



TESIS DE GRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

**EL AGUA UN BIEN SOCIAL, AMBIENTAL Y  
ECONÓMICO.**

Autor: Ignacio Sarquis.

Director de Tesis: Ing. Federico Querio

Año 2005

# Resumen ejecutivo

*Los seres humanos pueden sobrevivir sin comida aproximadamente un mes, pero mueren si no consumen agua en unos pocos días.*

La multiplicidad de uso del recurso agua (consumo humano, doméstico o colectivo, consumo industrial, provisión de energía, navegación, recreo, agricultura y pesca), ha generado una grave crisis presionada por la intensificación de su aprovechamiento, y por ende, la necesidad permanente de arbitrar en la gestión, en el marco de los intereses contrapuestos económicos y ecologistas. Se espera que muchos conflictos surjan en los próximos años, en función de la búsqueda del agua.

El presente trabajo pretende poner de manifiesto como, un recurso natural y en principio abundante como el **agua** se ha transformado a causa del crecimiento demográfico y la urbanización, de los deficitarios servicios de agua potable y saneamiento, de la situación de grupos de bajos ingresos y del deterioro de la calidad de los servicios en un **recurso escaso** que en la actualidad ya se considera como un bien económico.

El objetivo del trabajo es identificar “**principios**” que puedan ser aplicados a cualquier tipo de organización en cualquier lugar del mundo para impactar positivamente en la eficiencia del suministro o, si las condiciones culturales, sociales, económicas y políticas de cada país determinan las acciones particulares a seguir. Por esta razón, en el presente trabajo se encarará el problema desde el punto de vista del **gerenciamiento del recurso** sin entrar en desarrollos técnico-financieros que se consideran indispensables pero complementarios.

Se pudo demostrar que el agua es un **bien social** al ser esencial para la vida y para la preservación de la salud, convirtiéndose en un derecho inalienable de los ciudadanos. También es un **bien ambiental**, ya que la preservación de la misma como recurso natural integrado al ambiente es el principio rector para el

manejo del agua en todos sus usos. Finalmente se la considera un **bien económico** a fin de que los costos de instalación, operación y mantenimiento incluidos en la prestación de los servicios no impidan el cumplimiento del principio del agua como bien social, por lo que es necesario *asegurar la eficiencia económica de la gestión y la distribución del agua*.

Asimismo, no debe ignorarse que el manejo institucional del sector tiene una dimensión política que puede condicionar su eficiencia y eficacia.

La variable principal que asegura una eficiencia económica de la gestión es la **autonomía**. En países en vías de desarrollo, la misma es restringida, probablemente por el hecho de que las autoridades quieran controlar este recurso básico de la vida junto a la gigantesca inversión inherente al suministro del mismo. No confían en terceros para gerenciarlo, y por ello, no delegan la autoridad para que las compañías utilicen los recursos de forma independiente.

A continuación se enumeraran los inhibidores de la efectividad de las compañías de suministro de agua.

- Inconsistencias en las expectativas de las autoridades externas a la empresa y las realidades económicas.
- Tarifas y políticas inconsistentes.
- Sustentabilidad por uso indiscriminado.
- Política de recursos humanos.
- Configuraciones inadecuadas (Ej./: instalaciones precarias y obsoletas)

El desafío es transformar estos inhibidores en oportunidades.

Para mejorar la efectividad el primer paso no aparenta ser la intervención de las compañías suministradoras de agua potable en sí misma, sino su relación con sus autoridades. Debe comenzar con leyes y regulaciones que establezcan la autoridad legal para determinar su propia política y manejar sus propios negocios e inconvenientes. Una vez que esto se logra podrá ser sustentable y mejorar los resultados obtenidos.

La **sustentabilidad** es la variable que ofrece oportunidades de mejora y es también el objetivo a conseguir en cualquier país en vía de desarrollo que enfrenta un déficit estructural en las actividades de suministro de agua. El **apoyo externo** puede ofrecer un sustituto temporal para la **sustentabilidad** y no definitiva que llevará a los países a realizar esfuerzos por mantener o incrementar los subsidios antes que mejorar la performance del sistema y de la organización. En Latinoamérica las reglas no son claras y no existe una visión a largo plazo.

En los países desarrollados el tema de la efectividad en el suministro se viene desarrollando desde hace siglos. Con el tiempo instituciones y métodos de gerenciamiento fueron evolucionando a partir de experiencias, fallas y ejemplos. Las compañías aprendieron y desarrollaron sistemas eficientes. Conjuntamente avanzaron en la educación, el entrenamiento, y la innovación de los recursos humanos.

Los países en vías de desarrollo -Argentina es un ejemplo interesante al poseer una regulación pero incompleta física, política y económicamente- presentan una clara desventaja respecto de los mencionados en el párrafo anterior. Hoy deben competir en una economía abierta pero carecen de las habilidades, de la experiencia y de los recursos. Tienen que acelerar procesos en periodos cortos de tiempo y enfrentar además de sus problemas estructurales los problemas de un mercado competitivo y globalizado.

Muchas veces se cree que el problema del suministro es de ingeniería, que se resuelve con la construcción de cañerías, reservorios, presas, plantas de tratamiento y redes de distribución. El análisis demuestra que primero se necesita un dominio institucional y gerencial. **La ingeniería debe estar subordinada al principio de gerenciamiento institucional.**

## Indice Temático.

<b>I</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>II</b>	<b>CAPÍTULO I: EL AGUA COMO RECURSO</b> .....	<b>9</b>
	II.1 Utilización del agua como recurso.....	9
	II.2 USOS “NEGATIVOS” DEL RECURSO .....	40
	II.3 DEGRADACIÓN Y Contaminación hídrica .....	43
<b>III</b>	<b>CAPÍTULO II: EL AGUA, ¿RECURSO NATURAL O ECONÓMICO?</b> .....	<b>45</b>
	III.1 El problema: Falta de agua.....	46
	III.2 La contaminación del agua.....	48
	III.3 Reducción de consumo y optimización del mismo. ....	49
	III.4 ¿Cuestión de precio o de cultura?.....	50
	III.5 Conclusión del capitulo.....	53
<b>IV</b>	<b>CAPÍTULO III: AGUA VIRTUAL</b> .....	<b>56</b>
	IV.1 Orígenes.....	56
	IV.2 Tendencias y productos.....	57
	IV.3 Flujos de agua relacionados con los cultivos del mundo entero.....	57
	IV.4 Adoptar una estrategia en materia de agua virtual: ¿una solución para los países pobres en agua? .....	60
	IV.5 Importación de agua virtual y seguridad alimentaria, un problema potencial.....	61
	IV.6 Recursos hídricos amenazados en los países con una exportación neta de agua .....	62
<b>V</b>	<b>CAPÍTULO IV: PROBLEMÁTICA DEL ABASTECIMIENTO Y EL SANEAMIENTO</b> .....	<b>63</b>
	V.1 Crisis del agua en el mundo .....	63
	V.2 Crecimiento demográfico y urbanización.....	64
	V.3 Cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento .....	65
	V.4 Situación de grupos de bajos ingresos.....	66
	V.5 Deterioro de la calidad de los servicios .....	67
<b>VI</b>	<b>CAPÍTULO V: ANÁLISIS SOBRE LAS VARIABLES QUE AFECTAN LA EFECTIVIDAD DEL SUMINISTRO.</b> .....	<b>69</b>
	VI.1 Metodología.....	69
	VI.2 Consideraciones teóricas .....	69

VI.3	Análisis .....	69
VI.4	El sistema de suministro en las ciudades .....	71
<b>VII</b>	<b>PRESENTACIÓN DE LOS CASOS.....</b>	<b>73</b>
VII.1	Descripción del Modelo Francés.....	73
VII.2	Descripción del Modelo Inglés. ....	74
VII.3	Descripción del Modelo de Los Países Bajos: .....	76
VII.4	El Modelo de Gambia.....	77
VII.5	El caso Guinea.....	80
<b>II</b>	<b>SITUACIÓN DE LATINOAMÉRICA .....</b>	<b>88</b>
II.1	SOLUCIONES .....	93
II.2	Perfeccionamiento de la estructura industrial del sector.....	95
II.3	Creación de efectivos sistemas de subsidios. ....	97
II.4	Fortalecimiento y limitación de organismos de regulación.....	98
<b>III</b>	<b>CONCLUSIÓN DEL TRABAJO.....</b>	<b>102</b>
<b>IV</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>107</b>
<b>V</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>109</b>
V.1	Indicadores para el estudio de posibles vínculos entre infraestructura y salud .....	109
V.2	Problema que limitan el acceso a los servicios de agua y saneamiento y su importancia relativa por localidad. ....	110
V.3	Lecciones de las experiencias internacionales.....	111

# I INTRODUCCIÓN

La multiplicidad de uso del recurso agua (consumo humano, doméstico o colectivo, consumo industrial, provisión de energía, navegación, recreo, agricultura y pesca), ha generado una grave crisis presionada por la intensificación de su aprovechamiento, y por ende, la necesidad permanente de arbitrar en la gestión, en el marco de los intereses contrapuestos económicos y ecologistas. Habida cuenta del incremento de las necesidades y de los cambios tecnológicos, esta complejidad de interferencias mutuas va en aumento.

Se espera que muchos conflictos surjan en los próximos años, en función de la búsqueda del agua; el control de los acuíferos jugará en lo sucesivo un papel nunca antes visto en la historia de la humanidad. Si las reservas de agua dulce están concentradas en 300 ríos mayores y acuíferos subterráneos, localizados en regiones afectadas por serios problemas socioeconómicos, es de esperar confrontaciones interestatales que pondrían en peligro la paz y la seguridad mundial. De hecho, se habla de que asistiremos en este siglo que comienza a conflictos geopolíticos jamás imaginados vinculados con el recurso agua.

El presente trabajo pretende poner de manifiesto como, un recurso natural y en principio abundante como el **agua** se ha transformado a causa del crecimiento demográfico y la urbanización, de los deficitarios servicios de agua potable y saneamiento, de la situación de grupos de bajos ingresos y del deterioro de la calidad de los servicios en un **recurso escaso** que en la actualidad ya se considera como un bien económico.

El agua es un recurso renovable, escaso y vulnerable. Es un elemento insustituible para el sostenimiento de la vida humana y el resto de los seres vivos, siendo al mismo tiempo un insumo imprescindible en innumerables procesos productivos, A pesar de ser renovable, la escasez del agua se manifiesta gradualmente a medida que aumentan las demandas y los conflictos por su uso. Su carácter de vulnerable se manifiesta en la creciente degradación de su calidad, lo cual amenaza la propia existencia de la vida.

El objetivo del trabajo es identificar “**principios**” que puedan ser aplicados a cualquier tipo de organización en cualquier lugar del mundo para impactar positivamente en la eficiencia del suministro o, si las condiciones culturales, sociales, económicas y políticas de cada país determinan las acciones particulares a seguir.

Las grandes inversiones realizadas en las construcciones de unidades productoras y purificadoras –por si mismas- han demostrado no ser efectivas en el suministro del recurso y, por lo tanto, no ser la solución al problema planteado. Por esta razón, en el presente trabajo se encarará el problema desde el punto de vista del **gerenciamiento del recurso** sin entrar en desarrollos técnico-financieros que se consideran indispensables pero complementarios.

Para identificar estos principios o variables se analizarán diferentes casos situados en diferentes países del mundo con diferentes realidades y condiciones de desarrollo que si bien marcan una tendencia no poseen el carácter de verdad absoluto.

## II      **CAPÍTULO I: EL AGUA COMO RECURSO**

### II.1    **Utilización del agua como recurso**

#### **II.1.1            Generalidades**

Los usos del recurso, incluyendo su utilización vital, pueden ser:

- Consuntivos, en los que el agua se consume.
- no consuntivos, en los que el agua se utiliza pero sin consumirse.

Al tratar el "ciclo hidrológico" se comentó que la cantidad de agua contenida en el planeta, si bien varía temporal y geográficamente, es constante. Por lo tanto los distintos usos del recurso no implican el "consumo" o desaparición del mismo en el citado ciclo hidrológico.

Sin embargo en los denominados usos consuntivos el agua "desaparece" del lugar físico en la que se utilizó, como es el caso del riego, del abastecimiento doméstico, público y comercial y parte del agua industrial. Por su parte en los usos no consuntivos el agua es utilizada y "permanece" en el mismo lugar, como es el caso de la generación hidroeléctrica.

Una clasificación más detallada de los usos del recurso comprende:

- a)    Abastecimiento a poblaciones (uso que tendrá un tratamiento particular).
- b)    Uso industrial.
- c)    Riego.
- d)    Uso energético.
- e)    Navegación fluvial.
- f)    Pesca fluvial.

g) Recreación.

La clasificación anterior -a excepción del punto a) – está intencionalmente desordenada a fin de evidenciar la ausencia de un orden preestablecido en cuanto a la prioridad de un uso sobre los otros aunque, obviamente, el abastecimiento a poblaciones es prioritario a cualquier uso, mas allá de no generar riquezas en forma directa. De todas maneras las inversiones (prioritarias) para lograr el permanente abastecimiento de poblaciones, deberán realizarse con el máximo de eficiencia y al mínimo costo, compatible con la necesidad del servicio.

La definición de la prioridad en el uso del recurso está subordinada a condiciones geográficas y temporales, es esencial y fundamentalmente mutable en el espacio y en el tiempo. Es un problema “del aquí y del ahora”. El lector fácilmente comprenderá que, en este momento histórico, el uso prioritario en Cuyo es el riego, en el río Paraguay es, en mayor medida, la navegación y para el Brasil el uso prioritario es el energético<sup>1</sup>. Por otro lado, como se ha dicho, en un mismo lugar la prioridad en el uso del recurso se modifica con el tiempo; esto último está sucediendo en muchos lugares del mundo, en la Argentina, por ejemplo, eso pasa en el tramo superior del río Paraná entre la navegación (uso tradicional) y la energía, en beneficio de esta última. La presa de embalse argentino – paraguaya de Yacyretá se había proyectado originalmente para eliminar los saltos de Apipé, que perturbaban la navegación, sin embargo en estos momentos es más importante como generadora de energía, si bien está dotada de una estructura, denominada esclusa, que facilita la navegación.

Antes de entrar a describir, en forma somera, los diferentes usos del agua, es conveniente establecer que, como se ha dicho, los señalados desde a) hasta g), son usos que generan riquezas. Sin embargo hay “acciones” del agua que provocan daños y que obligan a la sociedad a realizar fuertes inversiones para contrarrestar sus efectos. Disculpando la licencia, se podría decir que los

---

<sup>1</sup> El 95% de la energía eléctrica generada en Brasil es de origen hidráulico.

mismos actúan como “usos negativos” del recurso, toda vez que, en vez de producir riquezas, requieran inversiones. Situaciones de este tipo se presentan en:

- h) Valores extremos del recurso (crecidas, inundaciones y sequías).
- i) Excesos del agua en el suelo
- j) Degradación y contaminación hídrica.

El haberlos clasificado a continuación de los “usos positivos”, como formando parte de ellos, se debe a que ambos involucran análogos procesos de estudios y similares obras de control. Incluso, en algunas oportunidades, un determinado uso “positivo” del recurso suele venir aparejado a una respuesta “negativa” de la naturaleza

En muchas circunstancias los usos, incluido el vital, se ven restringidos, y a veces anulados, cuando el agua, debido a su elevado poder disolvente y erosivo, es susceptible de degradarse incorporando, en forma natural, sales, sustancias tóxicas y material sólido. En otros casos la restricción o anulación, deriva de acciones antrópicas descontroladas, en cuyo caso el agua ha sido contaminada.

Como se verá más adelante la cantidad de agua contenida en el planeta es constante, pero sufre notables variaciones geográficas y temporales, que se traducen en la presencia de valores extremos: crecidas e inundaciones y sequías, fenómenos naturales, pero con influencias antrópicas cada año más manifiestas, que ocasionan pérdidas humanas y económicas, obligando a la sociedad a invertir ingentes sumas para controlarlas y minimizarlas.

En el Cuadro 1.1 (tomado del texto “Hidrología Aplicada” de Ven Te Chow, Maidment y Mays, que a su vez reproduce una tabla del informe de la UNESCO “*World Water Balance and Balance Resources of the Earth*”) se observa que el total de agua disponible en el planeta es de  $1.386 \times 10^6$  Km., de los cuales unos  $1.351 \times 10^6$  Km. (del orden del 97,4%) es agua salada. Sólo el 2,6% remanente ( $35 \times 10^6$  km<sup>3</sup>), es agua dulce contenida, en parte del agua

subterránea (incluida la humedad del suelo), en el hielo, en ciertos lagos y pantanos, circulando por ríos y en la atmósfera.

**CUADRO 1.1**  
**CANTIDAD DE AGUA EN EL PLANETA**

<i>II.1.1.1</i> Ítem	Área (10 <sup>6</sup> Km <sup>2</sup> )	Volumen (km <sup>3</sup> )	% de agua total	% de agua Dulce
<b>Océanos</b>	<b>361,3</b>	<b>1.338* 10<sup>6</sup></b>	<b>96.5</b>	<b>--</b>
<b>Agua subt.(1)</b>				
Dulce	134,8	10,53* 10 <sup>6</sup>	0,76	30,1
Salada	134,8	12,87* 10 <sup>6</sup>	0,93	--
<b>Humedad Del suelo (2)</b>	<b>82,0</b>	<b>16.500</b>	<b>0,0012</b>	<b>0,05</b>
<b>Hielo polar</b>	<b>16,0</b>	<b>24,02 *10<sup>6</sup></b>	<b>1,7</b>	<b>68,6</b>
<b>Hielo no polar</b>	<b>0,3</b>	<b>340.600</b>	<b>0,025</b>	<b>1,0</b>
<i>II.1.1.2</i> Lagos				
Dulce	1,2	91.000	0,007	0,26
Salados	0,8	85.400	0,006	--
<b>Pantanos</b>	<b>2,7</b>	<b>11.470</b>	<b>0,0008</b>	<b>0,03</b>
<b>Ríos (3)</b>	<b>148,8</b>	<b>2.120</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,006</b>
<b>Agua biológica.</b>	<b>510,0 (4)</b>	<b>1.120</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,003</b>
<b>Agua atmosférica.</b>	<b>510,0 (4)</b>	<b>12.900</b>	<b>0,001</b>	<b>0,04</b>
<b>Agua total</b>	<b><u>510,0 (4)</u></b>	<b><u>1.386 x 10<sup>6</sup></u></b>	<b><u>100</u></b>	<b><u>--</u></b>
<b>AGUA DULCE</b>	<b><u>148,8</u></b>	<b><u>35.029.210</u></b>	<b><u>2,5</u></b>	<b><u>100</u></b>

- (1) De todos los datos del Cuadro es la más aproximada, ya que el valor que se asuma depende de la profundidad considerada.
- (2) Como se observa en el Cuadro, el agua que llena parcialmente los huecos de la parte superficial de la tierra, denominada humedad del suelo, no se ha incluido como agua subterránea. Es el agua disponible para el desarrollo de la vegetación.
- (3) Esta agua escurre hacia los océanos y hacia los lagos o lagunas interiores.

(4) Es la superficie total del planeta, equivalente a un diámetro medio de 12.740 Km.<sup>2</sup>

La denominada agua atmosférica está contenida en la parte de la atmósfera que integra la litosfera. El agua biológica es la que forma parte de los seres vivos, que se supone distribuida sobre toda la superficie de la litosfera.

A su vez, en el Cuadro 1.2 (tomado de la misma fuente que el anterior) se muestra el balance anual de agua global que involucra a la precipitación, evaporación y escorrentía hacia las fuentes.

### CUADRO 1.2

#### BALANCE DE AGUA GLOBAL (ANUAL)

		OCEANO	TIERRA
Area (km <sup>2</sup> )		361.300.000	148.800.000
Precipitación	(km <sup>3</sup> /año)	458.000	119.000
	(mm/año)	1.270	800
	(pulg./año)	50	31
Evaporación	(km <sup>3</sup> /año)	505.000	72.000
	(mm/año)	1.400	484
	(pulg./año)	55	19
Escorrentía			
Ríos	(km <sup>3</sup> /año)		44.700
Agua subterránea.	(km <sup>3</sup> /año)		2.200
Escorrentía total	(km <sup>3</sup> /año)		47.000
	(mm/año)		316
	(pulg./año)		12

Es conveniente observar que la precipitación global sobre el planeta (Cuadro 1.1) involucrando la tierra y los océanos es de unos 577.000 km<sup>3</sup>/año, mientras

---

<sup>2</sup> Recordar que el cuerpo de la tierra es un geoide, no estrictamente una esfera.

que el agua contenida en la atmósfera es de 12.900 km<sup>3</sup>, tal como se ve en el Cuadro 1.2.

La cantidad de agua dulce disponible es muy exigua para las necesidades de la humanidad, por lo que es de vital importancia el uso racional de este precioso recurso<sup>3</sup>

Se denomina “tiempo de residencia” ( $T_r$ ) al tiempo promedio que necesita una partícula de agua para pasar de un subsistema a otro del ciclo hidrológico. Esa expresión viene dada por:

$$1.1) \quad T_r = \text{agua almacenada en un subsistema} / \text{tasa de flujo}$$

En el caso analizado el  $T_r$  del agua en la atmósfera sería de unos 8,2 días. El mismo cálculo aplicado a la escorrentía superficial daría que el tiempo promedio que permanece una partícula de agua en un río es de unos 17 días (2.120 km<sup>3</sup>/44.700 km<sup>3</sup>/año). El valor del caudal medio anual (denominado módulo anual), medido en km<sup>3</sup>/año, (44.700) expresado en m<sup>3</sup> y dividido por el número de segundos del año (31.557.600) alcanza a unos 1.416.000 m<sup>3</sup>/s. Con fines comparativos, que el caudal medio anual de todos los ríos argentinos es del orden de los 30.000 m<sup>3</sup>/s, o sea un 2,1% del total del planeta.

Por otra parte, como se verá oportunamente, el agua denominada dulce incluye volúmenes sin sales (hielo) con otros que tienen alguna cantidad de ellas, especialmente en la forma de cloruro de sodio o sal común (NaCl)

El volumen de agua total estaría representando por un cubo de unos 1.115 Km. de lado y el de agua dulce por otro de tan sólo 327 Km. de lado. **Es conveniente tomar nota que el agua dulce es una fracción insignificante del volumen de total de agua disponible y que, en la cantidad de 35 millones de km<sup>3</sup>, se han incluido los hielos polares y no polares que, a la**

---

<sup>3</sup> No cabe duda que los lectores arreglan rápidamente cualquier inconveniente eléctrico en sus hogares pero es más que seguro que los surtidores pierden y que el agua dulce se derrocha de varias formas posibles.

**fecha, aún no se utilizan. El porcentaje de agua dulce que el hombre domina es, en realidad, del orden del 0,5% del volumen total de agua.**

*Es importante establecer que no todos los usos económicos del agua requieren agua dulce, es más, algunos de ellos se pueden explotar exitosamente con agua degradada o contaminada, tal como se analizará en forma particularizada al analizar cada uso en forma individual. Otro aspecto a tomar en cuenta es la diferencia entre agua dulce y agua potable. Esta última se define en función de parámetros físicos – químicos que dependen de los organismos de salud de los diferentes países.*

De no existir un adecuado **control social** respecto a los usos del agua, estos se anarquizarían, produciéndose un desorden que atentaría contra el uso racional. De ahí la importancia que reviste **la gestión** en el manejo del recurso que, en el caso de la Argentina, presenta complicaciones derivadas del carácter federal de su forma de gobierno.

*El agua se define como un fluido “incolore, inodoro e insípido”, pero, en realidad, este es un agua de “laboratorio”. En la naturaleza no aparece como tal. Diversas razones que se analizarán más adelante permitirán comprender por que tiene color, sabor y olor<sup>4</sup>*

En el ciclo hidrológico coexisten, como se pone de manifiesto en los Cuadros 1.1 y 1.2, aguas en diferentes formas y estados, pero, como se ha dicho, lo que más interesa, especialmente por su carácter vital y por su elevado “valor económico”, es el agua dulce. Pero ¿cómo se define el agua dulce? ¿Existe un índice que separe el agua dulce del agua salada? Estrictamente hablando ese índice no existe.

Sin embargo, todo el mundo sabe que el agua del mar es “salada” y también sabe que con ella no se apaga la sed, no se riega y no se la puede utilizar

---

<sup>4</sup> En realidad un agua con “olor” puede denunciar condiciones de inaplicabilidad, cosa que no sucede con el color y el sabor.

industrialmente<sup>5</sup>. Entre las diversas sales que contiene se destaca el NaCl, o sal común. El agua de mar contiene 35.000 miligramos de sal por metro cúbico, lo que también se expresa como 35.000 partes por millón (ppm) También se sabe que el hielo no contiene nada de sales y que las aguas de ciertos lagos y ríos tienen diversas cantidades de ellas. Incluso hay lagos (como el Mar Muerto en Palestina) y ríos que tienen contenidos de sal mayores que el mar. Es el caso del río Curacó, continuación del sistema río Desaguadero – Salado (o río Chadileuvú), que en su desembocadura en el río Colorado, Provincia de La Pampa, tiene concentraciones puntuales superiores a las 175.000 ppm. A su vez el agua subterránea en el sur de La Rioja y norte de San Juan alcanza valores por sobre 6.000 ppm. y, sin embargo, se utiliza para regar.

En realidad, la salinidad influye de diferentes maneras en los diversos usos del agua. Como agua vital el contenido de NaCl debería estar por debajo de las 200 ppm. En el caso del riego la situación se complica por que es necesario considerar el tipo de suelo en el que se riega y el cultivo del que se trate. Cuando mayor es la permeabilidad de los suelos mayor es la salinidad que puede contener el agua. A su vez hay cultivos, como los frutales (vid, manzano, nogal) que no desarrollan con salinidades del agua superior a los 200 ppm y otros, caso de la cebolla y la palmera datilera que soporta riegos con salinidades por sobre los 7.500 ppm. La salinidad, con respecto a otros usos, se analizará oportunamente.

La determinación del contenido de sal de un agua por medios químicos es complicada y onerosa, razón por la cual su determinación se realiza por métodos eléctricos, que son más simples, tanto en campaña como en laboratorio. Eso se puede realizar aprovechando la condición de que el contenido de sal en el agua incrementa su conductividad, razón por la cual, en una muestra, se determina la conductividad eléctrica que se expresa en

---

<sup>5</sup> El agua de mar tiene una enorme “utilidad económica”. En ella se navega, se pesca e, inclusive, es una enorme fuente de energía proveniente de las olas, de las mareas y de la diferencia de temperaturas en función de la profundidad.

micromho/cm<sup>6</sup> (μmho/cm) o microsiemens/cm (μsiemens/cm), encontrándose la salinidad mediante la expresión:

$$2.1) \quad \text{Salinidad}(ppm) = 0,65.C\mu\text{mho} / \text{cm} = 0,65\mu\text{siemes} / \text{cm}$$

siendo C la conductividad eléctrica en μmho/cm, definida como la conductividad de un volumen de agua de un centímetro cuadrado de sección y un centímetro de largo, contenido en una masa mayor..

### **II.1.2 Abastecimiento a poblaciones**

Bajo esta denominación se agrupa al agua doméstica (que incluye la vital), la comercial y la pública. Se designa globalmente como agua doméstica a la utilizada en la vida cotidiana por una persona o una familia. Incluye el agua vital que es del orden de 1,3 litros por persona día (que obviamente puede tomarse en forma de otros preparados tales como café, té, bebidas gaseosas, etc.) Este consumo –mas allá de su tremenda importancia vital- es cuantitativamente despreciable y absolutamente inelástico, en el sentido de que no depende del ingreso medio del individuo ni del costo que podría tener el agua. El agua doméstica incluye también la preparación de alimentos, la higiene personal, el uso sanitario, la limpieza y, con ciertas restricciones, el riego de plantas y/o jardines. Estrictamente hablando solo las tres primeras categorías (agua vital, preparación de alimentos e higiene personal) obligarían a cumplimentar normas de potabilización en cuanto a suministrar agua con contenidos de minerales, sales, turbidez, etc., perfectamente adecuados a normas dictadas por las autoridades competentes.

Las otras categorías de agua doméstica podrían ser satisfechas con agua no tratada o “agua cruda”. El costo de potabilización del agua es – en términos

---

<sup>6</sup> La conductividad eléctrica es la inversa de la resistencia. Como esta última se mide (recordar la ley de Ohm) en ohmios cuando el voltaje se mide en voltios y la intensidad de la corriente en amperes, por contraposición la conductividad se expresa en mho.

generales- muy elevado, sin embargo, el costo de una doble conducción sería más elevado aún. Por esto –por lo menos en lo que a la Argentina se refiere- toda el agua doméstica es de la misma calidad.

El agua doméstica alcanza valores significativos y variables dependiendo del nivel de ingreso y de las condiciones socio – culturales de los consumidores. En ese sentido su consumo es muy elástico, creciendo anualmente por dos factores diferentes: el incremento de la población y el desarrollo socio – económico de la misma. Una forma de evaluar este último es utilizando como indicador el Producto Bruto Interno per cápita. Por otra parte, el consumo doméstico se incrementa con la construcción de redes de aguas servidas (cloacas) y toma valores muy altos en zonas residenciales por el riego de jardines y el uso de piletas. Algo similar sucede en las zonas áridas del país (La Rioja, San Juan, Mendoza, etc.), por la necesidad de recurrir al riego de jardines.

En las zonas urbanas de la Argentina el agua doméstica alcanza un valor promedio de 250 litros por persona día (l/per día) con tendencia creciente. Un valor más simple para recordar es el referido al consumo de una familia tipo que alcanza a 1m<sup>3</sup>/vivienda día. Sin embargo en zonas residenciales con familias adineradas puede alcanzar más de 1.000 l/per día)

El agua pública es la utilizada en servicios públicos, tales como puertos, aeropuertos, escuelas, hospitales, riego de plazas y parques, limpieza de la vía pública, etc. Como el caso del agua doméstica, algunos de estos servicios imponen el agua potable, el resto (como el riego de parques y de la vía pública) podría servirse con agua cruda. En el caso del agua pública el porcentaje de agua potable a agua cruda es baja, por lo tanto se justificaría económicamente hablar de conducciones diferenciadas. El agua pública en zonas urbanas es, en promedio, del orden de 50 a 60 litros/hab. día, valor que se incrementa con el tiempo en forma análoga al agua doméstica. El consumo máximo unitario se produce en hospitales (760 a 1.500 litros por cama día)

El agua comercial es la utilizada en zonas comerciales, tales como áreas bancarias, oficinas, almacenes, cines, tiendas, etc. El consumo es relativamente bajo, estimándose en promedio en unos 75 litros por empleado día, extendido a los días laborables del año. Es de esperar elevados consumos comerciales en las casas de lavado de ropa y, muy especialmente, en los lavaderos de auto y camiones, con la desventaja de que es un consumo no adecuadamente evaluado y que debería ser considerado como un caso particular. Debe tomarse conciencia sobre la insensatez que significa purificar el agua del Río de la Plata para posteriormente utilizarla en el lavado comercial de vehículos. Dejando de lado los lavaderos, el máximo consumo comercial se produce en hoteles de alta categoría donde alcanza unos 1.350 litros por hospedado día.

### ***II.1.3                   Uso industrial***

El agua industrial tiene tres destinos perfectamente identificados:

- Como refrigerante de la maquinaria,
- para alimentar calderas y producir vapor
- como insumo o “materia prima” del producto industrial

El consumo como materia prima es el más elevado en forma individual pero, en la demanda industrial globalmente analizada, el uso como refrigerante alcanza a un 80% del agua industrial total. El agua con destino a refrigeración tiene la ventaja de poder utilizarse con una mínima inversión en purificación y, a la vez, puede reciclarse con pocas pérdidas. Por su parte el agua industrial necesaria para producir vapor no debe contener sales, pero también puede ser reciclada. La destinada como insumo debe tener tratamientos especiales de purificación y - obviamente - se consume en su totalidad, es decir, constituye un uso consuntivo en el marco de la actividad industrial.

El agua entra como insumo en la producción de papel, en lavaderos industriales, en textiles y -especialmente- en la producción de bebidas refrescante y de algunas bebidas alcohólicas. En el Cuadro 1.3 se muestran algunos valores sobre las necesidades totales de agua industrial (sin incluir la producción de vapor) para diferentes industrias.

Un caso particular de agua para alimento de calderas es la generación eléctrica con vapor (motor de combustión externa) donde el combustible, encargado de incrementar la temperatura a fin de que el agua líquida pase a vapor de agua, puede ser petróleo, gasoil, fueloil, carbón, gas, etc. y cuyo consumo alcanzan a unos 25 litros por kw/hora generado. Claro está que esta agua puede ser reciclada. Como se ha dicho, en este uso industrial es necesario disponer de un agua libre de sales para evitar incrustaciones en las cañerías.

**CUADRO 1.3**  
**CONSUMO DE AGUA CON DESTINO INDUSTRIAL**

PRODUCTO	UNIDAD DE PRODUCCIÓN	CONSUMO EN m3
Bebidas refrescantes	Litro	0,015
Cerveza	Litro	0,020
Acero terminado	Tonelada	10.000
Aluminio	Tonelada	1.300.000
Nafta	Tonelada	60.000
Hormigón	metro cúbico	0,130
Plásticos	Tonelada	2.000.000
Papel	Toneladas	165.000
Jabones	Kilos	0,057

Una situación especial como refrigerante se da en las centrales eléctricas nucleares, en las cuales el consumo alcanza a 0,15 m<sup>3</sup>/día por Kw. instalado. Para el caso de la central de Atucha I, con una potencia instalada de 600.000 Kw. el consumo diario alcanza a unos 90.000 m<sup>3</sup> día, equivalentes a un caudal continuo de 1 m<sup>3</sup>/s, valor lo suficientemente elevado como para explicar por que las centrales de este tipo se ubican cercanas a fuentes de aprovisionamiento de agua, Atucha I y II a la vera del río Paraná y Embalse en las cercanías del embalse de río Tercero en Córdoba.

Las grandes industrias suelen tener su propio sistema de abastecimiento. En ciertos casos, especialmente en ciudades con industrias nuevas, estas se agrupan en parques especiales donde reciben agua específicamente para ellas desde una fuente determinada. En ciudades más antiguas, como es el caso de Buenos Aires y zonas suburbanas las industrias medianas y pequeñas forman parte del ejido y se abastecen directamente del sistema público de distribución domiciliaria. En este último caso los consumos raramente son conocidos y aparecen en conjunto con el agua doméstica, comercial y pública. En estos casos, cuando no existe una diferenciación marcada entre las áreas residenciales, industriales, comerciales y públicas es común referir el consumo al número total de habitantes servidos por la red. Dependerá del tipo de ciudad la preponderancia de un tipo de consumo sobre otro. Si tiene un desarrollo industrial muy fuerte el consumo será casi de tipo estacional, en caso contrario sufrirá marcadas variaciones entre el verano y el invierno.

En estas condiciones el consumo medio de agua de una población oscila entre 350 y 1.100 l/hab.día. y aún más, correspondiendo el menor valor a pequeñas comunidades. Como se ha dicho, el consumo unitario aumenta considerablemente en función del desarrollo socio-económico de la población.

Analizando el consumo de una ciudad en forma integral resulta que el caudal medio anual asociado al consumo de poblaciones no es aparentemente tan elevado como podría pensarse. Una ciudad desarrollada de tamaño medio de 200.000 hab., tendría un consumo anual continuo de:

$$3.1) \quad Q\left(\frac{m^3}{s}\right) = \frac{200.000 \text{ hab.} \cdot 1.100 \text{ l / hab. día} \cdot 365 \text{ días / año} \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{l}}{31.557.600 \text{ s / año}} = 2,2 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Este caudal puede obtenerse con facilidad, aún con suministros de agua subterránea. Generalmente el problema del suministro para este uso del agua viene asociado a la calidad y no a la cantidad, obligando a realizar grandes inversiones para adecuar el agua disponible a las exigencias de potabilidad. Es evidente que si estos valores se extienden a toda la población mundial las magnitudes en juego se tornan muy importantes.

En la actualidad (año 2005) la disminución de la actividad industrial en la zona sur, aledaña a la ciudad de Buenos Aires, y la incorporación de ellas al servicio de agua doméstica suministrado por Aguas Argentinas desde el río de La Plata, sin la construcción del sistema cloacal respectivo, ha dado lugar a un incremento notable del nivel freático que se torna muy problemático en el Partido de Lomas de Zamora.

Los comentarios anteriores deben alertar a la sociedad sobre la necesidad de utilizar el agua potable con medida. En muchas zonas del país, especialmente en la Capital Federal, existen amplias zonas donde la tasa del servicio de agua potable (como así también la eliminación del agua utilizada) es función del costo de la superficie cubierta del inmueble servido. Esta disposición tiene un fuerte contenido social, ya que es un mecanismo por el cual las clases pudientes subvencionan el servicio de las menos pudientes, lo cual es lógico y aceptable. Sin embargo la medida ha inducido hacia el derroche, ya que no tiene sentido cuidar el consumo si de todas maneras siempre se paga lo mismo. La solución viene dada por la colocación de medidores y por la aplicación de una fórmula binomial que tome en cuenta el consumo y la calidad de la vivienda, del tipo de:

$$3.3) \quad \text{Tarifa} (\$/\text{mes}) = \text{coef.} (\$/\text{m}^3) * \text{consumo (m}^3) + \text{coef.} (\$/\text{m}^2) * \text{superficie vivienda (m}^2)$$

#### **II.1.4**

#### **Riego**

El riego consiste en la aplicación “artificial” del agua en el suelo con el objeto de satisfacer totalmente (en zonas áridas) o parcialmente (en zonas semiáridas con algunas precipitaciones) las necesidades orgánicas de los cultivos.

La cantidad de agua necesaria y el procedimiento de aplicación depende del clima (en especial precipitación, temperatura y radiación solar), del tipo de cultivo, del terreno bajo riego y de las condiciones socio económicas del lugar. Los cultivos toman el agua mediante la succión osmótica ejercida por sus raíces sobre el agua contenida en los poros del suelo y la transpiran por las hojas que, en ese sentido cumplen la misma función que la piel de los animales. Por supuesto que, ha diferencia de estos, las hojas de los cultivos sirven también como vehículo de alimentación tomando el CO<sub>2</sub> del aire y sintetizándolo sobre la base de su contenido de clorofila y a la energía del sol.

Una parte del agua colocada para riego se evapora directamente desde el terreno y es imposible determinar que parte transpiran las hojas y que parte se evapora desde el suelo. La suma de ambas recibe el nombre de “uso consuntivo” o “evapotranspiración”. Ese consumo se mide en las mismas unidades que la precipitación, o sea en mm/día, mm/mes, mm/año (o sea L.T-1), o bien en m<sup>3</sup>/ha, resultando que 1 mm/ha es igual a 10 m<sup>3</sup>/ha.

El consumo anual es muy variable a lo largo del año, concentrándose el total del consumo en el denominado período vegetativo que abarca unos nueve o diez meses en el año. En los dos o tres meses restantes, durante el invierno, el consumo es prácticamente nulo.

El volumen de agua aplicada en cada riego (o al mes, o al año) es mayor que el uso consuntivo, ya que se debe tener en cuenta las inevitables pérdidas debidas al método de riego aplicado, a la permeabilidad del suelo, a la pendiente del terreno, a la inhabilidad del regante, etc. Estas pérdidas varían

entre el 50% para métodos primitivos hasta el 15%, y más bajo aún, para métodos modernos que prácticamente aplican el agua necesaria en las adyacencias de las raíces de los cultivos. El más moderno de estos métodos, desarrollado en Israel, es el riego por goteo, que consiste en aplicar en forma permanente, durante todo el período vegetativo del cultivo, el agua necesaria en forma de una gota permanente. También contribuye a incrementar el volumen aplicada durante el riego, el contenido salino del agua, generalmente en la forma de NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CaSO<sub>4</sub>, etc. Ese volumen extra se encarga de lixiviar (lavar) las sales ya contenidas en el suelo por riegos anteriores, como así también las propiamente aportadas por el agua durante la operación. Los suelos vírgenes no contienen sales, las reciben por los continuos riegos. El agua de lluvia contiene solo vestigios de sales, pero su aporte continuo durante siglos produce la salinización de los suelos, como puede observarse en los bordes de las lagunas bonaerenses. Debe recordarse que mediante la evaporación, lo que se transforma en vapor es el agua químicamente pura, razón por la cual los suelos se salinizan paulatinamente.

Por otro lado, cuando el riego se efectúa mediante agua derivada desde un río o un arroyo, es necesario conducirla mediante canales, en los cuales se producen inevitables pérdidas que disminuyen, pero no se anulan totalmente, cuando esos canales se impermeabilizan. Si el abastecimiento se hace mediante agua subterránea esta pérdida no existe. El volumen anual de riego y el rendimiento medio de algunos cultivos de la zona cuyana, en la hipótesis de riego mediante canales, se muestran en el Cuadro 1.5. Al requerimiento propio del cultivo se le ha agregado una pérdida por riego del 30% y al valor resultante una pérdida por conducción, el 15% que es un valor bajo, debido a que la mayor parte de la red, en dicha zona está impermeabilizada. La zona cuyana la precipitación media anual está comprendida entre 100 y 200 mm.

#### .CUADRO 1.4

#### CONSUMO Y RENDIMIENTO DE CULTIVOS EN LA ZONA CUYANA

(CONSUMOS EN m<sup>3</sup>/ha Y RENDIMIENTOS MEDIOS EN kg/ha)

CULTIVOS	CONSUMO CULTIVOS	PERDIDAS RIEGO	PERDIDAS CANALES	VOLUMEN DERIVADO	REND. CULTIVO
ALFALFA	8.800	3.770	2.220	14.790	8.000
VID	7.860	3.270	1.960	13.090	15.000
CEBOLLA	4.600	1.970	1.160	7.730	25.000
TOMATE	4.230	1.810	1.060	7.100	20.000
DAMASCO	6.500	2.780	1.640	10.920	16.000

Fuente: Dirección de Hidráulica de la Provincia de San Juan

Las restricciones en cuanto a la calidad del agua están relacionadas con la salinidad, la presencia de nitritos y nitratos (que señalan la posibilidad de contaminación orgánica) y con la existencia de elementos tóxicos como el boro (sur de La Rioja y norte de San Juan) y el arsénico (parte central de la Provincia de Córdoba).

Una idea del volumen necesario para riego se tiene analizando un área de cultivo de vid de 20.000 ha que requiere un volumen anual de derivación desde la obra de control de 203 millones de metros cúbicos, equivalentes a una “dotación continua” de 6,4 m<sup>3</sup>/s.

Este dato, utilizando el consumo anual, tiene el único fin de ilustrar sobre la magnitud del consumo de agua dulce con destino a riego, pues el procedimiento de cálculo para conocer la superficie efectivamente regada con un determinado derramen anual, debe tener en cuenta la estacionalidad del recurso, su posibilidad de regulación y el carácter del déficit anual tolerable por los cultivos. Un cálculo ligero –tal como el efectuado precedentemente- lleva a resultados totalmente erróneos, sobreestimando la superficie a regar y con ello

suponiendo cosechas anuales (en Kg.) mucho mayor que las reales. Errores de este tipo se han cometido y se cometen en la Argentina.

La producción agrícola de la zona bajo riego en la Argentina (desde Chubut a Salta) sufre al presente (año 2005) una crisis coyuntural, derivada de la pérdida de mercados externos perecederos (manzana, uva, peras, etc.) e incluso envasados, debido a la sobre evaluación que tuvo el peso argentino frente a otras monedas del mundo en la década del 90. Paulatinamente se está saliendo de esa crisis coyuntural pero, sin embargo, a esa situación se le debe agregar una deficiencia estructural derivada de un reducido mercado interno y de procesos de comercialización anticuados y monopólicos. La crisis existente se refleja en un paulatino abandono de las áreas bajo riego, especialmente en zonas de incipiente desarrollo, en las que el tiempo ha sido escaso para que se arraigue una comunidad rural. Como contrapartida se constata las inversiones que ejecutan algunos agricultores para reemplazar cultivos por otros similares de mayor calidad (caso de San Rafael, en la Provincia de Mendoza donde se están cultivando cepajes Malbec y Merlot para la producción de vinos finos de alta aceptación en los mercados internacionales) o bien cultivos no tradicionales como el kiwi. Paralelamente se efectúan inversiones en el cambio de los métodos de riego utilizando los modernos medios de aspersion y goteo que incrementan la productividad de los cultivos y disminuyen fuertemente el volumen de riego a aplicar.

La humanidad está ávida de alimentos, sin embargo, la demanda real es menor que la oferta, lo cual explica los bajos precios de la producción de la agricultura bajo riego. No hay una paradoja en esto, la explicación es sencilla: los pueblos con hambre no tienen medios para comprar alimentos, como es el caso de Biafra. A este hecho se le suma la política de subsidios agrícolas que aplica el Mercado Común Europeo, que se traduce en el cierre de toda esa región para la producción de la Argentina.

Sin duda que esta situación no será permanente y cuando se modifique, la Argentina deberá prepararse para abastecer la demanda de productos de la agricultura bajo riego. Esa solución no es imposible, de hecho la ha aplicado

Chile con un éxito tal que en la actualidad las exportaciones agrícolas son comparables en magnitud a las mineras.

Entretanto debe actuarse con lucidez en la puesta en marcha de nuevas áreas bajo riego, o en la extensión de las existentes a fin de que no se traduzcan en inversiones improductivas.

Bajo el dominio de la Subsecretaría de Recursos Hídricos funcionaba la Comisión de Zonas Áridas que cumplía la tarea anterior, fijando, sobre la base de pautas económicas (producción, precios, mercado) y políticas (intereses provinciales, desarrollo regional, etc.) las áreas bajo riego susceptibles de desarrollar. Hasta el año 2000 esas funciones las cumplía la denominada Unidad de Preinversión, dependiente del Ministerio de Economía sobre la base de un programa nacional de preinversión utilizando, para tal fin, un préstamo combinado del Banco Interamericano del Desarrollo (BID) y del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF o Banco Mundial). En la actualidad existe una gran anarquía en el sector debido a la provincialización de muchos de esos servicios.

Es muy importante remarcar que el uso del agua con destino a riego tiene la enorme ventaja de arraigar poblaciones rurales, evitando el éxodo a los suburbios de las ciudades, con toda la carga de colisiones sociales que ello trae aparejado. Claro está que ello solo será posible cuando se logre que, en dichas zonas rurales, existan condiciones de vida y servicios comunitarios dignos. Esto es lo que logra la Comunidad Europea con los subsidios y el resultado es la ausencia de “villas miserias” en ciudades como París, Parma y otras comunidades agrícolas.

### ***II.1.5                    Uso energético***

El agua que circula por un cauce posee una energía que viene dada por la expresión de Bernoulli:

$$1.6) \quad E \text{ (metros)} = z + y + v^2/2g$$

en la que  $z$  es la altura hasta un determinado plano de referencia, (valor conocido como la "cota" del punto),  $y$  es el tirante de la sección hidráulica y  $v^2/2g$  es la transformación en altura de la energía cinética del agua.

Esta energía hidráulica es susceptible de ser transformada en otro tipo de energía. De hecho, durante muchos años ha sido utilizada como energía motriz en los molinos, elevadores de agua, etc. Sin embargo por la importancia actual que ella reviste se hará exclusiva referencia a la energía eléctrica obtenida a partir de la energía total contenida en la corriente. La energía hidráulica se transforma en energía mecánica en las turbinas y posteriormente en energía eléctrica en los generadores asociados a dichas turbinas.

El peso  $P$  de agua en kilos, cayendo desde una altura  $H(m)$  produce un trabajo igual a:

$$1.7) \quad T(\text{kg.m}) = P(\text{kg}) * H(\text{m})$$

El volumen de agua caído, siendo el peso específico ( $\gamma$ ) del agua igual a 1.000 kg/m<sup>3</sup>, vale  $P.\gamma$ , y si el volumen cae en el tiempo  $t(s)$  el caudal  $Q$ , expresado en m<sup>3</sup>/s, vale  $V(\text{m}^3)/t$ . De acá resulta que la potencia hidráulica obtenida es:

$$1.8) \quad W(\text{kgm/s}) = 1.000 Q(\text{m}^3/\text{s}) H(\text{m})$$

Otras formas de expresar esa potencia se muestran en la ecuación (1.9)

$$1.9) \quad W(\text{HP}) \cong W(\text{CV}) \cong 13,16. Q. H$$

$$W(\text{kw}) = 9,81. Q. H$$

En las condiciones actuales de la tecnología el rendimiento global de las instalaciones hidro y electromecánicas es aproximadamente 0,90, por lo cual la potencia realmente suministrada por un curso de agua vale:

$$1.10) \quad W = 900. Q. H(\text{kgm/s}) = 11,8. Q. H(\text{HP o CV}) = 8,8. Q. H (\text{kw})$$

La energía anual entregada por ese curso en h horas de funcionamiento anual, expresada en la muy conocida unidad de facturación de energía eléctrica (Kwh.) está dada por:

$$1.11) \quad E(\text{Kwh.}) = 8,8. Q. H. h$$

Si el derrame anual de un río (es decir el volumen total aportado por un año) es D(hm<sup>3</sup>) y suponiendo un funcionamiento continuo durante las 8.760 horas del año, la energía anual generada vale:

$$1.12) \quad E(\text{Gw.h/año}) = 8,8.Q(\text{m}^3/\text{s}).H(\text{m}).8.760 \text{ h. } 10^{-6} \text{ .Gw/kw} = 0,077.Q.H$$

o bien:

$$1.13) \quad E(\text{Gw.h/año}) = 0,0024 D(\text{hm}^3/\text{año}).H$$

Obviamente los coeficientes relacionados con los rendimientos hidráulicos, mecánicos y eléctricos tenderán a aumentar en función de los adelantos tecnológicos.

A fin de comparar la producción energética de un curso de agua con otros medios de generación se tiene:

1 tn de carbón	produce 2.000 Kwh.
1m <sup>3</sup> de petróleo	produce 3.175 Kwh.
1 hombre –año (*)	produce 12.584 Kwh.

(\*) trabajando 2.288 horas anuales

La unidad comúnmente usada para el petróleo es el barril americano de 157 litro y que suministra una energía de 500 Kwh. El costo medio del barril en la actualidad (marzo de 2005) es del orden de los 50 u\$s, valor más elevado que durante la guerra del golfo y que durante la crisis del petróleo a comienzo de la década del 70.

Si se dispone de un caudal constante de 1 m<sup>3</sup>/s que cae desde un metro, la energía anual que suministra es de 0,077 Gwh, equivalente a la de 154 barriles con un costo anual de 7.700 u\$s. Por otra parte equivale al trabajo suministrado por seis hombres al año.

Una idea más clara, para evidenciar la magnitud de la producción de energía eléctrica a través de un curso de agua, se tiene considerando la generación potencial total del río Paraná que, a través de los emprendimientos de Corpus Christi (en proyecto), Yacyretá (en construcción) y Paraná Medio cierre Chapetón (en proyecto), sería del orden de 65.000 Gw.h/año, equivalente al consumo de 130 millones de barriles con un costo anual de 6.500 millones de dólares.

Las reservas comprobadas de petróleo en la Argentina (a julio de 1997) eran de aproximadamente 417 millones de m<sup>3</sup> y la de gas 684 millones de m<sup>3</sup>.

CUADRO 1.5

POTENCIA INSTALADA (Mw.), ENERGÍA ANUAL CONSUMIDA (Gwh) Y FUENTE DE GENERACIÓN (ENERO DE 2001)

FUENTE	POTENCIA INSTALADA	ENERGÍA GENERADA	% DE LA POTENCIA TOTAL
TERMICA CONVENCIONAL	2.500	1.080	18
TERMICA A GAS	2.900	2.460	41
NUCLEAR	900	660	11
HIDROELECT.	6.000	1.800	30
TOTAL	12.300	6.000	100

Fuente: Instituto General Mosconi

Claro está que las inversiones iniciales para la construcción de centrales hidráulicas, como así también el capital inactivo durante la construcción (intereses intercalares) es alto. En la actualidad el costo promedio mundial para la instalación de una central hidroeléctrica está en el orden de 1.250/1.750 u\$s el Kw. instalado, con plazos de construcción del orden de los cinco años. El costo de instalación de una central térmica de ciclo combinado (funciona como un motor de combustión interna con cuyos gases de emisión se ayuda a calentar el vapor de una máquina de combustión externa) es del orden de los 350/450 u\$s el Kw. instalado y su período de construcción es de aproximadamente un año. Todos los valores indicados se deben haber modificado sustancialmente con posterioridad al colapso económico – financiero derivado de la salida de la convertibilidad a comienzos del año 2002.

Sin embargo esta aparente ventaja de la generación térmica se pierde si se toma en cuenta que tanto el gas como el petróleo son recursos naturales no renovables y tienen un determinado costo unitario. En cambio el agua es un recurso permanentemente renovable y su costo de utilización es cero. El costo

unitario promedio mundial de la generación hidráulica (u\$/kwh) está en el orden de 0,030, (30 mills de dólares para utilizar la jerga en boga en el ámbito energético) o bien 38 dólares por Mwh generado. En el caso de Corpus Christi, por las razones enunciadas, está próximo a 20 mills. Por su parte la generación térmica promedio mundial está por sobre los 40 mills. Sin embargo, en la Argentina, debido a la abundancia de las reservas de gas su costo unitario es bajo (menos de 1 u\$/MBTU) por lo cual el costo unitario de generación es del orden de 25 mills (menos del 63% del costo promedio mundial). De todas maneras es conveniente señalar que en los costos enunciados para las centrales hidráulicas se incluye el correspondiente al control ambiental, en cambio en las centrales a gas de la Argentina el control de la emisión de CO<sub>2</sub>, que contribuye al efecto invernadero, no se considera. En el resto de los países la generación a gas está multada con un 20% de sobre costo por contaminación ambiental. O bien, empresas generadoras están obligadas a plantar una superficie de bosques tal que puedan consumir el CO<sub>2</sub> generado en la combustión.

Una ventaja muy particular de la generación hidráulica está en que es la única fuente de energía renovable capaz de “reservar” la misma. Esa reserva se hace conservando el agua en el embalse creado por la presa, a fin de turbinarla cuando realmente lo demanda el mercado consumidor. Las presas de embalses pueden guardar el agua durante el día (cuando no se necesita energía) para incrementar el agua turbinable durante la noche.

El análisis anterior es muy simplista ya que no toma en cuenta las restricciones en cuanto a la seguridad en el suministro de la energía hidráulica derivada del carácter azaroso de los caudales, a la gran distancia que separa a las centrales hidráulicas de los centros de consumo, a la colisión con otros usos del recurso, etc. De todas maneras las restricciones indicadas no hacen cambiar el concepto general sobre la importancia que reviste el agua como productor de energía eléctrica, especialmente por su carácter esencialmente renovable y por sus mas fácilmente controlables efectos ambientales.

El lector conoce a través de la información periodística la preocupación de los argentinos por el “venteo” del gas en el sur, pero ¿alguna vez se ha puesto a pensar en la incongruencia que significa dejar “escapar” durante años hacia el mar la energía disponible en un curso de agua?.

Es indispensable dar una apreciación general respecto al esquematismo muy argentino de plantearse situaciones extremas: energía hidráulica “versus” energía térmica convencional y esta, a su vez, “versus” energía nuclear. Nada mas equivocado e inconveniente para los intereses nacionales ya que cada fuente de energía tiene características que la hacen aplicables a circunstancias especiales, por lo cual todas las fuentes deben ser racionalmente utilizadas. La mejor herramienta para ello es elaborar un plan energético que establezca, sobre la base de condiciones económicas y políticas, la explotación de cada fuente. Estos planes se realizan con éxito en varios países, en especial Francia, pionera en la racionalización y planificación de la energía. En la planificación energética las definiciones técnicas - económicas son relativamente sencillas, los condicionamientos políticos son los complicados,

En la Argentina el estado se ha retirado del campo de las inversiones energéticas, dejando en mano del “mercado” la asignación de los recursos necesarios para satisfacer la demanda. Ello puede resultar ser un error, ya que el “mercado” se va a guiar por los beneficios inmediatos que brinda la generación térmica (inversión a corto plazo), sin preocuparse por la emisión de CO<sub>2</sub> o por la realidad sobre las efectivas reservas de gas en el país. Sin necesidad de que el estado se convierta en empresa constructora y administradora de obras hidráulicas (largo plazo), la construcción y explotación de las mismas se pueden lograr mediante la concesión de obra pública, con participación de capital privado, previo acuerdo sobre el canon a pagar y el lapso de la concesión. Si el estado da facilidades en tal sentido no cabe duda que los inversores derivarán sus recursos sobre obras rentables y sustentables a largo plazo.

Este uso se refiere a la pesca comercial en agua dulce ya sea obtenida directamente desde el medio natural (ríos, arroyos, lagos y lagunas) o “industrializadas” en estanques especiales, entre los que se incluyen las estaciones de pisciculturas y los embalses producidos por las presas construidas en los ríos. Queda excluidas de esta clasificación la pesca deportiva ya que se incluye entre los usos recreativos del recurso.

En la Argentina prácticamente no hay pesca comercial de agua dulce, reduciéndose, la escasamente existente, a las provincias mesopotámicas. En esta región el pez de mayor valor comercial es el surubí, ya que la pesca comercial del dorado (pez carnicero y depredador) está prohibida, pues se lo considera un pez “deportivo”. No sucede lo mismo en el Paraguay y ello es motivo de permanentes disputas con las provincias argentinas vecinas a dicho país. En la actualidad (2005) el problema está solucionado ya que se ha creado un Comité de pesca cuya Secretaria Ejecutiva ejerce la Comisión Mixta del río Paraná (COMIP) encargada de limar las controversias, fijar épocas de veda, métodos de pesca, etc.

En los ríos del sur los peces existentes, tales como truchas y salmones tienen también mayor valor deportivo que comercial.

La producción de carne de pescado oscila entre los 20 y 50 kg/ha, actuando el agua como “hábitat” de los peces, sin que haya consumo de la misma. El menor valor corresponde a lagos y lagunas en los cuales no hay una adecuada renovación de agua, produciéndose una estratificación del volumen que actúa negativamente sobre el desarrollo de los peces. En ríos y arroyos la producción aumenta, alcanzando los valores máximos en los estanques industrializados en los cuales se puede llegar a una producción anual por sobre los 50 kg por cada 10.000 m<sup>3</sup> de agua. En estos estanques el agua se recicla, por lo cual no hay consumo. En los embalses de las presas se puede llegar al máximo valor de producción siempre y cuando se tenga precaución en el control de la calidad del agua. En ese sentido es conveniente recalcar que en el embalse de la

presa de San Roque (Carlos Paz, Provincia de Córdoba) la pesca casi ha desaparecido por eutrofización del embalse. En estos lagos artificiales puede desarrollarse la fauna autóctona o bien una foránea traída ex profeso, pero casi siempre suele ser una solución que atenta contra las condiciones naturales previas.

En general el pez fluvial en la Argentina tienen características migratorias, ascendiendo por los cursos de agua en busca de lugares tranquilos para ovular, retornando posteriormente hacia aguas abajo. Esto lo diferencia de los salmónidos europeos que si bien suben desde el mar hacia las nacientes de los ríos para ovular (en el mismo lugar en que nacieron) mueren posteriormente.

Las obras hidráulicas transversales a un curso interrumpen este movimiento vital, con lo cual si no se dan adecuadas facilidades de transferencias, se pone en peligro la supervivencia de determinadas especies. Estas estructuras de transferencia constituyen por su complejidad un verdadero desafío en el diseño de una obra hidráulica. Existe amplia experiencia sobre las mismas en presas del Canadá y de Escocia, donde se construyen “escalas de peces” que son salvadas por los salmones dada su cualidad de pez saltador. En el retorno hacia aguas abajo los peces pequeños pueden atravesar las obras de toma de la presa. Desgraciadamente no sucede lo mismo con los peces fluviales de la Argentina, de los cuales en el río Paraná solamente se conocen mas de 200 especies cada una de ellas con especiales condiciones genéticas y con diferentes normas de conducta. Casi ninguna de esas especies salta y todas luego de ovular retornan por lo cual no hay posibilidad para que los peces grandes puedan atravesar la presa hacia aguas abajo. La duda inicial ya apunta a determinar a cual especie se le deben dar las mejores condiciones para salvar el obstáculo de la presa, ¿al surubí, por su alto valor comercial?, ¿al dorado por su valor recreativo? ¿o al sábalo que es el depurador de los residuos en el cauce del río?. Como se ha dicho la solución de este problema es un desafío para el control ambiental.

## **II.1.7 Navegación**

La navegación fluvial debe haber constituido uno de los primeros usos del agua, entendido como un medio generador de riquezas. Existe abundante documentación referida a la primitiva navegación por los ríos Nilo, Yantsé, etc. , las piedras utilizadas en la construcción de las pirámides de Egipto, durante la Dinastía IV (2.600 AC.) fueron transportadas en barcazas especiales, por el río Nilo.

En lo que se refiere a la República Argentina la navegación fluvial posibilitó la colonización de todo el litoral argentino. Se conocen viejos proyectos de navegación por el río Colorado y por el río Bermejo, sin embargo la navegación fluvial no ha alcanzado en el país el desarrollo económico que debería haber tenido y en ello puede verse el hecho negativo, ya señalado, del comportamiento enfrentado y nunca complementario entre los intereses de los diferentes sectores, en este caso el tránsito ferroviario, versus el automotor, versus la navegación fluvial. A ese hecho debe sumarse cuestiones de política gremial en cuanto a la necesidad de contar a bordo de embarcaciones de determinado personal, tales como cocineros, prácticos, etc. y los altos costos de los puertos que redundaron en el encarecimiento de los costos del transporte. El avance de la misma fue languideciendo y hasta mediados de la década del 80 solo se practicaba en el Río de la Plata, en el Delta, en la parte inferior y media del río Paraná y el río Paraguay.

Esta circunstancia cambió sensiblemente con la puesta en marcha de los estudios de la Hidrovía Paraná – Paraguay en los primeros años de esta década. Esta Hidrovía, de cuyos estudios y trabajos de mejoramiento de la navegación y estudios ambientales participan la Argentina, el Brasil, Bolivia, el Paraguay y el Uruguay, posibilitará extender la navegación fluvial hasta el Puerto de Cáceres, en pleno Pantanal Brasileño. La salida al mar se produce por los puertos de Palmira (Uruguay) y Buenos Aires. Esta vía se ha potenciado con los acuerdos económicos del MERCOSUR, (al que no pertenece Bolivia) que ha acrecentado el movimiento de cargas en la región. Otro hecho que contribuye al acrecentamiento de la navegación fluvial lo ha

producido el estudio de la Hidrovía Tieté-Paraná (Acuerdo de los Presidentes Menem y Franco en mayo de 1993) que permitirá conectar toda la región que rodea a San Pablo con la Mesopotámica Argentina y los puertos paraguayos sobre el río Paraná, tanto aguas arriba como aguas abajo de la presa de Itaipú. Como se explicará oportunamente en este punto es necesario interrumpir la navegación por que dicha presa no cuenta con una esclusa (estructura que posibilita el paso de las embarcaciones).

El tráfico fluvial se realiza mediante dos tipos de embarcaciones:

- buques de cabotaje que transportan pasajeros, cereales, petróleo, cuyo número e importancia disminuyen constantemente, con tendencia a utilizarlos solo en el transporte de pasajeros de orilla a orilla, es decir en sentido transversal a la corriente,
- barcas autopropulsadas y/o trenes de barcas impulsadas por un remolcador, conocidas como “barcas de empuje”. Estas embarcaciones transportan mercadería a granel y también – pero en menor cuantía – “contenedores” con mercadería en general.

La navegación fluvial no tiene uso consuntivo, ni aún en los canales (obras del hombre) de navegación; las únicas pérdidas computables son la evaporación del agua (de cierta importancia ya que los canales navegables tienen comúnmente anchos considerables) y a la filtración, que puede mejorarse con adecuadas obras de impermeabilización. En realidad las restricciones a la navegación están dadas por la configuración del cauce (restingas, pasos meandros, etc.), por la velocidad del agua, por la variación brusca de los niveles y por otros usos del agua. La colisión con otros usos es total en caso de los consuntivos; en cambio con la hidroelectricidad las restricciones están dadas por el tipo de operación de la central. En las de “pasada”, sin regulación no se altera el régimen del río y este funciona hidrológicamente como si la presa no existiese. En cambio en las centrales que regulan el recurso para trabajar de “punta” (es decir trabajando con mayor potencia en las horas pico del consumo) hay colisión ya que las descargas hacia aguas abajo incrementan

la velocidad media natural o crean variaciones de nivel incompatibles con la circulación de las embarcaciones. Claro está que la propia presencia de una presa (cualquiera sea su función) produce un obstáculo que solo puede salvarse construyendo una obra especial que se denomina “esclusa”. Ha la fecha con este tipo de obra solamente se pueden salvar alturas no mayores de 35 m, razón por la cual si quisiera construir una obra de este tipo en la presa de Itaipú será necesario construir tres esclusas, las que deberían estar comunicadas con un canal de navegación.

El hecho de tener un curso navegable o la posibilidad de construir un canal no asegura la factibilidad económica de la navegación, la existencia del curso es una condición necesaria pero no suficiente. Tan importante como aquella es, por un lado, “disponer” de mercaderías que se puedan moverse a “granel”, es decir granos, minerales, distintos tipos de combustibles, etc. y –por otro- mercados internos que puedan consumir esos productos o en su defecto puertos de transferencia fluvial – marítimos que permitan exportarlos.

En el caso particular de la Argentina, dejando de lado las dos hidrovías mencionadas quedan con posibilidad de navegación los ríos Uruguay, Bermejo y Negro. Pero estos cursos deben competir con otras obras de infraestructura de transporte, vías férreas y caminos, ya amortizadas. Respecto a este punto es conveniente señalar que la comunidad europea está estudiando, para la Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU) las posibilidades de la navegación de dicho río, que cuenta con una esclusa construida y que no está en operaciones en la presa de Salto Grande.

Si se continúa en el camino de destrabar políticamente la navegación fluvial el comercio del transporte se inclinará, sin dudas, hacia el mismo por una simple razón de costos, ya que la relación entre el transporte fluvial, el ferroviario y el carretero o vial están en la proporción 1: 2,5: 5. Estos valores son más favorables aún al transporte fluvial en aquellos países que no apoyan al tránsito automotor como sucede en la Argentina, prácticamente desde la década del 40.

No existen obras hidráulicas de envergadura destinadas expresamente al uso recreativo, lógicamente si se dejan lado obras menores como fuentes ornamentales y otras similares. Es común, sin embargo, que obras hidráulicas destinadas a otros fines tengan utilización recreativa. Un simple ejemplo es la denominada “pista de remo” que no es nada mas que un canal descargador entre los ríos Tigre y Reconquista, destinado inicialmente al trasvase de caudales de un curso a otro. Un ejemplo más complejo es el caso de la Presa San Roque (o dique San Roque) cuya misión inicial era proveer de agua potable y controlar las crecidas del río Primero sobre la ciudad de Córdoba. Sin embargo el común de la gente lo asocia en la actualidad con la actividad turística y recreativa. En este sentido es conveniente aclarar que a la fecha (marzo de 2005) esa actividad se encuentra totalmente anulada por la eutrofización del embalse, la que afecta también su condición de abastecedora de agua potable.

## II.2

## USOS “NEGATIVOS” DEL RECURSO

Como ya se ha dicho, el uso “negativo” del agua corresponde a una acción depredatoria del recurso, que lleva asociada fuertes inversiones para impedir estas acciones destructivas. En este caso el beneficio del proyecto, está representado por la producción que se protege o por las obras de otro tipo que habría que construir para evitar esa acción. Como se verá pueden darse casos en los que las obras destinadas a utilizar “positivamente” el recurso, provoquen algunos efectos perjudiciales, como así también que puedan servir para ambos efectos.

### II.2.1

### *Crecidas depredatorias y sequías*

El recurso hídrico es renovable en cada sitio de la tierra, pero dado el carácter eminentemente azaroso (por lo menos hasta estos momentos del desarrollo tecnológico) es - en ese sitio- esencialmente variable. Estadísticamente es factible esperar que se alcancen valores extremos, produciéndose crecidas (caudales máximos) o sequías (caudales mínimos) cada tantos años. Ambos fenómenos producen efectos devastadores sobre la economía, evidenciándose las crecidas en forma más dramática ya que, incluso, provocan pérdida de vidas humanas; sin embargo en otras regiones del mundo los efectos de las sequías son tremendos, debiendo ser conocidas por los lectores las famosas “hambrunas” que se producían años atrás en la China y en la India por la falta de alimentos derivados de las sequías.

Estos fenómenos extremos son estudiados estadísticamente, su tratamiento exige fijar previamente el riesgo que es posible aceptar, pues en función de este riesgo se diseñan las obras de defensa y control.

El riesgo se expresa en tanto por ciento de la probabilidad de ocurrencia del fenómeno y se obtiene en función de los perjuicios ocasionados.

En el caso de crecidas, son fácilmente cuantificables las pérdidas materiales tales como destrucción de edificios, vías de acceso, obras hidráulicas en los cauces, sembradíos, ganadería, etc. pero no existen normas que establezcan los riesgos en caso de muerte de personas, aunque parezca inhumano decirlo. En el caso de sequías, las pérdidas son materiales derivadas de la disminución en los rendimientos de los cultivos, pérdida de peso en la ganadería, disminución en la generación hidroeléctrica, disminución de la pesca, etc.

Las defensas contra las crecidas apuntan a disminuir el pico (o caudal máximo) del hidrograma, éste representa la variación del caudal con el tiempo. Esto se obtiene, ya sea a través de presas de embalses, obras retardatorias en los cauces el recurso suelo, (constituyendo “un único recurso: agua – suelo”) a través de un manejo racional de los cultivos.

No existen obras de defensa contra las sequías en el sentido que se les ha dado a las anteriores. Se deberá diseñar las obras sobre la base de un adecuado análisis estadístico de los registros disponibles, con el fin que la magnitud de aquellas obras sea compatible con caudales de “ocurrencia continua” y conociendo previamente los riesgos estadísticos que se corren cuando se produzcan caudales menores que los utilizados en el proyecto.

### ***II.2.2 Excesos de agua en el suelo***

Ya se ha dicho que una muy buena fuente de utilización del recurso es el agua existente en el suelo, hasta niveles de unos 750 m; sin embargo, cuando el nivel de agua se acerca a la superficie (en el caso del agua freática) provoca efectos perjudiciales. Uno de ellos provoca la salinización de los suelos, otra es la acción negativa sobre los cultivos que necesitan para desarrollarse, equilibrio entre las fases líquidas y gaseoso en los poros del suelo, un tercero es la aparición de la subpresión, fuerza dirigida de abajo hacia arriba que actúa disminuyendo el peso efectivo de las estructuras y con ello su acción estabilizadora.

La solución a este problema es la aplicación de las técnicas del drenaje mediante el cual se consigue deprimir los niveles freáticos por debajo de las cotas que provocarían perjuicios.

Es conocida por los lectores la situación que se está produciendo en la actualidad (marzo de 2005) en el Partido de Lomas de Zamora, en la Provincia de Buenos Aires y que amenaza, si no se toman las medidas correctivas necesarias, a todo el conurbano bonaerense.

En el caso del drenaje de los suelos agrícolas, en el caso de que los cultivos sean regados, es aconsejable la impermeabilización de los cauces y el uso de métodos de riego que no coloquen excesos sobre el suelo; en esos casos se está actuando sobre la causa que provoca el fenómeno.

## II.3

## DEGRADACIÓN Y Contaminación hídrica

Se ha explicado la utilidad del recurso, pero es necesario caracterizar una de sus mayores debilidades: la facilidad de descomponerse, alterando, cuando no irrumpiendo, los diversos usos definidos. Esa descomposición puede ser natural o antrópica, es decir provocada por la actividad humana, en cuyo caso corresponde hablar de contaminación.

La primera abarca dos aspectos:

**La carga del material sólido**, debido al efecto erosivo del agua actuando sobre suelos degradables a través de mecanismos que se detallarán más adelante.

Este efecto provoca, al llegar los cauces a zonas de menor velocidad, la deposición del material sólido, con lo cual se ciegan los propios cauces y los canales artificiales de distribución, se colmatan lagos naturales y los embalses artificiales, se disminuye la permeabilidad de los terrenos destinados al regadío y se afectan sensiblemente por terrenos destinados al regadío y se afectan sensiblemente por el efectos de fricción, los órganos hidromecánicos, tales como válvulas, bombas, turbinas, etc., especialmente cuando el sólido transportado es arena. Se han intentado medios para paliar los efectos del derrame sólido, pero es la única solución efectiva es evitar la erosión, que pasa, casi fundamentalmente, por soluciones de tipo agrícola, en especial por la cobertura vegetal de los suelos, generalmente apoyada en la forestación.

**El proceso de dilución del agua sobre formaciones solubles** que provoca la carga de elementos o sustancias que inhiben el uso del recurso. Sin llegar a los extremos de la presencia de elementos tóxicos, tales como el boro (casos del río Jáchal en San Juan y el Bermejo en La Rioja) o el arsénico, contenido en los depósitos freáticos del centro del país (Laboulaye en Córdoba), es común la presencia de sales como el NaCl, NaSo<sub>4</sub> y MgSO<sub>4</sub> que actúan

negativamente sobre el desarrollo de los cultivos y afectan - claro que con resultados económicos de menor importancia - las estructuras de acero y hormigón. No hay soluciones técnicas económicamente accesibles para limitar la presencia de esas soluciones. Una de ellas es eliminar la afluencia del cauce "contaminado" hacia el centro de consumo, pero ello sólo será posible cuando el aporte hídrico de dicho cauce sea despreciable frente a los volúmenes necesarios para el abastecimiento. En el caso de la agricultura, la solución viene dada por la aplicación de prácticas de riego adecuadas y por la utilización de cultivos tolerantes a los contenidos salinos del agua. Otro uso afectado por esta contaminación, es la pesca; sobre los otros usos no se producen efectos de importancia.

La evolución natural del agua es constante en el tiempo y cuando cambia es por efecto de acciones antrópicas, (contaminación). La mayoría de las veces para aumentar, como el incremento que se produce en el derrame sólido con posterioridad a la tala de bosques. La contaminación debido a las actividades humanas, comenzó con el desarrollo industrial y la concentración en ciudades, agregándose en los últimos años la explotación agrícola intensiva, con lo cual se ha alcanzado niveles de catástrofes en años recientes. Hace poco tiempo que el hombre común ha comprendido la gravedad de este hecho, posibilitando a los gobiernos la adopción de medidas de control, aunque estas signifiquen mayores costos en los productos finales. Los desechos industriales no degradables, los residuos domiciliarios de la misma naturaleza, los pesticidas y fertilizantes agrícolas, son los principales causantes de la contaminación. Esta afecta con mayor rigor al abastecimiento poblacional, a la pesca, al riego (en especial para aquellos productos agrícolas de consumo natural) y a las actividades recreativas. No tiene marcado efecto sobre los otros usos, más aún, en EE.UU. se explota un aprovechamiento energético utilizando las aguas servidas de la ciudad de Chicago. Las medidas están orientadas al control de los residuos industriales y a la investigación sobre usos de pesticidas y fertilizantes degradables.

### III CAPÍTULO II: EL AGUA, ¿RECURSO NATURAL O ECONÓMICO?

Hace miles de millones de años que la cantidad de agua es prácticamente constante. El 70% de la superficie de La Tierra está cubierta de agua, el 97, 4% es salada y solo el 2,6 % es agua dulce. De este pequeño porcentaje, el 70% se destina a la irrigación, el 20% a la industria y únicamente un 10% al consumo humano. Pero sólo el 0,7% de este 10% es accesible de manera inmediata, el resto se encuentra en los acuíferos profundos, en los casquetes polares o en el interior de las selvas.

Esto demuestra que existe mucho agua, pero no manifiesta que la misma se encuentra distribuida de manera desigual. El 60 % se encuentra en 9 países mientras otros 80 sufren escasez. Poco menos de mil millones de personas consume el 86% del agua existente, mientras que 1400 millones de personas es insuficiente. Y para otros 2000 millones no está tratada, lo que genera el 85% de sus enfermedades.

El actual “estrés mundial del agua” ha sido creado principalmente por dos problemas:

1. La contaminación sistemática asociada a la destrucción de la biomasa que garantiza la perpetuidad de las aguas corrientes y,
2. La falta de cuidado en el uso del recurso.

*“Por ser un bien escaso, se nota una carrera desenfrenada por la posesión del agua. Quien controle el agua, controla la vida. Quien controla la vida, tiene el poder.” (Leonardo Boff)*

Entonces, ¿el agua es un bien natural o un bien económico? A esta pregunta se puede responder de la siguiente manera: Todos los seres humanos tienen derecho a la vida y ello implica tener derecho a agua potable gratuita. Sin embargo, al haber costos de captación, tratamiento, distribución, uso, reúso y conservación, existe una dimensión económica innegable.

Aún hoy este es un tema de discusión, sin embargo, **como conclusión se podría decir que el agua tiene un enorme valor pero aún no tiene precio. Si existe cuidado, será abundante para todos.**

### III.1 El problema: Falta de agua

En la agenda política internacional el tema de la escasez del agua se ha vuelto prioritario. Ante una situación de escasez del agua la amenaza se cierne sobre tres aspectos fundamentales del bienestar humano:

1. la producción de alimentos,
2. la salud,
3. la estabilidad política y social.

Esto se complica aún más si el recurso disponible se encuentra compartido, sin considerar la obvia complejidad que adiciona el aspecto ecológico.

Es por esto que la gestión del recurso deberá tender a evitar situaciones conflictivas debidas a escasez, sobreexplotación y contaminación, mediante **medidas preventivas** que procuren un uso racional y de conservación

La conceptualización de la conservación del recurso agua debe entenderse como un proceso que cruza a varios sectores, por lo que **la estrategia debe considerar**: lo económico, lo social, lo biológico, lo político, etcétera.

*La carencia de agua potable se debe tanto a:*

- *la falta de inversiones en sistemas de agua*
- *su mantenimiento inadecuado.*

Cerca del 50 por ciento del agua potable, en los países en desarrollo, se pierde por fugas en los sistemas de suministro, conexiones ilegales y vandalismo. En algunos países, el agua potable es altamente subsidiada por aquellos conectados al sistema, generalmente personas en una mejor situación

económica, mientras que la gente pobre que no está conectada al sistema depende de vendedores privados costosos o de fuentes inseguras.

Los problemas de agua tienen una importante implicación de género. Con frecuencia en los países en desarrollo, las mujeres son las encargadas de transportar el agua. En promedio, éstas tienen que recorrer a diario distancias de 6 kilómetros, cargando el equivalente de una pieza de equipaje, o 20 kilogramos. Las mujeres y las niñas son las que más sufren como resultado de la falta de servicios de saneamiento.

La mayor parte del agua dulce, aproximadamente el 70 por ciento del líquido disponible mundialmente se utiliza en la agricultura. Sin embargo, la mayoría de los sistemas de irrigación son ineficientes: pierden alrededor del 60 por ciento del agua por la evaporación o reflujo a los ríos y mantos acuíferos. La irrigación ineficiente desperdicia el agua y también provoca riesgos ambientales y de salud, tales como la pérdida de tierra agrícola productiva debido a la saturación, un problema grave en algunas áreas del sur de Asia; asimismo, el agua estancada provoca la transmisión de la malaria.

El consumo de agua en algunas áreas ha tenido impactos dramáticos sobre el medio ambiente. En áreas de los Estados Unidos, China y la India, se está consumiendo agua subterránea con más rapidez de la que se repone, y los niveles hidrostáticos disminuyen constantemente. Algunos ríos, tales como el Río Colorado en el oeste de los Estados Unidos y el Río Amarillo en China, con frecuencia se secan antes de llegar al mar.

Debido a que los suministros de agua dulce son el elemento esencial que permite la supervivencia y el desarrollo, también han sido, a veces, motivo de conflictos y disputas, pero a la vez, son una fuente de cooperación entre personas que comparten los recursos del agua. A la par del aumento de la demanda del líquido vital, las negociaciones sobre la asignación y administración de los recursos del agua son cada vez más comunes y necesarias.

Al ritmo actual de inversiones, el acceso universal al agua potable no podrá anticiparse razonablemente hasta el año 2050 en África, el 2025 en Asia y el 2040 en América Latina y el Caribe. En general, para estas tres regiones, que comprenden el 82.5 por ciento de la población mundial, el acceso durante los años noventa aumentó de 72 a 78 por ciento de la población total, mientras que el saneamiento aumentó de 42 a 52 por ciento.

En los países en desarrollo, entre el 90 y el 95 por ciento de las aguas residuales y el 70 por ciento de los desechos industriales se vierten sin ningún tratamiento en aguas potables que consecuentemente contaminan el suministro del agua utilizable.

### **III.2 La contaminación del agua**

La contaminación del agua por tuberías de desechos debe ser controlada de alguna manera. El déficit local y regional de agua es debido, sobre todo, al aumento de las necesidades surgidas del desarrollo económico y de la explosión demográfica. El hombre ha utilizado el agua para fines cada vez más numerosos, y su dependencia de ese elemento no ha hecho más que crecer.

El recurso agua es cada vez más apreciado, tanto para uso doméstico industrial o agrícola. Su escasez, sobre todo en las zonas áridas y semiáridas, la sitúan como prioridad vital para el desarrollo de las poblaciones: **"si no hay agua, no hay vida"**. Muchos son los programas emprendidos para el uso racional del vital líquido; sin embargo; gran parte de ellos adolecen de objetividad, ya sea por su difícil aplicación o por el elevado costo que representan; es más, se ataca el problema desde puntos de vista sofisticados (se piensa que el modelo más complicado es el mejor); sin embargo existen oportunidades valiosas que están a nuestro alcance, que solo requieren ser visualizadas, un tratamiento técnico simple y **"conciencia de todos"**.

Mucho se habla de las plantas tratadoras para reutilización del agua en ciertas actividades donde no se requiere la calidad de potable (dado el

acondicionamiento de las aguas degradadas), pero hemos olvidado que también hay desperdicios que no están a la vista y por ello no les ponemos atención.

Adicionalmente, la contaminación causada por los efluentes domésticos e industriales, la deforestación y las prácticas del uso del suelo, está reduciendo notablemente la disponibilidad de agua utilizable. En la actualidad, una cuarta parte de la población mundial, es decir, mil quinientos millones de personas, que principalmente habitan en los Países en vías de Desarrollo sufren escasez severa de agua limpia, lo que ocasiona que en el mundo haya más de diez millones de muertes al año producto de enfermedades hídricas.

### **III.3 Reducción de consumo y optimización del mismo.**

Hay mucho trabajo que hacer en reducir el consumo, en todos los ámbitos pero principalmente en los que mayor porcentaje del gasto suponen:

- en agricultura es imprescindible mejorar los sistemas de riego, teniendo en cuenta que estos consumen mas del 70% del volumen de agua dulce disponible.
- Las pérdidas de agua dulce en la red de distribución son escandalosas. 25-50 % en Urbanas y 40-60% en Agrícolas.

Las campañas de sensibilización ciudadana pueden reducir el gasto de agua doméstico. Es algo necesario por coherencia, pero no debe caerse en el testimonialismo fácil, ya que estamos hablando de un porcentaje muy pequeño del consumo global de agua. Sin embargo, las actividades recreativas (fuentes, riego de jardines, campos de golf, parques de atracciones etc) suponen la mayor parte del consumo considerado urbano y es muy fácilmente reducible.

### III.4 ¿Cuestión de precio o de cultura?

El lema del Día Mundial del Medio Ambiente 2003 "Agua: Dos mil millones sufren sin ella" pone de relieve el papel fundamental que tiene el agua en la supervivencia humana y el desarrollo sostenible

*El principio básico es que el agua no es un bien económico que pertenezca a una empresa, cuenca o país, sino un patrimonio común de la humanidad, al que todo el mundo debe poder acceder para cubrir sus necesidades básicas.*

Sin embargo, es evidente que si el agua es gratis, el derroche está garantizado. Esto lleva a que el recurso sea tratado como un bien económico pero siempre teniendo en cuenta que el precio debe tener en cuenta la capacidad de pagarlo.

Por un lado hace falta agua dulce, y por el otro una nueva forma de pensar. Se debe aprender a valorar el agua. En algunos casos, será necesario que los usuarios paguen un precio que se ajuste a la realidad. Sin embargo, esa valoración no debería privar de este recurso vital a poblaciones ya marginalizadas. **Una de las paradojas más perversas con respecto al agua en el mundo en el presente es que las personas con menores ingresos son las que en general más pagan por el agua.**

Esta nueva forma de pensar también implica encontrar soluciones prácticas y adecuadas para garantizar un abastecimiento fiable y equitativo del agua. Algunas soluciones son simples y económicas. La recolección del agua de lluvia, sin ir más lejos, podría ayudar a 2.000 millones de personas en Asia, y purificar el agua antes de beberla y las campañas de salud pública sobre prácticas básicas de higiene serían de gran ayuda para aliviar la carga de morbilidad mundial ocasionada por el agua sucia.

Para proporcionar servicios adecuados de saneamiento y un suministro sostenible de agua dulce también serán necesarias nuevas inversiones de envergadura en la infraestructura y la tecnología. Se estima que para lograr las

metas acordadas habrá que duplicar con creces los gastos anuales en agua potable y saneamiento.

Además hay que subrayar que no cabe relacionar la escasez del agua con las entradas por precipitación, pensando que se pueden canalizar en su totalidad hacia los usos: éstas se han de dividir en tres partes, una se evapora en la atmósfera, otra se fija en el suelo, en la vegetación y los organismos que componen la biosfera y otra es la que va por los cauces y lagos superficiales y subterráneos hacia el mar. Y solo de esta última parte cabe derivar agua hacia los usos antrópicos, pero sin agotar cauces o acuíferos, para evitar los daños sociales y ecológicos derivados de su sobreexplotación.

**El abastecimiento de agua de calidad no es ya tanto un problema físico, como económico:** las técnicas disponibles permiten fabricar el agua con la calidad deseada y llevarla al lugar requerido, pero ello entraña unos costes físicos y monetarios que pueden hacer la operación económica y ecológicamente poco recomendable.

La otra es más despilfarradora, más insostenible, pero políticamente fácil de implementar: basta con mantener el statu quo y ampliar el negocio de las empresas de obras públicas, de producción y venta de agua y de los concesionarios de nuevos caudales.

La primera apoya los *cambios institucionales necesarios para gestionar mejor el agua como recurso, incentivando la conservación y el ahorro del agua, readaptando los usos y mejorando su eficiencia*. Se trata de una opción de cambio institucional que requiere hacer política, en el mejor sentido de esta palabra, para desbloquear una situación que, aunque beneficie a ciertos intereses particulares, va cada vez más en perjuicio de la mayoría de la población apuntando hacia un horizonte de creciente insostenibilidad global y de deterioro ecológico local.

La otra es la opción técnica que ha predominando hasta el momento: la de *ampliar a cualquier coste la oferta de agua*. Tras la sobreexplotación de los

recursos hídricos esta opción promueve también ahora la desalación del agua del mar.

Esta opción renovada beneficia a constructores y "productores" de agua, deseosos de ampliar sus ventas favoreciendo el actual despilfarro de agua, que redundaría en perjuicio de la mayoría de la población y de su medio ambiente local y global.

El actual marco institucional favorece esta segunda opción: ahorrar agua y gestionarla mejor no es hoy negocio.

La primera opción deberá pues cambiar las reglas del juego económico para conseguir que gestionar mejor el agua sí sea negocio, cerrando a la vez la llave presupuestaria que subvenciona y privilegia las inversiones orientadas a ampliar la oferta de agua.

Retomando el tema de cómo debe tratarse al recurso agua, el mismo deja de ser un bien natural para convertirse en uno económico cuando ofrece suficiente grado de regulación, de acuerdo con el correspondiente tipo de aprovechamiento. **Su valor económico cambia en la medida que la acción del hombre mejora su disponibilidad y regulación.** De este modo, este recurso no se encuentra solo a la merced de la naturaleza sino que lo administra el hombre.

**El agua como todo bien económico tiene un precio.** Pero éste no tiene que ser necesariamente un precio de mercado, puede tener el carácter de pura renta de escasez análoga a la renta de tierra, o al cálculo de lo que se invierte en convertir el recurso natural agua en disponibilidades reguladas, útiles para alcanzar los objetivos fijados respecto a su utilización.

Lo que sucede en general en toda Sudamérica es que los sectores usuarios del agua asumen que ésta les debe ser ofertada gratuitamente y que **ninguno de ellos es responsable de su conservación, protección, superación o preservación.**

Tampoco existe un marco institucional que regule la gestión del agua como recurso natural de uso multisectorial. Las instituciones responsables actúan sin la coordinación necesaria que demanda el manejo, conservación y preservación de los recursos hídricos.

A estas limitaciones institucionales, que dificultan cada vez mas la implementación de una política nacional del agua, se suman las grandes vallas impuestas por el desconocimiento de la población de la gran importancia que tiene este recurso en el desarrollo humano. De este modo, *la poca preocupación del hombre en relación a ella, existe únicamente cuando nota su escasez*, lo que se constituye en otro de los factores que explican porqué la gestión del agua ha sido manejada de manera ineficiente en este continente, sin planificación y sin objetivos a largo plazo.

Como conclusión de lo dicho, se cree necesario **forjar una cultura del agua**, que apueste por la optimización del uso de este recurso escaso, implementando estrategias que propicien su obtención, distribución, desalojo, limpieza y reutilización resulta entonces fundamental para iniciar un trayecto sostenible hacia la instauración de una gestión integrada de este recurso vital para la población.

### **III.5 Conclusión del capítulo**

Partiendo de que sin agua no hay futuro el requerimiento de la Asamblea de los Sabios del Agua en Kioto, es una acción universal combinada, individual y grupal, social, institucional de todos los órdenes en concierto para la protección y el fortalecimiento de fuentes, cuencas, manantiales, acequias. Ni más ni menos lo mismo que los pueblos aborígenes del mundo han hecho desde la antigüedad. Ejercer el derecho al agua, con la celosa participación de todos y todas, -niños, jóvenes, adultos- en el cuidado del agua. Participación que patentiza lo animado, el fluido, el movimiento, la transformación.

La aparente abundancia del agua en el mundo ha dado la impresión, en el pasado, de que se trataba de un bien inagotable. Era también el más barato. En la mayor parte de regiones el agua era gratuita. Todo ello ha conducido al hombre a derrocharla. El riego se efectúa de forma excesivamente generosa, hasta el punto de anegar los suelos y de provocar una salinización secundaria. Las fugas en las redes de alimentación de agua de las ciudades son enormes.

El agua se considera en la actualidad como un recurso económico del mismo valor que los minerales, y debe ser administrada racionalmente. En el origen de esta toma de conciencia aparece una importante disminución de este recurso en múltiples puntos del globo y, a partir de la mitad de la década de los setenta, el crecimiento del coste de la energía. Se ha constatado que la explotación irracional de un recurso de superficie o subterráneo provoca déficit de agua y que esos déficit tienden a aparecer en nuevos lugares y a menudo varias veces por año. Es probable que los déficit sean causados por la contaminación; en todos los casos, comprometen el desarrollo urbano y económico.

Se ha estimado que un ser humano necesita en promedio 50 litros de agua por día para beber, cocinar, lavar, cultivar, sanear. El nivel de emergencia de este tema se popularizó hace sólo unos años (el Foro Mundial del Agua celebró en marzo reciente su tercera versión, en Kioto, Japón) empezó a ser considerado internacionalmente como una constatación pavorosa de la ya no paulatina, sino vertiginosa escasez de agua en todo el planeta, surgida no sólo del crecimiento poblacional, sino de la estremecedora negligencia humana con todas sus consecuencias relacionadas.

El primer Foro Mundial del Agua celebrado en el año 2000 en La Haya, se fijó como objetivo para el año 2015 reducir a la mitad el número de personas sin acceso al agua potable. Pero no incluyó planes para evitar su monopolio. Apenas sí se nombró el conflicto de la privatización de las fuentes de agua, destinado a ser uno de los más graves del siglo que empieza. Pese a que sólo el 5% del agua potable en el mundo está en manos privadas, las ganancias anuales que obtienen estas empresas son más del doble de lo que gana hoy la industria petrolera. Pero previsto como está el crecimiento poblacional del

planeta de nueve mil millones de habitantes para el año 2025, no es ningún trabajo imaginar el monstruoso mecanismo que está en marcha para el mercado del agua.

## IV CAPÍTULO III: AGUA VIRTUAL

### IV.1 Orígenes

El concepto de agua virtual surgió a principios de los años 90 y fue definido por vez primera por J.A. Allan como el **agua que contienen los productos**. Para producir bienes y servicios se necesita agua; se denomina agua virtual del producto, ya sea éste agrícola o industrial, al agua utilizada para producirlo.

El agua virtual es una herramienta esencial para calcular el uso real del agua de un país, equivalente al total de la suma del consumo doméstico y la importación de agua virtual del país, menos la exportación de su agua virtual. Es un indicador útil de la demanda del país respecto a los recursos hídricos del planeta.

<b>Comercio de agua virtual global entre las naciones: los 10 primeros productos agrícolas (1995-1999)</b>	
<b>PRODUCTO</b>	<b>% DEL COMERCIO DEL AGUA VIRTUAL</b>
Trigo	30,20
Soja	17,07
Arroz	15,36
Maíz	8,85
Azúcar	7,20
Cebada	4,88
Girasol	2,71
Sorgo	2,01
Plátanos	1,97
Uvas	1,86

Fuente: A.Y. Hoekstra; P.Q. Hung. Virtual water trade - A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade.

## **IV.2 Tendencias y productos.**

El comercio de agua virtual ha aumentado regularmente durante los últimos cuarenta años: aproximadamente el 15% del agua utilizada en el mundo se destina a la exportación en forma de agua virtual.

Puesto que, a nivel global, la agricultura es el primer sector económico en cuanto al uso de agua, el intercambio de productos agrícolas constituye el elemento principal del comercio del agua virtual.

Según A.Y. Hoekstra, un experto del Instituto UNESCO-IHE:

- 67% del comercio global de agua virtual está relacionado con el comercio internacional de cultivos;
- 23% está relacionado con el comercio de ganado y productos cárnicos;
- 10% está relacionado con el comercio de productos industriales.

Durante el período 1995-1999, el trigo representó el 30% del volumen total del comercio de agua virtual dentro del sector agrícola entre los países, seguido por la soja (17%) y el arroz (15%) (ver cuadro página 52). El comercio de carne también es importante en términos de comercio global de agua virtual.

## **IV.3 Flujos de agua relacionados con los cultivos del mundo entero**

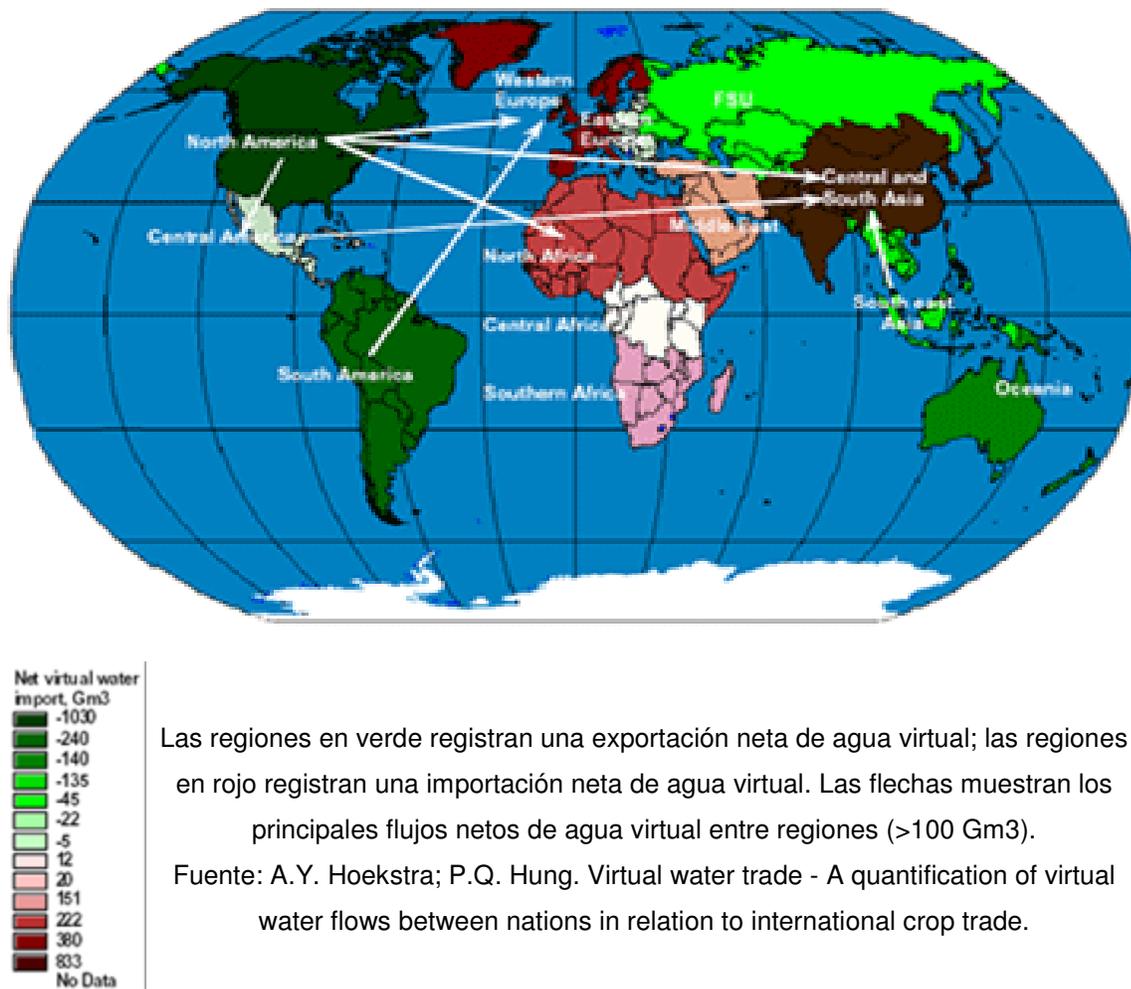
Como se muestra en el mapa, las regiones donde la exportación neta de agua virtual es importante son:

- América del Norte
- América del Sur
- Oceanía
- Asia Sudoriental.

América del Norte (Estados Unidos y Canadá) es con diferencia la primera región exportadora de agua virtual del mundo. Las exportaciones netas de

agua virtual de los Estados Unidos representan un tercio del total de la extracción de agua del país.

### Balanza comercial de agua virtual relacionada con los cultivos en trece regiones del mundo (1995-1999)



Las regiones donde la importación neta de agua virtual es importante son:

- Asia Meridional y Central
- Europa Occidental
- África del Norte
- Oriente Medio

Al ser las regiones más pobladas, tanto Asia Meridional y Central tiene una demanda alta de alimentos, lo que explica que sea la región que importa mayor cantidad de agua virtual.

Como afirma A.Y. Hoekstra, "La situación de países relativamente cercanos en cuanto a su geografía y nivel de desarrollo puede ser muy diferente en lo que se refiere a la balanza comercial de agua virtual". Mientras que países europeos como Bélgica, Alemania, Italia, Países Bajos y España importan agua virtual en forma de cultivos, Francia exporta una gran cantidad de agua virtual.

En Oriente Medio vemos que Siria registra una exportación neta de agua virtual relacionada con el comercio de productos de cultivo, sin embargo Jordania e Israel registran importaciones netas de agua virtual.

Los 10 primeros países exportadores de agua virtual (1995-1999)	
PAIS	VOLUMEN EXPORTACIÓN NETA (109 m3)
Estados Unidos	758,3
Canadá	272,5
Tailandia	233,3
Argentina	226,3
India	161,1
Australia	145,6
Viet Nam	90,2
Francia	88,4
Guatemala	71,7
Brasil	45,0

Los 10 primeros países importadores de agua virtual (1995-1999)	
PAIS	VOLUMEN IMPORTACIÓN NETA (109 m3)
Sri Lanka	428,5
Japón	297,4
Holanda	147,7
Rep. Corea	112,6
China	101,9
Indonesia	101,7
España	82,5
Egipto	80,2
Alemania	67,9
Italia	64,3

Fuente: A.Y. Hoekstra; P.Q. Hung. Virtual water trade - A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade.

#### **IV.4 Adoptar una estrategia en materia de agua virtual: ¿una solución para los países pobres en agua?**

Algunos expertos defienden que la importación de agua virtual (en forma de productos alimentarios o industriales) puede ser una solución válida para los problemas de escasez de agua, sobre todo en los países áridos donde el riego es indispensable para cultivar alimentos de poco valor y con importantes necesidades de agua.

Por ejemplo, para cultivar una tonelada de cereales o trigo se necesitan aproximadamente 1.000 m<sup>3</sup> de agua; producir la misma cantidad de arroz requiere hasta dos veces más de agua.

El valor de los recursos hídricos utilizados para producir estos alimentos básicos, en los países pobres en agua, acaba siendo varias veces mayor al valor del producto.

De esta manera, en lugar de utilizar sus escasos recursos hídricos para cultivar productos que requieren una gran cantidad de agua, estos países pueden importar alimentos baratos, y reducir la presión sobre sus propios recursos hídricos.

Varios países como Israel y Jordania, ya han elaborado políticas para reducir la exportación de productos que requieran grandes cantidades de agua. Actualmente, entre el 60 y el 90% del agua doméstica de Jordania se importa bajo forma de agua virtual.

Sin embargo, algunos países temen volverse dependientes del comercio global, sobre todo las grandes poblaciones, como por ejemplo, China o la India. ¿Qué pasaría si, por alguna razón, su demanda de alimentos no pudiera ser satisfecha? Esta es la razón por la que intentan, en la medida de lo posible, cubrir sus propias necesidades alimentarias.

## IV.5 Importación de agua virtual y seguridad alimentaria, un problema potencial

Las enormes subvenciones a la exportación para la agricultura de los países de la Unión europea y los Estados Unidos, fijan un precio muy barato de sus productos y resultan muy económicos para los países importadores. Sin embargo, por otra parte, se origina un fenómeno altamente destructivo: los productos locales no pueden competir con estos productos importados que no reflejan el costo real de producción. Según J.A. Allan, "En el mercado agrícola actual dominado por los Estados Unidos y la Unión europea, el trigo se comercializa a casi la mitad del precio de producción" (Correo de la UNESCO, febrero 1999). En varios países africanos, la creciente exportación de trigo europeo ha sustituido al "ñame" local. Las personas autóctonas dependen ahora de un cereal que tradicionalmente no consumían.

Los agricultores locales no pueden competir con tales fuerzas económicas y productivas; al abandonar su propia producción alimentaria, algunos países dependen cada vez más de los productos de alimentación extranjeros, lo que supone un gran riesgo si los países productores de cereales dejaran de ayudar a sus agricultores y provocaran con ello una subida significativa en los precios.

Este problema, fuertemente debatido por la comunidad internacional durante la reciente Cumbre de la Organización Mundial del Comercio (OMC) en Cancún, México, pone de manifiesto la **compleja relación existente entre el agua, la agricultura y la política.**

Existen algunas alternativas, una de las cuales consiste en apoyar la producción de cultivos alternativos en los países importadores de agua virtual. En los países áridos, esto se traduce en cultivos que necesitan poca agua, como los dátiles y las uvas. Por ejemplo, Túnez mostró ser ejemplo de un país que ha conseguido producir con éxito aceite de oliva para su exportación de agua virtual. A nivel global, el desafío debe establecer un sistema de comercio

justo y fiable que permita una reciprocidad creciente en el intercambio de productos agrícolas.

#### **IV.6 Recursos hídricos amenazados en los países con una exportación neta de agua**

Incluso en los países en los que abundan los recursos hídricos, la exportación de agua virtual no deja de traer consecuencias medioambientales. 1/15ª parte de los recursos hídricos disponibles en los Estados Unidos se utiliza para la producción de cultivos para la exportación - en Tailandia, esta proporción supone la cuarta parte de los recursos. Esta situación contribuye a que se agoten los acuíferos, se sequen los ríos y aumente el nivel de evaporación.

## **V    CAPÍTULO IV: PROBLEMÁTICA DEL ABASTECIMIENTO Y EL SANEAMIENTO**

### **V.1   Crisis del agua en el mundo**

Debido a la intención de los pueblos de disponer de agua durante todo el año, en el mundo se han construido mas de 40000 presas que permiten a través de sus embalses regular el recurso, pero a costo de alterar el equilibrio del sistema, teniendo consecuencias importantes y en oportunidades, de carácter irreversible.

El estado actual de situación y el análisis de su futura proyección, permiten apreciar que la solución para resolver la disponibilidad de agua, exige y exigirá recursos económicos equivalentes a los utilizados para las grandes guerras.

Mientras que la población del planeta se cuadruplicó en un siglo, en ese mismo lapso el consumo del agua creció nueve veces y las demandas de la industria se multiplicaron por cuarenta.

Las transformaciones, los cambios y la falta de conciencia han contribuido a que el costo sea alto, especialmente en el campo del ambiente, ya que han desaparecido la mitad de los humedales, algunos ríos ya no llegan la mar y mas del 20% del agua dulce del mundo se encuentra actualmente en riego cierto.

En 25 o 30 años, de mantenerse las actuales circunstancias, se agravaran las situaciones vinculadas a los recursos hídricos ya que:

- Se duplicará el número de países con escasez de agua.
- Se duplicarían las personas con disminución de suministro.
- Se utilizará el 75% del agua dulce disponible.
- Si el consumo fuera similar al de los países desarrollados, ese uso alcanzará al 90% del agua dulce disponible.

- Mas de 3000 millones de personas vivirán en 48 o 50 países con “stress hídrico”.
- Aumentará la competencia para aplicar la misma agua a varios fines prioritarios.

Para el año 2050 algunos estiman que 4200 millones de personas vivirán en países que no podrán satisfacer la necesidad diaria personal de agua (50lts./Día). Además, graves problemas surgirán por la falta de control sobre el agua como la desertificación, las sequías o bien su antónimo, las inundaciones.

## V.2 Crecimiento demográfico y urbanización

A partir de los años cincuenta, los países de América Latina y el Caribe han experimentado un crecimiento demográfico sin precedentes en su historia: de unos 170 millones de habitantes en el año 1950 a casi 520 en 2000. El incremento de la población ha ido acompañado de una notoria concentración de ésta en las zonas urbanas, algunas de las cuales ya figuran entre las concentraciones de población y actividades económicas más grandes a nivel mundial.

El proceso de urbanización en los países de América Latina y el Caribe está alcanzando un nivel tal que ha convertido a la región en una de las más urbanizadas del planeta junto con América del Norte y Europa. La población urbana de la región representaba en el año 1950 el 41% del total, alcanzando unos 70 millones de habitantes. Para el año 2000 ese porcentaje había subido al 75%, puesto que el número de habitantes urbanos había aumentado casi seis veces (más de 390 millones) y en 2030 se proyecta que habrá llegado al 83% y el número de residentes urbanos ascenderá a más de 600 millones.

El rápido proceso de urbanización ha puesto a prueba las posibilidades de la **gestión urbana** en todos sus aspectos, incluyendo la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento. Ha originado también serios

conflictos con otros asentamientos humanos y otras actividades económicas, como la agricultura, que compiten por las mismas fuentes de agua.

### V.3 Cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento

De acuerdo con estimaciones más recientes, en el año 2000, a nivel regional:

- el 93% de la población urbana tenía acceso a servicios de agua potable (el 87% a través de conexiones domiciliarias y el 6% a través de los sistemas definidos como “acceso fácil”, como fuentes públicas y pozos);
- el 90% a servicios de saneamiento (el 63% a través de sistemas convencionales de alcantarillado con conexiones domiciliarias y el 27% a través de sistemas de saneamiento “in situ”, como letrinas y fosas sépticas).

Estos niveles de cobertura significan que en las áreas urbanas de los países de la región todavía hay unos 26 millones de personas sin acceso a servicios de agua potable y unos 37 millones sin servicios de saneamiento. Los países que presentan mayores déficits de cobertura son Haití, Paraguay, la República Dominicana, Nicaragua, **Argentina**, Bolivia, Cuba, Ecuador y Perú.

La situación se agrava aún más por la creciente contaminación hídrica que alcanza niveles alarmantes en muchos cuerpos de agua, debido principalmente a la falta generalizada de tratamiento de aguas servidas. Según se estima, en la actualidad, tan sólo un 14% de las aguas servidas recogidas por los sistemas de alcantarillado reciben algún grado de tratamiento, que en muchos casos es inadecuado. En consecuencia, muchos cuerpos de agua cercanos a zonas urbanas están fuertemente contaminados. La situación se ve agravada por la reutilización en gran escala de aguas servidas domésticas sin tratar para el riego. Es una práctica muy común en casi todas las zonas áridas y semiáridas de la región donde el agua es relativamente escasa, especialmente en México, Perú, Chile, Bolivia y **Argentina**.

## **V.4 Situación de grupos de bajos ingresos**

La distribución de los ingresos en América Latina y el Caribe es la más desigual en el mundo. El 37% de la población urbana es pobre o indigente. La mayoría de las personas sin acceso a los servicios de agua potable y saneamiento son pobres. Según se estima, la cobertura de los servicios de agua potable es mayor, de 4 a 16 veces, en familias de mayor ingreso que en aquellas con menor ingreso.

Muchas de las personas sin acceso a servicios de agua potable deben comprar el agua a vendedores privados a precios que sobrepasan con creces los que cobran las empresas oficiales. Las familias pobres gastan proporcionalmente entre 2 y 4 veces más en agua potable que las familias de mayor ingreso.

La población que no tiene acceso adecuado a los servicios de agua potable y saneamiento adopta soluciones alternativas, muchas de las cuales no garantizan la calidad del agua obtenida y tienen un alto costo para el usuario y afectan negativamente el medio ambiente. Por ejemplo, el uso generalizado de fosos sépticos y letrinas ha causado la contaminación del agua subterránea en algunas ciudades.

Otro problema común es la existencia, en casi todas las grandes ciudades de la región y en muchas de las medias, de las áreas urbanas marginadas, conocidas en los diferentes países con nombres tales como favelas, villas miseria y pueblos jóvenes, entre otros. Estas áreas marginadas, constituidas en su mayoría por personas desplazadas del campo, han crecido muy rápidamente y en forma desordenada, lejos de las redes existentes y se han ubicado en zonas en que las condiciones topográficas son más complicadas, creando un problema social, económico y sanitario muy complejo.

## V.5 Deterioro de la calidad de los servicios

En muchos casos los sistemas de agua potable y alcantarillado son totalmente obsoletos o necesitan de rehabilitación y ampliación. A ello se suma el hecho de que en muchos de los países de la región todavía existen serias deficiencias en la operación y mantenimiento de las instalaciones y equipos. Esto ocasiona interrupciones en el servicio, pérdidas en los sistemas de distribución, fallas en la desinfección y otros problemas, todo lo cual compromete la eficiencia de las empresas y la calidad de los servicios prestados a los consumidores.

Por ejemplo, más de la mitad los países de Sudamérica y de América Central reportan problemas de intermitencia en sistemas urbanos de agua potable. En muchos de ellos, las personas reciben entre 6 y 18 horas por día de suministro de agua potable. En las grandes ciudades de la región, los niveles de agua no contabilizada se estiman en más del 40%. Tan sólo el 24% la población urbana de la región cuenta con sistemas efectivos de vigilancia de la calidad del agua potable.

Aunque en las grandes ciudades de la región, la desinfección del agua potable es casi universal, un 18% de las muestras viola normas nacionales respectivas. Razones que explican el deslucido desempeño del sector. Hay varias razones que explican el desempeño deslucido del sector de agua potable y saneamiento en los países de América Latina y el Caribe. Algunas tienen que ver con las circunstancias particulares de las últimas dos décadas, particularmente la recesión de los años ochenta, mientras que otras están relacionadas con las deficiencias de largo plazo en la organización institucional del sector.

Por ejemplo, desde hace mucho tiempo se ha reconocido que las instancias públicas responsables del sector han sido, en general, incapaces de seguir políticas apropiadas de administración de las empresas, de establecer tarifas que hicieran posible recuperar costos, de proteger contribuciones presupuestarias al sector en situaciones de ajuste macroeconómico, y de evitar

la excesiva politización de funciones de prestación de los servicios y de control de las entidades prestadoras.

Las consecuencias de esas desacertadas políticas públicas se manifestaron con mayor fuerza durante los periodos de la inestabilidad macroeconómica y austeridad presupuestaria.

El financiamiento del sector de agua potable y saneamiento sigue dependiendo en gran medida de fuentes ajenas al sector mismo. Cuando existe una fuerte recesión económica, se produce una reducción considerable de los ingresos generales de los gobiernos. Esto ocurre a la par con un desfase entre los valores reales y las tarifas cobradas por la provisión de los servicios. Estos rezagos tarifarios disminuyen notoriamente la capacidad de operación y mantenimiento de las entidades prestadoras. Esto implica que los requerimientos financieros de las empresas públicas dejan de ser atendidos, y ante la carencia de recursos, éstas se endeudan, posponen o suspenden inversiones y desatienden las actividades de operación y mantenimiento. Esto, a su vez, induce un proceso de creciente insatisfacción de la demanda, reducción de la calidad de los servicios, y deterioro generalizado de la infraestructura. Simultáneamente, declinan los salarios en el sector público, lo que de alguna manera provoca la fuga de personal idóneo, especialmente a nivel gerencial.

*Este síndrome de empeoramiento generalizado en la cantidad y calidad de los servicios de agua potable y saneamiento lleva a una profunda crisis del sector.*

## **VI CAPÍTULO V: ANÁLISIS SOBRE LAS VARIABLES QUE AFECTAN LA EFECTIVIDAD DEL SUMINISTRO.**

### **VI.1 Metodología**

A lo largo del capítulo se compararan distintos casos de países que han intentado resolver sus problemas de suministro de agua potable. Algunos han sido eficientes mientras que otros no. El objetivo perseguido al utilizar esta metodología es intentar obtener “**principios**”, que permitan mejorar la gestión del recurso, si es que los hay.

Primero, se cree necesario definir que se considera una **institución eficiente**: Técnicamente, una institución eficiente es aquella que expone una alta tasa de salida de “producto” con respecto a las entradas. En este sentido, una institución ineficiente puede ser relativamente eficaz si alcanza los objetivos correctos, aún cuando el costo es alto.

### **VI.2 Consideraciones teóricas**

Para determinar las variables que determinan la eficiencia del servicio es necesario entender primero el funcionamiento de las compañías que se dedican a este rubro y analizar como afectan las variables más importantes en el resultado final. El paso siguiente es identificar las acciones y oportunidades para mejorar el servicio.

Lo que se está buscando no es un procedimiento a seguir cada vez que haya problemas de eficiencia en el suministro, sino una forma de encarar la optimización de procesos y métodos a partir de experiencias anteriores.

### **VI.3 Análisis**

Para analizar el concepto de eficiencia es necesario acotar el alcance de la palabra y para ello existen 4 modelos:

- El que pone énfasis en la **productividad** y la **eficiencia**
- El que pone énfasis en la **estabilidad** y el **control**
- El que pone énfasis en la **obtención del recurso**
- El que pone énfasis en el **valor de los recursos humanos**.

El análisis unidimensional debe ser eliminado ya que el diagnóstico sería incompleto. (Considerar siempre más de un modelo). Al modelo que reúne los cuatro enfoques se lo conoce como el modelo de **Eficacia Integrada** y es el objetivo por toda compañía de suministro de agua.

Cada uno de estos modelos ofrece explicaciones sobre la baja eficacia en el suministro y a la vez genera oportunidades de mejora de la performance desde su foco de análisis.

Comenzando con el análisis de las variables, **la variable dependiente es la eficiencia del suministro de agua** de las compañías, en términos de los resultados obtenidos. La performance del suministro es evaluada por indicadores de producción, distribución y calidad de agua y costo-beneficio. (Ver anexo I).

Desde esta perspectiva, las organizaciones que suministran el agua son tan sólo una herramienta o un instrumento para lograr un objetivo racional.

El modelo de eficiencia (cualquiera de ellos) estará operado por un grupo de variables independientes que se pueden agrupar de acuerdo a como se enfoque el problema en: **externas e internas**.

Las externas están relacionados con el modelo que pone énfasis en la obtención del recurso y son:

- **Autonomía:** Legal y de mantenimiento.
- **Nivel de participación de la comunidad o sociedad.**
- **Apoyo externo.**

Las internas, que se relacionan con el modelo de los valores humanos, son:

- **Estructura**
- **Sistemas de trabajo**
- **Configuración**
- **Políticas con respecto al agua.**

Estas variables fueron obtenidas de los modelos de eficacia identificados por Quinn y Rohrbaugh (1983).

#### **VI.4 El sistema de suministro en las ciudades**

El sistema se compone de:

- la obtención del agua de cualquiera de sus fuentes,
- de algún tratamiento (de ser necesario), y
- la distribución.

Este sistema es el mismo en todas partes del mundo, lo que varía es el tratamiento dependiendo de las características del agua obtenida.

El agua se puede obtener de dos formas:

1. De la superficie.
2. De aguas subterráneas.

Sin embargo, en las grandes ciudades la dependencia de las aguas superficiales es alta debido a que las del otro tipo no son suficientes para satisfacer la demanda. Las segundas son preferibles ya que fueron filtradas durante prolongados periodos de tiempo de forma natural, pero la misma no siempre está disponible en cantidades necesarias o inclusive puede estar contaminada.

Una vez obtenida el agua siempre necesita un proceso de desinfección seguido por un proceso de coagulación y filtración o bien un proceso con carbones activados para eliminar aquellos componentes indeseables.

En cuanto a la **calidad**, el concepto de agua potable “sana” es relativo. Sin embargo, existen límites fijados y características establecidas que debe cumplir el agua suministrada. (Estándares nacionales). Y para ello es necesario dinero y recursos.

En cuanto a la **distribución**, la calidad de las redes depende de los materiales utilizados, de la antigüedad del sistema y del mantenimiento. La mala calidad de éstas no es solo la causa de pérdidas sino también un riesgo para el consumo de agua potable ya que la misma genera contaminación de las napas subterráneas y aumenta el volumen de agua contaminada.

En cuanto al financiamiento, los sistemas de suministros pueden ser financiados por el Estado o por fuentes externas y/o privadas como el Banco Mundial o algún grupo económico internacional. Los mecanismos de financiación son complejos y no se encuentran dentro del alcance de este trabajo.

## **VII PRESENTACIÓN DE LOS CASOS**

En los casos analizados a continuación los sistemas de suministro de agua fueron otorgados en concesión a empresas privadas mediante diferentes contratos que determinan las características de cada sistema. Sin embargo, los objetivos perseguidos en todos los países eran los que Lieberman (1993) resume como:

- Reducción de la interferencia del Estado.
- Generación de nuevos Flujos de Caja y métodos de financiación.
- Reducción de déficit impositivo y deudas estatales.

Según el autor, es esperable que la privatización genere beneficios tanto a nivel de servicio como de eficiencia.

A continuación se comentará lo que sucedió en los países analizados.

### **VII.1 Descripción del Modelo Francés.**

En Francia, el tipo de concesión de la privatización tiene las siguientes características:

- La comunidad es responsable del servicio.
- La compañía que posee la concesión –generalmente una empresa privada- gerencia el servicio.
- El servicio es delegado mediante un contrato de concesión que es libremente fijado por las partes. Su duración puede ser de entre 12 y 30 años.
- Seguido a la propuesta de la concesionaria, la comunidad decide el programa y la forma de las inversiones. Estas, pueden ser financiadas por la comunidad, por la empresa gerenciadora, o entre ambas.

- La comunidad es la dueña de las instalaciones, incluyendo los activos financiados por la empresa concesionaria, que quedan en manos de la comuna una vez finalizado el contrato.
- La tarifa del agua está establecida en el contrato, pero también incluye un mecanismo automático de revisión de la misma. El precio puede ser renegociado cada vez que las condiciones originales sean modificadas.
- La función del Estado es la de mediador entre las partes.

En este caso particular, el problema surge al momento de otorgar la concesión, ya que el nivel de servicio que dará cada una de las empresas postulantes es imposible de medir de antemano, y para **poder comparar ofertas, hay que comprar niveles de servicio**. Las instalaciones son diseñadas para operar por lo menos 30 años. Las modificaciones en el diseño, en el uso de materiales y en el equipamiento pueden resultar en una menor oferta pero con un costo mucho mayor de operación y mantenimiento que aparecerá muchos años después. Por esta razón, es casi imposible comparar los niveles de servicio, los riesgos a futuro y las ofertas iniciales. Toda concesión puede resultar artificial y poco clara.

En conclusión en el **modelo "francés"**, se establece una relación de largo plazo entre el gobierno de un territorio y un gran grupo operador. El gobierno (y la sociedad local) negocia el precio del agua con ese grupo, le delega la ejecución del servicio, pero sigue siendo responsable. El **otorgamiento del mercado** es teóricamente competitivo.

## VII.2 Descripción del Modelo Inglés.

En Inglaterra las privatizaciones tienen otra forma:

- El servicio es propiedad de las empresas privadas.
- Estas gerencian el servicio.
- Los accionistas determinan la composición de la junta de directores.
- El servicio no es delegado.

- Las inversiones son financiadas por la compañía que gerencia el servicio.
- Las instalaciones pertenecen a la compañía que presta el servicio.
- Las compañías también fijan las tarifas que están sujetas a un incremento máximo que puede ser excedido si las condiciones lo exigen.
- Estas compañías están sujetas a un número de reglamentaciones y de actas sancionadas por el Parlamento.
- La función del gobierno en este caso es verificar el cumplimiento de las regulaciones vigentes con el poder de sacarle la concesión a las compañías por falla en el cumplimiento. También existe una regulación ambiental que exige a la compañía la conservación, redistribución y ampliación de los recursos acuíferos asegurando su propio uso.

El problema en este caso reside en que al ser las compañías dueñas de los activos y la municipalidad no estar involucrada, no existe ninguna posibilidad contractual de controlar a las compañías. Todavía hoy, se siguen desarrollando las reglamentaciones para proteger el interés público.

Las compañías tienen la autoridad legal para fijar tarifas en una posición monopólica y aunque existe un límite para ello, siempre se encuentran en una posición favorable al momento de la negociación.

En cuanto al nivel de servicio, tampoco puede ser establecido con gran detalle, ya que existen muchas oportunidades de economizar los costos a expensas del servicio.

En Inglaterra las leyes y regulaciones sobre privatizaciones han aplicado el sistema de precios techo para regular las ganancias de los concesionarios. Conforme a la teoría el sistema era fácil de entender, relativamente simple y fácil de monitorear, preservaría los incentivos de eficiencia, y podría ser enfocado precisamente en las áreas de preocupación de manera de no restringir la operación de los negocios en otros aspectos. El sistema era supuesto requerir información reducida, consecuentemente menos vulnerable a

captura y además temporánea durando solo hasta la instalación de la plena competencia. Sin embargo, la competencia particularmente en agua potable y saneamiento, no siempre tiene lugar. En la práctica el sistema estaba afectado por varios problemas, incluyendo el hecho de que requería un alto grado de información, para establecer los potenciales de reducción de costos. En Inglaterra ha resultado en un sistema débil de rendición de cuentas y en la falta de salvaguardias procedimentales. Este problema, la dependencia de los reguladores en información provista por las firmas, y la historia de regateo entre los mismos, todos sugieren que el sistema puede no ser tan resistente a la influencia de los intereses privados como sus proponentes esperaban.

En resumen, En el modelo "inglés", los gobiernos locales no tienen ningún papel, y la regulación le incumbe a un organismo nacional, que fija un índice de evolución del precio al cliente para los cinco años futuros.

### **VII.3 Descripción del Modelo de Los Países Bajos:**

Este sistema tiene la característica de delegar el gerenciamiento público. Eureau (1993) caracteriza al sistema de los Países Bajos de la siguiente manera:

- El servicio se encuentra bajo responsabilidad municipal.
- Los activos son propiedad de las comunas de la región a veces junto a la provincia. La compañía gerencia el suministro de agua de las comunas dependiendo de ellas.
- La estructura del servicio es supervisado por la junta de directores cuyos miembros pertenecen a las autoridades dueñas de la compañía
- El servicio es mayoritariamente delegado a través de una concesión aprobada por la comuna o la provincia.
- Las inversiones son financiadas por la compañía a partir de los beneficios obtenidos o mediante préstamos
- Las instalaciones son propiedad de la compañía

- El precio del agua es propuesto por el director general y aprobado por los accionistas o la junta de directores. El precio debe cubrir los costos totales ( operativos, de mantenimiento y de inversión)
- El gerenciamiento del servicio es supervisado por los accionistas. La calidad del agua potable en el interés de la salud publica es supervisado por los inspectores del ministerio de medio ambiente

Este sistema demuestra un considerable grado de autonomía de la compañía sin la introducción de factores contractuales complejos, que ayudan a maximizar el beneficio de la comuna y la empresa privada. El sistema es flexible y permite aplicar instrumentos de control antes que regulaciones engorrosas y poco claras.

Lo positivo de este sistema es que si surgen inconvenientes la compañía posee la suficiente autonomía para poner en funcionamiento su maquinaria de resolución de conflictos.

**Sin embargo, esto solo puede funcionar en sociedades o naciones con una alta conciencia y participación.**

#### **VII.4 El Modelo de Gambia**

En el año 1992 el gobierno de la República de Gambia decide implementar la privatización de las empresas de energía y agua de la nación para gerenciar estos recursos.

Los resultados esperados de esta decisión eran los siguientes (según publicaciones del año 1992):

- Una menor influencia política en la fijación de las tarifas.
- Un mejor gerenciamiento a través de firmas especializadas.
- Recursos humanos motivados a través de mejores salarios, tomando en cuentas las performances individuales.

Para realizar la privatización el gobierno contrató una consultora francesa para elaborar todos los documentos necesarios y para asesorar al país en la selección.

Los criterios elegidos para ello eran: la **experiencia** e **imagen** de la compañía. Las negociaciones duraron aproximadamente 6 meses hasta que todos los puntos del contrato fueron revisados y la concesión fue otorgada.

Con anterioridad a esto, la explotación estaba a cargo de un organismo paraestatal (GUC) que había sido fundado en 1972 y que a lo largo de su vida útil había sido siempre deficiente. Los informes de 1992 hacían referencia a:

- Una insuficiente capacidad de producción ( no alcanzaba a satisfacer la demanda)
- Las instalaciones no eran aptas y se encontraron gran porcentaje de conexiones ilegales.
- Con resultados variables la empresa estatal nunca podía cumplir con sus deudas.

Muchos de estos problemas eran aparentemente responsabilidad de la gerencia pero también había factores externos como aumentos impositivos en insumos claves, efectos de la devaluación en los costos de los equipos y las deudas asumidas. El incremento de las tarifas efectuado no alcanzaba para compensar estos aumentos en los costos. Esto llevó a una falta de mantenimiento que redujo el nivel de servicio. Esto, sumado a una ineptitud por parte de la gerencia y del personal llevó a un aumento en los costos de producción y mantenimiento que hicieron imposible cubrir los costos. Además el servicio al cliente era insuficiente y de muy mala calidad.

Con el ingreso de la empresa privada los procedimientos y métodos de trabajo cambiaron. Se introdujeron procedimientos estandarizados. Se instalaron nuevas conexiones y se efectuaron planes de mantenimiento correctivo y preventivo. Los datos confirmaron una mejora en el nivel de servicio que ahora es brindado las 24 horas y a una presión adecuada.

El principal objetivo de la empresa era reducir las conexiones ilegales que perjudicaban los niveles de presión y de calidad del agua. En el contrato asumido por la empresa figuran una serie de inversiones que fueron cumplidas para la expansión de la red de distribución.

El financiamiento era mixto entre ambas partes dependiendo del tipo de obra y en cuanto a la función del gobierno, el mismo delegó completamente la responsabilidad del suministro a la compañía. Y ni siquiera los ministerios jugaban un rol ejecutivo en el asunto. El trato era que el gobierno pudiera delegar la autoridad y responsabilidad de las instalaciones públicas de agua, que se cristalizó mediante la elaboración y firma de una serie de documentos de las que participó inclusive el presidente de la república.

#### ***VII.4.1 Conclusiones del caso Gambia***

En este caso se puede apreciar que las responsabilidades no están claramente establecidas. Tanto el gobierno como la empresa tenían gran interés en este tema lo que llevo a grandes disputas.

La empresa anterior a la privatizada no poseía fuente de financiamiento. Dependía del ministerio de economía y finanzas y no eran una prioridad para este ministerio. El problema surgía de la dependencia que generaba el hecho de no poder cumplir con los compromisos a no ser por el subsidio que recibía por parte del estado.

En cuanto a la calidad del agua, si bien en el contrato está establecida la calidad estándar requerida no existen especificaciones que definan quien es el responsable de monitorear esta calidad.

Como conclusión final se puede mencionar que si bien la performance del sector de agua mejoró después de la privatización de la operatoria y el mantenimiento, el arreglo enfrentó problemas considerables. La división de la propiedad del gerenciamiento de los activos y la consecuente separación de la

inversión y los costos de mantenimiento es la base para el estancamiento en la mejora de la performance del sector.

Si bien la empresa privatizada es autónoma y tiene la autoridad de ofertar y brindar el servicio, de fijar políticas y tarifas, esta autonomía está restringida a la operación y mantenimiento de la infraestructura existente.

El hecho de generar la división de funciones mencionada hace necesario diseñar una extensa cantidad de documentos que regulan la performance del operador privado. En este caso el contrato original muestra fallas básicas con respecto a la renovación, al mantenimiento y a la ampliación de los sistemas.

El caso de este país es un claro ejemplo de que la privatización del gerenciamiento no resuelve el problema de la sustentabilidad del recurso porque solo la parte privada es sustentable.

Tanto los casos de Guinea y Gambia no son efectivos en términos del porcentaje de población con acceso al agua y en términos del precio del agua. Estos casos son sistemas de escala pequeña. En otros países como Senegal la situación se potencia por el tamaño del sistema y la cantidad de gente que queda sin servicio.

## **VII.5 El caso Guinea**

En el año 1989 La República de Guinea tenía uno de los sectores de suministro de agua menos desarrollado del continente africano. Tan sólo un 40% de la población tenía acceso a agua potable mediante los sistemas de distribución y conexión. El resto de la población dependía del consumo de agua envasada, de cisternas o de vendedores callejeros del agua. Existían frecuentes corte del servicio y los tratamientos generalmente no se realizaban o se hacían de una manera ineficiente.

En el año 1987 había comenzado la reestructuración del sector. El gobierno estaba convencido de que el servicio no iba a mejorar si no se incorporaba a gente capacitada, profesionales e incentivos para las performances. Se incorporaron dos empresas nuevas, una perteneciente al estado con autoridad sobre el recurso y otra que se encargaría del gerenciamiento (ésta estaba constituida por capitales privados).

La empresa del estado era dueña de las instalaciones de la ciudad y de centros secundarios mientras que la otra era una empresa con el 51% de capitales privados. Esta poseía un contrato por 10 años y su responsabilidad recaía en la operatoria y el mantenimiento del suministro de agua. La Gerenciadora se haría cargo de incorporar personal capacitado, procedimientos estandarizados y asistencia al cliente.

Antes de llamar a licitación el Gobierno, con asistencia de consultores externos y de organismos Internacionales como el Banco Mundial, preparó varios borradores de los documentos legales que establecería la forma de financiación y de delegación hacia la empresa privada. En estos documentos se detallaba la forma en que se fijarían las tarifas, se establecerían los presupuestos y se financiarían los proyectos. Los documentos finales demostraban los roles de cada una de las dos empresas. Abarcaban todos los puntos desde el mantenimiento y la operatoria hasta la financiación.

La situación anterior a 1987 dependía exclusivamente del Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Ellos eran los encargados de programar, financiar y ejecutar los proyectos de suministro del agua mientras que la empresa nacional de agua era la responsable de mantener y operar el suministro. Ninguna de las estas dos tenía autonomía e inclusive nunca se reunían para planificar de forma conjunta e integrada.

En el pasado, los cambios eran frecuentes en la cúpula de la gerencia. Existía interferencia en la operatoria del día a día, incluyendo problemas con sindicatos que imposibilitaban tomar ventaja de la asistencia técnicas y el desarrollo apropiado de controles internos.

El primer proyecto del suministro del agua y su saneamiento tuvo resultados muy pobres. Los componentes físicos implementado tuvieron atrasos importantes y algunos trabajos no fueron completados. A pesar de la asistencia técnica, el desarrollo institucional y la performance financiera bajo este proyecto fueron extremadamente decepcionantes. Inclusive las instalaciones se mantuvieron en pobres condiciones y el mantenimiento fue inadecuado.

Mucha de la culpa de la pobre performance del primer proyecto puede ser atribuido a las interferencias políticas y el pobre ambiente económico que prevaleció a lo largo de la implementación. Sin embargo, cuando la situación general del país comenzó a mejorar, el nivel de servicio permanecía siendo bajo y hasta empeoraba.

Desajustes en el tipo de cambio, la falta de personal capacitado y motivado afectaban el normal funcionamiento. Además no se realizaban tareas de mantenimiento que sumado a tarifas inadecuadas, procedimientos confusos y la ausencia de controles internos y externos creados por una pobre posición financiera.

El servicio alcanzó niveles extremadamente bajos. Las tarifas no alcanzaban a cubrir ni los costos operativos y ni la depreciación de las instalaciones. Peor aún, los procedimientos comerciales inadecuados, las conexiones ilegales, las fugas o pérdidas en cientos de metros de cañerías crearon una situación donde el agua podría ser consumida sin ser pagada por ella. La única razón por la que subsistió fue porque el gobierno otorgaba continuamente subsidios al sector.

Muchos intentos se hicieron para corregir estos problemas, pero sin embargo, **la ausencia de disciplina en el sector de los consumidores** ha sido lo que ha afectado a todos los servicios públicos en el pasado.

En el año 1989 la situación del agua potable en Guinea era desesperante. El servicio era limitado a unas pocas por día. La empresa sólo recolectaba el 36% de lo presupuestado, el resto era aportado por el gobierno.

Desde que se privatizó el servicio todas las fuentes consultadas afirmaban que la situación había mejorado. El agua era suministrada las 24 horas del día y a una presión adecuada.

Sin embargo, el porcentaje de pérdidas era aún muy alto y generaba altos costos. El 50% de lo que se produce se pierde por este inconveniente.

El segundo proyecto que fue financiado por diferentes entes multinacionales (1993), logró mejorar la capacidad de producción y distribución que aumentó a casi el doble. Igualmente la ampliación de la capacidad continúa siendo una prioridad.

El tiempo que demoró en desarrollarse este segundo proyecto tiene que ver con una combinación de factores entre los que se encuentran movilización de fondos, tiempo para desarrollar y establecer procedimientos, problemas burocráticos para dismantelar una organización y fundar una nueva, etc.

Ya en el año 1994 se comenzó con la descentralización de la organización. Se dividió en 3 partes, cada uno de los cuales poseía su propia oficina desde donde se manejaban las relaciones con los clientes. La responsabilidad de cada uno de los distritos incluía, cotizaciones, obtención del recurso y mantenimiento de las instalaciones y construcción de nuevas servicios y conexiones.

Con el tiempo el personal de los distintos distritos rotaba para intercambiar experiencias y conocimiento, lo que mejoraba la motivación del personal y potenciaba las experiencias y el aprendizaje.

Actualmente la prioridad más alta es incrementar el acceso al agua potable por parte la población excluida de este beneficio a través de nuevas conexiones. El numero de conexiones legales se incrementó en un 66% pero aún es muy poco.

### ***1.1.1 Conclusión Guinea***

A pesar de la considerable mejora en el suministro desde la introducción de la tercerización del management, el suministro sigue sin ser efectivo. El 50% de la población está fuera del alcance del servicio, existen pocas conexiones de las cuales el 33% se encuentran desconectadas y el estancamiento de las inversiones indican serios problemas de efectividad. Un claro problema en este caso es el doble papel del estado. El estado es el dueño del Holding que maneja el gerenciamiento y a su vez es el socio mayoritario de la empresa privada que maneja el suministro. Este doble genera interferencias en las operaciones. La posición del Holding es débil y la división de funciones no permite alinear objetivos de inversión y mantenimiento a la vez que hace difusas las responsabilidades.

### ***1.1.2 Caso Senegal***

La intención de privatizar el servicio no surgió del gobierno sino de sectores externos a él. (Francia y el Banco Mundial). Esta intención venía junto con la idea de financiar el capital necesario para llevar a cabo los proyectos de infraestructura necesarios para asegurar el suministro del preciado recurso.

La presencia de un holding con participación accionaria mayoritaria en la operatoria de la compañía acarrea consecuencias que deben ser aceptadas:

- El socio privado tiene que tener un beneficio razonable. Esta es una precondition para sobrevivir. Si los márgenes son pequeños los socios no trabajarán ya que no invertirán dinero a no ser que sea rentable.
- La parte privada es autónoma y toma sus propias decisiones sin la interferencia de otras partes. Una vez que el contrato fue firmado, el mismo debe ser aceptado.

- Las partes no se separan una vez que el contrato de firmó. ambos son responsable de la performance del sector.
- Si existe sobre regulación, puede ser perjudicial para el éxito de la reforma.

### Puntos esenciales de este caso

- La decisión de reformar el sector había sido tomada
- La reforma esta acotada al suministro urbano
- Las fuentes de agua no son la base del estudio
- La reforma considera la participación privada
- La parte institucional está compuesta de 3 actores: el Estado, el Estado como dueño de un holding y una Empresa Privada que opera el holding.

Los objetivo s que debe cumplir el holding es

- Buena agua potable
- Buen servicio
- Precio aceptable

El principal problema del sistema actual era la baja eficiencia de las instalaciones, es decir, **la performance de las redes**. Por lo que la primera acción debía ser mitigarlo.

Para reducir las perdidas de agua se debe:

- Rastrear y reparar las zonas donde hay pérdidas.
- Direccionar el excesivo consumo del estado.
- Privatizar los surtidores públicos.
- Planear el mantenimiento y renovación de las redes.

Después de la privatización el agua es vendida por las comunidades a un precio fijo a los consumidores.

La evaluación de la performance del suministro del agua de los otros países africanos reveló considerables problemas con respecto a la interpretación de cláusulas contractuales. El problema básico es que la separación entre los dueños del holding y de la operación generó graves conflictos de interés.

### ***1.1.3 Conclusiones senegal***

Después de la privatización el sector enfrentó serios problemas de capacidad de producción. No existían suficientes fuentes de aguay, debido a problemas políticos, el Holding no se encontraba habilitado a decidir o actuar ante irregularidades como el consumo ilegal por parte de la agricultura, o negociación de las tarifas para objetivos agrícolas.

El estado tampoco pagaba por el uso del recurso lo que generó desequilibrios en el sector. La calidad del agua se deterioraba aunque a partir de la privatización de las bocas de acceso el servicio había repuntado.

Este proceso de privatización contó con información de experiencias anteriores y por el ello, se desarrolló un plan de acción para prevenir los potenciales problemas que atravesaron otros países.

Se definieron detalladamente los aspectos relacionados a renovaciones, ampliaciones y mantenimiento. También se separaron las funciones y se asignaron responsabilidades para reducir problemas a la de hora de operar y realizar inversiones.

Sin embargo, los resultados fueron igualmente deficientes. Entonces, ¿Qué fue lo que sucedió?

### ***1.1.4 Conclusión del Caso Senegal***

El gobierno no había ingresado al proceso de reestructuración por voluntad propia. Se basaron en el “modelo francés” sin adaptarlo a las condiciones

socioeconómicas y políticas de Senegal y el resultado fue el mismo que el de los otros casos africanos.

En lo que respecta al asunto político, hubo dos defectos claramente identificados, por un lado los funcionarios Senegaleses estaban sensibles con respecto al proceso ya que “habían sido forzados a reestructurar” y, por otro lado, tanto los consultores franceses como sus compañías se involucraron demasiado. Fue tal la presión, que exigieron posiciones de gerenciamiento claves. Los opositores a la reforma tomaron más fuerza, lo que generó conflictos.

El nivel de servicio no mejoró después de la privatizaron y el Estado, al igual que las compañías, no cumplió con muchas de sus obligaciones. Por lo que al poco tiempo el nivel del servicio decayó nuevamente.

## II SITUACIÓN DE LATINOAMÉRICA

El descrédito público en que cae el sector de agua potable y saneamiento llega a tal nivel que se produce un consenso político y social en cuanto a la necesidad de cambios profundos y radicales.

Como resultado de este consenso, en el último tiempo, en muchos países de la región se han producido reformas en la estructura administrativa para la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, con especial énfasis en la descentralización, la separación de las funciones institucionales, la participación del sector privado, el autofinanciamiento y la gestión de los sistemas con un criterio más comercial. A pesar de algunas diferencias, las reformas efectuadas en los países de la región son sorprendentemente uniformes.

*En primer lugar*, muchos países ya han reformado la estructura institucional del sector, mientras que otros están en proceso de hacerlo. Las reformas invariablemente implican una clara separación institucional entre las siguientes tres funciones:

- (i) Definición de políticas y planificación del sector;
- (ii) Regulación y control de las empresas; y
- (iii) Prestación de los servicios y administración de los sistemas.

La experiencia regional sugiere que, esta separación entre las funciones es imprescindible en aquellos casos en que se decida privatizar la prestación de los servicios, pero también es altamente recomendable aún cuando se decida mantener la provisión pública de los mismos.

Las funciones de formulación de políticas sectoriales y de planificación estratégica normalmente se dejan a cargo de los ministerios sectoriales, como los de salud, obras públicas o vivienda. Las funciones de regulación y control se institucionalizan a través de comisiones y organismos regulatorios, para los

cuales se tiende a **asegurar capacidad técnica y financiera, y autonomía e independencia**. El objetivo aquí es resguardar dichas entidades de las presiones políticas de corto plazo y de otras influencias exógenas. Muchos países de la región, como Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Nicaragua, Panamá y Perú, ya han creado entidades de regulación y varios otros están en este proceso. Uno de los temas críticos en los países de la región es la organización, financiación, poderes y facultades de las entidades de regulación y su estructura. Los aspectos que han tenido diferentes enfoques en diferentes países de la región, y los cuales todavía están en discusión, incluyen los siguientes:

- Si los reguladores deben ser conjuntos (como en Costa Rica, Jamaica y Panamá) o separados por sector de servicios públicos (como en Argentina, Chile y Perú);
- Si las atribuciones en materia de adopción de decisiones se confieren a una sola persona (como en Bolivia, Chile y Perú o a una comisión o junta (como en Argentina, Colombia y Panamá);
- La estabilidad e independencia de los reguladores (un aspecto todavía muy débil en casi todos los países) y sus poderes (que en muchos casos son indebidamente limitados).

Muchas de las entidades reguladoras creadas en los países de la región todavía no tienen suficiente independencia, capacidad y recursos como para, por un lado, proteger efectivamente los intereses de los consumidores y de la sociedad en general y asegurar la eficiencia en la prestación de los servicios, y por otro, ofrecer garantías de independencia y objetividad frente a las empresas prestadoras y atraer inversiones al sector. En general, este aspecto sigue siendo uno de los más débiles en las experiencias regionales.

*En segundo lugar*, la tendencia regional es hacia la descentralización de los servicios de agua potable y saneamiento. Aunque las formas que este proceso asume son múltiples, la tendencia común es la transferencia de la responsabilidad de la prestación de los servicios o a nivel local (municipal,

provincial o regional) o a una entidad autónoma, con su posterior administración con un criterio técnico y comercial. Por un lado, **las experiencias regionales indican que**, especialmente en los países más grandes, **las organizaciones nacionales grandes y centralizadas no son una solución óptima**<sup>7</sup>. La experiencia de los años 1960 y 1970 en Argentina, Colombia, México y otros países de la región indica que los organismos de agua potable y saneamiento centralizados a nivel nacional extendieron la capacidad de gestión a tal punto que era muy frecuente observar graves ineficiencias en los servicios, por lo que este enfoque ha sido abandonado. Por otro lado, los procesos de descentralización, especialmente a niveles territoriales más bajos que provincias, regiones o estados, no siempre han cumplido su cometido en la forma esperada. Esto se explica por varias razones, algunas de las cuales tienen que ver con el hecho de que las instituciones locales carecen de capacidad suficiente para administrar o regular los servicios transferidos, mientras que otras se relacionan con la excesiva fragmentación de la industria y la incapacidad de tomar ventaja de las economías de escala, y con la politización de la toma de decisiones a nivel local, o bien con el apresuramiento y falta de preparación adecuada con que se produjeron los procesos de descentralización en algunos países.

En cuanto al fortalecimiento y la consolidación de los organismos operadores, a pesar de los esporádicos avances logrados —tal vez el mejor ejemplo sean las empresas regionales en Chile que son rentables y eficientes—, la mayoría de ellos en casi todos los países sigue mostrando graves ineficiencias en la operación y precaria situación financiera. Finalmente, persisten serios problemas institucionales y políticos que se reflejan en la falta de independencia administrativa de muchos organismos operadores y el predominio de criterios políticos tanto en su administración como en la fijación de tarifas.

*En tercer lugar*, los procesos de reforma van acompañados de la exigencia, nacida de la crisis de los años ochenta, de que los sistemas de servicios de

---

<sup>7</sup> Ver estructuras de los servicios de otros países en ANEXO

agua potable y saneamiento deben autofinanciarse. En forma progresiva se reconoce que para lograr los altos niveles de cobertura y calidad de los servicios deseados por la población es preciso contar con sistemas financieramente viables. Esto significa que las tarifas tienen que cubrir, como mínimo, los costos de operación y mantenimiento y también, en la mayoría de los casos, las inversiones para expandir los sistemas. Aunque en la región se observan ciertos avances, como en los casos de Argentina y Chile, en muchos otros países las tarifas siguen siendo bajas y no cubren ni siquiera los costos operacionales. En general, el sector continúa dependiendo del presupuesto estatal para financiar las inversiones de capital y, en menor medida, aunque aún apreciable, los costos de operación y mantenimiento.

Paralelamente, con la tendencia a la autofinanciación de servicios públicos, se observa un interés creciente en sistemas sofisticados de subsidios para grupos sociales de bajos ingresos. En su diseño se privilegia el enfoque de focalización, como en Chile. Aunque este enfoque gana cada vez más adeptos en la región, en algunos casos esta alternativa se recomienda sin análisis de sus requerimientos operativos lo que ha generado dificultades en algunos países. Para implementar un sistema de subsidios focales, hay que tener un sistema impositivo global capaz de generar recursos, capacidad de evaluación de quién los requiere, así como un sistema administrativo eficaz que garantice que lleguen a su destino. Estos requisitos básicos la gran mayoría de los países de la región todavía no los tiene. Otros países, como Colombia, perfeccionan sistemas de subsidios cruzados y tratan de hacerlos más equitativos y transparentes, aunque también encuentran muchas dificultades en el camino.

*En cuarto lugar*, en casi todos los países de la región se han adoptado políticas tendientes a aumentar la participación del sector privado en la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento. Aunque en la primera mitad de los años noventa, existió mucho entusiasmo por privatizar las empresas del sector y muchos gobiernos adoptaron planes ambiciosos al respecto, hasta ahora solamente en unos pocos países (principalmente Argentina, en forma de concesiones a largo plazo, y Chile, a través de venta de acciones) ya se ha implementado una política destinada a traspasar al sector privado la mayoría

de las empresas que prestan los servicios en principales ciudades. En varios otros países, como Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, México y Uruguay, hay casos aislados de participación del sector privado en algunas ciudades. Se estima que, en la actualidad a nivel regional, las entidades del sector privado proveen los servicios de agua potable y saneamiento a un 15% de la población urbana. En otros países, la participación del sector privado es sólo incipiente, limitándose a la contratación de servicios (en muchos países); a actividades específicas, en muchos casos bajo el esquema de contratos de construcción, operación y transferencia (BOT), especialmente el tratamiento de aguas servidas (como en México) o la desalinización de agua de mar (en varias islas del Caribe); y la provisión de servicios de alta calidad en zonas turísticas (como en Cuba y Uruguay). Es importante tener presente que el proceso privatizador en los países de la región ha sido en gran medida fundado en las filosofías políticas, la crisis financiera del sector público, pero principalmente en el descrédito público en que han caído las empresas del sector, así como otros factores que no reflejan debidamente el balance entre lo público y lo privado. Por consiguiente, no es sorprendente que los resultados de la participación privada obtenidos hasta ahora, aunque en muchos casos positivos, han sido, en general, contradictorios.

Por una parte, en algunos casos, *la participación privada ha permitido revertir el agudo grado de deterioro y mejorar los niveles de cobertura y la calidad de los servicios de agua potable y saneamiento* (como en Buenos Aires, Argentina, donde hasta la crisis actual el concesionario estaba invirtiendo unos 200 millones de dólares al año) *o construir plantas de tratamiento de aguas servidas* (como en Santiago, Chile, donde la empresa privatizada está invirtiendo casi 600 millones de dólares en obras de tratamiento de aguas servidas). **Es importante señalar, sin embargo, que en muchos otros casos, gran parte de las mejoras se alcanzaron por medio de prácticas administrativas simples que no demandaron grandes inversiones.** Por otra parte, en muchos casos, *los procesos de participación privada han sido llevados a cabo con una gran rapidez en un contexto caracterizado por falta de conocimiento del estado del arte de sistemas de subsidios, la inestabilidad política y macroeconómica, influencias ideológicas y casos de captura, no sólo*

*de reguladores, sino de procesos regulatorios.* Estas dificultades explican por qué ahora surgen inquietudes por temas como los marcos regulatorios demasiado permisivos y débiles, la insatisfacción con los mecanismos de protección y participación de los consumidores, y las limitaciones de los enfoques economistas teóricos, que no parecen haber tenido un soporte práctico. Una de las lecciones importantes que han dejado las reformas en los países de la región es que la definición del marco regulatorio, así como el diseño e implantación institucional de las entidades de regulación, debe necesariamente preceder el proceso mismo de privatización. Si esto no se hace, las reformas pueden ser inestables, dar lugar a transferencias patrimoniales y de ingresos injustificadas, algunas veces de elevada cuantía, y no asegurar ni la eficiencia en la prestación de los servicios ni atraer nuevas inversiones al sector.

## II.1 SOLUCIONES

A pesar de las profundas reformas implementadas en el sector de agua potable y saneamiento, casi todos los países de América Latina y el Caribe siguen enfrentando graves problemas, los cuales se relacionan principalmente con insuficiente cobertura de los servicios, especialmente para grupos de bajos ingresos y tratamiento de aguas servidas, y deterioro de la calidad de los servicios. **Es importante reconocer que dichos problemas no provienen sólo del sector de agua potable y saneamiento ni tienen soluciones sólo a partir de éste, por lo que se debe tener sumo cuidado con recomendar soluciones universales y comunes para todos los casos.** Sin embargo, el análisis efectuado indica que debe prestarse atención a las siguientes tareas:

- (i) Mejoramiento de la gestión del agua y de las cuencas;
- (ii) Perfeccionamiento de la estructura industrial del sector;
- (iii) Creación de efectivos sistemas de subsidios;
- (iv) Fortalecimiento de organismos de regulación.

Es muy común que el énfasis en materia de agua se haga exclusivamente con relación al sector de agua potable y saneamiento, desvinculando dicho uso de

las necesidades más generales de **gestión integrada del agua y de las cuencas** donde se va a captar el agua para las ciudades. En este contexto, es preocupante que, en la mayoría de los países de América latina y el Caribe, los sistemas de gestión del agua todavía no han mejorado lo suficiente como para lograr su gestión integrada y, lo que es más grave, en algunos de ellos tales sistemas se han deteriorado con respecto a su antigua capacidad.

Aunque los desafíos son múltiples, las dos prioridades principales son las siguientes:

**1) Creación de eficientes sistemas de administración del agua.** Es un problema grave que la misma sea administrada por organismos sectoriales. Es por ello que se reconoce cada vez más que las responsabilidades de formular políticas hídricas, de coordinar el uso múltiple del agua, de regular su asignación y de controlar su contaminación, así como otras funciones relacionadas con la regulación de su aprovechamiento, deben consolidarse en un ente regulador no usuario, independiente y separado de los ámbitos de usuarios tradicionales, que considere el recurso hídrico integralmente y en su totalidad. Dicha entidad debe estar al más alto nivel político y tener la independencia efectiva, facultades amplias en materia operativa y un rol relevante en la decisión de conflictos vinculados al agua.

**2) Definición adecuada de derechos de agua.** La promoción de inversiones en el sector de agua potable y saneamiento y la participación privada en la prestación de servicios son altamente contingentes a la disponibilidad de aguas y a la legalización adecuada de los derechos de su aprovechamiento, lo que es aún una tarea pendiente en muchos países de la región. Lo que se requiere es encontrar un balance adecuado entre las normas estructurales de la legislación de aguas, que determinan la estabilidad y la flexibilidad de los derechos que se entregan a los agentes económicos sobre las aguas, y tienen por objetivo asegurar la inversión en el desarrollo del potencial económico del recurso, y las normas regulatorias, que tienen por objetivo asegurar el uso eficiente y ordenado del agua y posibilitar su adecuado control en función de objetivos económicos, ambientales y sociales de la sociedad. Un tema relacionado es la de introducción de mercados de aguas, los cuales, en condiciones de

regulación adecuada, pueden ser elementos útiles para transferir aguas desde usos agrícolas a usos urbanos.

## II.2 Perfeccionamiento de la estructura industrial del sector

Un prerrequisito indispensable para la prestación eficiente de los servicios de agua potable y saneamiento es contar con una *estructura industrial razonablemente eficiente*. Esta tarea sigue siendo pendiente en muchos países de América Latina y el Caribe. En cuanto a la estructura industrial del sector, la tendencia general en la región ha sido hacia la descentralización, en muchos casos, a nivel jurisdiccional más bajo posible. Aunque algunos países han logrado crear una estructura industrial razonablemente eficiente, en muchos otros casos, en el proceso de descentralización se ha perdido de vista los aspectos técnicos y económicos de la prestación eficiente de los servicios.

Los procesos de descentralización, especialmente a niveles territoriales más bajos que provincias, regiones o estados, no siempre han cumplido su cometido en la forma esperada. Esto se explica por varias razones, siendo los mas comunes los siguientes

- **Pérdida de economías de escala.** Es un hecho ampliamente reconocido que los servicios de agua potable y alcantarillado se caracterizan por economías de escala importantes. En América Latina, hay pruebas sólidas de que los servicios de agua potable y alcantarillado para las comunidades cuya población alcanza por lo menos 200 mil habitantes pueden prestarse en forma más eficiente, si su operación está a cargo de empresas regionales. La información disponible también sugiere que los costos operativos por conexión disminuyen en forma continua a medida que el número de conexiones aumenta a aproximadamente un millón. La experiencia del Reino Unido confirma en general estas estimaciones. Así, se estima que cuando la zona de servicios tiene menos de 500 mil clientes, la eficiencia de la operación es sub-óptima, y que la escala óptima de funcionamiento estaría entre 500 mil y un millón de habitantes.

- **Incongruencia entre la estructura industrial del sector y el nivel jurisdiccional encargado de su supervisión y regulación.** En varios países de la región, la estructura industrial está fragmentada a tal grado que hace prácticamente imposible una supervisión o regulación eficiente. Un ejemplo es Colombia donde las capacidades de la entidad de regulación y otros organismos a nivel central se ven claramente superados con la existencia de más de mil empresas de agua potable y saneamiento. En otros casos, el problema se debe a lo que podríamos llamar una excesiva centralización a nivel local. Es un hecho bien conocido en la teoría de la regulación que, si en el mercado actúa un solo prestador, el regulador dependerá en mayor medida de aquel para obtener información, su posición negociadora será más débil, el prestador estará en mejores condiciones para controlar y manejar la información que suministra al regulador y el riesgo de captura del ente regulador será mayor. Un ejemplo de este problema son las concesiones de servicios agua potable y alcantarillado de la ciudad de Buenos Aires y de muchas provincias de Argentina, donde la regulación se realiza empresa por empresa pues la función reguladora es de competencia de cada provincia.
- **Limitada capacidad de administración y regulación a nivel local.** Una limitación crucial de reformas descentralizadoras es la precariedad de los recursos gerenciales, financieros y otros, a nivel local y su fuerte dependencia de niveles superiores del gobierno. Este hecho se debe a los siguientes factores: (i) es común que las instituciones locales sean más débiles y carezcan de los recursos para abordar eficazmente la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento; (ii) las instituciones locales igualmente son más vulnerables a la intromisión de las políticas partidistas; y (iii) las entidades subnacionales no internalizan todos los costos de largo plazo de sus ineficiencias y oportunismo en materia de prestación de los servicios, es decir, “exportan” los efectos y consecuencias de sus malas decisiones a otras jurisdicciones.

### **II.3 Creación de efectivos sistemas de subsidios.**

La distribución de los ingresos en América Latina y el Caribe es la más desigual en el mundo. El 37% de la población urbana es pobre o indigente. Por otro lado, en todos los países se observa una clara tendencia al autofinanciamiento del sector de agua potable y saneamiento con el objetivo de hacerlo menos dependiente de recursos gubernamentales. En esas condiciones, el tema de ampliación de cobertura y de acceso a los servicios se convierte en uno de subsidios para grupos de bajos ingresos. Sin embargo, la creación de sistemas de subsidios es una tarea pendiente en la abrumadora mayoría de los países de la región.

La respuesta tradicional a los problemas que plantea financiar la prestación de los servicios para grupos de bajos ingresos fueron los subsidios cruzados entre los usuarios que tienen más capacidad económica y los de menor capacidad dentro de la misma zona de servicio. En reemplazo de este enfoque pragmático, pero teóricamente ineficiente, en la actualidad, se privilegia el enfoque de subsidios directos o focales a la demanda mediante contribuciones del Estado al pago de las tarifas de los sectores más deficitarios.

*Uno de los mejores sistemas en materia de subsidios, en el sentido de que no opera como un desincentivo para la eficiencia de las empresas, es el de Chile.* En este modelo, el Estado central establece un subsidio directo al pago de los consumos de agua potable y alcantarillado. El sistema es administrado por los municipios, los cuales se encargan de la postulación, aceptación e inscripción de los candidatos. Informan a las empresas de servicios acerca de los usuarios favorecidos, de modo que las facturas reflejen por separado los montos que deben ser pagados por los usuarios y el monto que debe aportar el municipio a las empresas de servicios. Mientras que el sistema chileno opera razonablemente bien, su instalación no ha sido fácil y los intentos de imitarlo, sin análisis de sus requerimientos operativos, han enfrentado serias dificultades. Las condiciones mínimas para implementar un sistema similar son los siguientes: (i) sistema fiscal capaz de generar los recursos necesarios para

financien los subsidios; y (ii) sistema administrativo capaz tanto de evaluar quién los requiere como de garantizar que los recursos efectivamente lleguen a su destino. Estos requisitos básicos la gran mayoría de los países de la región todavía no los tiene.

Otro caso interesante es el de Colombia, donde se estableció un sistema transparente de subsidios para usuarios residenciales de menores ingresos. Estos subsidios se financian mediante contribuciones predeterminadas de los usuarios comerciales, industriales y residenciales de mayores ingresos y con transferencias gubernamentales en caso de desequilibrios. Si bien en teoría el sistema parece razonable, en la práctica su funcionamiento ha sido plagado de dificultades y no se ha logrado cubrir las necesidades de recursos.

#### **II.4 Fortalecimiento y limitación de organismos de regulación.**

Muchos países de América Latina y el Caribe, como **Argentina**, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Nicaragua, Panamá y Perú, ya han creado entidades de regulación y varios otros están en este proceso. Sin embargo, muchos de los organismos creados todavía no tienen suficiente estabilidad, independencia, capacidad y recursos, y se encuentran además con poderes indebidamente limitados, como para, por un lado, proteger efectivamente los intereses de los consumidores y de la sociedad en general y asegurar la eficiencia en la prestación de los servicios, y por otro, ofrecer garantías de independencia y objetividad frente a las empresas prestadoras y atraer inversiones al sector. En general, este aspecto sigue siendo uno de los más débiles en las experiencias regionales, por lo que debe ser mejorado en todos sus frentes.

En base a las experiencias de los países, tanto dentro como fuera de la región, que tienen una reconocida trayectoria en la regulación de los servicios públicos, y conforme con las investigaciones teóricas e empíricas al respecto, hay bastante consenso de que en el diseño institucional de una entidad de regulación deberían respetarse una serie de condiciones:

- Otorgar al regulador un mandato bien definido, libre de control por parte de los políticos, y establecer objetivos claros con respecto a los cuales deberá rendir cuentas. Por lo general, estos requisitos hacen conveniente que el regulador no sea parte integrante del poder ejecutivo.
- Asegurar que los directores de los organismos regulatorios sean nombrados sobre la base de criterios profesionales más que políticos. Es importante evitar que los nombramientos tengan un carácter político–partidista. Un enfoque habitual es que en el proceso participen los poderes ejecutivo y legislativo.
- Nombrar al regulador por un plazo fijo, asegurar su estabilidad y evitar su remoción arbitraria. En el caso de una junta o comisión, escalonar el mandato de los miembros, de modo que sean reemplazados uno a uno y no todos a la vez.
- Asegurar al ente regulador una fuente autónoma y confiable de financiación, por ejemplo, un porcentaje fijo sobre ingresos del sector que regula. Asimismo, se lo debería eximir de aplicar las normas de contratación y salariales aplicables a la administración pública a fin de atraer y retener a personas capacitadas.

Es importante señalar que las leyes, por sí mismas, no bastan para crear buenas entidades de regulación. Aunque varios países de la región han adoptado leyes modernas que incorporan muchas de las recomendaciones mencionadas arriba, dichos principios no siempre funcionan en la práctica. Por ejemplo, se dan casos cuando el ejecutivo “negocia” reajustes tarifarios directamente con la empresa, sin participación de la entidad de regulación; cuando los reguladores tienen estabilidad jurídica pero se retiran “voluntariamente”; cuando las entidades de regulación tienen, según la legislación vigente, asegurados amplios recursos financieros, pero no pueden gastarlos por las limitaciones impuestas por el ejecutivo; cuando lo único que pueden hacer las entidades de regulación es “recomendar” pero no decidir; etc.

Otros aspectos que deben ser fortalecidos son la participación de los consumidores, el acceso a la información y la coordinación con otras entidades gubernamentales:

- Aunque la participación de los consumidores en el proceso regulatorio es fundamental para lograr una regulación eficaz de los servicios públicos, en la abrumadora mayoría de los países de la región, no se le da ninguna funcionalidad (en términos de organización, poderes, financiación, acceso a la información, participación en el proceso regulatorio, etc.).
- La información es un requisito indispensable para una regulación eficaz. A este respecto, la situación general en la región es muy deficiente: débiles sistemas de acceso a la información, capacidades legales reducidas para monitorear y requerir la información, falta de buenos mecanismos de contabilidad regulatoria y de sistemas uniformes de cuentas, etc.
- El hecho de que, por lo general, la competencia con respecto a la regulación económica, salud (normas de calidad para el agua potable), recursos hídricos (su asignación) y medio ambiente (control de contaminación del agua), se confía en distintos organismos, subraya la necesidad de asegurar una cooperación estrecha y una comunicación efectiva entre ellos, lo que pocas veces se da en la práctica.

#### ***II.4.1 Conclusión del capítulo.***

La calidad de los arreglos institucionales en algunos países latinoamericanos y africanos no se compadece con la importancia que la asignación de aguas y el monitoreo de servicios públicos a ella vinculada requieren. En gran medida esto es el resultado del prejuicio respecto del rol de los gobiernos supuestos corruptos que ha afectado negativamente la regulación a una escala global. Muchos programas de transferencias de activos sin salvaguardas regulatorias terminaron por reemplazar a un grupo de personas corruptas por otro.

En los casos mencionados las privatizaciones y las regulaciones no estuvieron igualmente balanceadas.

Este proceso ha ignorado que los mercados necesitan leyes y estructuras para funcionar adecuadamente y que el regulador mas necesario es el Estado. Sin flujo libre de información, sin competencia y sin control de externalidades los mercados no funcionan como deben.

En el presente estado de evolución del sistema legal, algunos actores económicos tienen derechos y garantías que el ciudadano común no posee. Las corporaciones multinacionales tienen derechos y garantías especiales, resultantes de acuerdos legales y factores de facto.

Mientras que las garantías a los inversores extranjeros son necesarias no deben resultar en la creación de sistemas adversos a la competencia, a la eficiencia, a la protección ambiental y a otros objetivos públicos. Por lo tanto, es necesario refinar los acuerdos y las prácticas internacionales, la legislación nacional y los procedimientos contractuales, para efectivamente facilitar la competencia, restringir prácticas de poder de mercado, promover sistemas contables transparentes, restringir transferencias de precios y asegurar que tarifas y garantías a inversores no desalienten la eficiencia ni resulten de procesos afectados por capturas del regulador o del Estado.

### III CONCLUSIÓN DEL TRABAJO

*Los seres humanos pueden sobrevivir sin comida aproximadamente un mes, pero mueren si no consumen agua en unos pocos días.*

A lo largo del trabajo se pudo demostrar que el agua es un **bien social** al ser esencial para la vida y para la preservación de la salud, convirtiéndose en un derecho inalienable de los ciudadanos. También es un **bien ambiental**, ya que la preservación del a misma como recurso natural integrado al ambiente es el principio rector para el manejo del agua en todos sus usos. Finalmente se la considera un **bien económico** a fin de que los costos de instalación, operación mantenimiento incluidos en la prestación de los servicios no impidan el cumplimiento del principio del agua como bien social, por lo que es necesario *asegurar la eficiencia económica de la gestión y la distribución del agua.*

Si el estado se encarga de esos costos es casi seguro que las sociedades actuales (salvo algunas excepciones como la de Países Bajos) no comprenderán el verdadero costo del agua, cosa que si sucederá si lo pagan directamente. Otro beneficio de ello es que se desperdiciará menos, provocando un cambio en la forma de gerenciar el recurso (no se generará dependencia de subsidios externos que constituyen soluciones temporales).

Asimismo, no debe ignorarse que el manejo institucional del sector tiene una dimensión política que puede condicionar su eficiencia y eficacia.

Retomando el objetivo del trabajo, acerca de los principios que aseguren una eficiencia económica de la gestión, el tema central del modelo de eficiencia integrada es la **autonomía**.

Es necesario aclarar que en el caso del suministro de agua potable en países en vías de desarrollo, la autonomía es restringida, probablemente por el hecho de que las autoridades quieran controlar este recurso básico de la vida junto a la gigantesca inversión inherente al suministro del mismo. No confían en

terceros para gerenciarlo, y por ello, no delegan la autoridad para que las compañías utilicen los recursos de forma independiente.

En el modelo mencionado existe una jerarquía: **La autonomía por sobre las políticas**. Situación que demuestra que aunque se modifiquen variables intermedias (como la participación femenina, las concesiones o inversiones públicas, la educación en salud, etc.), no producirán resultados efectivos sino existe autonomía por parte de las compañías.

A continuación se enumeraran a los que se cree que son los inhibidores de la efectividad de las compañías de suministro de agua.

- inconsistencias en las expectativas de las autoridades externas a la empresa
- autoridad legal para fijar tarifas y políticas
- sustentabilidad
- política de recursos humanos
- Configuraciones inadecuadas (Ej./: instalaciones precarias y obsoletas)

El desafío es transformar estos inhibidores en oportunidades.

Para mejorar la efectividad el primer paso no aparenta ser la intervención de la compañía en sí misma sino su relación con sus autoridades. Debe comenzar con leyes y regulaciones que establezcan la autoridad legal para determinar su propia política y manejar sus propios negocios e inconvenientes. Una vez que esto se logra podrá ser sustentable y mejorar los resultados obtenidos. Esto es un ciclo que se retroalimenta, a mejores resultados mayor sustentabilidad y viceversa.

La **sustentabilidad** es la variable clave que ofrece oportunidades de mejora y es también el objetivo a conseguir en cualquier país en vía de desarrollo que enfrenta un déficit estructural en las actividades de suministro de agua. El ciclo de la sustentabilidad y los resultados solo puede ser positivo si garantizamos a

la compañía suministradora de agua la autoridad para manejar su política de financiamiento de manera independiente.

El **apoyo externo** puede ofrecer un sustituto temporal para la **sustentabilidad**. Sin embargo, es una solución temporal y no definitiva que llevará a los países a realizar esfuerzos por mantener o incrementar los subsidios antes que mejorar la performance del sistema y de la organización. (Soluciones de corto plazo vs. soluciones de largo plazo).

El mercado del suministro de agua es estable y predecible. Por esta razón, el punto más importante es la obtención del recurso por sobre los otros procesos. Si una organización no posee cierta autonomía legal para determinar una política de abastecimiento significa que otro ente está en posición de imponer políticas que perjudiquen a la efectividad de la organización. Esta situación refleja lo que sucede en Latinoamérica donde las reglas no son claras y donde no existe una visión a largo plazo. Las decisiones se centralizan y se posponen, existen interferencias en las operaciones y por sobre todo Pasividad.

La conclusión es que existen principios universales de gerenciamiento para mejorar la efectividad del suministro y que las estructuras de las compañías no deben ser idénticas siempre que se logre autonomía. Puede ser autónoma en distintos niveles de gobierno: estatal, regional o local. También puede ser privatizada y las políticas de recursos humanos pueden variar siempre que sean las adecuadas.

Que una empresa goce de autonomía no significa que se retire el control público. Por el contrario, al garantizar la autonomía para un objetivo específico como es el suministro de agua potable para la población de las ciudades se genera una oportunidad para controlar. Esta forma es más simple. No importa el tipo de gobierno que esté de turno siempre que se garantice la autonomía.

Lo que queda por preguntarse es porqué si estos principios existen, no se aplican en países en vías de desarrollo, porqué no los aplican Organismos internacionales o bien, porqué no se surgen solos.

La respuesta que se encontró es que en los países desarrollados el tema de la efectividad en el suministro se viene desarrollando desde hace siglos. Con el tiempo, se fueron desarrollando instituciones y métodos de gerenciamiento que permitieron a partir de experiencias, fallas y ejemplos el aprendizaje y desarrollo de sistemas, configuraciones y compañías adecuadas. Conjuntamente a ello se desarrollaron la educación, el entrenamiento, y la innovación de los recursos humanos. Las guerras mundiales incluso potenciaron el fenómeno.

Los países en vías de desarrollo, Argentina es un claro ejemplo, presentan una clara desventaja respecto de los mencionados en el párrafo anterior. Hoy deben competir en una economía abierta pero carecen de las habilidades, de la experiencia y de los recursos. Tienen que acelerar procesos en periodos cortos de tiempo y enfrentar además de sus problemas estructurales los problemas de un mercado competitivo y globalizado.

Los procedimientos operativos en Europa fueron desarrollados durante años y adaptados a sus instalaciones. En los países en vías de desarrollo en cambio se copian formatos, estructuras e ideas que no son aplicables a sus sistemas por ser simplemente diferentes.

Sumado a ello, existen dificultades políticas, económicas, sociales y culturales. La población crece a ritmos exponenciales y las ciudades se sobrepueblan. Cuando el proceso de transformación de una sociedad tradicional a una industrial como la actual demoró varios siglos en Europa, estos países deben afrontar el cambio en décadas. Hay tantos problemas y tantas necesidades y al mismo tiempo tan pocos recursos, tan poco financiamiento y recursos humanos mal capacitados, que una evolución ordenada es casi imposible.

Todos los problemas mencionados sumados a una dependencia de ayuda externa llevan a la centralización con todos sus efectos negativos. Las estructuras sociales tradicionales no se adaptan a los complejos problemas modernos y tampoco hay tiempo para desarrollar soluciones alternativas. Los cambios que se producen en materia social y política son shocks que duran poco tiempo pero que no permiten evolucionar sino lo contrario. Entran en un espiral negativo del que no pueden salir.

**La autonomía del suministro presupone estabilidad social y política de las instituciones.** Situación que no sucede en los países en vías de desarrollo, donde se aplican solamente soluciones de emergencia que atacan al problema y no a la causa.

Muchas veces se cree que el problema del suministro es de ingeniería, que se resuelve con la construcción de cañerías, reservorios, presas, plantas de tratamiento y redes de distribución. El análisis demuestra que primero se necesita un dominio institucional y gerencial. **La ingeniería debe estar subordinada al principio de gerenciamiento institucional.**

## IV BIBLIOGRAFÍA

Subsecretaria de Recursos Hídricos – Principios de Política Hídrica de la República Argentina.

Subsecretaria de Recursos Hídricos - Perspectivas de la Política Hídrica de la Republica Argentina.

Virtual Water Trade – Proceeding of the Internacional Expert Meeting on Virtual Water Trade – edited by A.Y. Hoekstra – February 2003- IHE delft – Netherland.

Virtual Water Trade – a quantification of Virtual Water Flows between Nations in relation to International Crop Trade . A. Y. Hoekstra, P. Q. Hung – September 2002 – IHE Delft – NetherInd.

Sharing Water: Definig a common interest. By UNESCO (United Nations Educational, Scientific an Cultural Organization). January 2003.

Declaración de Dublín sobre el agua y el desarrollo sostenible – conferencia Internacional sobre el agua y el medio ambiente (CIAMA), celebrada en Dublín Irlanda del 26 al 31 de Enero de 1992.

Represas y Desarrollo: “Un nuevo marco para la toma de decisiones” – Informe de la Comisión Mundial de Represas- Noviembre de 2003- síntesis.

Dams and Developments, a new framework for Decisions Making – Chapter 7; Enhancing Human Development.

Diccionario Técnico del Agua – José Catalan La Fuente, Madrid.

El agua en el mundo presente y futuro – Mark Lvovich – Editorial Cartago.

Planificación de los Recursos Hídricos – Tierra de Fuego, Argentina.

Propuesta de Anteproyecto de Ley de Agua para la Ciudad de Buenos. “Hacia la Construcción de regimenes Jurídicos para la calidad del agua en la Ciudad de Buenos Aires”.

La regulación del agua en la Ciudad de Buenos Aires – FARN.

Ley Nº 1.060 – Objetivos y alcance de la política ecológica y ambiental – Provincia de Formosa, Argentina.

Hydropower and the World energy future. The role of Hydropower in bringing clean, renewable energy to the world. International Hydropower Association-United Kingdom.

Ethic and the culture of Development. Conference May 31 1998, Cuba.

¿Qué cambiara con la cumbre de Johannesburgo? – reportaje principal. Septiembre 2002.

Sustainable Development – Janes Uwins, April 2001.

Usos del agua, año internacional del agua dulce 2003 – Información basada en “World Water Assessment Programme” people and the Planet, UNESCO.

El agua virtual. Año Internacional del agua dulce 2003, UNESCO.

Ecoportal, El agua y las ultimas trincheras, 2005.

Ecoportal, Exposición día mundial de la alimentación “El agua, fuente de seguridad alimentaría”, Diputada Raquel Barreiro, 2005.

Open – Chanel Hydraulics, Ven Te Chow. Internacional Student edition.

La Hidrovía Paraná – Paraguay. Boletín del Centro naval

Calidad del agua, Farn 2005.

Comisión de Recursos Hídricos y de Ecología Desarrollo Humano.

H. Senado de la Nación Argentina – Naciones Unidas - CEPAL:

La Gestión integrada, planificación y legislación de aguas desde la perspectiva de los principios de Dublín.

El desarrollo en la perspectiva del Siglo XXI.

Ordenamiento Político Institucional para la Gestión del agua.

Plan de acción de Mar del Plata, conferencia Naciones Unidas sobre el agua, Marzo de 1977.

Creación de Entidades de Cuenca en América latina y el Caribe.

The Economist, July 2003. More money is hended to solve the Worlds Water Problems, but even more important, argues John Peet, is the application of Economist principles, particularly pricing and markets .

Artículos varios periodísticos sobre agua.

IAHR – Consulta Nacional sobre presas y desarrollo en Argentina, anales del segundo taller, Buenos Aires 15 y 16 de Marzo de 2004.

Apuntes de catedra del Ing. Armando Sánchez Guzman.

## V ANEXOS

### V.1 Indicadores para el estudio de posibles vínculos entre infraestructura y salud

Tabla : Indicadores para el estudio de posibles vínculos entre infraestructura y salud

<i>Indicadores que evalúan el nivel de la infraestructura de agua y saneamiento (1)</i>	<i>Indicadores que evalúan el uso de la infraestructura y los patrones de higiene (2)</i>	<i>Indicadores que evalúan la situación de salud (según informada por hogares / clínicas) (3)</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• % de hogares con conexiones de agua</li> <li>• % de hogares con acceso a un punto de distribución pública de agua a menos de 30 metros</li> <li>• distancia promedio al punto de distribución de agua, desde el hogar</li> <li>• número de personas que usan el punto de distribución pública de agua</li> <li>• % de la población que consume menos de 20 litros por persona y por día</li> <li>• % de hogares conectados al sistema de cloacas</li> <li>• % de hogares con acceso a un sistema operativo de saneamiento a menos de 10 metros del lugar de residencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• consumo de agua por familia</li> <li>• gastos en jabón por familia</li> <li>• gastos en detergente por familia</li> <li>• lavado de manos después de defecar</li> <li>• lavado de manos antes de preparar los alimentos, comer o atender a los niños</li> <li>• mantenimiento de letrinas</li> </ul>	<p>Salud infantil</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tasa de mortalidad de bebés</li> <li>• tasa de mortalidad de niños</li> <li>• nivel de malnutrición</li> </ul> <p>Incidencia y frecuencia de las principales enfermedades</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• diarrea</li> <li>• disentería</li> <li>• hepatitis A</li> </ul>

## V.2 Problema que limitan el acceso a los servicios de agua y saneamiento y su importancia relativa por localidad.

Tabla : Problemas que limitan el acceso a los servicios de agua y saneamiento y su importancia relativa, por localidad

Problemas	Importancia relativa		
	Zonas rurales	Pobladors pequeños	Zonas urbanas
<b>Políticas</b>			
<b>Políticas fiscales</b> Los subsidios no selectivos, de base amplia, a menudo no ofrecen beneficios a los sectores a quienes estaban dirigidos, pero reducen los limitados fondos públicos que quedan disponibles para intervenciones más selectivas	alta	alta	alta
<b>Clima político volátil e incierto</b> La frecuentemente percibida incertidumbre con respecto a los derechos sobre la propiedad privada y falta de salvaguardas adecuadas, disuaden al inversionista privado o aumentan el costo del capital	baja	moderada	alta
<b>Políticas de control de los recursos de agua</b> La ausencia de políticas claras, con respecto al control de los recursos generales de agua y la asignación de derechos de propiedad, puede resultar en extracciones insostenibles (v.g. la agricultura, la industria), lo cual reduce la disponibilidad general de las fuentes subterráneas, o en la contaminación de las aguas de superficie por efluentes industriales, agrícolas y familiares, lo que limita el potencial de uso de las mismas y aumenta el costo para los usuarios de río abajo.	alta	alta	alta
<b>Leves y regulaciones</b>			
<b>Regulaciones de propiedad</b> La falta de títulos de propiedad seguros impide que se hagan conexiones formales de agua corriente (serían ilegales), aumenta la incertidumbre y reduce los incentivos de un prestador potencial de servicios para invertir en activos fijos (el sistema de agua corriente).	baja	baja	baja
<b>Derechos exclusivos para los proveedores</b> Un mandato exclusivo, por el cual sólo una compañía determinada presta servicios, reduce la competencia y la innovación y, donde no haya servicios de la red, puede impedir que los pobres obtengan servicios de otros proveedores	baja	moderada	alta
<b>Normas técnicas</b> Normas de servicio inflexibles y poco realistas reducen las alternativas técnicas financieramente accesibles porque aumentan el costo y crean obstáculos al acceso de proveedores potenciales	moderada	alta	alta
<b>Instituciones y administración</b>			
<b>Falta de capacidades e incentivos</b> La falta generalizada de competencia administrativa, gerencial y técnica en los organismos gubernamentales locales y centrales, agravada fuera de las principales ciudades por las deficiencias de las redes de transporte y comunicaciones, limita una interacción eficaz con los consumidores y otras partes interesadas. Esto reduce el	alta	de moderada a alta	de baja a moderada

Problemas	Importancia relativa		
	Zonas rurales	Pobladitos pequeños	Zonas urbanas
acceso a la información.			
<b>Corrupción y falta de transparencia</b> La corrupción y falta de transparencia en el proceso de decisión de las instituciones públicas crea obstáculos a la competencia privada y la participación de los pobres (quienes no tienen voz ni dinero para sobornar)	alta	alta	alta
<b>Capital social</b> La ausencia de capital social (definido como la capacidad de las personas y hogares de obtener beneficios por el hecho de formar parte de una red social u otras estructuras sociales) hace más difícil alcanzar a los pobres como beneficiarios de la prestación del servicio	moderada	alta	alta
<b>Accesibilidad financiera</b>			
<b>Limitaciones crediticias</b> La falta de acceso al capital (microcrédito u otros programas bancarios) debida a mercados financieros poco desarrollados, la falta de solvencia crediticia, los altos costos de transacción y la ausencia de mecanismos de pago flexibles, hacen que cualquier inversión que requiera una participación en los costos quede fuera del alcance de los pobres	alta	alta	alta
<b>Costos de conexión y estructuras de las tarifas</b> Los altos costos de conexión o tarifas elevadas (v.g. tarifas que aumentan por bloque de servicio) a veces resultan en un costo prohibitivo del agua	baja	moderada	alta
<b>Cantidad de consumo</b> Los proveedores no tienen incentivos para prestar servicio a los pobres porque el bajo consumo no proporciona suficientes economías de escala para cubrir los altos costos iniciales de la inversión	alta	alta	alta
<b>Limitaciones de accesibilidad financiera basadas en la localidad</b> Cuando las comunidades pobres ocupan tierras marginales o viven en lugares remotos, en los cuales es técnicamente más caro prestar el servicio, los incentivos de prestación son bajos. Cuando el servicio se ofrece de todos modos, tiende a ser más caro	alta	alta	alta

## V.3 LECCIONES DE LAS EXPERIENCIAS INTERNACIONALES

### LECCIONES DE LAS EXPERIENCIAS INTERNACIONALES

#### *La Experiencia de México.*

A partir de la adopción en 1992 de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento de 1994,

#### **Instrumentos Regulatorios**

□ Definición de la Comisión Nacional del Agua (CNA), que había sido creada en 1989, como la única autoridad federal en sumateria, y otorgamiento a su Director General de la atribución para expedir títulos de concesión de agua y delegar ciertas funciones.

□ Énfasis en la planificación de los recursos hídricos base fundamental para la gestión del agua en el ámbito de la cuenca.

□ Reiteración del principio constitucional de que los usuarios no pueden aprovechar las aguas nacionales sino mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal, a través de la CNA, por un período de cinco a 50 años. La ley: (i) Define las reglas específicas para los principales usos, (riego, abastecimiento de agua potable, alcantarillado y saneamiento; generación de energía eléctrica, y otros usos productivos). (ii) Con objeto de evitar especulación y monopolio, establece criterios para prorrogar las concesiones y para declarar su caducidad si el usuario deja de usar las aguas nacionales durante tres años consecutivos. (iii) Promueve el uso eficiente del agua, estableciendo sanciones para los usuarios que la desperdicien ostensiblemente.

□ Poder del Ejecutivo Federal para limitar los derechos de los usuarios mediante la reglamentación, las vedas y el establecimiento de reservas, por algunas de las siguientes razones de interés público: (i) Prevención o remediación de la sobreexplotación de acuíferos. (ii) Protección o restauración de ecosistemas. (iii) Preservación de las fuentes de abastecimiento de agua o protección de las mismas contra la contaminación. (iv) Preservación y control de la calidad del agua. (v) Escasez intensa o sequía.

□ Prevención y control de la contaminación, mediante las siguientes obligaciones de los usuarios que utilizan cuerpos de aguas nacionales como receptores de sus aguas residuales: (i) Obtención del permiso de descarga y cumplimiento de los parámetros correspondientes. (ii) Informar a la CNA sobre el cumplimiento de los parámetros especificados.

□ Regulación de (i) las zonas federales, definidas como una franja a lo largo de un río o lago formada por un contorno a partir del nivel de una avenida máxima ordinaria. (b) La extracción de materiales de cauces y zonas federales.

□ Los usuarios que no cumplan con el pago de contribuciones establecidas por la Ley Federal de Derechos para el aprovechamiento de aguas nacionales o la descarga de aguas residuales, pueden ser sujetos de cancelación de sus concesiones y permisos.

□ Regulaciones para el control de avenidas: (i) Coordinación con los gobiernos estatales y municipales para la construcción de la

infraestructura y el establecimiento de las medidas de control no estructurales.

(ii) Medidas preventivas, tales como los sistemas de pronóstico y alerta, así como reglas de operación de presas.

☐ Todas las concesiones y permisos, así como las transmisiones de derechos de agua deben inscribirse en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), con objeto de proporcionar seguridad jurídica a los usuarios.

☐ Papel de la Comisión Nacional del Agua (CNA) como conciliador y árbitro en la resolución de conflictos entre usuarios.

☐ Sanciones a los usuarios por no cumplir con la LAN o su reglamento. Los usuarios tienen el derecho de interponer recursos

administrativos ante cualquier resolución de la autoridad y, agotado o no este recurso, acudir al Poder Judicial.

☐ Medidas transitorias para que aquellos usuarios que utilizaban el agua con documentos legales distintos a las concesiones y los permisos establecidos por la ley o eran usuarios de facto, pudieran regularizar su situación jurídica.

#### 1 Instrumentos Económicos

☐ La obligación de los usuarios de pagar las contribuciones establecidas por la LFD, relacionadas con el aprovechamiento del agua, la descarga de aguas residuales, el uso de zonas federales y la extracción de materiales pétreos. También, los concesionarios de infraestructura hidráulica o de la prestación de servicios hídricos, tienen la obligación de pagar las contribuciones correspondientes.

☐ Mercado regulado de derechos de agua (incluyendo concesiones de aprovechamiento y permisos de descarga), para promover una asignación del agua más eficiente desde el punto de vista económico.

#### Instrumentos Participativos

☐ El establecimiento de consejos de cuenca, como instancias de coordinación y concertación entre las autoridades federales, estatales y municipales, así como de los usuarios y todos los grupos de interés. Sus principales tareas son participar en la planeación y aprovechamiento de los recursos hídricos, así como en la administración del agua, particularmente en el enfrentamiento de los problemas de escasez y contaminación.

☐ Promoción de las organizaciones de usuarios, principalmente mediante la transferencia de los distritos de riego; el reforzamiento de los organismos

operadores de agua potable, alcantarillado y saneamiento; y el establecimiento de grupos para resolver problemas específicos como la sobreexplotación de acuíferos.

□ Promoción de la participación privada en el diseño, construcción, financiamiento, operación y mantenimiento de la infraestructura, y los servicios hídricos.

Recuadro 1. Instrumentos de la Legislación Mexicana para la Gestión Integral de los Recursos

Hídricos

México ha venido aplicando los instrumentos regulatorios, económicos y participativos

contenidos en tales ordenamientos (Recuadro 1).

En esta sección se presentan tres de las principales experiencias: la transferencia de los distritos de riego, la organización de usuarios para recuperar acuíferos, el registro de los usuarios existentes, y el cobro de derechos por uso del agua y descarga de aguas residuales.<sup>41</sup>

### ***Transferencia de Distritos de Riego***

Los distritos de riego se establecen después de que la Comisión Nacional de Irrigación inicia en 1926, la construcción de la infraestructura hidroagrícola en el país; desde entonces el gobierno Federal se responsabiliza de su operación, conservación y administración.

Las restricciones presupuestales motivadas por la difícil situación económica y la cada vez menor participación de los usuarios en el pago de los costos, originó que durante la década de los años ochenta la infraestructura de los distritos se deteriorara, ocasionando con ello que se disminuyera la eficiencia en el servicio de riego y se propiciara el desperdicio de agua. La Comisión Nacional del Agua, al hacerse cargo de los distritos de riego, establece a finales de 1989 una política encaminada a que la operación, conservación y administración de los mismos se transfiriera a los usuarios organizados para lograr así la autosuficiencia financiera y elevar la productividad del agua, la tierra y la infraestructura de riego. Antes de iniciar el proceso formal, se auscultó a los usuarios para conocer su predisposición al cambio, incorporar sus puntos de vista en la manera de proceder y acordar la rehabilitación previa

a la transferencia. Hasta la fecha, la CNA continúa haciendo labores de promoción y orientando a los usuarios en la constitución de sus asociaciones. El primer paso consiste en la transferencia de las redes secundarias. De acuerdo al tamaño del distrito y a la infraestructura de riego y drenaje, se forman los módulos y se crean las respectivas asociaciones Civiles (AC) con los usuarios cuyas parcelas quedan comprendidas dentro de los límites de dichos módulos, a los que se les dará un título de concesión de aguas y utilización de infraestructura hidráulica, así como el instructivo de operación, conservación y administración. A cada AC, como persona moral, la CNA le suministra el agua que corresponde en bloque, en los puntos de control que se haya acordado previamente, para que la distribuya entre los usuarios y se le responsabilizará de la conservación de la infraestructura de riego y equipo. Además se le habilita para que cobre la cuota por servicio de riego y la administre, con el compromiso de cubrir a la CNA, la parte que le corresponda por el suministro de agua en bloque, a fin de que pueda cubrir los costos que genera la operación y conservación de las obras de cabeza y la infraestructura de las redes mayores de riego y drenaje. Para la capacitación de los directivos de la AC, así como su personal operativo la CNA, lleva a cabo por un período de 2 a 3 meses, una operación paralela que les permita conocer los pormenores de la operación, conservación y administración.

41 Con excepción de la transferencia de distritos de riego y la organización de usuarios de acuíferos, esta sección fue adaptada de Garduño, H, "Modernization of Water Legislation: The Mexican Experience", Issues in Water Law Reform, Proceedings of the Expert Consultation, Pretoria, South Africa, 3-5 June 1997, FAO, M54, ISBN 92-5-104252-7, 1999.

El segundo paso implica un mayor grado de descentralización al transferir la operación y conservación de las redes principales de riego y drenaje a un grupo de AC, constituidas en una Sociedad de Responsabilidad Limitada de Interés Público y Capital Variable (S. de R.L.), a la cual la CNA, le otorga un título de concesión, para el uso de la infraestructura. En esta etapa la cuota por servicio de riego que cobran las AC, se divide en tres partes: i) para cubrir los costos de los módulos, (ii) de la S. de R L. y (iii) de la CNA.

Desde que se inició el programa hasta finales de 1998 se ha logrado transferir la infraestructura de riego correspondiente a 3.15 millones ha a 460,000 usuarios,

organizados en 416 asociaciones civiles y 10 S. de R.L.. Esto significa que de los 81 distritos de Riego que existen en México, 69 han sido totalmente transferidos y de la superficie total de 3.40 millones de ha, se ha transferido el 93%.

Puede decirse que en general se trata de una experiencia exitosa porque: (i) se ha mejorado el concepto de servicio y gestión de la operación y el mantenimiento; (ii) la operación y el mantenimiento se han hecho autosostenibles gracias al monto y alto nivel de cobranza de las tarifas; (iii) ha habido un incremento real del orden del 20% en la productividad del agua. Sin embargo, para consolidar la transferencia aún hace falta : (i) realizar importantes inversiones para modernizar los distritos; (ii) definir lo más pronto posible, con la participación de los usuarios, los reglamentos de operación de las obras de cabeza; y (iii) completar la titulación y registro de los derechos de agua e incluir en los títulos condiciones de uso del agua compatibles con los reglamentos de las obras de cabeza. También hay que reconocer que hay un número reducido de distritos, los cuales representan una superficie mínima del total, que en las condiciones actuales no es posible transferirlos y es necesario plantear una solución alternativa. Entre las principales lecciones de la experiencia mexicana, cabe destacar: (i) los usuarios que no pagan sus cuotas son sancionados de inmediato; (ii) las propias AC y S de RL recaudan las cuotas y los usuarios generalmente pagan con antelación al ciclo agrícola correspondiente; (iii) la superficie mínima correspondiente a una asociación debe ser de 8,000 a 10,000 ha y el ideal ha resultado ser superior a 20,000 ha para aprovechar economías de escala; y (iv) el período de actuación de dos años de los consejos directivos ha probado ser demasiado corto, sería recomendable ampliarlos a cuatro o seis años.

### ***Organización de Usuarios para Recuperar Acuíferos***

Por su extensión espacial y su fácil accesibilidad, las aguas subterráneas han jugado un papel fundamental en el desarrollo socioeconómico de México durante las últimas décadas. Se estima que la extracción total de agua subterránea se eleva actualmente a 30 km<sup>3</sup> anuales, lo que representa la

tercera parte del total de extracción de agua para usos consuntivos. Ese porcentaje no refleja la importancia real de las aguas subterráneas.

De hecho, la dependencia en ésta es mucho mayor en el caso de la demanda urbano/domestica, que obtiene de esta fuente más del 70% de sus necesidades.

Aproximadamente 75 millones de personas (55 millones de los mayores centros urbanos y prácticamente 20 millones del medio rural) dependen del agua subterránea para su suministro de agua potable. El agua subterránea atiende también unos dos millones de ha, el 33% del área total regada de México. En cambio, el riego consume aproximadamente el 66% del agua subterránea extraída. Debido a su seguridad, flexibilidad de uso y mayor productividad, el agua subterránea es de gran importancia para la producción agrícola total y, en particular, para las exportaciones de este sector.

El mayor uso de agua ocurre en las áreas áridas y semiáridas del centro, norte y noroeste, donde el balance bombeo/recarga es negativo, con la consiguiente sobreexplotación de numerosos acuíferos. El gravísimo problema de la sobreexplotación de los acuíferos del país ha sido identificado claramente cuando se preparó el primer Plan Nacional Hidráulico en 1975. De los 258 principales acuíferos del país, ese plan identificó ya 32 acuíferos sobreexplotados; ese número se elevó a 36 en 1981, a 80 en 1985 y a 130 actualmente. Las consecuencias de la sobreexplotación son ya visibles: bajada acelerada del nivel de los mantos acuíferos con aumento de los costos de bombeo; contaminación natural con elementos tóxicos; subsidencia de terreno en zonas urbana y contaminación de acuíferos por los efluentes industriales. Así, la sobreexplotación de acuíferos es uno de los más serios problemas ambientales de México.

Con el fin de frenar el aumento continuo de las extracciones en acuíferos que están ya en situación de sobreexplotación, las autoridades han reglamentado la explotación en estos acuíferos, incluido la creación de zona de veda (de perforación de nuevos pozos). Los resultados obtenidos no fueron muy convincentes.

Aplicando los principios de la descentralización y de la concertación, se ha fomentado la creación de Comités Técnicos de Aguas Subterráneas – COTAS -

, institución que reúnen a los usuarios y otros interesados de un mismo acuífero sobreexplotado, con el objetivo común de estabilizarlo y recuperarlo. Se busca un consenso para llegar a disminuir los caudales de bombeo por el uso más eficiente del agua, por la transferencia intersectorial de los derechos de agua y mediante incentivos económicos y financieros.

### ***Registro de los Usuarios Existentes***

En 1992 se estimaba que había 300,000 usuarios de aguas nacionales en México<sup>42</sup>. Desde que el Congreso aprobó la Constitución de 1917, en donde se establece la obligatoriedad de contar con un título de concesión para aprovechar el agua, hasta 1992, solamente se había otorgado alrededor de 2,000 títulos, entre otras razones porque solamente el Presidente de la República tenía la autoridad para firmar los títulos.

**La Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento entraron en vigor al día siguiente de su respectiva publicación. Establecieron un plazo de un año para que los usuarios existentes se registraran y una extensión de dos años para ciertos 42 Con excepción de las industrias, comercios y pequeños productores que se auto abastecen, los otros usuarios no son individuales, Por ejemplo, en el caso del riego un usuario es un módulo transferido. En el caso de las ciudades un usuario es el Distrito Federal que a su vez abastece a dos millones de viviendas y una gran cantidad de industrias y servicios.**

**grupos de usuarios. Es decir, la fecha límite era diciembre de 1995. Con objeto de acelerar el registro, la primera medida que tomó el Director General fue delegar al Subdirector General de Administración del Agua y a los Gerentes Regionales y Estatales de la CNA la autoridad para expedir títulos.**

Hacia mediados de 1995 se había registrado menos del 5% de los usuarios, razón por la cual el Presidente de México expidió tres decretos<sup>43</sup> de facilidades y extensión del plazo de registro por un año más. Los principales beneficios fueron la condonación total o parcial de derechos no pagados por el uso de agua y la descarga de aguas residuales, la exención de ciertos derechos y la no-aplicación de sanciones por no contar con título de concesión o permiso de

descarga. La respuesta de los usuarios excedió la capacidad de la CNA para evaluar las más de 150,000 adhesiones a los decretos. De tal manera que se expidió otro juego de decretos cuyo último plazo venció en diciembre de 1998, es decir otorgaron una extensión adicional de dos años. El segundo juego de decretos estuvo basado en procedimientos más sencillos y en un enfoque de confianza al usuario y limitación de la discreción de la autoridad. Por ejemplo, reconociendo que evidentemente no había información sobre los usos no registrados y por lo tanto era imposible hacer un balance para decidir otorgar una concesión, se otorgaron títulos con duración de diez años y por los volúmenes que bajo protesta de decir los usuarios declaraban estar aprovechando. El resultado de los decretos, campañas en los medios de comunicación y cientos de juntas con organizaciones de usuarios, es que hacia marzo de 1999 se había mejorado la estimación del total de usuarios, que ahora es de 370,000 y se habían expedido e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua 241,000 títulos de concesión. El “precio ecológico” que hubo que pagar fue la sobreexplotación del agua subterránea adicional por diez años y la probable “sobre-concesión” por encima de valores razonables en las cuencas. Pero, se consideró que valió la pena porque así se logró el registro indispensable para iniciar el control efectivo de las aguas nacionales.

No se ha dispuesto de la información precisa, pero se conoce que también se incrementó substancialmente el número de permisos de descarga de aguas residuales otorgados, bajo el compromiso de los usuarios de cumplir con su programa de mejoramiento de calidad de sus descargas. Además de las facilidades otorgadas por los decretos presidenciales, en 1996 se expidió una nueva norma para las descargas de aguas residuales municipales e industriales que substituyó a un conjunto de 44 normas obsoletas, y el Congreso aprobó modificaciones a la Ley Federal de Derechos con objeto de hacer congruentes los cobros por descarga de aguas residuales con la nueva norma. El enfoque resultante es más realista que el anterior porque toma en consideración el uso al que se destina el agua del cuerpo receptor así como su vulnerabilidad, y exige el cumplimiento gradual de la norma (los grandes contaminadores deben cumplir en el año 2000, los medianos en 2005 y los pequeños en 2010).

Ahora que han expirado los periodos de transición previstos en la legislación hidráulica y ampliados por los decretos presidenciales, existen dos retos. El primer reto es reforzar el 43 Un decreto para los usuarios agropecuarios, otro para las industrias y servicios y otro más para los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Los mayores beneficios y los plazos más largos para registro fueron otorgados a los usuarios más pequeños y con menor capacidad económica.

monitoreo de usos y descargas y aplicar todo el peso de la ley a los usuarios incumplidos.

El segundo consiste en hacer de los títulos y permisos y el registro de ambos un verdadero instrumento de gestión de los recursos hídricos. Las bases están sentadas en la Ley y su Reglamento, ahora hay que hacerlas operativas. Por ejemplo, los títulos otorgados a los usuarios que se adhirieron al segundo conjunto de decretos recibieron títulos por diez años. La idea es que al cabo de ese tiempo estén operando consejos de cuenca y comités de usuarios en las cuencas y acuíferos conflictivos, y que para entonces, con apoyo del Programa de Modernización para el Manejo del Agua (PROMMA)<sup>44</sup>, habrán mejorado las redes y sistemas de información de cantidad y calidad del agua. Por lo tanto, será factible contar con los instrumentos técnicos para evaluar los balances de aguas superficiales y subterráneas, tanto en cantidad como calidad, así como contar con mecanismos para la participación de los usuarios. En consecuencia, puede esperarse que usuarios informados participen en el establecimiento de metas y acciones para restablecer los equilibrios ecológicos y recuperar la calidad del agua, y que estén dispuestos a cumplir con los compromisos que al respecto asuman.

La importancia de mantener un registro actualizado estriba en que: (i) constituye el principal instrumento de gestión de los recursos hídricos; (ii) propicia la transparencia; (iii) otorga seguridad jurídica al usuario respecto de sus derechos de agua y por ende incentiva la inversión; y (iv) sin un registro actualizado y veraz no es posible pensar en hacer transferencia de derechos de agua.

### ***Cobro de derechos por uso del agua y descarga de aguas residuales.***

Estos derechos constituyen, junto con la posibilidad de vender los títulos de concesión y permisos de descarga, los instrumentos económicos de la

legislación hidráulica mexicana para la gestión de los recursos hídricos. Los derechos<sup>45</sup> fueron establecidos desde antes de la creación de la CNA, pero la Comisión los impulsó con el triple propósito de (i) promover el cambio gradual del uso del agua hacia usos de mayor valor, (ii) frenar la contaminación del agua, y (iii) proveer fondos para la gestión y desarrollo de los recursos hídricos. Los derechos por uso del agua son más elevadas en zonas de escasez hídrica, con objeto de reflejar el costo de oportunidad del agua. Los derechos por descarga de aguas residuales están en función del grado de incumplimiento de la norma y su magnitud es tal que resulta más atractivo construir y mantener una planta de tratamiento para cumplir que seguir contaminando.

Ahora bien, hay que aceptar que el sistema de derechos en México no es perfecto desde el punto de vista de la teoría económica. En efecto, a causa de sus valores diferenciales, la mayor carga fiscal es soportada por la industria; el riego está exento del pago de derechos, a pesar de que el 80% del consumo de agua se destina a la agricultura; y los municipios, aparte de tener tarifas demasiado bajas, en general no pagan porque la mayor parte de los sistemas de agua potable y saneamiento se encuentran en bancarrota.

No hay duda que debe tratar de mejorarse la estructura actual de las tarifas, pero tampoco

44 Este programa, con un monto de US\$400 millones está financiado en un 50% por el Banco.

45 Water levies en inglés.

debe negarse que a pesar de sus imperfecciones, el sistema ha operado: (i) Ya se nota cómo las industrias se preocupan por utilizar tecnologías ahorradoras de agua y por ubicarse en zonas con mayor disponibilidad de agua. (ii) La amenaza de cobrar el derecho por descarga de aguas residuales ha promovido la construcción de centenares de plantas de tratamiento, y (iii) El ingreso no ha sido despreciable; en el año de mayor recaudación relativa (1993), representó el 92% del presupuesto de egresos de la CNA. La importancia de esta cifra se aprecia cabalmente si se considera que la Comisión, además de ser autoridad del agua, construye y opera la infraestructura hidráulica más importante del país.

## ***La Eperiencia de Chile (MUSA ASAD)***

The Chilean experience with tradable water permits dates back to the 1920s, and a general legal basis was established by the 1951 Water Code. This code allowed the state to give water concessions to private parties according to water use priorities. Water transfers were allowed provided that the type of use remained the same. Then in 1969 during the agrarian reform, water became state property and trade concessions were prohibited. The more recent 1981 Water Code reintroduced permanent water rights, completely separate from land rights and freely tradable for both consumptive and non-consumptive uses. Conditional uses were abolished, and simultaneous requests were settled via bidding.<sup>46</sup> Today there are approximately 300,000 water users in Chile; however, only 35 percent to 50 percent of them have legal titles. Users are organized in private associations controlled by the General Directorate of Water (DGA), within the Ministry of Public Works. This directorate is responsible for water rights regulation, approval of hydraulic works, and technical reports on conflict resolution. Irrigation has a specific national commission, composed of public and private institutions, to plan, evaluate and approve public investments in the sector, which are coordinated by the Directorate of Irrigation and executed by private companies via bidding. To address pollution problems and enhance management capacity in planning and monitoring, Congress is discussing revisions and improvements of this tradable water rights system. A system of tradable water emission permits is also under discussion. An analysis of the transactions records of 1992 indicate that trade tends to be more intense near the Santiago area, where water is more scarce. Still, of the transactions with no land transfer involved, only 3 percent of total water flow was traded in the area that year, with an estimated value of US\$366,000. Moreover, 94 percent of total transactions occurred among farmers, and therefore did not involve changes in use. Trade between urban users and farmers did not exceed 3 percent of total trade transactions. This low rate of transactions may reflect either a failure of the trading system or a close to optimal allocation of the initial rights. Such an evaluation would require further research.

It is reported, however, that trade has both prevented political disputes and reduced investment expenditures. Moreover, the trade policy has created

incentives for water rights titles and improved water use efficiency, thereby increasing social benefits and reducing transactions costs of trade.

Chile's tradable water rights are believed to be politically acceptable and enforceable because of the country's long tradition in water property rights. Even water rights not legally inscribed are respected and traded.

<sup>46</sup> Alternate rights are also granted. For further information, see Brehm and Quiroz (1995).

Chile's example should be carefully reviewed by other countries seeking similar experiences, as is the case for Peru. Property rights assurance is particularly important for water rights since controversial equity issues, and consequently, political barriers, may arise because water is an essential natural resource in terms of welfare changes and economic impairedness. Countries with no similar tradition should first legalize existing property rights titling and define criteria for new assignments. The water permits already in place in many countries may provide an initial endowment. Once more, experience may start in basins where monitoring and uses are well established. Attention to speculation restrictions and trade promotion are also paramount to achieving successful results. Apart from that, the need to set permit-holding fees as financing source to management and monitoring activities must be taken into account. These fees could be set at higher levels to unused permits in order to promote trade.

## **LA EXPERIENCIA DE SUDÁFRICA.<sup>47</sup>**

South Africa reform of the water sector should be seen as part of the political change that has taken place in the country since 1994. The main objectives of these reforms are the equitable use of water resources.<sup>48</sup> The reforms address three aspects: legal, institutional, and economic (pricing).<sup>49</sup> Here we will address only the process undertaken by the government of South Africa, which is unique by itself, especially with its background.

*Proposed Reforms to Existing Water Rights Structures.* Since 1995, the Ministry of Water Affairs and Forestry (DWAF) has coordinated a process of reviewing South Africa's existing water law, with the objective of developing a new law that reflects the values of the new Constitution and the limits to the country's water resources. Crucial to this review has been the concern that water has been mostly available to a dominant group, which had privileged access to land

and economic power. The water law review process began with a DWAF publication *You and Your Water Rights* (1995), which was soon followed by a discussion document titled *Water Law Principles* (1996). Later, *The White Paper on a National Water Policy for South Africa* (1997) represented the culmination of two years of work reviewing South Africa water law. The policy outlines the approach to the future management of the country's water resources as a national asset, which the state must ensure is used beneficially and sustainably in the public interest. A National Water Bill (NWB) was drafted on the basis of this White Paper, tabled in Parliament in mid-1998, and after approval was published on the Government Gazette as the "National Water Act" (NWA) in August 1998

*Anticipating Water Rights Implementation Issues.* During the writing of the fourth draft of the NWB experience from other countries in the setting up of a new law was sought. With regards to implementation of the law, the South Africans considered the Mexican experience<sup>50</sup> useful and the FAO provided further assistance<sup>51</sup>. One of the main recommendations based on the Mexican experience, was to establish an implementation team with the task of anticipating what would be required to apply the Bill once it were enacted.

This approach led to amendments of the fourth and seventh drafts of the Bill. For instance, the White Paper policy of establishing water resource quality objectives and making a reserve for human and ecological needs before allocating water for "economic" uses, was included as specific sections in the fourth draft Bill. When the technical procedures to determine the objectives and the reserve were discussed, it was <sup>48</sup> See DWAF, 1995, 1997, and Schur, 1998.

<sup>49</sup> For a thorough analysis of this reform, see Schur (1998).

<sup>50</sup> Garduño, Héctor, "Modernization of Water Legislation: The Mexican Experience", *Issues in Water Law Reform*, Proceedings of the

Expert Consultation, Pretoria, South Africa 3-5 June 1997, FAO, ISBN 92-5-104252-7, 1999

<sup>51</sup> Garduño, Héctor, "Assistance to the Republic of South Africa in Water Rights Administration", First and Second Reports, January and March, 1998

recommended to set up a two-step approach. Namely, simplified procedures for most cases and more sophisticated to be applied on special cases in water-stressed areas. The rationale for this recommendation is that determination of resource quality objectives and reserve is scientifically and technologically very

complex and require reliable data. But, once the law provides for determining such parameters, the water authority must do it as soon as possible if it is to have credibility. The approved Act provides for “preliminary” determination of resource quality objectives and reserve. It also provides for a gradual implementation approach. For instance, the Minister has approved that sections of the National Water Act which relate to the allocation of water use and its licensing, should be enacted by 1 October, 1999. Preparation for implementation started before the publication of the Act, through “Policy Implementation Task Teams”, and afterwards through the NWA Implementation Committee. Activities such as the following have been carried out since the first versions of the Bill were drafted: (i) Technical procedures and manuals to determine resource quality objectives and reserve. (ii) Strategy for water conservation and demand management. (iii) Considerations, conditions and requirements for licences. (iv) Regulations on the use of water, registration of water users. (v) Regional workshops to consult on proposed Water Management Areas. (vi) Business procedures and information systems. (v) Capacity building for DWAF personnel at central and regional offices.

The fact that a water rights administration system cannot be established overnight, but rather is a lengthy process whose duration should not be measured in months but years, has been dealt with applying practical measures in the case of Mexico. In the case of South Africa the need for a gradual approach to achieve wellbeing and equity is recognized by the 1996 Constitution itself and the National Water Act provides for such a realistic approach for achieving integrated water resources management in the country.

*Proposed Reforms In Water Institutions.* Through the water law review process it has become widely accepted that previous “command and control” approaches to water resources management, imposed unilaterally from a central body, are no longer valid in the context of the socio-economic and political changes that have occurred in the country. The role of the DWAF in the new dispensation is the formulation of policy and the enactment of legislation, while it is considered that the day-to-day responsibility for water resource management should be delegated to more appropriate national, catchment or local, area level institutions. DWAF is currently investigating the feasibility of establishing a National Water Utility, which would take responsibility for

managing water resource infrastructure of a national strategic nature. The aim of the National Water Utility would be to plan, implement, and operate projects to develop resources in accordance with national water resource strategies, on a self-funding basis. To support further the process of institutional reform, new water legislation allows for the creation of catchment management agencies (CMAs). The CMA is a self-regulatory body corporate with a governing board and executive / administrative structure that has the statutory responsibility, power, and financial autonomy to perform a range of catchment management functions in a declared catchment management area. During the short- to medium-term transition period, there is likely to continue to be a dominant role for the DWAF in catchment management through its regional offices. Ultimately, the logical outcome of the National Water Policy will be that integrated water resources management through CMAs will be the norm, rather than the exception.

Water resources management will be further supported through the formation of water user associations (WUA), which are statutory bodies representative of water user institutions in a declared catchment management area, or part thereof, with the power to develop and operate individual water supply schemes. Existing irrigation boards, subterranean water control boards and water boards established for stock watering purposes only will, over time, be restructured as more representative water user associations.

As far as new or previously disadvantaged irrigators are concerned, provincial Irrigation Action Committees (IAC) will be established to help facilitate access to water for irrigation farming. Where substantial state financing would be required, or where there is insufficient water for allocation, the provincial IAC will forward the request to the Agricultural Water Liaison Committee (AWLC), which will be responsible for developing decision-making procedures and criteria which provide quick and efficient feedback to requests. The AWLC will be comprised of staff from 3 government departments, namely Water Affairs, Forestry, and Agriculture and Land Affairs. *Proposed Pricing Reforms.* As part of the water law review process, the DWAF appointed a policy implementation task team (PITT) to examine water pricing at the first tier. The PITT's work was integrated into the drafting of the National Water Bill, which deals with water pricing in chapter 5; part 1. In terms of the bill, the minister may, from time to time, by

notice in the Gazette, establish a pricing policy for charges for any water use. This pricing policy may contain a policy for setting charges to: \* fund water resource management; \* fund water resource development and use of waterworks; and

\* achieve the equitable and efficient allocation of water.

These provisions are derived from a draft document, *A Resource Pricing Policy for South African Water* (1997), which was prepared as an input into DWAF's Water Law Policy

Process. Once the National Water Bill has been promulgated, the document will be expanded to serve as the basis for consultation on the new pricing policy. The pricing policy document gives content to the provisions of the bill in terms of a conceptual framework that deals with four inter-related issues; namely social objectives, ecological objectives, financial considerations and economic considerations in the pricing of first tier water. *Implementation of the Reform.* The new pricing approach implies that government water scheme tariffs could consist of three components: Infrastructure charge, reflecting the cost of abstraction and delivery via a water scheme; catchment management charge, reflecting the cost of regulating, managing, and maintaining the water resource or catchment; and economic charge that reflects the relative scarcity of water at a given time and place.

Water for basic human needs, long-run ecological sustainability and for meeting South Africa's international obligations will enjoy priority use. The water that remains will be classified as economic use of water and subject to pricing. Included in this definition of economic use will be any land-use that has a significant impact on the natural runoff.

Thus, land-based activities (in water-stressed catchments) that reduce stream flow and generate an opportunity cost will be charged for the interception of water that these activities cause.

The new pricing reforms will be implemented over a period of years to minimize the impact on various user groups. Initially, the objective will be the adoption of full financial cost recovery tariffs, which will have to be implemented bearing in mind standing agreements with specific user groups and affordability constraints (i.e. the impact on the end-user). It may also be necessary to

introduce economic charges in water-stressed catchments, which will require that tariffs be set equal or close to the scarcity value or opportunity cost of water. The administrative pricing of water will eventually give way to more market-orientated mechanisms, through the allocation of water use authorizations on the basis of public auction or tender. This may extend to the trading of water use rights and the establishment of water markets, within a regulatory framework.

## **LA EXPERIENCIA DEL BRASIL**

### **Background**

Fresh water availability in Brazil has been estimated at approximately 12 percent of the world's total. With such abundant water resources, it is not surprising that water in Brazil has been considered a free good—a gift of God. However, due to the naturally uneven<sup>52</sup> distribution of these resources, combined with rapid population growth and industrialization, conflicts over water use have intensified in recent years. Driven by a population that has tripled since the 1950s (now reaching 160 million), along with rapid industrialization and urbanization, and expanding irrigation, pressures for increased water supply are intense. Annual industrial demand is approximately 4.4 billion m<sup>3</sup> per year. With 3 million ha irrigated (only a fraction of the total potential), agriculture is the largest water user, and there is rapidly growing interest in expanding irrigation. At the same time, most (94 percent) national energy is hydroelectric, with production expected to expand at an annual rate of 15 percent through the year 2000. In general, federal and state government water allocation and management systems have, until recently, been inefficient and ineffective; although some states such as São Paulo, Ceará, and Bahia, have made significant advances in terms of promoting water allocation and monitoring systems and bulk water pricing. Installation of many irrigation intakes, small hydroelectric plants, and wells are neither authorized nor registered. Waste discharges are rarely monitored, and untreated urban and industrial sewage is commonly released directly into rivers and lakes, with little or no charge to the polluting agencies and enterprises. As a result, water resources have been wasted and water quality has deteriorated notably around most major industrial and agricultural centers. The Brazilian legal framework for water resources

management is based on the constitutional distinction between federal and state waters. Federal waters are those that flow across state boundaries or along the boundaries between two or more states or a foreign country. State waters are those situated entirely within the territory of a single state. Formal water use rights allocation has been limited to hydroelectric and public irrigation projects. The traditional perception of water use rights as a public good, rather than an economic good to be allocated to the private sector, has stymied the development of a manageable water use rights system. However, numerous reforms are under way. At the federal level, new water legislation (Law 9,433 passed in January 1997) recognizes that bulk water is an economic (not free) good, which should be charged for in order: to achieve rational allocation; and to create financial resources for integrated water resource management at the river basin level. Of Brazil's water, 80 percent is in the Amazon Basin, accounting for 63 percent of the territory but only 5 percent of the population. The Northeast, with 13 percent of the area and 35 percent of the population, has only 4 percent of the water resources. In the South and Southeast regions, with 60 percent of the population, water scarcities are due to the deterioration of water quality. Implementing the law still requires the passage of detailed regulations, which are currently under formulation. In the meantime, the use of water tariffs for federal water is supported both by the country's Civil Code, which states that "common use of public goods can be free or charged according to specific legislation at Federal or State level"; and by the Water Act of 1934, which states that "the common use of waters can be charged in accordance with laws and rules of the administrative region where they belong." Several states (São Paulo, Ceará, Bahia, Paraná, and Rio Grande do Norte) have already enacted state water laws provide for the establishment of water tariffs for bulk water supply. These states are now working on studies to develop specific pricing proposals and regulations. So far, Ceará is the only state to introduce bulk water tariffs, which it did by official decree in November 1996 for municipal and industrial water use. Water and environmental laws in several states also include provisions for the establishment of pollution charges that may be estimated in accordance with the amount of waste load contained in effluent discharges. Current Practices Since the early 1990s, several states have enacted new legislation regarding water resources management. In all cases,

this legislation incorporates the following principles: water resources management at the river basin level; state water resources management plans to guide policy and investment decision making; individual water use rights; and water pricing for both quantity and quality aspects.

**The level of charges set in such legislation is based on environmental quality, water availability and hydrological characteristics, and type of use. In some states (including Minas Gerais, Bahia, and Rio Grande do Norte) other criteria are included, such as change in location, regional priorities, and socioeconomic conditions. In at least seven states, the revenue collected from water charges for a given basin is allocated to a water management fund, from which a portion of the revenue is allocated to other basins.**

In general, more specific water pricing calculations are left for the regulatory stage. However, no state law clearly defines the process of determining specific water charges. Rather, most laws only indicate that state water councils will approve specific water charges proposed by committees. It would be more transparent if these charges were defined under detailed regulations. The degree of intervention by councils, the role of the water resource agency in such councils, and the determination of charges should also be defined under these regulations.

## **ESTADOS UNIDOS**

The American experience is frequently cited in literature on market creation. The United States also has a well-established system of water pricing for all uses. This pricing system is complex and varies from area to area throughout the United States depending on the climate, water scarcity, and manner in which the water supplies have been developed. For example, in many federally sponsored irrigation projects in the west, the Bureau of Reclamation has strongly subsidized farmers with long-term contracts for the supply of water. These contracts include the repayment of capital costs with subsidized interest rates and, in all instances, include the total recovery of O&M costs. In most of these projects, the responsibility for O&M has been turned over to water districts or user associations. All of the capital costs and O&M of any hydroelectric components of these projects have been retained by the federal

government, along with lucrative revenues derived from the sale of that energy. O&M costs for the irrigation components are not subsidized within any of these types of projects.

More typically, irrigation projects in the United States were built either by private companies owned by the users or by user cooperatives. For more than 150 years, these entities have had to recover capital costs and full O&M costs. Those that did not were gradually absorbed by more business-like companies along with their water rights and infrastructure. These entities have never received subsidies and have survived because of their ability to collect annual costs from their users. Most of these companies have the right to reclaim the shares of the companies from users who do not pay and to then sell those rights to other users who will pay. Shares of stock in these companies represent a right to a portion of the annual delivery of the company and trade in the open market as do any other shares of private companies on a willing buyer-willing seller basis. The annual assessments to cover capital costs, other fixed costs, and variable costs are set in public meetings attended by the Board of Directors, elected by the shareholders or users, and by the users themselves. This very transparent process has maintained the credibility of the management of these organizations, and the willingness of the users to pay their share of the costs of the system that delivers their water. Pricing for municipal and industrial (M&I) water supplies has been based upon full cost recovery for over 100 years. Provision of M&I water has generally been the responsibility of government agencies or public companies. Private M&I companies are prevalent in Southern California and generally utilize a base water supply of underground water supplemented by bulk water delivered by the Metropolitan Water District of Southern California. In the Mountain West of Colorado, rural domestic water supplies are frequently supplied by user districts that are governed by Boards of Directors elected by the users. These quasi-municipal public corporations receive their revenues for sustainable O&M from water tariffs set by their Board of Directors and funds for capital development from tap fees charged for new connections, and from bonds sold on the open market, secured principally by operating revenues derived from water charges. In some instances, bond issues are also secured by a pledge of the taxation of the property of users within the boundaries of the district or association after submitting such a

pledge to the users in a referendum. In some of the earlier districts, *ad valorem* property taxes were voted on by the electorate to finance water rights purchases and the funds to repay the bonds used were derived directly from the taxes collected. This is not commonly the case today, and the *ad valorem* power is more often used to underwrite the surety of revenue bonds. In the case of major municipalities and cities throughout the United States, a combination of taxes and water tariffs has been used to finance both fixed costs and operating costs. In many instances, however, the water tariffs are sufficient to recover all costs of the utility, and are also used to subsidize other non-revenue generating activities such as parks, recreation, and social costs. The need for major trans-basin diversions of water from surplus watersheds to dryer watersheds has, in many instances, prompted the formation of large bulk water delivery agencies that finance the large infrastructure requirements of such projects. These large agencies generally use the bond market for funds, and use guarantees based upon anticipated revenue backed by *ad valorem* taxation power. Examples of this type of agency are the Metropolitan Water District of Southern California, the Northern Colorado Water Conservancy District, the Denver Board of Water Commissioners, and the Delaware Basin Authority. Financing by entities such as these generally is also secured by long term delivery contracts by the cities, industries and agricultural companies to be served. With this type of agency, the water tariffs are set by the elected or appointed directors, answerable to the users. In addition, bond financing frequently builds in minimum water tariffs that can be charged as long as the bond financing is outstanding. With the exception of massive governmental projects such as the California Water Project, the Central Arizona Project, the Central California Project, and the large hydroelectric dams on the Colorado River, government subsidies are not used for water supply projects in the United States. The use of market-based transferability for water use rights in order to allow water to seek its highest and best use is very prevalent in the western part of the United States. Market transfers of the shares of stock in irrigation companies have been occurring for over 100 years. Initially these transfers were between agricultural users, but in the last 20 years, the majority of transfers have been to industries and cities whose demands have expanded. In addition, in the Northern Colorado area, transfers of the contractual rights of use for the Colorado–Big Thompson Project

and the Windy Gap Project have been the dominant source of new water supplies for the cities and industries of this region. These transfers occur on both an annual rental basis and as permanent transfers. The market determines the value of the rights and the transaction is between the buyer and the seller with the agency involved recovering only a small administrative processing fee of less than US\$100 per transaction, regardless of the amount of water being transferred. In the state of California, for many years, if an individual attempted to sell a water use right, the courts deemed this as sufficient evidence that the right was not being put to beneficial use and the right was forfeited. However, in recent years, changes in the law have been made to encourage the development of a very controlled market in water use rights. At present, however, the only legal buyer is the state of California using a predetermined price. This water is then used to accumulate drought reserves to be sold to users at a moderate mark<sup>114</sup> up from the purchase price. This type of controlled market has done little to create an incentive to conserve water, but has provided a drought contingency. In Southern California, a type of market transfer has developed ad hoc between the Metropolitan Water District (MWD) of Southern California and several irrigation districts. The MWD is providing the funding to improve the irrigation systems and conserve water supplies in exchange for a right to some of the conserved supplies. This innovative win-win solution appears to be working extremely well. A similar effort is now being undertaken between the City of San Diego and the Palo Verde Irrigation District. This form of barter market holds great promise for the enhancement of efficient water use in the United States.

In the case of pollution control, the American experiment with market transferability of pollution rights has been intense since the 1970s, principally in the area of atmospheric pollution. <sup>53</sup> The American Clean Air Act of 1977 allowed polluters to compensate their emissions from new plants or expansions by gaining credits for emission reductions in other existing plants. Some experiments were carried out with relative success, but the system did not result in the expected gains due to a lack of confidence on the part of the polluters in the security of these rights during this experimental phase and also due to the fact that the conditions of competition necessary to induce transactions were not addressed.<sup>54</sup> These experiments have only recently begun to show results

under a program initiated in 1995 by the Environmental Protection Agency (EPA). The EPA issued commercial certificates of sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) for the control of emissions from electric power plants. In this case, certificates were issued with emissions 50 percent below the norm to plants that had to transact in the market to cover their emission requirements. In this experiment an attempt was made to better attend to the economic conditions necessary to make efficiency gains in this kind of market, and was further boosted by a futures market on the Chicago Stock Exchange. To date the results have been favorable, although some analysts point to certain EPA trade restriction rules, which effect the degree of efficiency of the system. With regard to control of water pollution, the few experiments carried out in the 1980s were not successful. The following section examines some of the more significant examples: Fox River in the state of Wisconsin and Lake Dillon in the state of Colorado.

The state of Wisconsin initiated a system of commercial certificates of organic load (DBOs) for the Fox River in 1981 and extended these to the Wisconsin River some time later. On a 50-km stretch of the Fox River there are 26 sources of discharge, and only the same number on an 800-km stretch of the Wisconsin River (including cities). The certificates indicated a level of emission dependent on conditions of flow and temperature of the stretch where the holder of the certificate was located. Earlier studies on implementation of the system had admitted that the marginal cost of pollution control <sup>53</sup> See Tietenberger, 1996, and Howe, 1994. <sup>54</sup> This could take place through offsets between regions or within an aerial basin or bubble. between the sources of discharge would make it possible for commercialization to reduce the total cost of control by more than 40 percent of the total sum of US\$6.7 million. Although the sources have adjusted their discharges to the new levels stipulated on the certificates, only one transaction actually took place between polluters. Besides the small number of polluters and the differences in the costs of pollution control having proved to be insignificant, the experiment failed due to the fact that the small companies in the region were dependent on orders from the large companies.

The Lake Dillon experience has been no less disappointing. In this case the objective was to reduce the cost of phosphorus emissions controls which helped mitigate eutrophication of the lake, important both as a recreation center

and as a source of water to the metropolitan Denver region. A recovery plan for the lake had been drawn up with stricter standards, and the architects of this plan wanted to reduce the cost of implementing these standards. Aware that the marginal costs of control for diffused sources were lower than for point sources, local managers proposed a system of commercial phosphate discharge certificates in which treatment plants could compensate for discharges above the new standard, with pollution control projects for diffused sources. Only a few transactions were carried out, although the polluters increased the efficiency of their treatment plants in line with the recovery plan. The American experience with the creation of markets for water pollution certificates presented the same limitations as those seen in the equivalent atmospheric pollution experiments of the 1980s. In other words, it was not possible to have pre-requisites for a market in rights because it was not possible to guarantee a sufficient number of pollutants with differences in their control costs and limited economic interdependence. In addition, it is necessary to give assurance on rights under transaction, that is to say that the person who sells today can buy tomorrow and that the buyer will not have his right negated by a change in governmental regulation or policy. To quantify such risk in the market place, it might be necessary to create futures markets, as has been well proven in the case of SO<sub>2</sub> control. In summary, the American experience with market creation, although not always a success, has nevertheless offered lessons and recommendations that can be used by similar systems to reap the expected benefits. The most important lessons are the necessities of guarantees for rights and competition. Either way, these experiences have also shown that while the economic aims are not fully achieved, use rights, due to their quantitative nature, are nevertheless effective in achieving environmental objectives.<sup>55</sup> That is, these markets are subject to the same degree of institutional efficiency as the instruments of command and control.

## References

**Brehm**, Monica Rios and Jorge Quiroz. Market for water rights in Chile: major issues. World Bank technical paper, no. WTP 285. DWAF (Department of Water Affairs and Forestry). 1995. "Water Tarriff Policy Review." Discussion Document, Pretoria, South Africa. ———1997. "White Paper on a National Water Policy for South Africa." Pretoria. **Garduño**, Héctor, "Assistance to the

Republic of South Africa in Water Rights Administration”, First and Second Reports, January and March, 1998 **Garduño**, Héctor, “Modernization of Water Legislation: The Mexican Experience”, *Issues in Water Law Reform*, Proceedings of the Expert Consultation, Pretoria, South Africa 3-5 June 1997, FAO, ISBN 92-5-104252-7, 1999 **Schur**, Michael. 1998. “Guidelines for the Pricing of Irrigation in South Africa with Due Considerations of Fairness, Property Rights and Income Distribution.” In Dinar, A., Yacov Tsur, Terry Roe, and Rachid Doukkali (co-principal investigators) “Research Project: Guidelines for Pricing Irrigation Water Based on Efficiency, Implementation and Equity Considerations.” 18 June. **Tietenberger**, T. 1996. *Environmental and Natural Resource Economics*, fourth edition. New York, NY.: Harper Collins College Publishers. **Howe**, C.W. 1994. “Taxes Versus Tradable Discharge Permits: A Review in the Light of the U.S. and European Experience.” *Environmental and Resource Economics* 4:151-169.