



El valor y el precio del agua potable en México: análisis con enfoque socio-ecológico

Alfonso G. Banderas

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)
abanderas@tlaloc.imta.mx

Rebeca González-Villela

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)
mailto:rebeca_gonzalez@tlaloc.imta.mx

Resumen

En México, las leyes nacionales de agua y derechos convierten al agua en mercancía por la que se paga un derecho y se vende a un precio hasta 43 veces mayor, contraviniendo la constitucionalidad del derecho humano al agua, al saneamiento y a un ambiente sano. Sin embargo, no se observan esfuerzos encaminados a conciliar este bien común con los intereses particulares, esperando que el mercado resuelva las incongruencias. En este trabajo se intenta subsanar la turbulencia en esta frontera. Aquí, se aplican dos técnicas de no mercado, el Valor Intrínseco y la Plusvalía Ambiental del agua, para valorarla sobre bases naturales, no subjetivas. Las técnicas se basan en su calor latente de evaporación, que le otorga la versatilidad para auto depurarse y como alimento y vehículo multitareas, propiedades que la colocan en el centro de los servicios ecosistémicos y ambientales. Como ejemplo, se valoran algunos servicios ambientales, lo que permite estimar un capital. Este, se aplica siguiendo la lógica de la economía neoclásica para elaborar una tarifa que incluye montos para compensar a la Naturaleza con obras y acciones de conservación ecológica para disponer de agua de calidad y en cantidad en todo momento. Esta relación biunívoca implica una Ética Socioambiental en la que ambos actores ganan desde una perspectiva independiente de la Economía de Mercado.

Palabras clave: Economía ecológica, Tarifas del agua, Plusvalía ambiental, Servicios ecosistémicos.

Abstract: In Mexico, national water and rights laws turn water into a commodity for which a fee is paid and sold at a price up to 43 times higher, contravening the constitutionality of the human right to water, sanitation and a healthy environment. However, there are no efforts aimed at reconciling this common good with particular interests, waiting for the market to resolve the inconsistencies. This work attempts to correct the turbulence on this border. Here, two non-market techniques are applied, the Intrinsic Value and the Environmental Goodwill of water, to value it on natural, non-subjective bases. The techniques are based on its latent heat of evaporation, which gives it the versatility to purify itself and as a food and multitasking vehicle, properties that place it at the center of eco-systemic and environmental services. As an example, some environmental services are valued, which allows capital to be estimated. This is applied following the logic of neoclassical economics to develop a rate that includes amounts to compensate Nature with ecological conservation works and actions to have quality and quantity water at all times. This biunivocal



relationship implies a Socio-Environmental Ethics in which both actors win from an independent perspective of the Market Economy.

Keywords: Ecological economy, Water rates, Environmental Added Value, Eco-systemic services.

JEL Codes: Q210, Q250, Q570.

Introducción

Entre las especies que habitan el planeta, el hombre es la única especie que les asigna un valor a los objetos del entorno acorde con su demanda. Esta surge de una necesidad que puede ser vital (comer, beber, respirar), básica (vestido, techo, higiene), cotidiana (traslado), anímica (viajar para conocer, libros para saber) y creada o suntuaria (joyas y lujos para la vanidad). En el Capitalismo se requiere dinero para adquirir un satisfactor de alguna necesidad y, normalmente, se trabaja para obtenerlo. El Precio de un satisfactor en la Economía de Mercado (EM) depende del costo de colectarlo, transformarlo, producirlo y transportarlo, del grado de necesidad del satisfactor por el comprador, y de la ganancia del vendedor (Vargas 2006).

El Valor juega un papel importante para elegir el Precio del satisfactor. El regateo, o Máxima Disponibilidad a Pagar (MDP) es el subibaja de los contrapesos basados en la necesidad de unos y la ambición de otros (Ley de la Oferta y la Demanda) (Vargas 2006). El Máximo Valor lo tienen los Satisfactores Vitales, lo que permite al vendedor obtener la máxima ganancia especulando con la necesidad y el capital del comprador, que pagaría cualquier precio por ellos. Para evitar el abuso, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) regula los satisfactores vitales: la ONU para la Alimentación y la Agricultura (FAO) para el alimento, y la Asamblea General de la ONU para el agua, elevándolos al nivel de Derechos Humanos, de manera que los países afiliados deben ajustar su

legislación para garantizar su provisión rápida y acceso fácil (UNESCO 2012).

En contraste el oxígeno es otro satisfactor vital, pero, a diferencia de los anteriores, circular libremente una vez que se produce en la fotosíntesis y no requiere de una organización que regule su producción y distribución. Sin embargo, 1 kg de naranja o 1 L de agua embotellada tienen diferentes precios en diferentes zonas y épocas del año, lo que se debe en parte a la variación en los Costos de producción y en parte a que el productor, el intermediario y el vendedor buscan el máximo rendimiento de su inversión (Costo de Oportunidad), inclusive eludiendo los controles impuestos. Por ello se habla de caro y barato. El Libre Mercado supone que la libre elección del consumidor controla el abuso en el precio, sin embargo, esta premisa es más bien un acto de fe (Raucher 2005), pues los problemas de tabaquismo, alcoholismo, obesidad infantil y la enajenación con videojuegos (factores de riesgo socioculturales en la sociedad de consumo) asociados a la publicidad atractiva, lleva implícitos mecanismos de seducción favorecidos en gran parte por los medios de comunicación (Vargas 2001) demostrando que la Mercadotecnia es una guía poderosa de las preferencias. Hasta las batallas por los mercados internacionales actuales son principalmente mediáticas (Sierra 2022), excepto el agua, que se vende sola dada su necesidad imperiosa que no requiere publicidad masiva.

La MDP del comprador depende del grado de necesidad del satisfactor, del capital



disponible y de sus aspiraciones de vida, subjetivas pero determinantes. Los satisfactores no esenciales pueden ignorarse si para conseguirlos hay que gastar más capital que el disponible, o si el disponible es para invertirlo en necesidades más urgentes y necesarias, como la salud y la educación de la familia (Raucher 2005). No así con los satisfactores vitales, como el agua. La pregunta ¿Cuál es el Precio del agua? no es la misma que ¿Cuál es el Valor del agua?, pero es frecuente confundirlas. La primera se responde recordando el monto del último pago de agua, sólo si se recuerda también el volumen consumido. Ante la segunda se inquiere si ya se determinó algún Valor del agua, pues además de su importancia como recurso vital, que le infiere un valor intrínseco fundamental, también existen sus valores de uso, como la locomoción en las máquinas de vapor de la revolución industrial (con todas sus externalidades positivas y negativas) y de no uso, como la contemplación de una cascada o una fuente de nenúfares. Sin agua el planeta Tierra sería un desierto estéril (valor ambiental). En este punto, cabe mencionar que hay muchos bienes y servicios que no se exhiben en las vitrinas y no se venden en los mercados, cuyo valor se determina mediante técnicas denominadas de no mercado que depende de la apreciación subjetiva de las personas. Este es el caso de los Servicios Ecosistémicos (SEE) como el valor ambiental del agua.

En Economía, el Valor Económico total de un recurso (VET) resulta de la suma de todos los valores definidos:

$$\text{VET} = \text{VUD} + \text{VUA} + \text{VNU} \text{ (Llop 2018) ec. 1}$$

donde VUD es Valor de Uso Directo, VUA es Valor de Uso Ambiental y VNU es Valor de No Uso. Se pueden encontrar revisiones recientes que analizan este tipo de valores (v.g. Llop 2018).

El Valor del agua es todo eso y más, pues el agua está en todos los componentes y procesos de la Biosfera terrestre. El concepto ecológico de biosfera fue introducido por el ruso V. I. Vernadski en 1920 (Méndez 2001). Es la capa relativamente delgada de la atmósfera donde se desarrollan los ciclos hidrológico y biológico, y que se extiende desde el fondo del mar y unos cuantos metros bajo el suelo terrestre, hasta el límite superior de la atmósfera al que llegan las nubes (Troposfera). El ciclo hidrológico es un proceso continuo de absorción, transporte y liberación de energía proveniente de la degradación continua del sol, por lo que se ajusta bien a las leyes de la termodinámica. El agua funciona en la biosfera como estabilizador de la atmósfera gaseosa respecto a la temperatura, la composición y la distribución de la materia y la energía, y desempeña un papel predominante sosteniendo tanto la fertilidad y la auto organización de las estructuras orgánicas (especies y ecosistemas), así como de la invención más reciente del proceso evolutivo natural, como lo es la humanidad, la sociedad y la dinámica de las estructuras sociales (Ripl 2003).

Está documentado que los ciclos biológicos, incluyendo la concepción, gestación, parto, crecimiento y migración de las especies dependen de la disponibilidad del alimento, y este, del agua (Fryxell y Sinclair 1988), de manera que para cubrir sus necesidades se rigen por las cantidades justas de agua que aporta el ciclo hidrológico estacionalmente. Sin embargo, la creciente intervención humana en el planeta modifica cada vez más el balance hidrológico natural, lo que perturba a las comunidades biológicas y altera el biotopo de los organismos, induciendo su desaparición y eventual extinción (Conabio 2019), con las implicaciones morales que conlleva (Cafaro y Primack 2014).



Una consecuencia de la intervención del hombre en la naturaleza es que acorta el tiempo para llegar a un déficit llamado la trampa Malthusiana, que ocurre si la regeneración o producción de recursos naturales que producen satisfactores no iguala o supera al consumo. En Ecología se dice que rebasa la capacidad de carga del ecosistema (Hui 2006). En un planeta finito (Daly 2005), la disponibilidad de los recursos por individuo está inversamente relacionada con el crecimiento poblacional, ya que la demanda de bienes y servicios derivados de la Naturaleza crece paralelamente a la población, ya sea para consumo básico individual y/o para procesos productivos culturales. Dichos servicios ambientales o ecosistémicos (SE) pueden ser tangibles directos, como la fertilidad del suelo y la calidad y cantidad del agua; indirectos, como la fijación de carbono por los corales y los bosques; o intangibles, como el gozo estético de la naturaleza (Llop 2018). Sin embargo, la destrucción creciente de ecosistemas y la producción de residuos culturales derivados del consumo y del desarrollo tecnológico, interfieren cada vez más con los procesos y estructuras naturales coartando el potencial

productivo de los servicios ecosistémicos (Costanza 1997) de muchos sistemas naturales (ONU 1987). De manera que la demanda de satisfactores aumenta, pero la productividad de la naturaleza va siendo disminuida.

La disponibilidad de agua por habitante en México sigue este camino. Al inicio de la historia humana, la disponibilidad de agua per cápita dependía de las condiciones naturales, como la variación climática estacional e interanual, y del crecimiento y distribución de la población. Por ejemplo, la Figura 1 (Conagua 2021b Fig. 1.3) muestra la diferencia en la disponibilidad de agua per cápita en el país. Sin embargo, en el Cuadro 1 se aprecia como la disponibilidad del agua ha ido disminuyendo en el tiempo, aunque igual se puede observar una futura desaceleración en la disminución de la disponibilidad, atribuible, de darse, a una mayor eficiencia en el uso. La limitación de agua afecta la percepción humana de su Valor y, por lo tanto, del Precio que puede adquirir. Así, el agua tiende a ser más cara donde escasea, debido a su baja oferta natural y las dificultad para obtenerla.

Cuadro 1 - Evolución de la disponibilidad de agua por habitante en México

Año	1910	1950	1970	2005	2019	2030
Disponibilidad x1000 m ³ año ⁻¹	31	18	8	4.57	3.6	3.3

Fuente: Conagua (2021b)

Por ejemplo, según los datos de 2018 para uso doméstico, grosso modo en las ciudades situadas en la zona beige de la Figura 1, donde el patrón anual es más azaroso y la recarga de acuíferos más lenta, la tarifa oscila en torno a los \$23.50 pesos mexicanos (MN), con un máximo de \$29.22 en la Cd. de León, en el estado central de Guanajuato; mientras que, en las ciudades ubicadas en la zona azul, donde la lluvia anual es mayor y la recarga del acuífero más segura, la tarifa oscila en torno a los \$7.50 MN. con un mínimo de \$3.5 en la Cd.

de Mérida, en el estado sureño de Yucatán (Conagua 2018) Sin embargo, resulta interesante que la Ley Federal de Derechos de Agua (LFDA) establezca un monto fijo por los derechos para construir obras hidráulicas sin considerar la zona, así como un pago fijo por cada título de concesión (cf. Sánchez y López 2023), de manera independiente del volumen otorgado, prorrogado, modificado o transmitido (Artículo 192 A, Fracción IV, Incisos a, e, g y h, y Fracciones V, VI y VII).



El cerebro que lee y comprende este escrito está constituido en un 70% de agua, la sangre en un 80% y los pulmones en un 90%. Por lo tanto, el Valor del Agua es inconmensurable, apuntala al planeta que habitamos y a la vida misma. Sería tanto como ponerle valor a toda la Naturaleza con sus miles de millones de años de evolución y variedad de formas que culmina en lo que somos, no porque seamos superiores, sino porque nos damos cuenta de ello. Entonces, ¿por qué 1 kg de agua, que interviene en todos los procesos hidrogeológicos y es esencial para la vida, cuesta \$10.00 MN (valor de uso), mientras que 1 kg de oro, que no determina ningún proceso ecológico orgánico o inorgánico en la Tierra, que no se come ni se bebe, que no sirve para cultivar o construir, que no impulsa ningún vehículo, cuesta \$1,145,050.00 MN (valor de cambio)?

En este punto intervienen dos factores: 1) el oro es con mucho más escaso que el agua; 2) el oro le gusta mucho a la gente. Los adornos de oro existen antes que la EM. Gusta tanto, que culturas y ecosistemas enteros han desaparecido por la avidez humana por el oro. Su alta demanda subjetiva determina su alto Valor. Las monedas actuales respaldan su valor en reservas de oro, no tiene que estar presente en los billetes ni en las monedas. A ese nivel llega la fe en el oro que, entre otras cosas, culmina en la acumulación de la riqueza: el 45% de la riqueza mundial está en manos del 1% de la población, mientras que países enteros sufren pobreza y hambruna (Hernández et al. 2020).

Sin embargo, esta relación de Valores entre el agua y el oro se puede invertir debido a varias anomalías generadas por el hombre: 1) el Calentamiento Global y fenómenos extremos asociados, que acentúan la distribución desigual del agua haciéndola un recurso limitado en el país y en varias partes del mundo; 2) el aumento poblacional y su

distribución aleatoria, lo que aumenta su vulnerabilidad a las sequías prolongadas e inundaciones intensas; 3) el aumento de desechos urbanos contaminantes en los cuerpos receptores; y 4) al aumento simultáneo de las actividades productivas (industrial, agrícola, minera, eléctrica), cuyos insumos y residuos contaminan el agua (ONU 1987).

El cambio climático se apuntala en las distorsiones del mercado debidas a la alta demanda del petróleo como consecuencia de nuestra forma de desarrollo. Siendo claramente una externalidad, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) son la mayor falla del mercado que el mundo haya visto. Se calcula que los costos de no reducir los GEI (continuar con el business as usual), reduciría el PIB global hasta un 22% (Informe Stern 2007) no incluye las islas de plástico y la pérdida de biodiversidad. En la Cumbre de París (COP21), unos 200 países se comprometieron a reducir sustancialmente las emisiones de GEI para limitar el aumento de la temperatura global en el Siglo XX a 2 °C y esforzarse para limitarlo a tan solo 1,5 ° (ONU 2024). Este acuerdo aterrizó la tesis del Informe Stern, para quien esta falla devalúa la vida de las generaciones futuras y supone una discriminación inaceptable según la fecha de nacimiento, con sus implicaciones morales. Propuso emitir los Bonos de Carbono para reivindicar a la EM. Sin embargo, los bonos omnipresentes en la mente de las personas son los bursátiles, con los que se especula en la Bolsa de Valores. Tales conflictos de valores interfieren con las decisiones efectivas y equitativas sobre la naturaleza y sus contribuciones a las personas (Pascual et al. 2017).

La percepción de escasez de agua puede ser real, como cuando se está en un desierto o a mitad de un lago contaminado, o inducida, ya sea intencionalmente, como cuando se



acapara el agua (especular) o no se construye la infraestructura (IE) necesaria para suministro. Esto permite controlar su oferta y, por lo tanto, su Valor y, de aquí, su Precio. La falta de planeación es otro factor que induce la escasez, como cuando la IE se ve rebasada por el acelerado crecimiento poblacional. Por esto, se puede recurrir al Objetivo del Desarrollo Sustentable (ODS), 12 Meta 12c, que establece: “Racionalizar los subsidios ineficientes a los combustibles fósiles que fomentan el consumo antieconómico eliminando las distorsiones del mercado”, pero aplicado al agua en el aspecto especulativo. Por su parte, el ODS 17, Meta 13, establece: “Aumentar la estabilidad macroeconómica mundial, incluso mediante la coordinación y coherencia de las políticas”. Por ello, se debe evitar el acaparamiento legal o forzado del agua, pues es un abuso que distorsiona a la EM. Ya Barlow y Clarke (2004), alertaban sobre los resultados de privatizar y mercantilizar el agua, y ya se dio el caso en México de forzar a un político a derrumbar una presa donde acaparaba agua de una región, pues además de ilegal, quien posee el agua adquiere una ventaja alevosa sobre el que no la posee.

Si bien la Asamblea General de la ONU declaró al agua como un derecho humano, ejercerlo no deja de tener conflictos, de manera que cuatro países latinoamericanos suscribieron la “Declaración complementaria” durante el IV Foro Mundial del Agua, donde se puntualiza que el Banco Mundial y las corporaciones transnacionales sabotean la declaración del agua como un derecho humano fundamental puesto que entonces no puede ser mercancía, y si no es mercancía entonces no puede estar sometida a los tratados sobre comercio. Si el agua es reconocida como un derecho humano fundamental, es al Estado a quien corresponde la obligación de garantizarla en forma de servicio de agua potable y

saneamiento, ajena a los intereses de beneficio económico (Arconada 2006). Además, en un documento de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de la ONU (De Miguel, n.d), se lee: obviando las inequidades que esconden los promedios y sin contar los futuros costos de violencia, desnutrición, cambio climático, entre otros, el modelo de desarrollo actual no será capaz de generar ese aumento de ingreso sin afectar a la resiliencia y supervivencia del planeta.

Dentro de tal complejidad, en México la ley considera al agua como mercancía prestándose a mayor o menor especulación, puesto que la Ley de Aguas Nacionales (LAN) fue concebida para legalizar negocios en el contexto del Tratado de Libre Comercio entre México y Estados Unidos de América (EUA), facilitados con la modificación del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) en 1992, sin el consenso de la sociedad (Rolland et al. 2010) con un texto que se contradice con la definición del agua como bien común en la LAN, y permite transmitir su dominio a particulares nacionales y extranjeros, a pesar de que el Artículo 13 de la Ley General de Bienes Nacionales (LGBN) establece que “los bienes sujetos al régimen de dominio público de la Federación son inalienables, imprescriptibles e inembargables y no estarán sujetos a acción reivindicatoria o de posesión definitiva o provisional, o alguna otra por parte de terceros favoreciendo a ciertos usuarios en detrimento de otros” (v.g. Navarro y Wagner 2023), fiel a cierta debilidad humana que debe controlarse en beneficio de las mayorías.

Considerando lo expuesto hasta aquí, es necesario explorar alternativas que permitan superar el divorcio entre la economía (incluyendo la neoclásica) y la ecología debida a la creciente tensión entre el crecimiento desmesurado de la población, la actividad



económica y la conservación de la naturaleza (Álvarez-Cantalapiedra et al. 2009) buscando un vínculo natural coherente con lo social que englobe una valoración objetiva de los recursos naturales y los derechos humanos al agua, al saneamiento y a la alimentación.

2. Objetivo

Aplicar las técnicas de no mercado Valor Intrínseco del Agua y Valor Agregado Ambiental del Agua (Banderas y González-Villela 2015 y 2018), independientes de la EM, en la valoración de los recursos naturales hídricos para demostrar cómo es posible asimilar coherentemente la tarifa del agua dentro de las éticas social y ambiental y eliminar la mercantilización y especulación en la valoración del derecho humano al agua, al saneamiento, a la alimentación y a un ambiente sano.

3. Metodología

Siguiendo a Pardal-Refoyo y Pardal-Peláez (2020), para estructurar un marco teórico consecuente con el objetivo, se buscó en internet la literatura adecuada con las palabras: derecho humano al agua, economía de mercado, economía ecológica, técnicas de no mercado, valor, costo y precio del agua, cambio climático y servicios ecosistémicos. Se revisaron y seleccionaron los artículos acordes con el objetivo del estudio y se extrajeron las conclusiones y recomendaciones de cada publicación mismas que, debidamente armonizadas, sirvieron como sillares de la estructura

conceptual. Para ilustrar el estudio con un ejemplo, se seleccionaron las tarifas vigentes en la República Mexicana, publicadas en la Ley Federal de Derechos nacional (LFDA 2023), mismas que, por lo general, se están actualizando anualmente acorde con las reglas de la EM. Se analiza el destino de los montos recaudados destacando algunas de sus incongruencias con el derecho humano al agua, al saneamiento y a un ambiente sano. Posteriormente, se analizan estas tarifas atendiendo a las desigualdades territoriales naturales, comparando los resultados con las tarifas obtenidas mediante las técnicas de no mercado objetivas, aplicadas para ilustrar su utilidad.

4. Área de estudio

4.1. Descripción biofísica

La ubicación interoceánica de la República Mexicana (Fig. 1) favorece el suministro de agua tanto del Océano Pacífico como del Atlántico, mediante el ciclo hidrológico. La lluvia es la fuente principal de agua en el territorio mexicano. Durante el periodo 2000-2017, la precipitación media nacional fue de 740 mm año⁻¹, con un rango de variación de 649 mm (2009) a 938 mm (2010). La precipitación total media (PpT) se estima en unos 1, 449.4 km³ año⁻¹, pero la evapotranspiración regresa cerca del 70 % a la atmósfera, dejando unos 435 km³ disponibles. Este número varía entre años y décadas. Un cálculo reciente la sitúa en 451.58 km³ (Conagua 2021b).



Figura 1. Disponibilidad de agua en la República Mexicana



Fuente: Conagua 2021b, Figura 1.3

Los huracanes son una fuente de agua natural con efecto dual sobre el territorio. Junto con el monzón mexicano, son la fuente principal de humedad para las vertientes interiores de las zonas áridas del país (Conagua 2021a y b), que incluye cuatro de trece regiones hidrológicas (I, II, VI VII; Fig. 1), donde la precipitación varía de 168 a 427 mm año⁻¹. Se estima en 37 km³ el agua disponible en esta región (8 % del total nacional), que, no obstante, aporta el 27.43 % al producto interno bruto (PIB) nacional (Conagua 2021b), lo que se logra con auxilio de agua subterránea. Sin embargo, los análisis de los datos hidrológicos en la cuenca del río Conchos demuestra que la precipitación norteña se ha vuelto más extrema e impredecible (González-Villela et al. 2017).

En contraste, en las vertientes exteriores del altiplano mexicano y en el sureste del país, los huracanes aportan agua en cantidades que frecuentemente alcanzan niveles extremos que impactan sensiblemente a la población y

sus bienes, como en el caso de los huracanes Janet (1955), Gilberto (1988) y Wilma (2005), en Quintana Roo; Paulina (1977) y Manuel (2013), en Guerrero y Oaxaca; Stan (2005), en Chiapas, Oaxaca y Centroamérica, y Patricia (2015), en el Sureste (CENAPRED 2021). Aunado a esto, el aumento en la densidad y dispersión de los núcleos humanos y el CG, prometen aumentar su letalidad (Li et al. 2022).

El acaparamiento legalizado de agua y suelo es una preocupación creciente. Si bien la distribución de agua no es homogénea en espacio-tiempo, tampoco los es ni económica ni socialmente hablando. El tiempo favorece con más agua al verano, la geografía favorece a la región sursureste y a las vertientes exteriores de las cuencas, la sociedad favorece a la clase con mayores ingresos y la economía favorece a la agricultura (Banderas y González-Villela 2023). La zona sursureste recibe el 66 % del agua renovable en el 30 % del territorio, mientras que los estados del



centro-norte reciben el 33 % del agua renovable en el 70 % del territorio. La agricultura de riego ocupa 67 km³ al año: 75 % del volumen total concesionado para fines productivos. Esta proporción llega al 85 % si se suma el uso industrial y la generación no hidroeléctrica.

El suministro de agua para uso doméstico no debería ser un problema, ya que representa apenas 38 hm³ al año, lo que equivale al 0.04 % del volumen destinado a uso consuntivo, que afecta tanto la calidad como la cantidad del agua. De esta manera, más del 90% de los habitantes de la zona centro-norte tiene acceso a agua entubada, aunque de calidad no necesariamente potable. En contraste, en la zona sursureste, el 80 % aproximadamente de la población recibe este servicio (Conagua 2021b). Sin embargo, el desabastecimiento es común, especialmente durante la temporada de estiaje y en las zonas del norte y centro del país. Actualmente, sólo el 58 % de la población tiene acceso a agua diariamente en su domicilio con saneamiento básico mejorado, mientras que sólo el 14 % recibe agua 24 horas al día (Sánchez y López 2023).

4.2 Las Tarifas

El agua es una fuente importante de recursos económicos (Barkin 2006, Martínez y Vargas 2017). Durante 2020, la Conagua recaudó \$21,435 millones MN. entre derechos, multas, concesiones y otros conceptos (Conagua 2021b). El derecho por el suministro de agua representa, en promedio, casi un cuarto de los ingresos subnacionales. En comparación con los demás recursos, esta es la tercera fuente de ingresos más importante para los gobiernos locales, detrás de otros derechos (24.3 %) y los impuestos (36.2 %) (Sánchez y López 2023). La LAN de México establece en los Artículos 12 bis fracción XIX, y 13 bis 3 fracción XV, que tarifas y derechos los determinan 13 Organismos de cuenca y 36

Consejos de cuenca de común acuerdo con los usuarios. Si vemos que en junio de 2016 existían 215 órganos auxiliares de subcuencas; 50 comités de microcuenca; 88 comités técnicos de aguas subterráneas; 41 comités de playas limpias; y 2,356 órganos operadores de los servicios de agua potable y saneamiento (OAP), considerados usuarios (1,567 urbanos, 98 rurales y 691 mixtos), trabajando en un territorio que presenta una distribución heterogénea de agua, cultura, recursos, clima y suelo (Conagua 2016), resulta en una gama amplia de tarifas, unas tal vez definidas objetivamente y otras, copiadas. Estas tarifas dan al agua un valor que depende de las ganancias esperadas, o Costo de Oportunidad, no del valor que tiene el agua por sí misma, o sea, de su Valor Intrínseco (VI). Para completar el cuadro, otras características de los OAP, destacando su falta de eficiencia y transparencia, se pueden ver en los libros *La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas*, editado por el IMTA, y *La Gestión del Agua Urbana en México. Retos, Debates y Bienestar*, editado por la Universidad de Guadalajara.

La Comisión Nacional del Agua (Conagua) y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) actualizan cada año la Ley Federal de Derechos. Disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales (LFDA). En su Artículo 223 define cuotas fijas, acotando la amplia gama de posibles tarifas a 4 Zonas acorde con la disponibilidad de agua, siendo la Zona I la de mayor y la Zona IV la de menor (DOF 26-03-2021). La disponibilidad obedece a varios factores como son el agua renovable, la disponibilidad del acuífero y la IE existente, aunque en general el clima es un factor importante. Por ejemplo, las Californias al NW están mayormente en la Zona 4, mientras que Chiapas al SE está mayormente en la Zona 1. Las tarifas se definen con base en las preexistentes (Art. 1): "La actualización



de ... los derechos se calcularán sobre el importe de las cuotas vigentes;” e incluyen el Costo de Oportunidad (ganancias). Además, permite al prestador de servicios cortar el suministro por falta de pago anticipado (Art. 3º, párrafo 3, inciso III), o sea, vende por

adelantado no un insumo, sino el Derecho Humano al Agua, aunque no haya servicio y cobrando los recargos derivados (Art. 3, párrafo 10º). Las tarifas por m^s establecidas en la LFDA se han actualizado en los últimos nueve años como se observa en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Variación bianual de las tarifas de agua en México (MN)

Zona	Superficial (Año/\$m ³)						Subterránea (Año/\$m ³)					
	2014	2016	2018	2020	2022	2023	2014	2016	2018	2020	2022	2023
1	13.82	14.39	15.19	17.46	18.05	20.89	18.62	19.39	20.47	23.54	24.32	28.15
2	6.36	6.62	6.99	8.04	8.31	9.62	7.21	7.51	7.92	9.11	9.41	10.90
3	2.08	2.17	2.29	2.63	2.72	3.15	2.51	2.61	2.76	3.17	3.28	3.79
4	1.59	1.66	1.75	2.02	2.08	2.41	1.82	1.90	2.01	2.31	2.38	2.76

Fuente: Ley Federal de Derechos (LFD 2014, 2016, 2018, 2020, 2022, 2023)

En 2022 la inflación cerró en 7.36% (INE 2023) y el índice de precios al consumidor en 5.7% (INE 2024), pero en 2023 la tarifa subió 13.6% (Cuadro 2) de manera que aumentó 6.24 puntos porcentuales arriba de la inflación registrada el año anterior. No aclara si este excedente se debe a los costos marginales o al costo de oportunidad. Los rangos de variación por Zona son interesantes, pues fueron desarrolladas con una visión económica fijista-reduccionista (Viniestra, 2014), atendiendo tan solo al beneficio económico en una realidad inmóvil y en

sentido inverso a la ley de la oferta/demanda, lo que estimula la explotación de acuíferos en la zona 4, la más seca. Esta actualización puntual no llega a otros derechos contemplados en la LFDA, como el monto asignado para servicios ambientales, resaltando el hecho de que los pequeños consumidores domésticos financian la gestión del agua y parte de la conservación de la naturaleza. Para los OAP (u otros), establece las cuotas del Cuadro 3 por cada mil m³ de agua recibida.

Cuadro 3. Variación anual de las tarifas para los prestadores del servicio en México (MN)

Zona	Superficial: \$ Año/m ³ x 1000						Subterránea: \$ Año/m ³ x 1000					
	2014	2016	2018	2020	2022	2023	2014	2016	2018	2020	2022	2023
1	410.6	427.7	451.6	519.2	536.5	620.9	428.6	446.5	471.4	541.9	559.9	648.1
2	196.9	205.1	216.6	249.0	257.3	297.8	197.6	205.9	217.3	249.9	258.2	298.8
3	98.35	102.4	108.2	124.3	128.5	148.7	111.4	116.1	122.5	140.9	145.6	168.4
4	48.9	51.0	53.8	61.9	63.9	74.0	51.9	54.1	57.1	65.7	67.9	78.5

Fuente: Ley Federal de Derechos (LFD 2014, 2016, 2018, 2020, 2022, 2023).

Destinadas a: I. Uso de agua potable:

- a) Asignada a Entidades Federativas, Municipios, organismos paraestatales, paramunicipales.



- b) Concesionadas a empresas que presten el servicio mediante autorización o concesión,
- c) Concesionada a colonias constituidas como personas morales (Art. 223 Apdo. B).

De manera que un OAP en la Zona 4, en 2022 paga por m³ desde \$0.064 MN agua superficial a \$0.068 MN subterránea, y la puede cobrar a \$2.08 MN superficial a \$2.38 MN subterránea por m³, o sea, hasta 32.5 veces más cara. En la Zona 1 es de 34 a 43 veces más cara. Un documento, muestra que los costos de producción varían entre zonas desde algo más de \$2 MN a algo más de \$ 10 MN (SEMARNAT-IMTA 2013). Además, si el OAP sirve más de 300 L/habitante/día, deberá pagar el doble de sobreprecio, mismo que se carga al consumidor. Estas tarifas y reglas estimulan la sobreexplotación de acuíferos, 42% de los cuales ya no presentan disponibilidad (Navarro y Wagner 2023) y reafirman la desigualdad socioeconómica de la Nación complicada por la distribución heterogénea del agua. El Cuadro 4 muestra los ODS (CEPAL 2020) omitidos en la elaboración de estas tarifas.

Se desprende que la Ley convierte al agua en mercancía que una empresa puede adquirir a un precio y venderla a un precio hasta 43

veces mayor (Art. 1; Art. 223 Apdos. A y Bb), si se respetan los límites de cada Zona, mermando la condición de asequibilidad al agua garantizada en el Artículo 4 Párrafo 6 de la CPEUM. Por ejemplo, en una ciudad como Tijuana, con 2 millones de habitantes en 2022, se recaudan \$1,763 MN per cápita (Sánchez y López 2023) el total anual recaudado es de 3,526 millón/año. La empresa prestadora del servicio tendría ingresos por \$294 millón/mes MN. Si los costos del insumo y de la ampliación de la red de distribución, su mantenimiento, operación y administración del servicio fueran de unos \$15 m³ MN (SEMARNAT-IMTA 2013), los ingresos se reducen a la mitad, esto es \$147 millón/mes MN, pero sigue siendo una cantidad considerable. Además, el acuífero de Baja California, donde se asienta Tijuana, presenta un alto grado de sobreexplotación (Navarro y Wagner 2023). En el Valle de México la población es diez veces mayor (Fig. 1). En comparación, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), con 305 empleados, viene operando con un presupuesto fiscal de unos \$250 millones/año MN.



Cuadro - Objetivos del Desarrollo Sustentable omitidos al elaborar las tarifas de agua en México

ODS	Meta	Enunciado
1	1b	<i>Crear marcos normativos sólidos en el ámbito nacional, regional e internacional, sobre la base de estrategias de desarrollo en favor de los pobres que tengan en cuenta las cuestiones de género, a fin de apoyar la inversión acelerada en medidas para erradicar la pobreza</i>
6	1	<i>De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos</i>
10	3	<i>Garantizar la igualdad de oportunidades y reducir la desigualdad de resultados, incluso eliminando las leyes, políticas y prácticas discriminatorias y promoviendo legislaciones, políticas y medidas adecuadas a ese respecto</i>
	4	<i>Adoptar políticas, en especial fiscales, salariales y de protección social, y lograr progresivamente una mayor igualdad</i>

Fuente: CEPAL 2020

De esta manera, por un lado, la tarifa del agua, produce una sed multi-específica, que antepone el negocio antes de cumplir con el derecho humano al agua, y por otro, inhibe el pago por parte del público con economía limitada. Para justificar las tarifas, la LFDA establece que: los ingresos... “se destinarán a la Comisión Nacional del Agua para obras de infraestructura hidráulica” (Art. 223, Apdo. B, inciso c). El Artículo 2, párrafo 4º establece que “Las cantidades excedentes no tendrán destino específico”. De esta manera, el uso de los excedentes es discrecional, además de que exige a la Conagua del pago de derechos (Art. 3, 7º párrafo), con las excepciones del Art. 192-E. Estas disposiciones cumplen con la premisa de lo del agua, al agua, pero ¿qué pasa si no se requiere de más infraestructura, o la que se requiere cuesta menos de lo recolectado? Ya se mencionó anteriormente que la cuota por pago de IE es la misma en las cuatro zonas de disponibilidad.

5. Resultados: la Solución Basada en la Naturaleza

Las herramientas de análisis científico deben ser capaces de brindar respuestas consistentes que apunten a una relación armoniosa entre el sistema económico y los sistemas naturales, buscando comprender la dinámica de los procesos vitales y el impacto de las actividades humanas en los sistemas naturales (Andrade, 2008). Dos propuestas concretas para darle al agua un Valor Intrínseco y una Plusvalía Ambiental (VI y VAA), basados en la Naturaleza e independientes de la EM, recién aparecieron en la literatura científica (Banderas and González-Villela 2015, 2018). El VI utiliza al calor latente de evaporación, propiedad física que le da al agua la versatilidad para auto depurarse en el ciclo hidrológico y presentarse en los tres estados de la materia, como alimento y como vehículo multitareas, transportando materia y energía en los niveles macro y micro de la organización física y biológica de la naturaleza.



El método calcula la cantidad de energía solar requerida para evaporar en el ciclo hidrológico el volumen de agua que precipita en el territorio mexicano, calculada a través del balance hidrológico. Esto es, el sol irradia energía a la Tierra. La energía es absorbida por el agua y se evapora. El vapor se desplaza de manera vertical (convección) y horizontal (advección). Al subir se expande sin perder calor (adiabáticamente), y forma nubes. Estas ceden su energía al aire y se condensan en gotas que finalmente precipitan como lluvia. Se requiere saber el valor de una propiedad física intrínseca del agua: el calor latente de evaporación ($2,260 \text{ kJ kg}^{-1}$ o $539.8 \text{ kcal kg}^{-1}$). Esta energía se convierte a kilowatts hora ($1 \text{ kW h} = 3,600 \text{ kJ}$) y luego a dinero mediante la tarifa eléctrica. La precipitación total del país (PpT) tiene un VI que ronda los \$981 mil millones MN (o 58 billones en dólares estadounidenses USD). Compárese esta cantidad con la que asigna la LFDA al pago de Servicios Ecosistémicos, aun considerando solamente el agua que se utiliza, no toda la disponible. El VI de la PpT representa lo que habría que pagar a la Naturaleza por el trabajo termodinámico realizado (Primera ley de la termodinámica: la energía se transforma en trabajo y calor: $E = W + Q$) para destilar el agua que llueve en el territorio y otros servicios ambientales que presta, pues una vez que libera el calor latente, mismo que amortigua los cambios bruscos de temperatura en la atmósfera, en estado líquido escurrirá y se infiltrará para llenar ríos, lagos y acuíferos.

El VI así calculado se divide entre la PpT para obtener el valor en $\$ \text{ m}^{-3}$. El VI parece ridículo, apenas $\$0.60 \text{ m}^{-3}$ MN, pero refleja la gran eficiencia termodinámica de la Naturaleza. Es una medida holística en su concepción e integradora de los fenómenos naturales. Es claro que la Naturaleza no la va a cobrar, pero se le podría compensar invirtiendo una cantidad similar en obras y acciones de

conservación eco-hidrológica, lo que permitiría conservar los ecosistemas terrestres y acuáticos y asegurar los servicios ambientales y ecosistémicos que ofrecen para disponer, principalmente, de agua limpia y abundante en todo momento.

El otro método basado en la naturaleza determina el VAA, o Plusvalía Ambiental. El término valor agregado o plusvalía se ubica en el contexto productivista, pero solo para fines didácticos pues es independiente de la EM. El VAA requiere calcular el Volumen de Restitución (VR), definido como el volumen necesario para regresarle al agua la cantidad y calidad que tenía antes de usarse o pasar por algún proceso productivo. El VAA es el producto $(VI)(VR)$. En el contexto urbano que nos ocupa, representa el impacto aguas abajo sobre las fuentes, reales o potenciales, de suministro del servicio de agua potable, y del drenaje sobre los cuerpos receptores, y de estos al resto del entorno o ecosistema. También es una medida holística en su concepción e integradora del ciclo hidro-social del agua (Swyngedouw 2009) con los fenómenos naturales. El VR consta de dos factores: uno para restituir el volumen perdido por evaporación (V_e), lo que requiere medir durante el estío el volumen antes y después de pasar por la zona urbana. Y otro para restituir la calidad perdida (V_c). Este requiere valorar a un indicador fisicoquímico o biológico de la calidad antes (I_a), y después (I_d) de pasar por la urbe. La relación $I_d/I_a = r$ del indicador dice cuántas veces creció este en el agua y explica las veces que se debe diluir para regresarla al estado original. Se aplica también al tomar el agua de una presa, pues el estancamiento eutrofiza al agua que le llega de los escurrimientos y la lluvia que la llenan.

En el caso de México, estos indicadores de la calidad del agua están establecidos en la misma LFDA y en la Norma Oficial Mexicana



NOM-001-CONAGUA-2011, que definen los límites de concentración de ciertos indicadores de calidad que deben presentar las descargas de aguas residuales hacia los cuerpos receptores para proteger la salud ambiental.

Si la concentración del contaminante antes de entrar a la zona urbana es cero (o muy baja), entonces $I_d/I_a = I_d/0 \rightarrow \infty$ (infinito), lo que quiere decir que no habría un VR suficiente para compensar la contaminación, lo que implica un perjuicio inconmensurable al ecosistema. Esto ocurre con la eutrofización cultural de los cuerpos receptores. La eutrofización es un proceso natural que conduce a la desaparición eventual de los cuerpos de agua superficiales en siglos o milenios, dependiendo del volumen y la forma del embalse y de las características del terreno circundante. Sin embargo, el hombre reduce el proceso a décadas, agotando rápidamente la gama de los usos potenciales del agua y/o sus servicios ambientales. En caso de aplicar el VR y el VAA para determinar la compensación (o multa), al que contamina, como lo establece la Ley, no alcanzaría el dinero. Esto no quiere decir que el VAA sea inoperable, más bien demuestra en forma sintética la importancia y el costo de proteger a la naturaleza de tales impactos para beneficio de ella y del hombre mismo.

Por ejemplo, se aplicó el VAA para evaluar la sostenibilidad de una fuente de abastecimiento afectada por los drenajes domésticos y agropecuarios de la cuenca de escurrimiento (Banderas y González-Villela 2019) utilizando un indicador (I) del grado trófico (o calidad ecológica) del embalse. Se compraron las concentraciones de Clorofila α al inicio (i) y al final (f) de un periodo de unos 10 años. La relación $I_f/I_i = r$, indica las veces que creció el indicador, o cuantas veces habría que diluir el agua del embalse para regresarlo al estado inicial. El producto $r \times V =$

VR es volumen de restitución, siendo V el volumen del embalse. El producto VR x VI vendría siendo el costo de los servicios ambientales (agua potable, paisaje, deportes acuáticos, servicios turísticos) perdidos por la eutrofización del embalse. El resultado es de unos \$ 1,880,000,000 en moneda nacional, o unos 80,000,000 USD, en promedio (1 USD = \$17 MN). En términos prácticos, esta cantidad representa el costo de la energía aplicada en el trabajo (obras y acciones) para controlar la eutrofización del embalse y regresarlo a su estado inicial.

6. Discusión

Los factores que contiene una tarifa de agua son los costos de la IE para colectarla, almacenarla, tratarla, conducirla hasta el consumidor y medirla, además de los gastos de mantenimiento, administración y ampliación. La medición sirve para saber cuánto se consume y cuánto cuesta llevar el agua al consumidor, y prorratear los costos que según la Ley debe pagar el usuario. Eliminando el Costo de Oportunidad, los costos de construcción, operación, mantenimiento y administración (COMAs) de la IE son relativamente fijos y bajan a mayor volumen de agua. Estos costos se dividen en federales (f), de la Conagua, y estatales (e). Así, la fórmula general de lo que debería contener una tarifa de agua es:

$$Pa = VI + VAA + COMAf + COMAe \text{ (Banderas et al. 2018) ec. 2}$$

que incluye el VI y el VAA, no especulativos, así como los costos de la IE federal y estatal. Un estudio (SEMARNAT-IMTA 2013), muestra que los COMAe son los que pesan más en la tarifa, pues llegan a superar los \$10 m^{-3} . Sin embargo, la tarifa al consumidor llega a rebasar hasta en un 233% estos costos en la Zona IV de la LFDA, lo que tiene que ver con la EM, que convierte al agua en una mercancía y deja de ser el bien común



definido por la LAN. Por su parte, el VI representa el consumo vital y básico y el VAA el capital a invertir en conservación. Desde luego que, en este contexto, el estado debe encargarse del servicio de agua potable y saneamiento.

Si comparamos las ecuaciones 1 y 2, se puede apreciar que la ecuación 2 incluye los valores de uso directo (VUD), de uso ambiental (VUA) y de no uso (VNU) no explícitos en la ecuación 1. El VUA está dado por el VAA o plusvalía del agua, mientras que VNU está dado por el VI, o valor intrínseco del agua. La ecuación 2 resuelve el problema de darle un valor a los servicios ecosistémicos proveídos por el ciclo hidrológico (VI) mientras que el no uso está dado a los servicios ecosistémicos deteriorados (externalidades negativas) por los efectos de utilizar el agua para consumo humano. Por su parte, el VUD está representado por los COMAs federal y estatal. El problema ahora es definir a que se destinarían, en caso de cobrarse, el VI y el VAA. Se propone que el primero se destinara para fines de investigación básica sobre recursos hídricos, mientras que el segundo podría aplicarse para determinar las multas por el mal uso o abuso del agua y aplicarse a las obras y acciones de conservación y restauración del agua en las cuencas hidrológicas afectadas, incluyendo el pago por servicios eco-sistémicos.

La LFDA prevé una cuota extra opcional para el pago de servicios ambientales que es nada comparada con el VAA de la ecuación 2. La protección del ambiente (no el derecho por contaminar), debe ser financiada por los habitantes de la urbe que deterioran el agua, a través de las tarifas del servicio urbano. Aterrizando la teoría, la LFDA establece los límites permitidos de contaminantes según el uso del cuerpo de agua receptor (Art. 224 Frac. V). Límites que pueden aplicarse para fijar el monto de la compensación para

descontaminar (no para pagar el derecho al agua potable o a contaminar). La cuota individual estaría en función del agua consumida, parte de la cual surge en el drenaje y parte se evapora. La estimación preliminar basada en el VAA del costo por los servicios ambientales perdidos por la eutrofización del embalse de Valle de Bravo (Banderas y González-Villela 2019), extrapolada al impacto del drenaje urbano de la Ciudad de México (unos $55 \text{ m}^3 \text{ sg}^{-1}$) sobre la cuenca alta del río Pánuco, alcanza los \$ $344,040 \times 10^6 \text{ MN}$, en promedio, considerando tan solo los compuestos de fósforo y nitrógeno y su efecto eutrofizante. No considera metales pesados ni compuestos emergentes que envenenan el agua e impiden su economía circular. El presupuesto de la Comisión Nacional del Agua es la décima parte de este pago compensatorio potencial que alcanzaría para pagar el servicio de agua potable y el tratamiento siguiendo el curso natural del agua en el Ciclo Hidrosocial (Swyngedouw 2009), así como la ampliación de la infraestructura (IE). Esta relación biunívoca implica una Ética Socioambiental entre el hombre y la Naturaleza en la que ambos salen ganando, uno mediante los servicios ecosistémicos y la otra a través de las obras y acciones de protección, restauración y conservación, visto desde una perspectiva independiente de la EM.

Las ciencias Ecología y la Economía comparten la misma raíz griega *Oikos*, que se refiere al hogar o casa. La primera estudiando los mecanismos naturales que propiciaron la aparición de la especie humana (entre otras) y su permanencia sobre la faz de la Tierra, su casa. La segunda, estudiando la manera en que los recursos de la casa deben ser distribuidos para asegurar la manutención y bienestar de la humanidad. En cierta forma, pueden considerarse complementarias, estando ligadas una en continuidad de la otra, pero a diferente escala y con diferentes



mecanismos que entienden bien los especialistas de cada una: en el primer caso espontáneos de carácter físico, químico y biológico (como el ciclo hidrológico); en el segundo inducidos o forzados, de carácter puramente antropocéntrico y técnico (como el servicio de agua potable). La diferencia entre proceso espontáneo y forzado determina termodinámicamente que no haya sustitutos tecnológicos de los servicios ecosistémicos, que funcionan sin necesidad de trabajo humano. El esfuerzo de combinar ambas ciencias (v.g. Farber et al. 2002) adquiere una relevancia especial en el Antropoceno, cuando la humanidad está interviniendo de una manera muy afortunada para unos cuantos privilegiados, pero muy desafortunada en términos ecológicos, actuando como un depredador irracional que la está conduciendo al ecocidio. Por lo tanto, la influencia de cada ciencia en la toma de decisiones debe ponderarse y jerarquizarse ante la disyuntiva de preferir permanecer largo tiempo en la casa, o estar cómodos durante un lapso muy breve en términos geológicos.

7. Conclusiones

La gestión del agua potable en México se ha centrado en los aspectos técnico-económicos condicionados por el mercado donde el líquido es limitado, ya sea en forma natural o inducida, subestimando los aspectos socio-ambientales con el consecuente deterioro de las cuencas y acuíferos, la contaminación del agua y poniendo en riesgo a la población debido al acaparamiento del líquido con fines mercantiles.

Esta situación demanda un cambio de paradigmas difícilmente alcanzable bajo una visión simplista que reduce la dinámica de los sistemas a la dinámica de sus propiedades emergentes dentro de la economía de mercado, y la conservación de los servicios

ecosistémicos a una graciosa dádiva opcional a cargo de los consumidores.

En consecuencia, la gestión del agua no puede ser prerrogativa de una sola profesión o ciencia y menos si su método es reduccionista.

La gestión debe ser social y científicamente democratizada, esto es, con la participación conjunta de expertos altamente especializados en diferentes disciplinas en el ámbito de la toma de decisiones.

El VI y el VAA permiten definir una tarifa del agua con alto contenido ético ambiental y social, ya que todos sus componentes son perfectamente definibles y auditables, incluyendo los COMAs, y no incluye el costo de oportunidad que facilita la especulación. Por lo tanto, está exenta de las leyes del libre mercado que facilitan la mercantilización del agua en detrimento de los derechos humanos al agua, al saneamiento y a un ambiente sano.

En términos prácticos, el VI es el valor de no uso del agua involucrada en el ciclo hidrológico que interviene en todos los ciclos vitales y sobre el cual el hombre no puede (o no debe, bajo riesgo letal inminente) intervenir.

Mientras que el VAA representa el valor ambiental del agua mediante una cantidad equivalente al precio de la energía necesaria para revertir los costos del deterioro ecológico ocasionado por los procesos productivos humanos. Energía que debe ser aplicada en el trabajo (obras y acciones) para controlar el deterioro de los ecosistemas y sus servicios ecosistémicos, como la eutrofización, y regresarlo a su estado inicial.

Esta relación biunívoca implica una Ética Socioambiental entre el hombre y la Naturaleza en la que ambos ganan, uno mediante los servicios ecosistémicos y la otra



a través de las obras y acciones de protección, restauración y conservación, visto desde una perspectiva independiente de la EM.

Referencias

Álvarez-Cantalapiedra, S. A. y Carpintero, O. (eds.) (2009). *Economía Ecológica: reflexiones y perspectivas*. CIP- Eco social. 216 pp. ISBN 978-84-87619-52-6.

<https://www.circulobellasartes.com/libros/economia-ecologica-reflexiones-y-perspectivas/>

Andrade, D. (2008). *Economia e meio ambiente: aspectos teóricos y metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica*. *Leituras de Economia Política*, Campinas, (14): 1-31.

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/48617484/Economia-e-Meio-Ambiente.2-with-coverage-v2.pdf?Expires=1654890306&Signature=IIIN CvkLdfvRtmhxY3Bn~3UJNoiSYpEAFQ8nfS57YRCg3gbak9gWS2JJ9TV87sC-YwAX6q8wUMh~Soi70MQFh0Xhs~Hf6IOLPt3EFj~mTh3~S2aGYLc~rxOWXdGlv0akuLfdMXsaupPMvQV0ak~jx4neqSHPzOVIAzrwLVXQr0Z6TVNV1E0Q-9lym29V5qvHbKGhFdr1Y7KLddM6hYIYMH2x6yZtsLo6tJAVIrdjS4RcXsOFR3LiYKLUN7IB7uAZaT8XmMWqgZT2rZYHscf9p1ZVvQ8DeX4ZPuLXLsBLy3JAmZC53gBMgWwz0nTOJlqMsuUGvjG6v1mAzaIKCwkXig__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Arconada, S. (2006). *Agua ¿derecho humano o mercancía? Los Foros del Agua en México*. Cuadernos del Cendes 23(61). Caracas, Ven. Versión impresa ISSN 1012-2508, versión On-line ISSN 2443-468X

https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-25082006000100011

Banderas, A. G. & González-Villela, R. (2015). The intrinsic value of water: A proposal. *WIT Transactions on the Ecology*

and the Environment 200: 137-145. DOI: 10.2495/WS

Banderas, A. G. & González-Villela, R. (2018). The environmental added value of water: A proposal. *International Journal of Sustainable Development and Planning* 13(03): 406-417.

DOI:10.2495/SDP-V13-N3-406-417

<https://www.witpress.com/elibrary/sdp-volumes/13/3/1911>

Banderas, A. G. & González-Villela, R. (2019). Evaluation of the sustainability of the Valle de Bravo reservoir, Mexico, as a water-supply source. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 239: 79-93. 2019. DOI 10.2495/WS190081

Banderas, A. G. y González-Villela, R. (2023). El valor, el costo y el precio del agua concesionada en México: Análisis socioecológico. En: Salgado, J. y Caballero, A. (Coord): *Instrumentos económicos de política hídrica en México valor, mercado y bancos de agua*. Algunas consideraciones clave para la sustentabilidad hídrica. Capítulo 3, págs. 57-92. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, México.

<https://www.gob.mx/imta/documentos/instrumentos-economicos-de-politica-hidrica-en-mexico?idiom=es>

Barkin, D. (2006). Introducción. En: Barkin, D. (Coord.) *La Gestión del Agua Urbana en México*. Retos, debates y bienestar. México: Universidad de Guadalajara. Recuperado de

<https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/01/la-gestion-delagua-urbana-en-mexico.pdf>



Barlow, M. & Clarke, T. (2004). Oro azul: Las multinacionales y el robo organizado del agua (Estado y Sociedad). Paidós. ISBN-10: 8449315352. ISBN-13: 978-8449315350.

Cafaro, P. & Primack, R., 2014. Species extinction is a great moral wrong. *Biological Conservation*, 170: 1-2. ISSN 0006-3207,
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.12.022>.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320713004436>

CENAPRED (2021). Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México. México. Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. Centro Nacional de Prevención de Desastres.

<https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/37.pdf>

CEPAL (2020). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe.

La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (cepal.org)

Conagua (2016). Los Consejos de Cuenca.

Consejos de Cuenca | Comisión Nacional del Agua | Gobierno | gov.mx (www.gob.mx)

Conagua (2018). Tarifas Máximas por m³ de uso doméstico para ciudades de situación del subsector. Sistema Nacional de Tarifas.

<https://portal.conagua.gob.mx/Tarifas/paginas/Consultas.aspx>

Conagua (2021a). Comunicado de Prensa julio 16, 2021 Comisión Nacional del Agua. <https://www.gob.mx/conagua/prensa/se-presenta-en-mexico-el-fenomeno-conocido-como-monzon-de-norteamerica-277442>

Conagua (2021b). Estadísticas del Agua en México. SEMARNAT. Comisión Nacional del Agua, México.

<https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/EAM%202021.pdf>

Costanza, R. (1997). The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. *Nature*, 387, 253-260.

<https://doi.org/10.1038/387253a0>

Daly, H. E. (2005). Economics in a full world. *Scientific American* 293, 3, 100-107.

https://steadystate.org/wp-content/uploads/Daly_SciAmerican_FullWorldEconomics%281%29.pdf

De Miguel, C. (nd).

<https://parlamericas.org/uploads/documents/Presentation-Carlos-deMiguel-es.pdf>

DOF Diario Oficial de la Federación.

Diario Oficial de la Federación || Bienvenido al Sistema de Información del Diario Oficial de la Federación (segob.gob.mx)

Farber, S., Costanza, R. and Wilson, M. (2002). Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics*, 41(3): 375-392. ISSN 0921-8009,

[https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00088-5](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00088-5)

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800902000885>

Fryxell, J.M. and Sinclair, A.R. (1988). Causes and consequences of migration by large herbivores. *Trends in Ecology and Evolution* 3(9): 237-241.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0169534788901668>

González-Villela, R., Montero, M. y Santana, S. (2017). Repercusiones del cambio climático en el caudal ecológico en el Río Conchos. En: Montero, M. y Ibáñez, O. (Coords.) *La Cuenca del Río conchos.: Una mirada desde las ciencias ante el cambio climático*. México: IMTA México 267 pp.

https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/rio-conchos/files/assets/common/downloads/publication.pdf



Hernández-Medina, J. C., Sandoval-Forero, E. A., Ramírez-Hernández, J. J. y Torres-Oregón, F. (2020). Perspectiva Latinoamericana de sustentabilidad como alternativa al desarrollo sostenible. Difusión de Experiencias y Resultados de Investigación a Nivel Superior-Chiapas 2020, Academia Journals, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México 24 al 26 de junio de 2020.

<https://static1.squarespace.com/static/55564587e4b0d1d3fb1eda6b/t/5efc6ff347c0350d36d3f8f4/1593602055614/Tomo+04+-+Difusi%C3%B3n+de+Experiencias+y+Resultados+de+Investigaci%C3%B3n+a+Nivel+Superior++Chiapas+2020.pdf>

Hui, C. (2006). Carrying capacity, population equilibrium, and environment's maximal load. *Ecological Modeling*, 192, 317-320.

<https://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.07.001>

INE (2023). Comunicado de Prensa Núm. 11/23 9 de enero de 2023 Página 1/10.

https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/inpc_2q/inpc_2q2023_01.pdf

INE (2024). Índice de Precios de Consumo (IPC). Variación del índice: mensual, anual y en lo que va de año.

https://www.ine.es/prensa/ipc_tabla.htm

Informe Stern (2007). The Economics of Climate Change. Microsoft Word - Table of Contents Full Report with ES.doc.

http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/sternreview_report_complete.pdf

Ley de Aguas Nacionales. Texto Vigente. Diario Oficial de la Federación 06-01-2020.

https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_060120.pdf

LFDA (2023). Ley Federal de Derechos. Disposiciones aplicables en materia de aguas

nacionales. Edición 2023. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional del Agua. Coordinación General de Recaudación y Fiscalización. México.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/831228/LEY_FEDERAL_DE_DERECHO_S_2023.pdf

Li, L., & Chakraborty, P. (2020). Slower decay of landfalling hurricanes in a warming world. *Nature*, 587, 230–234.

<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2867-7>

Llop, A. (2018). Economía del agua y su ambiente. En: Programa Futuros: Agua + Humedales. (Serie Futuros). Universidad Nacional de San Martín, Escuela de Posgrado y Fundación Innovación Tecnológica (FUNINTEC). Buenos Aires: UNSAM Edita. Págs. 94-109.

<https://core.ac.uk/download/pdf/299817254.pdf>

Martínez, P. & Vargas, A. (2017). Sistema de asignaciones, concesiones y política hídrica en México. Efectos en el derecho humano al agua. *Tecnología y Ciencias del Agua* 8(5).

<https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-05-08>

Méndez, J., J. (2001). Vladimir I. Vernadsky: Pionero de la Biosfera (Una biografía sinóptica). *Tecnociencia* 2001, 3, (2): 47-53. Universidad de Panamá.

[file:///C:/Users/HP/Downloads/tecnociencia,+articulo+03%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/tecnociencia,+articulo+03%20(1).pdf)

Navarro, S. y Wagner, A. (2023). Análisis de los bancos del agua en México como instrumento para mejorar la gestión hídrica y la gobernanza. En: Salgado, J. y Caballero, A. (Coord): Instrumentos económicos de política hídrica en México valor, mercado y bancos de agua. Algunas consideraciones clave para la sustentabilidad hídrica. Capítulo 5, págs. 125-159. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, México.



<https://www.gob.mx/imta/documentos/instrumentos-economicos-de-politica-hidrica-en-mexico?idiom=es>

ONU (1987). Nuestro futuro común. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Informe Brundtland). Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas. 4 de agosto de 1987. Versión Español.

https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf

ONU (2024). El Acuerdo de París. United Nations, Climate Change.

<https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris>

Pardal-Refoyo, J. y Pardal-Peláez, B. (2020). Anotaciones para estructurar una revisión sistemática. *Rev. ORL* 11(2) abr./jun. 2020 Epub versión On-line ISSN 2444-7986

<https://dx.doi.org/10.14201/orl.22882>

Pascual, U., Balvanera, P., Díaz, S. Pataki, G., Roth, E., Stenseke, M., Watson, R. T., Basak, E., Islar, M., Kelemen, E., Maris, V., Quaas, M., Subramanian, S., Wittmer, H., Adlan, A., Eun Ahn, S., Hafedh, Y., Amankwah, E. & Yagi, N. (2017). Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability* (26-27): 7-16.
<https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.12.006>

Raucher, R. (2005). The Value of Water: What It Means, Why It's Important, and How Water Utility Managers Can Use It. *Journal AWWA* 97(4): 90-98.

The Value of Water: What It Means, Why It's Important, and How Water Utility Managers Can Use It - Raucher - 2005 - *Journal AWWA* - Wiley Online Library

Ripl, W. (2003). Water: the bloodstream of the biosphere. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London*. B 358, 1921–

1934. The Royal Society DOI
10.1098/rstb.2003.1378

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1693288/pdf/14728789.pdf>

Rolland, L. & Vega, Y. (2010). La gestión del agua en México. *Polis*, 6(2).

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-23332010000200006

SEMARNAT-IMTA (2013). Precio del Agua: Subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento, Proyecto DP-1330.1. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. SEMARNAT, Mexico. 36 pp.
<https://docplayer.es/23548501-Proyecto-precio-del-agua-dp-informe-final.html>

Sánchez-Salazar, E. y López-Reynosa, J. (2023). Cobro por el derecho al uso y aprovechamiento del agua. Mapeo de recursos. Centro de Investigación Económica y Presupuestaria, A.C. (CIEP).

<https://ciep.mx/wp-content/uploads/2023/07/Cobro-por-el-derecho-al-uso-y-aprovechamiento-del-agua.-Mapeo-de-recursos.pdf>

Sierra, F. (2022). Lawfare y Guerra Mediática. *Lawfare e America latina: A Guerra Jurídica no Contexto da Guerra Híbrida*. Coleção: Mulheres no Direito Internacional – vol. I. Cap. 8. Editora: Íthala Ltda. Brasil ISBN: 978-65-995278-6-9 [e-book]

chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/134540/Lawfare%20y%20guerra%20medi%C3%A1tica.pdf?sequence=1>

Stern, N. (2007). El Informe Stern. La verdad sobre el cambio climático. Paidós. Barcelona, Esp. 389 p. ISBN 9788449320323.

Swyngedouw, E. (2009). The Political Economy and Political Ecology of the Hydro-Social Cycle. *Journal of Contemporary Water Research & Education* 142 (1): 56-60.



<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1/j.1936-704X.2009.00054.x>

UNESCO (2012). Agua y alimentación por derecho. Ingeniería para el desarrollo humano. UNESCO Etxea y Prosalus. ISBN: 978-84-695-4907-0.

https://www.unescoetxea.org/dokumentuak/agua_alimentacion.pdf

Vargas, D. (2001). Alcoholismo, Tabaquismo y Sustancias Psicoactivas. *Revista de Salud Pública*, 3(1): 74-88.

chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v3n1/v3n1a06.pdf

Vargas, G. (2006). Introducción a la Teoría Económica. Un enfoque latinoamericano. 2ª Ed. Pearson Educación, México. 744 págs. ISBN 970-26-0828-7.

Viniestra, L. (2014). El reduccionismo científico y el control de las conciencias. Parte II. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 71(5): 323-328.

<http://www.scielo.org.mx/pdf/bmim/v71n5/v71n5a11.pdf>