen el mismo servicio con menos del 40% del agua, lo que significa menos gastos y menos residuales (*Pearson ,1993*), y además pueden ser rentables para el usuario . Desde el punto de vista de *USEPA* las nuevas cisternas pueden ahorrar un 34% del consumo de agua en una vivienda típica de tres personas (*USEPA ,1992*).

También, pueden tomarse medidas para racionalizar la utilización sanitaria y doméstica del agua, por ejemplo, instalando cisternas de acción alterna en los cuartos de baño o grifos que se accionan sólo cuando se colocan las manos debajo (*Gonzalez ,2002*).

- Cabezas de duchas y aireadores de grifos

Económicamente, utilizar los cabezales de duchas de más eficiencia en el que se consumen entre 4-6 litros por minuto es mejor que utilizar los cabezales de duchas tradicionales que consumen cerca de 12 -15 litros por minuto, lo que significa que las cabezas pueden reducir el consumo de agua entre 8-9 litros por minuto lo que forma casi un 60% del consumo de los equipos (*Jesen, 1991*). Según *Whitcomb* los usuarios domésticos pueden reducir el consumo de agua en un 6.4% *per capita* en Estados Unidos (*Whitcomb, 1991*).

- Reducción de presión

Normalmente, la reducción de la presión de la red puede reducir el consumo del agua y las pérdidas por fugas en la red. Además puede reducir el ruido de electrodomésticos que utilizan agua y evitar averías en los sistemas de fontanería. Según *USEPA* los usuarios de agua presionada consumen un 6% más de agua que los usuarios de agua con menos presión en la ciudad de Denver (*USEPA, 1995*).

- Utilización de aguas grises

Los usuarios domésticos pueden reducir su consumo de agua utilizando las aguas grises generadas de las duchas, lavabos, lavadoras y lavaplatos, para los usos que no requieren una calidad elevada del agua como el riego de los jardines y como para limpieza de las zonas cercanas, pero en el sector agrario no podemos utilizar este tipo de agua debido a los efectos negativos al suelo que necesita más agua para el drenaje de este suelo. (*USEPA, 1992*).

- Jardines y Zonas Verdes

Como hemos señalado anteriormente, podemos ahorrar el consumo de agua en jardines a través del sistema de xeriscape que requiere una serie de principios que son: un diseño adecuado, preparar el suelo de forma equilibrada y acolchonada con materiales orgánicos, eliminar el césped, utilizar técnicas eficientes de riego, cultivar plantas que consumen menos agua y selección de los periodos adecuados de riego (menos evaporaciones por ejemplo por la mañana o tardes donde no hay sol o temperatura elevada) (*Welsh,1993*).

Según los estudios realizados los usuarios de agua pueden reducir el consumo de agua en las zonas verdes entre un 50-60%. *Grapek* calcula que los principios anteriores pueden reducir el consumo de agua en un 60% (*Grapek,1996*). *Nelson* parte de los mismos principios pudiendo ahorrar el 54% del agua en la ciudad de California (*Nelson,1990*).

- Modificación de Hábitos de Consumo

También, los usuarios pueden ahorrar el agua a través del cambio de los hábitos de consumo de agua de forma más eficiente como:

Cerrar el grifo mientras nos enjabonamos, cerrar el grifo cuando nos cepillamos los dientes, elegir un grifo que gotea menos agua (*OCU,1997*), poner la lavadora y el lavaplatos sólo cuando estén llenos, lavar los platos sin dejar el grifo abierto en la pila llena (*Florida Comisión,1990*),elegir el periodo mas adecuado para el riego, elegir las plantas con menos necesidades de agua, etc.

5.2.2 Las Políticas de agua en los sectores industriales y comerciales

Los usuarios comerciales e industriales también pueden reducir el consumo de agua a través del reciclado de agua, lo que significa usar el agua en la misma aplicación inicialmente en los procesos productivos y no requerir tratamiento antes de ser reciclada.

Las tecnologías del reciclaje de agua son: ozonización, intercambio de la temperatura del aire y enfriamiento por evaporación. *Strauss* por su parte muestra que la aplicación de una de estas tecnologías para la refrigeración del proceso productivo de la electricidad en *Wyoming* puede reducir el consumo de agua en más del 500% en la misma empresa, lo que significa económicamente reducir el coste del producto o maximizar el beneficio del recurso (*Strauss, 1991*). *Postel* muestra en un estudio de una empresa de plástico en Canadá que permitiría reducir el consumo de agua en un 40% (*Postel, 1993*).

Los usuarios comerciales e industriales también pueden reutilizar las aguas residuales generadas en núcleos urbanos, en las zonas que no requieren mayor calidad para utilizar el agua de riego en el sector de agricultura, zonas de jardines y campos de golf, además este tipo de agua se puede ahorrar de forma considerable sobre todo los costes de fertilidad, evitar la construcción de nuevas infraestructuras de regulación y saneamiento.

Las necesidades de la industria también pueden racionalizarse. Por ejemplo, las fabricas de papel y las curtidurías consumen y ensucian enormes cantidades de agua, así como las industrias químicas, textiles y metalúrgicas, pero cada vez es más factible la posibilidad de pensar soluciones que requieren mucha menos agua, y algo se está haciendo en esta línea. En consecuencia, en todas las actividades industriales habría que atender dos aspectos fundamentales: primero, la depuración del agua usada para aprovecharla en otro usos (la calidad del agua tratada viene en gran parte determinada por los costes de purificación); segundo, habría que desarrollar ciclos cerrados, donde el agua utilizada se recupere en el mismo proceso industrial. (*Laen y Hinrichsen, 1992*).

5.2.3 Políticas de agua en el sector de agricultura

Una de las medidas más comunes para mejorar la gestión del agua en la agricultura y ahorrar agua es incentivar la adopción de nuevas técnicas de riego mediante la concesión de subvenciones a las inversiones en nuevos equipos e instalaciones de riego en las explotaciones agrarias. El fundamento de este tipo de medidas, que como acabamos de ver se aplican en muchos países, es que el cambio tecnológico suele suponer la incorporación de técnicas de riego ahorradoras de agua (Viñas, 1998).

Eficiencia en el uso del agua en la agricultura

El coste del agua para el regadío

Agua Superficial

Según la autoridad del valle de Jordania, el coste de agua superficial para el regadío incluye los costes de regulación y transporte del agua hasta llegar a la puerta del proyecto agrícola (la tarifa del agua superficial no llega a cubrir un 18% de los mismos) (World bank, 1995)

Agua subterránea

Según la autoridad del agua, el coste del agua subterránea para el regadío incluye los costes de energía de bombeo, los costes de la gestión, transporte del agua en alta (la tarifa del agua subterránea no llega a cubrir un 25 % de los mismos Schiffer, 1994).

Desde el punto de vista económico, para medir la eficiencia económica del uso del agua en el regadío, podemos evaluar el valor adicional que se obtiene al aplicar un m³ de recurso en el mismo (Corominas, 1996). En Jordania, como Andalucía, los cultivos hortofrutícolas y olivar obtienen la mayor rentabilidad marginal del agua que es superior al coste del agua, los cultivos de cereales y leguminosas obtienen una rentabilidad marginal del agua que es inferior al coste del agua (Saez, 2001).

Recomendaciones para mejorar el uso del agua

Políticas de tarifación del agua

Las políticas tarifarias normalmente se orientan hacia la consecución de objetivos diversos:

Provocar una asignación eficiente de recursos (objetivo económico).

Recaudar unos determinados ingresos (objetivo financiero).

Satisfacer determinados requisitos de equidad, distribución de renta o de justicia social.

Incentivar la innovación, el progreso tecnológico y la eficacia en la gestión.

Eventualmente, objetivos coyunturales como el estímulo a determinado desarrollo industrial o agrícola, etc (*Perez, 1995*)

Económicamente, las tarifas deberían reflejar los costes reales de provisión del servicio para reducir las subvenciones. Pero como hemos señalado anteriormente, tanto las tarifas del agua superficial como las tarifas del agua subterránea no llegan a cubrir los mismos, lo que requiere de una mayor subvención debido a los aspectos sociales y de seguridad de alimentación.

5.2.4 Políticas de motivos económicos

Las tecnologías de riego han cambiado substancialmente en los últimos 40 años. Se han producido importantes mejoras en el bombeo de agua y en las tecnologías de transporte y ha aparecido el riego por aspersión y por goteo. La adopción de estas tecnologías ha tenido impactos espectaculares en el uso del agua, los rendimientos de los cultivos, las alternativas de cultivos y el comercio y las necesidades de mercado para muchos productos (*Boggess, Lacewelly Zilberman, 1993*). Las tecnologías modernas de riego mejoran la uniformidad del riego y reducen las

pérdidas de agua por precolación y escorrentía, incrementado la productividad del agua. Aunque implican costes más elevados en energía, normalmente ahorran agua y mano de obra y, cuando se utilizan para aplicar productos químicos, mejoran la eficiencia en la aplicación de estos productos.

Por otro lado, lo más probable es que el comportamiento frente a la adopción de tecnología varíe substancialmente con la calidad de la tierra. Si la tierra es de buena calidad, la diferencia en la eficiencia del riego entre la tecnología tradicional y la moderna es posible que sea pequeña, haciendo que los costes fijos de la nueva tecnología se acentúa (*Caswel y Ziberman, 1986*). Por tanto, existe una calidad del suelo por encima de la cual la tecnología tradicional es la que maximiza el beneficio, y una calidad del terreno por debajo de la cual la tecnología moderna es más rentable. Puede haber también un rango de bajas calidades para el cual la tecnología tradicional sea preferible porque la baja productividad de la tierra no permite cubrir los costes fijos de la tecnología moderna.

Por ejemplo, la productividad del agua disminuye a medida que lo hace la calidad del agua (la salinidad aumenta). *Letey* sugiere que las tecnologías modernas de riego son adoptadas con mayor probabilidad en sitios con calidad del agua baja. Además, la introducción de tecnologías como el goteo o la aspersión puede incrementar los rangos de calidad de agua utilizados en la producción agrícola (*Letey, 1989*).

Los cultivos que obtienen una rentabilidad marginal del agua que es inferior al coste del agua, o que obtienen subvenciones, como los cultivos de cereales y leguminosas, podrían desarrollar motivos económicos para abandonar este tipo de regadío o defender los regadíos menos rentables, por ejemplo, incrementar la oferta del agua o utilizar agua residuales o en precios rentables del producto, en mercados externos. En general, desarrollar políticas de regadío de eficiencia económica y conservación de la naturaleza (*Corominas, 1996*).

5.2.5 Políticas sobre el uso del agua

Aguas superficiales

Existen varias medidas para ahorrar agua en el ámbito de la explotación agrícola que, en general, pasan por aplicar el agua más uniformemente y más eficientemente. La programación de los riegos puede ayudar a determinar el tiempo y la cantidad aplicada. Los sistemas de riego por superficie (surcos, inundación) pueden mejorarse: el riego por surcos puede mejorarse substancialmente utilizando surcos más cortos, modificando los tiempos de riego y utilizando sistemas de recubrimiento de surcos. La utilización de sistemas a presión (aspersión y goteo) permiten un mayor control de la aplicación del agua (*Lujan, 1992*). La reutilización del agua de drenaje hasta que no pueda ser reutilizada podría contribuir a la conservación del agua. En algunos casos, aguas relativamente salinas pueden utilizarse para regar cultivos tolerantes (maíz, trigo, cebada, remolacha, alfalfa) existiendo, además, también técnicas de riego consistentes en utilizar agua salina en aquellas etapas de crecimiento en que los cultivos toleran la salinidad y agua normal en el resto (*Rhoades, 1984*).

Aguas subterráneas

Para el agua subterránea habría que desarrollar estrategias para una gestión sostenible de las mismas teniendo en cuenta los problemas como la sobreexplotación de acuíferos y sus afecciones a cursos fluviales y humedades, la salinización de acuíferos costeros y la contaminación creciente de las aguas subterráneas, mediante la creación de asociaciones, programas de transmisión de información sobre el estado de los acuíferos a los usuarios, etc (*López-Sanz, 1996*).

Conclusiones

A pesar de que la demanda global prevista continuará durante muchos años muy por debajo de la cantidad disponible, el excedente mundial no proporciona ningún alivio a los países y regiones que padecen una escasez crónica (Ambroggi,1980). Las soluciones más favorables para estas zonas son dos: primero, aumentar el suministro (Oferta) mediante la construcción de presas y otras medidas que controlen el ciclo natural; segunda, organizar la demanda de modo que el agua disponible se aplique para satisfacer las demandas más urgentes y con el mejor rendimiento. Pero la solución más atractiva y viable es la segunda. Especialmente en los países en vías de desarrollo como nuestro país, Jordania.

Es obvio que siempre se necesitarán o serán inevitables proyectos a gran escala para transportar agua potable de los sitios donde abunda a los lugares donde escasea (Colombo,1992) pero además , deben encontrarse políticas de gestión eficaces y rentables de la demanda y conservación del agua que obtengan el máximo beneficio del recurso hídrico (facilitar la obtención del mayor volumen posible de servicios hidráulicos con la mínima cantidad de agua) y reducir los usos innecesarios a través de:

Programas de técnicas sobre las infraestructuras: Las redes de abastecimiento deterioradas o insuficientes y la inexistencia de alcantarillado que ponen en peligro la vida de millones de seres humanos (Olivera ,1993), eliminación de tomas y vertidos ilegales y el uso de contadores.

Programas de eficiencia y ahorro: Pueden tomarse medidas para racionalizar la utilización sanitaria y doméstica del agua, por ejemplo, instalando cisternas de acción alterna en los cuartos de baño o grifos que se accionan sólo cuando se colocan las manos debajo, educar a los ciudadanos en la necesidades de un uso racional de agua junto a la mejor utilización, o la implantación de unos precios realistas para el agua.

Programas de aguas alternativas: Proyectos de reutilización de las aguas residuales, reciclaje y desalinización de aguas saladas etc., teniendo en cuenta siempre la racionalización en el tratamiento del agua, reciclando cuando sea posible e intentando evitar el desaprovechamiento.

Programas de mejora de la eficiencia y gestión: Establecimiento y aplicación de programas de instrumentos y motivos económicos, sistemas tarifarios eficientes teniendo en cuenta las dimensiones económica y social de los agricultores, y auditorías hidráulicas.

Políticas eficientes para la agricultura

Hoy en día la agricultura, como hemos podido ver, gasta alrededor de los dos tercios del agua consumida en todo el mundo y más de dos tercios en Jordania lo cual significa que la solución al problema del agua en este sector es la única solución al problema del agua en Jordania, por eso, es necesario establecer una política de agua que permita incrementar la eficiencia del uso del agua en la agricultura de regadío, lo cual implica mantener constante la producción con menos agua, o incrementar la producción usando la misma cantidad de agua, aumento del valor marginal del agua teniendo en cuenta la sostenibilidad de los recursos hídricos.

Las políticas tarifarias, las políticas del agua superficial y subterránea, las políticas de motivos económicos y sociales, y la modernización de los sistemas de regadío son instrumentos básicos para establecer políticas del agua en Jordania.

Finalmente, respecto a esta serie de medidas que acabamos de esbozar, se están explorando importantes estrategias para emprender acciones de todo tipo que no requieren decisiones traumáticas ni inversiones desorbitadas, sino que constituyen un conjunto organizado e integrado de iniciativas que implican la participación de los ciudadanos. Este es un camino prometedor que deberían contemplar las estrategias futuras de administración de los recursos hídricos.

Por otro lado, a largo plazo habrá una amenaza añadida y provocada por el hombre: la búsqueda desesperada de agua por parte de los menos favorecidos, al aumentar la población y estar limitada la disponibilidad de agua. Como esta amenaza es predecible, pueden planificarse anticipadamente las medidas a tomar y, en consecuencia, los líderes políticos habrán de prepararse para dar solución a estas necesidades básicas de la población. En este sentido, no podemos olvidar la necesidad e importancia de la cooperación internacional. Ya que el agua no conoce fronteras, las naciones que comparten una misma fuente de recursos hídricos deben aunar sus esfuerzos para lograr una mejor gestión en el aprovechamiento. Es necesaria la creación de una conciencia a escala mundial y comprender que hay que solucionar conjuntamente los problemas de gestión de este bien escaso.

Conclusiones y recomendaciones

La situación geográfica de Jordania le posiciona en una zona de conflictos regionales de diversa índole. El uso del agua en Jordania forma parte también de estos conflictos, ya que los recursos renovables externos (entre un 40% ; y un 50%) procedentes de países vecinos, árabes o no, están supeditados al desarrollo proyectado, o posible, en los países proveedores, lo cual puede ser causa de una reducción de la cantidad y de una degradación de la calidad.

Siendo el 80% de la superficie Jordana desértica, tan sólo el 5% de la tierra se considera cultivable, se estimando que Jordania utiliza alrededor de un 30% más de agua de la que obtiene de sus recursos naturales, esperándose, además, que la demanda de agua aumente debido al crecimiento demográfico y crecimiento del consumo doméstico.

El país, contentura enfrentando a una absoluta escasez de agua por una o más razones: cantidades de lluvia insuficientes, y por ello la tierra se ha vuelto menos productiva, número de habitantes respecto a los recursos y proporción de éstos ya utilizados.

La política hidráulica actual del agua que se ha venido realizando en los últimos años se caracteriza por una política centrada de forma, casi exclusiva, en el aumento de la oferta de agua, mediante la construcción de obras hídricas.

Otro problema es el relacionado con las políticas de precios del agua. Éste puede ser un asunto grave para los países como Jordania. Por doloroso que puede resultar, retirar las subvenciones al agua de riego, ha de ser el resultado final de una política nacional de aguas.

Con esta situación, en los próximos años se podría provocar un déficit físico y económico de agua, que si no toman las medidas oportunas, se concreta en un serio condicionante para el desarrollo económico y social de la región.

En este sentido parece necesario profundizar en el conocimiento del problema del agua al que se enfrenta este país a través de ofrecer una visión general de las causas concretas y en las consecuencias de este problema y lograr una mejor gestión de los recursos de agua mediante el desarrollo de unas políticas de agua que sirvan para todos los sectores de la economía Jordana.

Para realizar nuestros objetivos hemos utilizado dos análisis cuantitativos; el primero: un análisis tipo input – output (I-O) en el que se definen dos modelos, uno de demanda y otro de precios basados en el modelo abierto de *Leontief* en unidades físicas y monetarias; el segundo; un análisis de tipo predictivo en el que se definen las relaciones entre el consumo de agua de todos los sectores productivos, con el PIB y la población, y que utiliza extrapolaciones temporales basada en modelo de regresión

Como ya hemos señalado, el agua es un recurso relativamente escaso y en Jordania extremadamente escaso. Por lo tanto, a medida que la población en este país crece más de 3% y su nivel de vida se eleva gradualmente, la demanda de agua, y por tanto su precio, no tienen más remedio que aumentar.

Con esta situación, el aumento de la población y la riqueza, incrementará inevitablemente el consumo de agua potable por lo que hay que pensar en buscar otras formas de hacer frente al problema del aumento del consumo de agua dulce, empezar a cambiar las estrategias tradicionales y plantear cómo podemos aprovechar mejor la cantidad de agua disponible.

En el capítulo primero de la investigación hemos mostrado una visión general de la situación del agua (a escala mundial y local), a través de la oferta y la demanda, los problemas de agua que afronta el país, los proyectos como soluciones en el futuro

y las dimensiones institucional, legislativa, geográfica y demográfica del agua , llegando a la conclusión de que Jordania se enfrenta con un agravamiento del déficit hídrico de agua, utilizando alrededor de un 30% más de agua de la que ofrecen de sus recursos naturales.

El sector agrario es el más consumidor de agua (con un 70 %), los sistemas tarifarias de los servicios de agua en el sector agrario no incentivan su uso racional, mientras que, el consumo efectivo para los individuos es menor que las necesidades esenciales del individuo según O.M.S.

En el capítulo segundo de la investigación se presenta el marco teórico de la gestión de los recursos naturales (gestión y tarificación del agua) planteado como una salida al problema del agua que afronta el país.

En el capítulo tercero, hemos presentado con detalle, la teoría económica de gestión y tarificación de los servicios públicos que podría ser relevante para el tratamiento de la problemática del agua.

Dado que el principal objetivo de esta investigación es pronosticar las causas del problema de agua en Jordania, en el capítulo cuatro , hemos utilizando dos análisis cuantitativos; el primer análisis de tipo input – output, y en el se definen dos modelos , uno de demanda; para evaluar los efectos directos e indirectos, que las variaciones de la producción de alguno de los sectores económicos o la demanda final tienen sobre la producción de los distintos sectores económicos, y otro de precios para calcular el precio medio del m^3 de agua y los efectos del mismo precio ante las variaciones porcentuales de los precios del resto de sectores cuando hay un aumento del 1% en el precio medio del de los mismos. Adicionalmente se estima el impacto que tienen las variaciones porcentuales en el índice unitario de precios de cada uno de los subsectores sobre el precio nominal del agua;

En el segundo se realiza un análisis predictivo en el que se definen las relaciones entre el consumo de agua de todos los sectores productivos, con el Producto Interno Bruto (PIB) y la población; utilizando funciones de extrapolación temporal de ratios, definiéndose tres escenarios (Base, optimista y pesimista), para predecir el futuro a partir de la experiencia y las observaciones registradas en el periodo (1973-2002).

Mediante estos análisis cuantitativos llegamos a la conclusión de que el consumo y la producción de agua son sensibles a las variaciones de la producción del sector agrario, (las necesidades de agua por 1% del PIB será 6.35 mm^3) y los precios / valores/ agua de las ramas del sector agrícola son más altos, mientras que las ramas productivas de los sectores industriales, construcción servicios son bajas.

En los próximos ocho años, Jordania se enfrentará un cambio estructural de la demanda de agua de los sectores productivos(el sector agrario disminuirá más de un 49% mientras que los sectores no agrario y doméstico aumentarán más de un 9%).

En el capítulo quinto hemos mostrado las respuestas a los problemas del agua (Las políticas del agua) que tendrán que modificarse y buscar otras formas de hacer frente al problema del aumento del consumo de agua potable de forma racional en todos los sectores productivos de la economía Jordana: los sistemas tarifarios como incentivos para uso racional del consumo de agua, las políticas para organizar la demanda, es decir, el modo que el agua disponible se aplique para satisfacer las demandas más urgentes y con el mejor rendimiento; el mecanismo del mercado como instrumento para la asignación de los recursos de agua. Además de todo esto, desarrollando unas políticas para mejorar el uso de agua en el sector agrario, como primer consumidor de agua en todo el país.

En los sistemas tarifarios

Para los sectores domésticos e industria establecemos unas estructuras tarifarias basadas en el coste marginal como son los sistemas binómicos, los sistemas de bloques crecientes y los estacionales. Sin embargo, en el sector agricultura no podemos utilizar estos sistemas de tarifarios como consecuencia de la dificultad para calcular los costes de oportunidad del uso del recurso , tipo de las aguas utilizadas (superficial, subterránea o residual) y la rentabilidad de los productos. En este sentido, podemos establecer un sistema tarifario para este sector que dependa de la rentabilidad de los productos o un sistema que tenga en cuenta las necesidades básicas para cada uno de los distintos tipos de plantas. (Es decir, un tarifa hasta el nivel de las necesidades básicas de las plantas continuada con un precio alto para el consumo adicional de agua para la misma planta), además de

todo eso , convendría modificar la gestión de los cobros, desarrollar un sistema eficiente de control de los vertidos, instalación de conductores y modificación de las redes de suministro de agua.

Las políticas de la sostenibilidad de las aguas

Según el principio de "*Esteban*" *El beneficio máximo de explotar los recursos de agua en todas las actividades* "En este sentido, las políticas de la gestión de la demanda y conservación de los recursos de agua son aquellas que permiten la obtención de un mayor volumen de servicios hidráulicos con la mínima cantidad de agua, lo que significa, hacer lo mismo o más, pero con menos cantidad de agua, de tal manera, reduciendo la demanda de agua, y modificando la eficiencia en su uso y contribuyendo, de esta forma, a la sostenibilidad del recurso tanto en términos de calidad como de cantidad. De acuerdo con *Esteban*, se pueden identificar los siguientes programas:

Programas de infraestructuras:

- Modernizar las redes o tubos de la distribución de agua, para detectar de las fugas en las redes.
- Establecer o desarrollar un equipo para controlar la toma y vertidos ilegales.
- Aplicación de los conductores para controlar el consumo de agua.
- Reducción de la presión de la red para reducir las pérdidas y el consumo de agua.
- Establecer una base de información sobre la oferta y la demanda de agua.
- Construir unos embales, para recoger el agua de las lluvias.

- Programas de ahorro:

Sensibilizar a los usuarios sobre la importancia del uso racional de agua y los beneficios medioambientales del recurso, mediante programas de sensibilización e información general y programas de educación infantil y juvenil.

Establecer sistemas tarifarios para incentivar el uso racional del agua en todos los sectores económicos.

-Programas de eficiencia y gestión:

Con el objetivo último de fomentar el consumo de agua, las autoridades y empresas pueden llevar a cabo programas de renovación de los sistemas y depósitos de uso de agua que existen. Por ejemplo, programas de auditorías sobre el agua en distintos organismos públicos, ofrecer programas de incentivos económicos para los usuarios de agua, programas de regulación de los equipos o depósitos de agua etc.

-Programas de sustituciones:

Para ahorrar el agua potable y utilizarla en los sectores domésticos e industriales, deben encontrarse fórmulas físicas y rentables para explotar nuevas fuentes hídricas, como la purificación del agua contaminada y las acciones a pequeña escala que, con inversiones relativamente bajas, pueden promover la conservación de este preciado recurso y reducir los usos innecesarios. Otro aspecto a tener en cuenta es la racionalización del tratamiento del agua, reciclando cuando sea posible y usar la misma aplicación en la que se utilizó inicialmente con tratamiento previo si fuera sea necesario.

Hay que desarrollar e implantar estrategias integradas de gestión que, no sólo ayuden a limpiar los cursos de agua, sino que empiecen por prevenir la contaminación, ya que es el único modo en que la mayor parte de los países como Jordania, pueden aspirar a hacer frente a la creciente contaminación de sus recursos de agua dulce, de modo que, además de mejorar el medio ambiente, se pueda seguir contando con tales recursos.

Las políticas para el sector agricultura:

Hoy en día la agricultura, como hemos podido ver, gasta alrededor de los dos tercios del total del agua consumida del país para generar su demanda final. Por lo tanto, una buena gestión del agua comienza con la mejora del uso de la tierra y de las cuencas. En este sentido, podemos decir que la solución al problema del agua de riego es un factor básico para la solución al problema de agua en Jordania.

Teniendo en cuenta que la agricultura es un elemento esencial para la sostenibilidad del territorio y del desarrollo rural del país, siendo responsable de un 20% de la mano de obra de la economía, es necesario, por tanto, mejorar sus sistemas de transporte, distribución y aplicación de los sistemas de riego de agua disponible mediante la aplicación las siguientes políticas :

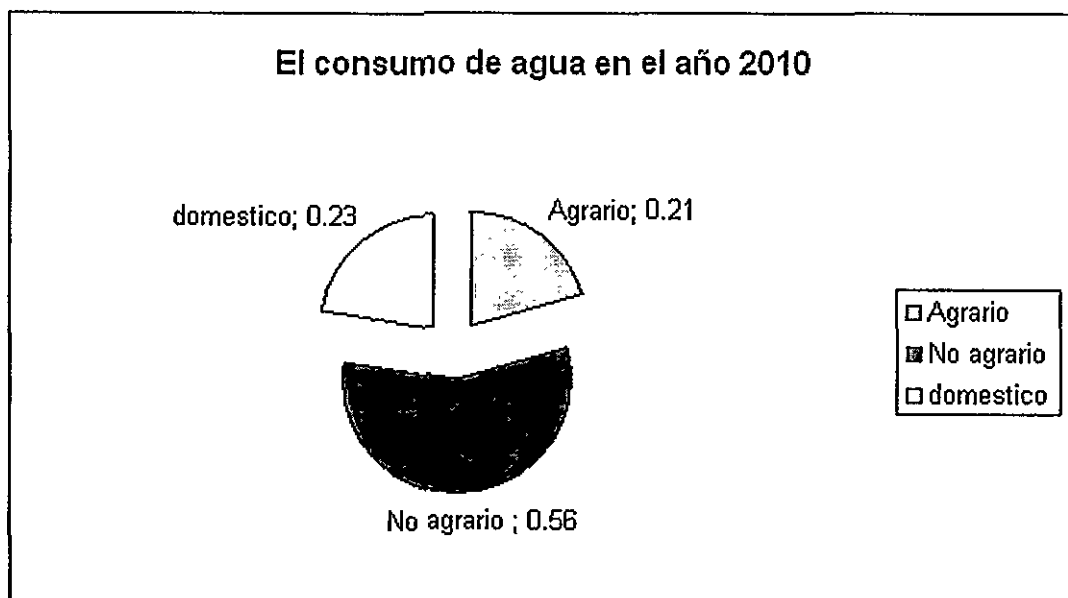
- Políticas de conservación, reposición y mejora de la infraestructura hidráulica utilizada en los regadíos.
- Políticas de ahorro de agua por aumento de la eficiencia de los sistemas de transporte, distribución y aplicación del riego, reduciendo las pérdidas mediante actuaciones directas e indirectas (sobre las propias redes y sobre los métodos de explotación y gestión).
- Políticas de tecnificación de los sistemas de riego e introducción de nuevas tecnologías con menor consumo de agua como goteo, micro aspersión, riegos localizados y aspersión.
- Sistemas de formación, información y asistencia técnica, para un plan de investigación agrícola aplicada.
- Políticas de control de flujos en los regadíos que permitan hacer previsiones de disponibilidades, optimizar la asignación de recursos y mejorar la explotación dentro de las zonas regables.
- Políticas de establecimiento de un régimen económico – financiero eficaz (tarifas de estructura binómicas, productividades de la cosecha, etc.).
- Definición de un marco institucional que permita la transacción temporal de derechos de uso del agua en situaciones determinadas.
- Protección ambiental. Reducción de riesgos y daños a terceros.

La situación de agua en próximos años

Como señalamos anteriormente Jordania se enfrenta a un problema relacionado con las políticas de precios de agua. De acuerdo con los resultados realizados, los precio-valores-agua del sector agrícola serían superiores a los precios actuales, mientras que los precios de la industria y construcción y servicios serían inferiores a los precios actuales, lo que significa que una política de gestión del agua que relacionase los precios de los bienes con su contenido en agua en situación de máxima escasez de este recurso, movería los precios relativos de los bienes en las direcciones antes reseñadas: productos agrícolas relativamente más caros y los productos de industria y construcción y servicios más baratos.

Con esta situación, la tendencia al crecimiento de los precios relativos de los bienes más intensivos en agua como los productos del sector agrícola (cítricos y plátanos, cereales y leguminosas, hortalizas, olivar y otros productos), debe convertir estos productos en bienes superiores, más inelásticos al precio y más elásticos a renta. Una evolución semejante repercutiría positivamente en el sector agrario, ya que, permitiría una mayor obtención de renta, constituiría una vía para su desarrollo sostenible en el futuro, y aseguraría, al mismo tiempo, un uso eficiente del agua. De esta manera, podemos decir, que el futuro de la gestión del agua en este país es un complemento indispensable de una agricultura competitiva, capaz de desarrollar nichos estratégicos en los productos de valor añadido y con demanda potencial más elevada.

En este sentido, podemos observar en la figura siguiente que los porcentajes de los consumos correspondientes a la agricultura disminuirá en los próximos años, mientras que, el consumo total aumentará proporcionalmente, se produce un pequeño incremento porcentual de los consumos domésticos como consecuencia del crecimiento demográfico y un gran incremento porcentual de los consumos industriales.



Finalmente, el agua se plantea ya como una excusa para la guerra en el futuro especialmente en Medio Oriente , pero las armas que podrían resolver los problemas de agua son, más que la maquinaria de guerra, la moderna tecnología y las inversiones (*Margat,1992*). En este sentido, en mayo de 1990, el rey Hussien de Jordania hacía a Israel una advertencia al indicar que la única cuestión que llevaría a la guerra a Jordania era el agua (*Starr,1992*) . De acuerdo con *Sexton*, el tema del agua debería tratarse en el contexto de un acuerdo global y de cooperación en toda la región. Pero los países árabes incluso Jordania, antes que nada, deberían resolver sus problemas internos de distribución del agua, lo que produciría una mayor confianza a la hora de tratar el tema con Israel.

La conclusión, respecto a esta serie de medidas que acabamos de esbozar, es que se están explorando importantes estrategias para emprender acciones de todo tipo que no requieran decisiones traumáticas ni inversiones desorbitadas, sino que constituyan un conjunto organizado e integrado de iniciativas que implican la participación de los ciudadanos. Este es un camino prometedor que deberían contemplar las estrategias futuras de administración de los recursos hídricos.

Por otro lado, a largo plazo, habrá una amenaza añadida y provocada por el hombre: la búsqueda desesperada de agua por parte de los menos favorecidos, al aumentar la población y estar limitada la disponibilidad de agua. Como esta amenaza es predecible, pueden planificarse anticipadamente las medidas a tomar y, en consecuencia, los líderes políticos habrán de prepararse para dar solución a estas necesidades básicas de la población. En tal sentido, no podemos olvidar la necesidad e importancia de la cooperación internacional, ya que el agua no conoce fronteras, las naciones que comparten una misma fuente de recursos hídricos deben aunar sus esfuerzos para lograr una mejor gestión en el aprovechamiento. Es necesaria la creación de una conciencia a escala mundial que comprenda que hay que solucionar conjuntamente los problemas de gestión de este bien escaso.

Otra cuestión a considerar, está constituido por las amenazas que se ciernen sobre el medio ambiente en el planeta, entre ellas la escasez y la contaminación del agua, problemas mundiales que sólo se pueden afrontarse con planteamiento globales.

Bibliografía

Aguilera,F.(1989): Problemas en la gestión del agua subterránea: Arizona, Nuevo Méjico y Canarias. Universidad de Laguna.

Al Naser,H y Ghezawi,A. (1995): Water Demand Management". Jordan Experience. Project Privatization and Water in the Middle East, Jordan.

Ambroggi, R.P.(1980): Agua. En investigación y Ciencia. Madrid n50, Pags. 64-77.

Angel Ataide y nelson Vázquez , 1992: Econometría , Modelos Determinantes y Estocásticos. Madrid.

Banks, E.Ferdinand,(1976): The Economics of natural Resource. New York, N.Y.: Picounum Press.

Baumol, W. (1988): The theory of Inver mental Policy. Cambridge University Press, Cambridge.

Bhatia, R. y Falkenmark,M.(1992): Water Resource Policies and the Urban Poor "conferencia internacional sobre el agua y medio ambiente. Ireland.

Bilbesi, M.(2000): Jordan Water Resources and Expected Demand By year 2000-010". Amman -Jordan PP7-8.

Bioteaux , M. (1956): On the management of public monopolies Subect to Budgetary constrains. Jornal of Economic Theory.

Boggess, Lacewelly Zilberman, (1993): Agricultural and Environmental Resources Econoicas. Oxford University Press, Newyork.

Bos, Marinus,(1986): Aforadores de caudal para canales abiertas. ILRI, Publication, n 38.Madrid.

Brown y Caldwell (1984): Residual water conservation. Washington. D. C.

Buskirk,E,and others,(1992) :Technical Report , A water Management Study for Jordan. Washington. D. C.

Caba Martín, P. (1992): La salud amenazada. En Monográfico La lucha por el agua. Madrid Pag.13.

Caba Martín, P.(1992): La salud , amenazada. En Monográfico La lucha por el agua ,Pag.13 Cambridge, M.A: Ballinger.

Canovas Cuenca ,J(1997): Riego con aguas desaladas y costes de produccion de cultivas en el área mediterránea y Canarias. XV Congreso Nacional de Riegos, Lleida.

Castro Morcillo, Jose (1995): Acciones sobre la demanda urbana. Universidad Internacional Méndez Pelayo, Santander, Agostos.

Castro, J.P. Martínez, C. Y Rubio,S. (1994): Modelo de Gestión de los Recursos Naturales. Madrid.

Caswel,M,y Ziberman,D.(1986): The effects of well depth and land Quality on the choice of irrigation technology. American Journal of agricultural Economics n.68 pp.798-811.

Centro de estadística Jordana ,(2002) : Informe anual , Amman- Jordan.

Coase, R.H., (1946): The Marginal Cost Controversy. Economica, 13,169-82.

Colombo, U.(1992): Ahorrar agua, una nueva frontera. En Monográfico. La lucha por el agua. España.

Corominas,J(1996): El regadío en el umbral del siglo XXI” : Plan nacional de regadíos y Plan de regadíos de Andalucía.

Dales, Pollution (1968): Property and Prices. University of Toronto Press, Toronto, Canada.

Daly, H.(1980): Economics, Ecology, Ethics: Essays towards a Steady – State Economy. W.H. freeman. San Francisco.

Damodar N. Gujarati , 2003: Econometría. Mexico.

Denever Water(1996): Xeriscape plant Guide. Fulcrum Publishing.

Eddy,N(1993): Water consevation program provides interim relief for Native American wastewater woes. SmallFlows.

Elias.S.and AL Naser .H.(1993): Jorda’s Water Sector: Water Use Conservation and Management in Jordan, Amman. P1-29.

Elias.Z.and Naser H. (1993): Jordans Water Sector: Water Use Conservation and Management in Jordan. Amman ,p1-29.

Estevan, antonio,(1996): Diseño de programas integradas de gestion de la demanda de agua : experiencias de gestion de la demanda y coservación del agua en Calofornia. Ministro del medio ambiente ,Madrid .

Florida Comisión(1990).: Florida Comisión makes water conservation recommenations. Water Works Journal, 44(6).

Galton .F , 1886): Family Líquenes in Sttature. *Proceedings of Royal Society, Londres , Vol.40 Pag. 42- 72.*

Gisser, M. Y Sánchez, D.(1980): Competition versus Optimal Control in Groundwater Pumping. *Water Resource Research*, vol.16.

Golld, M. Y Ieland, H. (1984): Optimal nonuniform pricing. *Review of Economic Studies*.

González, J (2002 : Agua y Territorio. Universidad de Granada. Instituto de Desarrollo Regional.

Gonzalo Sáez(2002): Agua y Economía. Universidad Autónoma de Madrid ,España.

Grapek,H.Y.(1996) : Xeriscape: a Growing Program for Water Conservation. Fomet, Colorado.

Grisham, A. Y Fleming, W (1989): Long term options for municipal water coswervation. *Journal of american Water works Association*,81(3):33, Washington.

Halaseh, N. (2000) : The situation of water in Joradan and future. Arab Organization for education and culture. Cairo.Pag. 22-44 .

Hicks,J.R., (1939): The Foundations of Welfare Economics. *Economic Jornal*,49 n.196 pp 696-712, Diciembre.

Hotlenig ,H. (1938). The general in relation to problem of taxation and of railways and utility rates. *Ecometrica* (6).

Jamil,R. (2000): Resources of Water in Jordan Authiraty of Water.Amman P1.

Japan International Cooperation agency (JICA)(1995) : The study of Brackesh Ground Water Desalination in Jordan. Tokyo.

- Jensen.R(1991): Indoor water conservacion. En Texas Water Resoures 17(4).
- JICA,Japan International Coopertion Agency ,1995): The study of Brakish Ground Water and desalination in Jordan ,Ministry of Water and Irrigation. Amman Joradan.
- Just,R.E., Hueth, D.l., y Schmitz, A., (1982): Applied Welfare Economics and Public Policy. Englewood Cliffs, New York.
- K . Pearson y A.lee, 1903: On the laws of inheritance. *Biometrika*, vol.2, nov. PP 357-462.
- Katterl, A. y Kratena, K., (1990): Reale Input – output Tabelle und Okologischer Kreislauf Heinderberg.
- Korzum.V.I. Y col(1980): Balance Hídrico mundial y recursos hidráulicos de la Tierra .Ed. Instituto de Hidrología / UNESCO. Estudio e informes sobre Hidrología 25,821 Págs.
- Korzun, V.I. y col.(1980) : Balance Hídrico mundial y recursos hidráulicos de la Tierra. Ed. Instituto de Hidrología / UNESCO, Estudios e informes sobre hidrológica , 25, 821 Págs.
- L.Hamill and F.G.Bell(2000): Ground Water Resources Development.1st edition. England.P101.
- Lean ,G. Y Hinrichsen, D.(1992) :Atlas del medio ambiente. Ed. Algaida, Sevilla, Pag.208.
- Lean, G. Y Hinrichsen, D. (1992): Atlas del Medio Ambiente. Ed. Algaida, Sevilla 208 Págs.
- Leontief,V.(1951): The structure of American Economy (1919 –1939).
- Letey, J. ;Dinar, A.(1989): Aneconomic Análisis of Irrigation Systems. Irrigation Science 11,pp.37-43.
- López Sáez , G.(1996): La gestión del agua subterránea en la cuenca alta del río Guardiana: de la economía convencia a la economía ecológica. Tesis Doctoral Universidad Castilla- La mancha. Albacete.
- Mans Teixidó ,C (1981): El agua, cultura y vida. Ed.Salvat,. Colec.T.C. N35, Barcelona.

- Mans Texidó, C. (1981): El agua, cultura y vida. Ed. Salvat, Colec. T.C. Barcelona.
- Margat ,J. (1976) : L'exploitation des reserves d'eau souterraine: factor de development dans la zona aride es semiaride. Chiers du CENECA, coloq intern. París.
- Chalandon, S. (1992) : Una amenaza militar, egipto, Sudan y Etiopía se enfrentan por el control del curso del Nilo. Pag.29
- Margat, W., Viscusi, W. y Huber, J., (1987): Paired Comparisons and Contingent Valuation Approches to Morbidity Risk valuation. Journal of Invironmental Economics and Management, 15.
- Marin,A.y Psacharopoulos, G., (1982) : The Reward for Risk in the labour Market ; Evidence from the United Kingdom and a Reconciliation with others Studies. Journal of Political Economy, 90.
- Marshal, A. (1879): El agua como elemento integrante de la riqueza nacional. Obras Escogidas. Fondo de Cultura Económica.
- Martinez , Garcia ,J., (1991): Programa de uso eficiente del agua en la ciudad de México. Ciudad de México DDF.
- Martinez , Juan (1995): La modernizaciones de regadíos. Pag. 185. BBVA , Madrid.
- Mateu Bellés, J.(1984): El problema medioambiental de las agua continentales .En geografía y medio ambiente. Pag.133-182.
- Ministerio de agua y riego,(1997) : Water sector Investiment Program. Amman.
- Ministerio de agua y riego,(1997) : National Water Master plan. Germany vol.VI, Pag.37.
- Ministry Of Water and Irrigation (1990): Naual Report .Amman – Jordan .P25.
- Caver,N.Joseph.(1980): Managing Human Resourses. New York,St.Martin's Press.
- Mitchell, B.M. (1990): Incremental Cost of Telephone Access and Local Use. Technical report R-3909- ICTF, Rand, Julio.
- Mitchell, B.M. y Vogelsang, I., (1991): Telecommunications Pricing,theory and Practice. University of cambridge, Great Britian.
- Mitchell, R. y Carson, R., (1989): Using Surveys to value Pblie Goods: Valuation Mehtod, Resource for Future. Washington DC.

Mohring,H. (1970): The Peak load problem with increasing returns and pricing Constraints. American Economic Review .

Mujeriego .R. Sala, y Martinez ,S (1998): Evolución perspectiva de la reutilización de aguas en España . Consorcio de la Costa Brava.

Nelson , J.O.(1990) : Water Conserving Landscapes Show Impressive Savings. National ground Water Association , Ohio .

Nouman ,Sh. (1995) : The climate in Jordan. Amman --Jordan, Pag.54-65.

OCU (Unión de Consumidores), Compra Muestra. N198 febrero (1997)

Ojeda ,F,(1997): La desalacion del agua para uso agrícola. En la economía del agua en España ,Naredo(ed),Colección Economía y Naturaleza, Madrid.

Olivera, A(1993): Geografía de la salud. Ed .Síntesis, Colec. Espacios y Sociedad, N. 26 Madrid ,Pag.160.

Olson, M(1971): The Logic of Collective Action, Cambridge. Harvard University Press.

ONU(1997): Comprehensive assessment of freshwater resources of the world. United nation department for policy Coordination and sustainble Development (DPCSD).

Panzar,J.C.y Willing, R.D., (1977): Free Entry and the Sustainabilty of Natural Monopoly. Bell journal of Economics, 8,1 -22.

Pareto, V., (1986): Cours d Economics Politique. Lausanne.

Pearce, D., (1993) : Economics values and and natural world. Earthscan Publications Limited, London.

Pearson,F.H.,(1993): Study documentos water savings with ultra-low-flush toilets. En small flows,n.7(2)

Perez, Daniel,(1995): Gestión del agua Urbana , Abastecimiento y saneamiento. Madrid .

Piera, A.(1995): ¿Tiene precio el agua ¿Sequía:¿ un camino hacia el desierto?. El Escorial, Instituto Universitario Euro forum.

- Postel, Sandra (1993): El último oasis : como afrontar la escasez de agua. Barcelona.
- Pulido, A. Y Fontela, E.(1993): Análisis Input – Output ; Modelos ,datos y aplicación . Ediciones Pirámide.
- Rhoades ,J.D. (1984): Use of saline water for irrigation . California Agriculture 38 (10),pp.42-43.
- RMI, (Rocky Mountain Institute) (1994) : Water Efficiency: a Resource for utility Manager, Community Planners, and other. Colorado.
- Salameh, E. (1995): Water resource and strategy in Jordan. Water Research center, University of Jordan, Amman .
- Samuelson, P.A (1954): Foundation of Economic Analysis. Cambridge, M.A: Harvard U.P.
- Schiffler,manuel, and Others (1998): Water Demand Management in an arid Country. The case of Jordan. GDI,German Development Institute,Berlin
- Segra, Ricardo (1994) : Planificación Hidrológica: la modernización de regadíos. VII congreso de Comunidades de Regantes. Castellon.
- Shatanawi,M.(1999): The water problem in Jordan. University of Jordan ,Amman
- Shatanawi, M (1989): Irrigation in Jordan in state of Environmente in Jordan. Amman Jordan.
- Shtanawi ,M (2000): The Concept of Irrigation Evaluation Unit As Amean for water Conservation. Washingtos,D.C.
- Shuval.H.I.(1987): The development of water use in Israel. Ambio16 (4), pp,186-191.
- Silberberg , E., (1978): The Structure of Economics: A Mathematical Analysis. New York: McGraw-Hill.
- Starr, J. (1992): La guerra que viene en el tercer Mundo. En Monografía La lucha por el agua, Pag.32.-33
- Starr, J.(1992): La guerra que viene en el tercer Mundo. En Monografía La lucha por el agua. Págs.32, 33. Madrid.

Stone Ritchad,(1970) : Process,Capicity and Control in an input – output system.
Cambrige.

Strauss,S.D., (1991): Water management for reuse / recycle. En Power, n135(5)

Sukkar,Waleed (1999): Improvement of Water Suplu through Country Areas.
Amman – Jordan.

Tietemberg, T.(1992): Environmental and Natural Resource Economics. Harper
Collings Publishers, New York.

UNEP (1992) : World atlas od dserrtification: United Nation Environment
Programme. Gran Bretaña.

USAID. (1992): Water Management Study for Jordan. Washington, D.C.

USEPA,(1992): ManualGuidelines for Water reuse. EPA /625/R-
92/004,U.S.Environmental protection Agency. Washington,D.C.

USEPA,(1995): Xeriscape Landscaping Preventing pollution and using resources
efficiently. EPA/840/B/93/001,U.S.Environmental protection Agency.office of water,
Washington.D.C.

Viñas ,J y otros ,(1998): Economía y política de gestión del agua en la Agricultura.
Madrid.

Walid, M. (1998): Review of Water Resources Development and Use in Jordan.
Amman .

Welsh, D.F., Welch,W.Y Dub(1993): Landscape water conservation En Water
Mangement Monthly.

Weshah.R.(1992) : Jordan's Water Resource "Technical Prespective".
Amman.P126

Whitcomb,J.B.,(1991): Water Reductions from Residential audits. En Water
Resourses Bulletin 27(5) Washington.

Willig, Robert, (1978): Pareto- Superior non- linear outlay schedules. *Bell Journal
of Economics*, 9, 56-69.

Willis, K. y Beson,J., (1988) : Valuation of Wildlife : A case Study of Methods in
Environmental Economics. En Turner R.K.Belhaven Press, Londres.

World Bank(1992): Social Indicators of Development 1991-1992. John Hopkins University Press Maryland, USA.P367.

World Bank(1995): Estratigies of water management in the Middle East and north Africa. Washington.P11.

World Bank, (1994) : Peace and the Jordanian Economy. Washington,D.C.Pag.1

World Bank, (1997) : Water Sector Revewio. Vol.1 N.17095- Jo Washington,D.C.

Zajac,(1978): Fairness or Efficiency: An introduction to public Utility Pricing.

[http:// www.ec.gc.ca /water /en/info/ pubs/ manual / cases. \)](http://www.ec.gc.ca/water/en/info/pubs/manual/cases.)

Anexo No.1

Reino Hashemi de Jordania

Reino situada en el suroeste de Asia, limitada al norte con Siria, al este con Irak y Arabia Saudita, al sur con Arabia Saudita y el golfo de Aqaba, y al oeste con Territorio Palestino e Israel. La superficie se estima de 89.556 Km².

La principal característica geográfica del territorio jordano es su meseta árida que se alza de forma abrupta a partir de la orilla oriental de río Jordán y del mar muerto, que alcanza de 600 a 900m de altitud para descender suavemente hacia el desierto Sirio, en el extremo oriental del país. El valle del Jordán es una prolongación del Rift Valley, que se halla a 213 m por debajo del nivel del mar en el área del lago Tiberíades (mar de Galilea) y a 395 m por debajo del nivel del mar en el mar muerto, el punto más bajo del mundo.

Población

La población casi es casi por completo árabe (de un 98% Árabe, un 2% Circasianos y Armenios), un 92% de la población son musulmanes sunnitas, un 8% Cristianos. El 74% de los cuales es urbano; las poblaciones nómadas y seminómadas forman alrededor del 5% de la población.

Según de las estimaciones para el año 2002, la población de Jordania es de 5.307.470 habitantes, lo que supone una densidad de 59 hab. / km² aproximadamente, crece de un 2.9% anual.

Amman, la capital y la ciudad más grande del país, que contaba con una población de 1.187.000 habitantes, otras ciudades como Al-zarqa e Irbid (de un 421.000, 281.000 habitantes respectivamente), al -Aqaba, el único puerto, cuenta con 42.000 habitantes.

Clima

El clima está marcado por fuertes variaciones estacionales respecto a la temperatura y las precipitaciones. Las temperaturas por debajo de los $0C^0$ se dan en enero, el mes más frío, pero en el conjunto del invierno superan $7.2 C^0$ de promedio. En el valle de Jordán se pueden alcanzar $49 C^0$ en el mes de agosto (el mes más caluroso; por su parte la temperatura media a lo largo del año en Amman es de $26 C^0$.

Temas medioambientales

Jordania es extremadamente árida, con sólo el 5% de su suelo adecuada para la agricultura. La irrigación utiliza la mayor parte del agua potable disponible, si bien la agricultura sólo representa el 2.2% del producto interior bruto (PIB).

La mayor parte del agua dulce proviene del Jordán, que también es una importante fuente de agua para Israel y Líbano. Antes de la guerra de los seis días con Israel en el año 1967, Jordania controlaba Cisjordania, que está irrigada por fuentes subterráneas y acuíferos. Tras la derrota, perdió esta importante fuente de agua y la mitad de su suelo cultivable.

En el año 1994, los líderes de Jordania e Israel firmaron un amplio tratado de paz. Como parte del acuerdo, Israel prometió a Jordania el suministro de 50 millones de metros cúbicos anuales de agua, la mayoría por trasvases del Jordán. En febrero del año 1996, los representantes israelíes, jordanos y palestinos desarrollaron acuerdos cuyos principios establecían que los países del Oriente Próximo podían compartir las fuentes de agua existentes, y se proponía la cooperación en futuros programas para adquirir y asignar recursos de agua adicionales.

La economía

En cada década transcurrida desde la independencia de Jordania, Medio Oriente ha experimentado guerras importantes. La mayoría fueron sumamente negativos para la economía jordana y su capacidad de conquistar progresos sociales para sus ciudadanos, especialmente los niños y las mujeres. Esta década no es la excepción. El ingreso de Jordania a la Organización Mundial del Comercio (OMC) en enero de 2000 y el tratado de libre comercio en 2001 con Estados Unidos, también son hechos muy importantes para el futuro jordano. Se adoptaron reformas económicas y legislativas de magnitud para adaptar el régimen de comercio exterior a los requisitos de la OMC. Asimismo, el país se comprometió a liberalizar el acceso de proveedores e inversiones extranjeros a una gran variedad de servicios. Los aranceles se redujeron con tarifas consolidadas entre un 0% y 30%; para el año 2010, la tarifa consolidada más elevada para líneas arancelarias específicas será del 20%. Hay inquietud en varios campos, especialmente en la industria, la banca y el sector aduanero. Estos sectores no están totalmente desarrollados y temen la competencia internacional.

Jordania enfrenta retos muy importantes, muchos de los cuales escapan a su control. Desde septiembre de 2000, cuando se gravó el levantamiento independentista palestino, la economía jordana sufrió mucho por la pérdida drástica del turismo, que había sido una de sus principales fuentes de divisas. La crisis en Palestina redujo drásticamente el comercio jordano-palestino, perjudicando a ambas economías. Desde los atentados del 11 de septiembre de 2001 en Estados Unidos, la situación de la seguridad internacional socavó aun más el turismo y el ingreso de capitales. Asimismo, las sanciones internacionales y las amenazas de guerra de Estados Unidos contra Irak sofocan a la economía jordana, dado que Irak era uno de sus principales socios comerciales.

En noviembre de 2001, el gobierno presentó su Plan Económico de Desarrollo Social(1999-2003) para acelerar reformas de manera que los ciudadanos pudieran disfrutar los beneficios del desarrollo. El plan reconoce que la elevada tasa de pobreza del 30% y el alto crecimiento demográfico del 2.8% son obstáculos al desarrollo, por lo cual abogó por un proceso de globalización acelerado para fomentar la inversión de capitales privadas y fortalecer el desarrollo de las exportaciones. También abogó por inversiones específicas en ámbitos de desarrollo humano como la salud, la educación y el desarrollo rural, así como reformas en el sector público.

Políticamente, hasta que se logre una solución pacífica y justa al conflicto israelí – palestino que garantice el derecho del retorno y seguridad de los refugiados palestinos, es probable que Jordania siga experimentando shocks extremos que impactarán negativamente en el crecimiento y desarrollo sostenible. La globalización y el ajuste estructural representan, grandes riesgos para el país. La erradicación de la pobreza podrá acelerarse o verse obstaculizada. En esta situación, la ayuda extranjera debe emplearse estratégicamente para fomentar cambios de política que fortalezcan la posición de mujeres y niños.

Jordania comenzó a privatizar en el año 1996, con la reducción de la participación del gobierno en las empresas controladas por el estado. El programa apunta a mejorar la eficiencia y la productividad de las firmas privatizadas atrayendo inversiones extranjeras, profundizando y desarrollando el mercado financiero, y limitando el papel del gobierno al regulador, en lugar de ser un productor ineficaz de bienes y servicios.

El gobierno considera que la privatización es uno de los puntales de su política de reforma económica. Con referencia a ley de Privatización se crearon un consejo de privatización, una Comisión Ejecutiva de Privatización y un Fondo de Ingresos de la Privatización. En concordancia de la privatización. La mayor parte de los ingresos se invertirán en bienes financieros, utilizados para pagar deuda pública o para capacitar o compensar a los trabajadores despedidos. El gobierno también se propone gastar hasta el 15% de lo obtenido con las privatizaciones en la infraestructura y los sectores sociales, así como en objetivos de reducción de la pobreza.

Con respecto al problema de mano de obra en las empresas privatizadas, el gobierno presentó soluciones para cada caso específico, pero con algunos elementos en común. En el primer lugar, el gobierno estableció reglas generales que preservan los derechos de los empleados en todas las empresas privatizadas.

Política

Para entender la historia reciente de Jordania, nos remontamos al final de la Primera Guerra Mundial, cuando los ejércitos de la Gran Revolución Árabe, encabezados por Al-Hussein bin Ali, Jerifa de Meca, liberaron Damasco, la actual Jordania y la mayor parte del territorio de la Península Arábiga. Como consecuencia de ello, el Príncipe Abdullah fundó el Emirato de Transjordania el 21 de abril de 1921, estableciendo el primer sistema de gobierno central de una sociedad en su mayoría tribal y nómada. Durante sus treinta años de reinado, puso las bases institucionales de un Jordania moderno y promulgó en el año 1928 la primera ley orgánica que se convirtió en la base de la actual Constitución jordana. La primera asamblea representativa surgió después de las elecciones de 1929. El ya Rey Abdullah I, negoció una serie de tratados con Gran Bretaña, cuya culminación fue la declaración de la independencia el 25 de mayo de 1946.

Un líder astuto que comprendió las realidades de las políticas internacionales, el rey Abdullah I trabajó duro para preservar todos los territorios árabes posibles de la ocupación sionista. Consiguió mantener Transjordania fuera del mandato de Palestina, frenando de esa forma la expansión sionista hacia el Este. Durante la guerra Árabe – Israelí del 1948, las fuerzas del rey Abdullah I fueron decisivas en la defensa de la ciudad de Jerusalén y otras partes de Palestina, demostrando coraje y profesionalidad a pesar de sus escasos medios.

El rey Abdullah I fue asesinado en Jerusalén el 20 de julio de 1951 durante una visita a la mezquita de Al Aqsa, como consecuencia del mal estar reinante por

sus contactos y gestiones para llegar a unos acuerdos que eviten más derramamiento de sangre. Milagrosamente se salvo su nieto Hussein que le acompañaba en esta visita.

Después de la muerte del rey Abdullah I, se proclamó nuevo rey su hijo Talal, pero debido a problemas de salud, tuvo que abdicar a favor de su hijo mayor Hussein, era el 11 de agosto de 1952. Pero debido a su edad, se formó un Consejo de Regencia hasta alcanzar su mayoría de edad y ocupó el trono formalmente el 2 de mayo de 1953.

Si Abdullah I fue el fundador de Jordania, la construcción como país soberano del actual Jordania, comienza sus andaduras con el reinado del rey Hussein I, quien trabajó duro a lo largo de su vida para la articulación de un país moderno y elevar los Standard de vida de todos y cada uno de los jordanos. Empezó la preparación de infraestructuras económicas e industriales para ayudar a mejorar la calidad de vida del pueblo.

El rey Hussein se comprometió a lo largo de 47 años de reinado con la promoción de la paz en Oriente Medio. Después de la guerra de 1967, fue uno de los artífices de las Resoluciones 242 y 338 de las Naciones Unidas, que reclamaban la retirada de Israel de todos los territorios ocupados durante la guerra, y el establecimiento del principio de paz por territorios y el reconocimiento mutuo entre Israel y los países árabes. Estas Resoluciones fueron la base de todas las negociaciones de paz posteriores. En 1991, el rey Hussein jugó un destacado papel para la celebración de la Conferencia de Madrid, ofreciendo un paraguas para los palestinos para negociar su futuro como parte de una delegación conjunta Jordano-Palestina. El tratado de paz de 1994 entre Jordania y Israel, firmado a raíz de los acuerdos de Oslo en 1993, constituyó un gran paso hacia la consecución de una paz justa y duradera en Oriente Medio.

Simultáneamente a sus esfuerzos por la paz Árabe – Israelí, no descuidó su papel para resolver las disputas entre los estados árabes. Así, durante la primera Crisis del Golfo 1990/91, realizó enormes esfuerzos para la retirada de Irak y restablecer la soberanía de Kuwait.

El compromiso del rey Hussein con la democracia, las libertades y los derechos humanos ayudó a pavimentar el camino para hacer de JORDANIA un Estado modelo para la región. La política tolerante en Jordania permitió incluso acoger movimiento como la Hermandad Musulmana, para que su exclusión no constituyera un motivo de extremismo. Hoy en día, están inmersos en la vida política y social a través de su representación parlamentaria y la participación algunas veces como miembros del gobierno, lo que supone solucionar todas las diferencias mediante el diálogo democrático. En resumen, no hay lugar para el extremismo entre nosotros.

El rey Hussein se recordará siempre como el padre de la Jordania moderna, y como el dirigente que llevó a su pueblo a convertirse en un oasis de paz, estabilidad, tolerancia y modernización. No en vano, conviven en Jordania musulmanes y cristianos en perfecta armonía y es un ejemplo de convivencia entre las religiones reconocido por todo el mundo.

Desde 1989, todos los componentes del espectro político en Jordania, se han embarcado en un proceso de construcción de una amplia democratización, liberalización y consenso, mediante unas reformas que tuvieron sus primeros pasos bajo las sabias directrices del rey Hussein. Sus resultados no tardaron en reflejarse en la vida diaria, aumentando el nivel de estabilidad y institucionalización que seguramente veremos incrementado en el futuro.

El Reino Hachemita de Jordania es hoy una monarquía constitucional con un gobierno representativo. Nuestro monarca, el rey Abdullah II, es el Jefe de Estado. El Rey ejerce su autoridad a través del Primer Ministro y del Consejo de Ministros.

El Gobierno es responsable ante el electo Congreso de Diputados que junto con el Senado constituyen el brazo legislativo del gobierno. El Poder Judicial es totalmente independiente.

Actualmente, Jordania está desarrollando una economía de mercado, llevando a cabo un ambicioso proceso de privatizaciones, construyendo una red de infraestructuras, tanto a nivel de carreteras, así como telecomunicaciones y servicios en general. Para ello, hemos firmado acuerdos como la asociación con la Unión Europea, El Acuerdo de Libre Comercio con los Estados Unidos, que abre especialmente los mercados americanos a los productos jordanos, a al vez que hace de Jordania un puerta abierta de acceso a los mercados de la zona.

Jordania es un país rico en su herencia cultural, y ofrece al visitante una variedad de experiencias que van desde la historia , religión y hasta la aventura, en un clima de seguridad e estabilidad sin igual. ¿Quién no desea pasear por las calles de Ammán, con su anfiteatro romano y su ciudadela?, ¿A quién no le apetece ver amanecer en Petra?, y que decir de los paisajes de Wadi Rum!, ¿Han desayunado alguna vez flotando sobre las aguas del Mar Muerto? O dejarse perder en las calles empedradas de Gerasa? O vistar el lugar de bautismo de Cristo, inaugurado por Su Santidad el Papa en el año 2000.

Pero, y a pesar de la firme voluntad de Jordania de luchar para establecer la paz en la zona, que tuvo su máxima expresión en la firma del Acuerdo de Paz Jordano – Israelí , la actual escalada de la violencia en los territorios palestinos, no afecta solamente a las relaciones institucionales entre Jordania y Israel, sino alcanza también a los intereses nacionales y domésticos de Jordania, ya que la combinación de pobreza y frustración entre los refugiados palestinos puede llevar a incrementar el radicalismo. Esta realidad puede aplicarse también a otros países árabes en la región.

Por lo tanto, Jordania tiene una convicción inamovible que consiste en que el conflicto Árabe – Israelí constituye el problema central en la región, sin cuya solución, los anhelos de estabilidad y prosperidad jamás serán alcanzados.

Partiendo de esa convicción, Jordania no dudó en apoyar el plan de paz conocido como " *Roadmap*", acordado por el cuarteto de Madrid, puesto que fija unos objetivos dentro de un calendario muy claro. No sólo esto, sino que resalta del mismo modo la importancia de la iniciativa árabe surgida de la cumbre de Beirut en marzo del 2002, por iniciativa del Heredero de Arabia Saudí, el Príncipe Abdullah y conocida como *La Iniciativa Árabe para la Paz*.

Siguiendo esta línea de esfuerzos a favor de la paz, Jordania organizó en junio 2003, la cumbre de Aqaba, que consiguió por vez primera reunir al presidente Bush con los dirigentes palestinos e israelíes para hablar del apoyo internacional al Roadmap para la paz en Oriente Medio.

Jordania está firmemente convencida del papel de los Estados Unidos en la consecución de una solución justa y duradera en la zona, de la misma manera que apoya a la Autoridad Nacional Palestina como único representante legítimo del pueblo palestino. Así mismo, cree necesario y urgente el desmantelamiento de los asentamientos israelíes en los territorios ocupados y en la franja de Gaza, como factor básico para la construcción de un estado palestino territorialmente cohesionado, y de ninguna manera enclaustrada dentro de un muro de separación, que hace que un futuro estado palestino pierda su esencia como tal.

En cuanto a la situación actual en Irak, la posición de Jordania es igualmente clara y se puede resumir en los siguientes puntos:

- Jordania cree que esta página de la historia de Irak debe pasarse, y que todas las facciones del pueblo iraquí deben asumir sus responsabilidades en la reconstrucción de su país, en la creencia de que son capaces de

determinar su futuro y su seguridad. La estabilidad de Irak es una prioridad de la política jordana.

- La elección de los dirigentes iraquíes debe ser desde dentro y no impuesta desde fuera.
 - La Naciones Unidas deben jugar un papel principal en la supervisión de las próximas elecciones en Irak, para garantizar su transparencia, lejos de cualquier injerencia, y consecuentemente, formar un gobierno legítimo.
- Jordania tiene el compromiso de seguir prestando las ayudas humanitarias al pueblo iraquí, y hacer las veces del pulmón a través del cual pasan las ayudas internacionales.
- Jordania tiene también el compromiso de mantener las relaciones históricas entre los dos pueblos, desarrollarlas y avanzar con ellas en beneficio de los dos pueblos hermanos.
 - Y finalmente, y sobre todo, debe preservarse la integridad del territorio iraquí.

Anexo No. 2

El agua en el Noble Corán

El agua y la agricultura

Hacemos que caiga agua del cielo en una determinada cantidad y la asentamos en la tierra, pero es cierto que tenemos poder como para llévanosla. (*Sura de los Creyentes, 18*) Pag. 553)

¡Hombres! Adorad a vuestro Señor que os ha creado a vosotros y a los que os precedieron. Tal vez así os guardéis. El hecho para vosotros de la tierra un lecho y del cielo un techo, y hace caer agua del cielo y que gracias a ella broten frutas, que son para vosotros provisión. Así pues, no atribuyáis iguales a Allah una vez que sabéis (*Surade la Vaca, 21*). Pag. 6

Y El es Quien hace que caiga agua del cielo; con ella hacemos surgir el germen de todo y de ahí hacemos brotar verdor del que sacamos la mies. Y de la palmera, cuando echa sus brotes, hacemos que salgan racimos de dátiles apretados. Y Jardines de vides, olives y granados, semejantes y distintos. Observamos sus frutas cuando fructifican y maduran. Es cierto que en eso hay signos para los que creen. (*Sura de Anam, 100*) Pag. 222

Allah es El que ha creado los cielos y la tierra y hace caer agua del cielo con la que hace que salgan frutas que os sirven de provisión. Y os ha subordinado la nave que navega en el mar gracias a su mandato, y los ríos. (*Sura de Ibrahim, 34*) Pag. 409.

La vida del mundo se parece al agua que hacemos caer del cielo y se mezcla con las plantas de la tierra de las que comen hombres y ganados. Y cuando la tierra ha florecido, se ha embellecido y sus habitantes se creen con poder sobre ella, viene entonces Nuestra orden de noche o día y la dejamos lisa como si el día anterior no hubiera sido fértil. Así es como explicamos los signos a la gente que reflexiona. (*Sura de Yunis,24*)Pag.332.

¿Acaso quien ha creado los cielos y la tierra y hace que del cielo caiga agua para vosotros y que con ella crezcan jardines espléndidos cuyos árboles vosotros nunca hubierais podido hacer crecer...? puede haber otro dios con allah?No, sino son gente que equipara (otras cosas con Allah).(*Sura de las hormigas,62*)Pag.625.

¿Acaso no ven que llevamos el agua a una tierra seca y gracias a ella, hacemos que broten semillas de las que come su ganados y ellos mismos? Es que no van aver? (*Sura de Postración,27*)pag.683.

¿Es que no ves que Allah hace que caiga agua del cielo y con ella hacemos que salgan frutas de diferentes colores? ¿y que hay montañas de vetas blancas y rojas, de matices distintos, y hasta de un negro oscuro?.(*Sura de Al-fatir, 27*)Pag.718.

Que se fije el hombre que come :Es cierto que hacemos que caiga agua en formas de precipitaciones, y seguidamente hendimos la tierra en surcos, y hacemos que en ella broten granos, viñedos y hierbas comestibles, olivas y palmeras , frondosos vergeles, fruta y pastos. Como disfruta para vosotros y vuestros rebaños.(*Sura Fruncio el ceño*).pag.1013.

¿Es que no ves que Allah hace que caiga agua del cielo y con ella reverdece la tierra? Verdaderamente Allah es Benévolo, Conocedor de lo más recóndito.(*Sura de la Peregrinación,61*)pag.548.

Aguas potable para beber

El es Quien envía los vientos como preludio de su misericordia. Y hacemos descender del cielo un agua pura(y purificante). Para vivificar con ella a una tierra muerta y dar *de beber a los animales de rebaño y a muchos seres humanos de los que hemos creado.* (Sura de Discernimiento , 49)Pag.

¿ Os habéis fijando en *el agua que bebéis?* ¿ Sois vosotros los que la hacéis caer de la nube o somos nosotros? (Sura de lo que ha de ocurrir,65)Pag.911

Agua subterránea

Y cuando Musa pidió que se diera de beber a su pueblo y dijimos: Golpea la piedra con tu vara *.Brotaron de ella doce manantiales y cada uno supo donde debía beber.* ¡Comed y bebed de la provisión de Allah y no hagáis el mal en la tierra como corruptores. (Sura de vaca,59)Pag.14.

Luego, y a pesar de esto, *y sus corazones se endurecieron y se volvieron como las piedras o aún más duros, pues hay piedras de las que nacen ríos, piedras que se quiebran y manada ellas agua, y piedras que se vienen abajo por temor de Allah. Allah no está descuidado de lo que hacéis.* (Sura de vaca,74)Pag.18.

Y dicen: No creemos en ti hasta que no hagas por nosotros que *surja un manantial de la tierra o poses un jardín de palmeras y vedes y hagas nacer entre ellas ríos que fluyan.* (Sura del Viaje Nocturno,90,91)Pag.464.

En ella hemos puesto jardines de palmeras y *vides, y hemos hecho que nacieran manantiales.* (Sura de Ya Sin,33)Pag727.

E hicimos que *la tierra se abriera en manantiales* y se encontraron las aguas por un mandato que había sido decretado. (Sura de la luna ,12)Pag.892.

El agua y la origen de la vida

¿ Es que no ven los que se niegan a creer que los cielos y la tierra estaban juntos y los separamos?¿ *Y que hemos hecho a partir del agua toda cosa viviente?* ¿ No van a creer?

Y entre Sus signos está cuando ves la tierra humillada y entonces hacemos que caiga agua sobre ella, con la que se estremece y se hincha; *realmente Aquel que le da vida es Quien dará vida a los muertos; es verdad que El tiene poder sobre todas las cosas.* (Sura “ Se han expresado con claridad,30)Pag.797

Anexo No. 3

Cuadro (17): Agua Urbana

Años	Urbano	Población	Agua Urbana P.C	Estimación
1973	120,0	1,6	74	75
1974	120,0	1,7	70	68
1975	125,0	1,8	68	64
1976	130,0	2,0	66	61
1977	121,0	2,1	59	59
1978	125,0	2,2	57	57
1979	119,0	2,3	52	56
1980	120,0	2,4	51	55
1981	115,0	2,5	47	54
1982	125,0	2,6	49	53
1983	119,0	2,7	45	52
1984	126,0	2,8	46	51
1985	135,0	2,9	47	50
1986	151,0	3,0	51	49
1987	165,0	3,1	53	49
1988	170,0	3,3	51	48
1989	177,0	3,6	49	48
1990	179,0	3,8	47	47
1991	208,0	3,9	53	46
1992	215,0	4,1	53	46
1993	220,0	4,2	52	46
1994	214,0	4,4	49	45
1995	243,0	4,5	54	45
1996	213,0	4,7	46	44
1997	191,0	4,8	40	44
1998	189,0	5,0	38	43
1999	182,0	5,1	35	43
2000	191,0	5,3	36	43
2001	241,0	5,4	44	42
2002	245,0	5,6	44	42
Total	4994,0	103,0	1527,6	1524,7
Medio	166,5	3,4	50,9	50,8

Cuadro (18) : PIB de agrícola

Años	Población	PIB total	PIB. Agri.	Agua Agri.	M3/PIB Agri.	Estimación
1973	1,6	210,3	21	490	24	27
1974	1,7	250,9	26	505	20	22
1975	1,8	274,6	28	525	19	19
1976	2,0	290,7	30	534	18	17
1977	2,1	357,4	31	551	18	15
1978	2,2	425,7	33	559	17	14
1979	2,3	535,8	30	567	19	13
1980	2,4	664,0	35	568	16	12
1981	2,5	791,8	47	570	12	11
1982	2,6	851,2	53	572	11	11
1983	2,7	922,2	54	574	11	10
1984	2,8	940,3	65	579	9	9
1985	2,9	1007,0	87	582	7	9
1986	3,0	2176,7	116	590	5	8
1987	3,1	2166,3	140	614	4	8
1988	3,3	1873,4	113	624	6	7
1989	3,6	1905,0	150	663	4	7
1990	3,8	1939,6	130	685	5	7
1991	3,9	2519,0	143	698	5	6
1992	4,1	3879,1	132	742	6	6
1993	4,2	4194,9	139	666	5	5
1994	4,4	4479,5	125	652	5	5
1995	4,5	4905,0	131	689	5	5
1996	4,7	5130,2	142	629	4	5
1997	4,8	5055,0	136	590	4	4
1998	5,0	5155,0	127	552	4	4
1999	5,1	5362,0	129	579	4	4
2000	5,3	5630,0	132	588	4	3
2001	5,4	5939,0	137	479	3	3
2002	5,6	6296,0	142	592	4	3
Total	103,6	76127,7	2802,3	17808,0	279,7	280,9
Medio	3,4	2537,6	93,4	593,6	9,3	9,4

Cuadro (19) : PIB no Agrícola

Años	Población	PIB total	PIB no Agri	Agua m3 / PIB no Agri	Estimacion
1973	1,6	210,3	189,8	0,094	0,105
1974	1,7	250,9	225,3	0,077	0,085
1975	1,8	274,6	246,7	0,070	0,073
1976	2,0	290,7	260,8	0,084	0,064
1977	2,1	357,4	326,2	0,064	0,057
1978	2,2	425,7	392,9	0,079	0,052
1979	2,3	535,8	506,0	0,055	0,048
1980	2,4	664,0	628,8	0,037	0,044
1981	2,5	791,8	745,3	0,035	0,040
1982	2,6	851,2	798,6	0,036	0,037
1983	2,7	922,2	868,0	0,030	0,034
1984	2,8	940,3	875,3	0,027	0,032
1985	2,9	1007,0	920,3	0,025	0,029
1986	3,0	2176,7	2060,6	0,012	0,027
1987	3,1	2166,3	2025,9	0,016	0,025
1988	3,3	1873,4	1760,0	0,020	0,023
1989	3,6	1905,0	1755,2	0,021	0,021
1990	3,8	1939,6	1809,9	0,018	0,020
1991	3,9	2519,0	2376,0	0,019	0,018
1992	4,1	3879,1	3747,1	0,009	0,017
1993	4,2	4194,9	4055,9	0,010	0,015
1994	4,4	4479,5	4354,5	0,010	0,014
1995	4,5	4905,0	4774,0	0,009	0,012
1996	4,7	5130,2	4988,2	0,008	0,011
1997	4,8	5055,0	4919,0	0,009	0,010
1998	5,0	5155,0	5028,0	0,009	0,009
1999	5,1	5362,0	5233,0	0,011	0,008
2000	5,3	5630,0	5498,0	0,011	0,007
2001	5,4	5939,0	5802,0	0,011	0,006
2002	5,6	6296,0	6154,0	0,010	0,005
Total	103,0	76127,7	73325,4	0,924	0,945
Media	3,4	2537,6	2444,2	0,031	0,032

Cuadro (20) :% del PIB agri.

Años	Población	PIB total	PIB. Agri.	% de PIBagri. De PIB otal	Estimacion
1973	1,62	210	20,5	0,10	0,09
1974	1,71	251	25,6	0,10	0,09
1975	1,84	275	27,9	0,10	0,09
1976	1,96	291	29,9	0,10	0,09
1977	2,06	357	31,2	0,09	0,08
1978	2,18	426	32,8	0,08	0,08
1979	2,28	536	29,8	0,06	0,08
1980	2,36	664	35,2	0,05	0,08
1981	2,46	792	46,5	0,06	0,08
1982	2,55	851	52,6	0,06	0,07
1983	2,65	922	54,2	0,06	0,07
1984	2,75	940	65	0,07	0,07
1985	2,86	1007	86,7	0,09	0,07
1986	2,97	2177	116,1	0,05	0,07
1987	3,09	2166	140,4	0,06	0,06
1988	3,31	1873	113,4	0,06	0,06
1989	3,58	1905	149,8	0,08	0,06
1990	3,77	1940	129,7	0,07	0,06
1991	3,92	2519	143	0,06	0,06
1992	4,07	3879	132	0,03	0,03
1993	4,22	4195	139	0,03	0,03
1994	4,37	4480	125	0,03	0,03
1995	4,52	4905	131	0,03	0,03
1996	4,68	5130	142	0,03	0,03
1997	4,83	5055	136	0,03	0,03
1998	4,99	5155	127	0,02	0,03
1999	5,14	5362	129	0,02	0,02
2000	5,28	5630	132	0,02	0,02
2001	5,42	5939	137	0,02	0,02
2002	5,57	6296	142	0,02	0,02
Total	103,6	76127,1	2802,3	1,7	1,7
Medio	3,4	2537,6	93,4	0,1	0,1

(21) Población, % de la población, PIB y % del PIB en Jordania

Años	Población	% Pop.	PIB millón \$	% PIB
2004	5.717	2.6	11016.420	5.5
2005	5.864	2.6	11578.100	3.0
2006	6.013	2.5	12118.500	2.5
2007	6.163	2.5	12771.720	3.0
2008	6.315	2.5	13611.270	3.8
2009	6.467	2.4	14494.520	3.6
2010	6.621	2.4	15451.300	3.9

Fuente: [http:// www.euromotor.com/ GMID/ printdata.asp](http://www.euromotor.com/GMID/printdata.asp)

R

Reunido el Tribunal que suscribe en el día
de la fecha, acorto calificar la presente Tesis
Doctoral con la censura de ~~Sobresaliente~~ SOBRESALIENTE CUM LAUDE en
Madrid, ..22-XII-2004.

R. Tamayo
Pte.

~~Jabal~~

~~IN~~

~~Huedo~~

~~Alva~~