

Huella hídrica: análisis como instrumento estratégico de gestión para el aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos

Luis Alberto Seguí Amórtegui¹, Diego García Vega² e Hilda R. Guerrero García Rojas²

¹EAE Business School, Barcelona, España; ²Facultad de Economía de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Resumen

Se realiza un análisis sobre la utilidad y aplicación de la Metodología de la Huella Hídrica, como instrumento de evaluación y planeación de los recursos hídricos, la cual, puede ser aplicada para una persona, producto, proceso, región o país, bajo un determinado espacio-tiempo. La Huella Hídrica es un concepto relativamente nuevo y, por ende, en constante mejoramiento, de tal manera que para su análisis se realizó una revisión conceptual y de orígenes de dicho instrumento, así como una contextualización global del agua, es decir, el rol que el agua desempeña actualmente en un mundo globalizado, los agentes de presión y la dinámica consumista que la población realiza sobre este recurso, así como los retos y escenarios presentes y futuros. El análisis incluye también una revisión sobre la aplicación de esta metodología en varias regiones del mundo, así como sus alcances y limitaciones. Se concluye que la aplicación de esta metodología sigue siendo limitada en México, no obstante, en varias regiones europeas, Medio Oriente

y Asia, se tienen progresos considerables. Siendo la presente investigación un precedente para la aplicación de esta metodología en el sector industrial mexicano.

Palabras clave: Huella Hídrica, Evaluación y Planeación, Recursos Hídricos, Políticas Públicas, Instrumento de Gestión.

Abstract

Water Footprint: analysis as a strategic management tool for the efficient use of water resources.

An analysis is made of the usefulness and application of the Water Footprint Methodology as an instrument for the evaluation and planning of water resources, which can be applied to a person, product, process, region or country under a certain space -weather. The Water Footprint is a relatively new concept and, therefore, in constant improvement, in such a way that for its analysis a conceptual revision and of its origins was made, as well as a global contextualization of the water, that is, the role that Water currently plays in a globalized world, the pressure agents and consumer dynamics that the population make on this resource, as well as present and future challenges and scenarios. The analysis also includes a review on the application of this methodology in several regions of the world, as well as its scope and limitations. It is concluded that the application of this methodology is still limited in Mexico, but considerable progress has been made in several regions in Europe, the Middle East and Asia. This research is a precedent for the application of this methodology in the Mexican industrial sector.

Keywords: Water Footprint, Evaluation and Planning, Water Resources, Public Policy, Management Tool.

Introducción

Según Naciones Unidas (NU), aproximadamente un quinto de la población mundial vive en áreas en las cuales existe escasez física de agua. Según esta misma organización, para el año 2025 se estima que aproximadamente 1,800 millones de personas vivirán en zonas de absoluta escasez de agua. Con el aumento de la población, el cambio en los patrones de consumo y las presiones adicionales ejercidas por el cambio climático, se prevé que habrá mayores dificultades para satisfacer la demanda de agua (UNESCO, 2007 en Zárate & Kuiper, 2013).

La determinación del valor económico del agua es un problema ampliamente estudiado. Pero en un contexto de globalización en el que las políticas ambientales internacionales intentan alcanzar un desarrollo sostenible, cobra cada vez más interés la creación de un indicador global de consumo de agua que proporcione información útil a nivel internacional.

¿Alguna vez se ha preguntado, cuánta agua se necesita para llevar a cabo las actividades cotidianas que realiza cualquier individuo, o para la culminación de un proceso o producto? Pues bien, sabía usted que en una ducha consumimos 26 litros de agua por minuto; para producir un litro de leche, se requieren de 1,000 litros de agua; una taza de café requiere de 140 litros de agua; o bien, para elaborar una playera se requirieron de 2,700 litros de agua. De tal manera que toda actividad personal o productiva requiere de agua. A pesar de ello, muchas veces los recursos hídricos no son “contabilizados” y/o “monitoreados” para su uso y aprovechamiento eficiente, lo que provoca grandes deficiencias y desequilibrios, tanto en sectores productivos como domésticos.

La Huella Hídrica, concepto relativamente nuevo, representa un avance en la gestión de los recursos hídricos y su uso eficiente. Esta herramienta amplía las expectativas en cuanto al análisis y estudio de los recursos hídricos y su entorno, así como la identificación de los agentes de presión que en ellos intervienen.

La Huella Hídrica pretende, a su vez, ser una herramienta de planeación del manejo del recurso hídrico, que al añadirse al resto de indicadores que ya existen, brinde una visión más integral del impacto que tiene la población humana en el ambiente y en los ecosistemas. Como elemento en el diseño de planes, políticas, programas y proyectos en todos los niveles, sustenta la toma de decisiones de una manera más acorde con las necesidades actuales en distintas regiones.

Por tanto, la Huella Hídrica también es útil para generar conciencia sobre el esfuerzo hídrico que implica nuestro estilo de vida, ya que permite conocer más a fondo el impacto que tienen los patrones de consumo de una región o país en el sitio donde son producidos los bienes que son elaborados con grandes cantidades del recurso hídrico.

Por ello, en el presente estudio se realiza un análisis teórico - empírico sobre la aplicación de la Metodología de la Huella Hídrica, como instrumento de evaluación y planeación de los recursos hídricos, la cual, puede ser aplicada para una persona, producto, proceso, región o país, bajo un determinado espacio-tiempo.

La Huella Hídrica es un concepto nuevo y en constante mejoramiento, de tal manera que, para su análisis, se procedió a una revisión conceptual y de orígenes de dicho instrumento, así como una contextualización global del agua, es decir, el papel que el agua desempeña actualmente en un mundo globalizado, los agentes de presión y la dinámica consumista que los individuos realizamos sobre este recurso, así como los retos y escenarios presentes y futuros.

El análisis incluye también una revisión empírica sobre la aplicación y referencias de esta metodología en distintas regiones del mundo, así como sus alcances y limitaciones. Además, se identificó que dentro del análisis de la Huella Hídrica se debe tener presente la categorización del recurso hídrico en Huella Hídrica Azul, Huella Hídrica Verde o Huella Hídrica Gris, dependiendo del tipo de análisis o área de estudio (proceso, producto, región, grupo social, etc.).

A pesar de que la Huella Hídrica es un instrumento de reciente creación, su aplicación en México y Latinoamérica sigue siendo muy limitada, no obstante, en varias regiones europeas, Medio Oriente y Asia, se tienen progresos considerables.

Podemos decir que, la Huella Hídrica representa un gran avance para el estudio de los recursos hídricos, con mayor precisión y visión. En ese sentido, debe contribuir al mejoramiento del diseño de políticas públicas, que actúen eficaz y eficientemente en el entramado de problemáticas relacionadas con el medio ambiente y la sociedad.

No obstante, si bien la Huella Hídrica representa un mejoramiento en los procedimientos de análisis de los recursos hídricos, aún hay mucho por trabajar en nuevos métodos y mejorar los ya existentes, para así abordar, de manera integral, los complejos escenarios socioambientales.

Panorama general del agua en un contexto de globalización

La Tierra, con sus diversas y abundantes formas de vida, que incluye a más de 7,500 millones de seres humanos, se enfrenta en este comienzo del XXI con una grave crisis del agua. Todas las señales parecen indicar que la crisis está empeorando y que continuará haciéndolo, a no ser que se emprenda una acción correctiva. Se trata de una crisis de gestión de los recursos hídricos, esencialmente causada por la utilización de métodos inadecuados. La verdadera tragedia de esta crisis, sin embargo, es su efecto sobre la vida cotidiana de las poblaciones pobres, que sufren el peso de las enfermedades relacionadas con el agua, viviendo en

entornos degradados y a menudo peligrosos, luchando por conseguir una educación para sus hijos, por ganarse la vida y por solventar sus necesidades básicas de alimentación (UN, 2003).

El deterioro de la calidad del agua, el aumento de la competencia por la distribución de la misma y las amenazas a los ecosistemas se han convertido en problemas comunes conforme se desarrollan las economías y aumenta la población. Se han aprendido muchas lecciones y desarrollado nuevos enfoques. Sin embargo, en muchas partes del mundo la situación frecuentemente se deja empeorar hasta alcanzar niveles críticos antes de que se tomen medidas. En algunos casos, la situación puede revertirse. En otros casos, la pérdida de biodiversidad no se puede restaurar ni pueden recuperarse las oportunidades perdidas. No obstante, se requiere un nuevo enfoque desde los puntos de vista ambiental y socioeconómico (PNUMA, 2012).

La gestión de los recursos hídricos de una manera sostenible y equitativa es fundamental para el sustento de la vida, la salud y la dignidad de los pueblos, y constituye una de las bases esenciales de nuestro desarrollo social y económico. Involucra a muchos sectores y grupos de interés y se extiende desde el nivel local hasta el global.

Prácticamente hoy todo el mundo habla de la necesidad de hacer un uso sostenible de los recursos naturales, sobre todo en los países áridos o semiáridos, esto ocurre de modo especial cuando se trata del agua, ya que en las últimas décadas este recurso ha adquirido una importancia relevante en el contexto internacional. Ahora bien, el concepto de sostenibilidad puede definirse o aplicarse de formas muy diversas, según se ponga el énfasis en una de sus dimensiones. Muchos investigadores suelen distinguir tres dimensiones o aspectos en la sostenibilidad: el físico o ecológico, el económico y el social. Sin embargo, otros autores consideran un número mayor de dimensiones.

Con la creciente globalización del comercio, se generan oportunidades para mejorar la productividad y eficiencia global en el uso del agua si los países aprovechan sus ventajas comparativas. No obstante, para evitar las externalidades negativas en las zonas de producción es necesaria una política sobre estructuras de fijación de precios de agua y la contabilidad volumétrica y económica de los recursos hídricos (Aldaya et al., 2011).

En 2007, mediante su decisión 24/16, el Consejo de Administración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) o (UNEP), por sus siglas

en inglés, aprobó su política y estrategia en materia de recursos hídricos con tres objetivos enfocados en mejorar la evaluación y la concientización acerca de los problemas relacionados con el *agua dulce*¹; mejorar la gestión ambiental de las cuencas, las aguas costeras y marinas; y mejorar la cooperación. El objetivo general de la política estratégica en materia de recursos hídricos es contribuir sustancialmente a la sostenibilidad ambiental en la gestión de todos los recursos hídricos utilizando enfoques ecosistémicos integrados, como una contribución a las metas y objetivos acordados a nivel internacional relacionados con el agua y el desarrollo socioeconómico (PNUMA, 2012).

El agua es fundamental para todos los ecosistemas, tanto acuáticos como terrestres, pero está sujeta a altos niveles de competencia entre los usuarios. La cantidad y la calidad de los recursos hídricos son características determinantes del tipo de ecosistema y de los servicios de provisión, regulación, soporte y entorno cultural asociados. El crecimiento demográfico, la urbanización acelerada y la migración asociada; los cambios en los patrones de consumo; el crecimiento económico; la inseguridad alimentaria y la pobreza; el incremento en los residuos; los desastres naturales y los conflictos; las consecuencias del cambio climático; el aumento en la tensión en torno a recursos hídricos escasos; y las políticas en otros sectores tales como la energía, la industria, la economía y las finanzas, el comercio y la agricultura, ejercen presión o influyen sobre los ecosistemas naturales y afectan su productividad.

El agua cubre el 70% de la superficie del planeta Tierra. La tierra, los océanos y la atmósfera del planeta contienen una cantidad fija de agua, alrededor de 1,260 millones de billones de litros, en forma de hielo, vapor o líquido. De tal forma que, la naturaleza circula interminablemente toda esta agua por medio del proceso conocido como el ciclo hidrológico (véase Figura 1). Por tanto, la problemática del agua no recae en su existencia como tal, sino en su disponibilidad. Alrededor del 97.5% del agua de la Tierra está en los océanos, y por lo tanto no es apta para beber. El 2.5% de agua dulce en su mayor parte está encerrada en hielo y en aguas subterráneas, dejando tan sólo 0.007% aproximadamente en forma de lagos, ríos,

¹ El uso del término agua dulce en esta estrategia operativa se rige por su enfoque sobre el agua en el ambiente terrestre más que en el marino. Los dos están relacionados entre sí y convergen en la zona costera, donde las políticas y acciones deben ser coordinadas bajo la estrategia operativa. El concepto de agua dulce abarca consideraciones de agua azul, que se encuentra en cuerpos de agua dulce, los escurrimientos superficiales y los acuíferos; agua verde, la humedad del suelo generada a partir del agua de lluvia y utilizada por la agricultura de temporal, los pastizales, bosques, etc., y agua gris y otros términos similares, que se refieren a las aguas residuales que pueden reutilizarse con distintos grados de tratamiento. Los sistemas de agua dulce comprenden los cuerpos de agua (arroyos, lagos, humedales y acuíferos) y las cuencas de captación superficiales y sub-superficiales asociadas.

represas y fuentes subterráneas poco profundas, reabastecidos por los procesos de evaporación y precipitación, y fácilmente disponible para uso de los seres humanos. Esta cantidad relativamente pequeña está distribuida en forma muy desigual alrededor del mundo. Apenas una pequeña porción de los ríos más grandes del mundo, como el Amazonas y el Congo, distribuyen la mayor parte del flujo de agua potable del planeta, mientras las regiones áridas y semiáridas, que comprenden un 40% de las masas continentales de la Tierra, tan sólo dan cuenta del 2% de la correntía global (TUNZA, 2010).

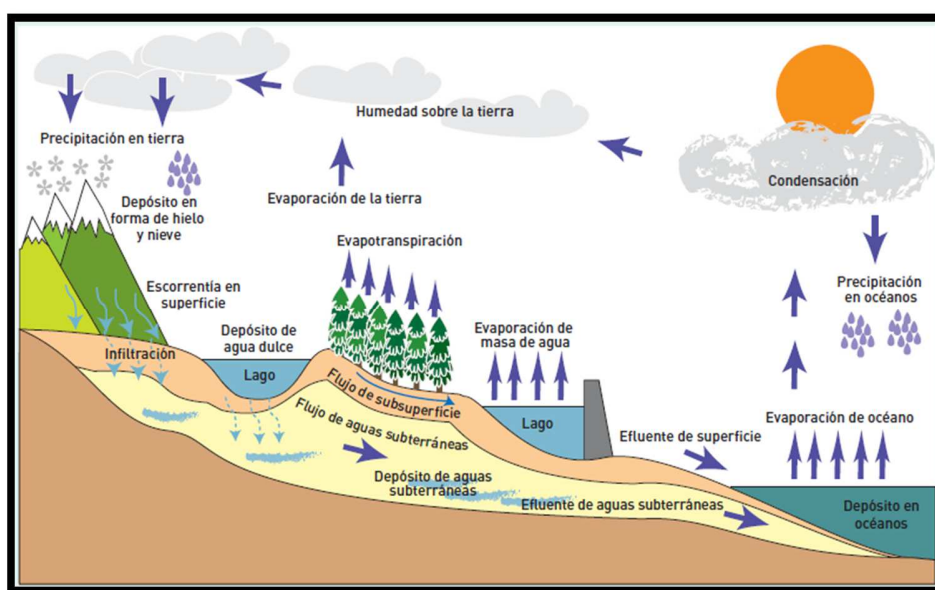


Figura 1. Ciclo Hidrológico del Agua.
Fuente: (TUNZA, 2010).

Las consecuencias de una deficiente gobernanza del agua se extienden a través de las comunidades y los países. Estas consecuencias implican una compleja interacción de dinámicas sociales, económicas, culturales, ambientales y políticas que requiere una respuesta exhaustiva e integrada. Dicha respuesta puede reducir el riesgo de degradación y conflictos a todos los niveles.

Si bien la necesidad de un nuevo enfoque ha sido reconocida por los países mediante el acuerdo alcanzado en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible celebrada en Johannesburgo, Sudáfrica, en 2002 para preparar los planes para la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH), las herramientas y procesos para la implementación todavía son incipientes y será necesario un compromiso

sustancial por parte de todos los sectores para desarrollarlos. Una encuesta sobre el estado de implementación realizada recientemente para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible, también conocida como *Río+20*, indica que la magnitud de los riesgos relacionados con los recursos hídricos es cada vez mayor y, aunque se han alcanzado logros significativos, aún se requieren esfuerzos considerables para mejorar la gobernanza (PNUMA, 2012).

Ya en nuestros días, la demanda de agua está sobrepasando el suministro en muchas partes del mundo: unos 50 países ya están sufriendo estrés por falta o escasez de agua durante todo el año, y aún más países experimentan la falta de agua en ciertas épocas. Dentro de muchos países, la disponibilidad del agua varía de región a región porque depende de cuencas colectoras, no de límites políticos (véase Figura 2). Se anticipa que muchas partes del mundo que actualmente están sufriendo de estrés de agua cambiarán a un estado de escasez del recurso hídrico, y algunos que al parecer por ahora poseen agua suficiente comenzarán a experimentar estrés (TUNZA, 2010).

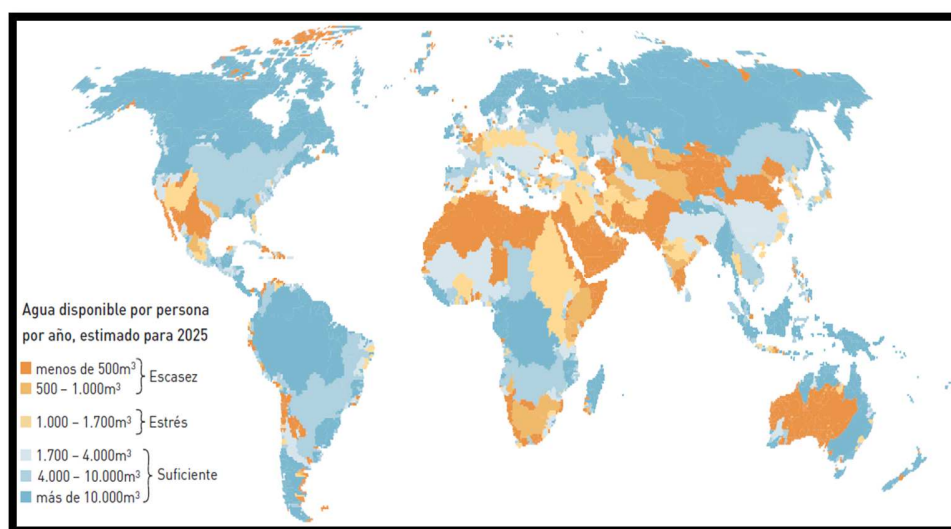


Figura 2.- Disponibilidad del agua en el siglo XXI.
Fuente: (TUNZA, 2010).

El estado de pobreza de un amplio porcentaje de la población mundial es a la vez un síntoma y una causa de la crisis del agua. El hecho de facilitar a los pobres un mejor acceso a un agua mejor gestionada puede contribuir a la erradicación de la pobreza, tal como lo muestra el *Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo* o (WWDR), por sus siglas en inglés. Al mismo

tiempo, una mejor gestión nos permitirá hacer frente a la creciente escasez de agua per cápita en muchas partes del mundo en desarrollo (UN, 2003).

Resolver la crisis del agua es, sin embargo, sólo uno de los diversos desafíos con los que la humanidad se enfrenta en este tercer milenio y ha de considerarse en este contexto. La crisis del agua debe situarse en una perspectiva más amplia de solución de problemas y de resolución de conflictos.

Entre las metas establecidas en la *Agenda Agua Post 2015* de ONU-Agua se encuentran (UN-Water, 2014):

1. Lograr el acceso universal al agua potable segura, saneamiento e higiene.
2. Mejorar en el uso y desarrollo sostenible de los recursos hídricos en todos los países.
3. Fortalecen una gobernanza del agua equitativa, participativa y responsable.
4. Reducir la contaminación por aguas residuales y mejorar la calidad del agua mediante la reducción de aguas residuales domésticas e industriales no tratadas; incrementar las aguas residuales reutilizadas de manera segura; y reducir la contaminación por nutrientes para maximizar la disponibilidad de recursos hídricos y mejorar la calidad del agua.
5. Reducir la mortalidad y las pérdidas económicas de los desastres naturales y antrópicos relacionados con el agua.

Es cada vez más evidente que el actual uso, desarrollo y gestión de los recursos hídricos del planeta y de los servicios que proporcionan no es sostenible. En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, efectuada en el año 2012, *Río+20*, los gobiernos reconocieron que el agua está en el centro del desarrollo sostenible, ya que está estrechamente relacionada con una serie de retos globales clave. El logro de los objetivos de desarrollo, como lo son, la erradicación de la pobreza, la eliminación de las desigualdades, la realización de los derechos humanos para todos, y el impulso y mantenimiento del desarrollo económico, entre otros, es inherente al mejoramiento de los sistemas de agua dulce saludables (UN-Water, 2014).

En este momento se deben tomar decisiones de adaptación. Los enfoques adaptativos aplican estrategias robustas con medidas que pueden ser beneficiosas, con independencia del cambio climático, conocidas en inglés como medidas *no-regret* y *low regret*, y que son una respuesta adecuada a las incertidumbres

actuales. La traducción de las prioridades de política y la generación de conocimiento incluye la recolección de información y la comprensión de las interacciones entre diferentes ecosistemas, como el ciclo del agua y otros procesos naturales y humanos como el ciclo del carbón, el crecimiento demográfico, la producción de alimentos, la generación de energía y los servicios de los ecosistemas.

Se deben desarrollar métodos para el análisis de datos y modelos de simulación que contribuyan a la formulación y evaluación de alternativas de adaptación. El desarrollo de capacidades técnicas, de gestión del agua y de toma de decisiones es una prioridad para optimizar la creación de conocimientos para la acción.

El *Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo*, en su edición 2015, (UN, 2015), menciona los siguientes aspectos, como circunstancias paralelas a la crisis global del agua:

1. La población mundial crece a un ritmo de unos 80 millones de personas al año y se prevé que alcance los 9,100 millones en 2015, con 2,400 millones de personas viviendo en África Subsahariana.
2. El Producto Interior Bruto Mundial aumentó un promedio de un 3.5% anual de 1960 a 2012. Gran parte de este crecimiento económico ha tenido un coste social y ambiental significativo.
3. Se prevé que en 2030 el mundo tendrá que enfrentarse a un déficit mundial del 40% de agua en un escenario climático en que todo sigue igual.
4. El crecimiento demográfico, la urbanización, la industrialización y el aumento de la producción y el consumo han generado una demanda de agua dulce cada vez mayor.
5. La cuestión es que hay agua suficiente como para satisfacer las necesidades crecientes del mundo, pero será difícil su disponibilidad, si no cambiamos radicalmente el modo en que se usa, se maneja y se comparte. Por tanto, la crisis hídrica mundial es una crisis de gobernanza, mucho más que de recursos disponibles.
6. El cambio climático exacerbará los riesgos asociados con variaciones en la distribución y disponibilidad de los recursos hídricos.
7. Las pérdidas económicas generadas por los peligros relacionados con el agua han aumentado considerablemente en la última década. Desde 1992,

las inundaciones, sequías y tormentas han afectado a 4,200 millones de personas (el 95% de todas las personas afectadas por todos los desastres) y han ocasionado 1.3 billones de dólares estadounidenses de daños (el 63% de todos los daños).

8. En algunas latitudes del planeta, se informa de que el límite global de sostenibilidad ecológica de agua disponible para su extracción ha sido superado por una tercera parte aproximadamente de la población, y aumentará hasta aproximadamente la mitad hacia el año 2030.

La aplicación exitosa de políticas de adaptación requiere desarrollar una buena comunicación de los datos y las predicciones climáticas y sociales, con sus incertidumbres asociadas. La información y los servicios climáticos, incluyendo datos, diagnósticos, evaluaciones, seguimientos, predicciones y proyecciones, aportan elementos que permiten la evaluación de cursos de acción cuyos resultados dependen de variables climáticas de gran utilidad para los tomadores de decisiones, a nivel nacional regional y local.

El acceso al agua y al saneamiento está reconocido como un derecho humano, y ha sido durante mucho tiempo el foco de políticas y objetivos de desarrollo internacional. Sin embargo, la discriminación basada en el origen étnico, la religión, la clase económica, la condición social, el sexo, la edad o las capacidades físicas a menudo limita el acceso de las personas a la tierra y al agua, así como a sus servicios relacionados. Dicha exclusión tiene efectos sociales y económicos a largo plazo.

La *Agenda de Desarrollo post 2015* debe abordar el uso de los recursos hídricos en el mundo de una manera amplia e integrada, de manera que, en el esfuerzo de la humanidad para lograr el desarrollo sostenible y el crecimiento económico, no vayamos a destruir el recurso que lo hace posible, el agua.

Orígenes y conceptos de la Huella Hídrica

De forma muy simplificada, la Huella Hídrica es un indicador del consumo y contaminación de agua dulce, que contempla las dimensiones directa e indirecta. Su concepto fue introducido por primera vez en el año 2002 por Arjen Hoekstra y desde entonces es difundido por la organización Water Footprint Network (WFN). Es una herramienta que nos permite saber el consumo y la contaminación del agua aplicable a una persona, a un producto, o a un país, entre otros (FFLA, 2013).

El interés por la Huella Hídrica se origina en el reconocimiento de que los impactos humanos en los ecosistemas acuáticos pueden estar relacionados, en última instancia, al consumo humano y que temas como la escasez o contaminación del agua pueden ser mejor entendidos y gestionados considerando la cadena de producción y de distribución en su totalidad.

Tal como señalan Aldaya et al. (2011) el concepto de Huella Hídrica fue introducido con la intención de crear un indicador adecuado para representar geográficamente los impactos del consumo global de agua dulce. El concepto posee una variedad de aplicaciones, por ejemplo, podemos hablar de la Huella Hídrica de un producto, que se refiere a la cantidad de agua consumida directa (operaciones) o indirectamente (cadena de suministro) para producir un producto. Por otra parte, la Huella Hídrica de un individuo se define como la cantidad total de agua dulce requerida para la producción de todos los bienes y servicios consumidos por dicho individuo.

Dentro del análisis de la Huella Hídrica, Vázquez del Mercado & Buenfil (2012: 42) señalan que se debe tener presente la categorización que se hace del recurso hídrico en tres tipos:

1. **Huella Hídrica Azul.** Es el volumen de agua superficial y subterránea evaporado, incorporado al producto o devuelto a otra cuenca o al mar, como resultado de la producción de un bien o servicio. También incluye el agua extraída de una cuenca y descargada en otra o en el mar. Es la cantidad de agua extraída, superficial o subterránea, que no vuelve a la cuenca de la que fue retirada.
2. **Huella Hídrica Verde.** Es el volumen de agua de lluvia evaporado o incorporado al producto durante el proceso de producción. Esto es particularmente relevante para los productos agrícolas y forestales (productos a base de cultivos o de madera) y se refiere a la evapotranspiración del agua de lluvia total (de los campos y de las plantaciones), así como al agua incorporada a la cosecha o a la madera.
3. **Huella Hídrica Gris.** Es un indicador de la contaminación del agua dulce que puede estar asociada con la fabricación de un producto y con su cadena de suministro. Se define como el volumen de agua dulce que se requiere para asimilar la carga de contaminantes hasta llegar a concentraciones que cumplan con normas de calidad de agua. Se calcula como el volumen de agua que se requiere para diluir los contaminantes hasta el punto en que la calidad del agua se mantenga por encima de las normas acordadas de

calidad del agua. La Huella Hídrica Gris ha generado mucha polémica debido a que no es un volumen que se emplee en realidad para diluir la carga contaminante y a que su cálculo se basa en el contaminante más crítico.

Enseguida se muestra la Huella Hídrica del planeta, los países en verde tienen una Huella Hídrica inferior al promedio, mientras que los que se muestran en amarillo y rojo tienen una Huella Hídrica superior al promedio. También se muestra la Huella Hídrica Verde, Azul y Gris en los distintos espacios geográficos del planeta (véase Figura 3).

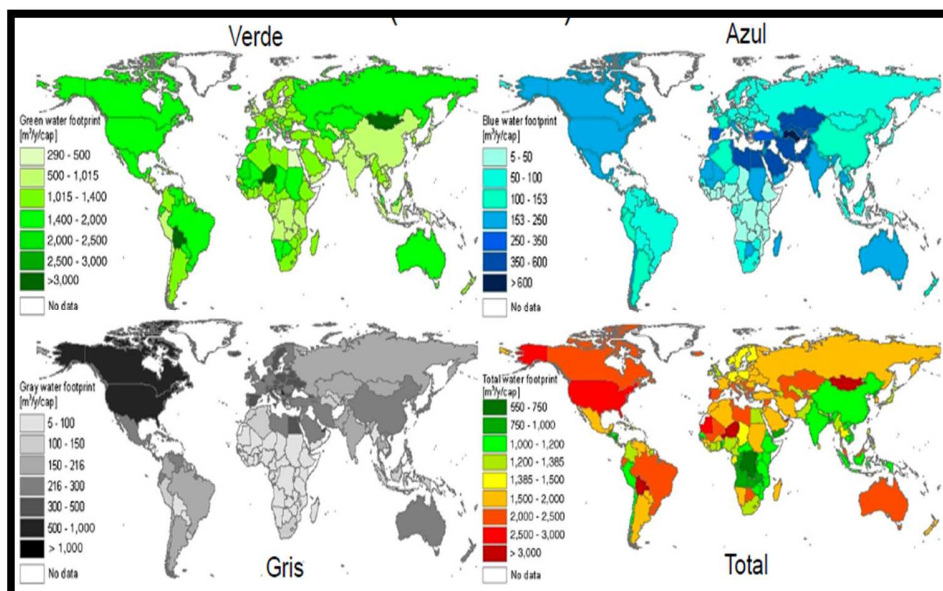


Figura 3. Consumo nacional per cápita (m^3 por año) 1996-2005.
Fuente: Vázquez del Mercado, 2012.

Siguiendo a Aldaya et al. (2011), otro concepto muy relacionado con el de Huella Hídrica es el de Agua Virtual. El Agua Virtual es el volumen total de agua utilizada directa e indirectamente para la elaboración de un producto. El concepto de Agua Virtual fue introducido en la década de los 90 por Tony Allan, cuando estudiaba la posibilidad de importar *agua virtual* como solución parcial a los problemas de escasez de agua en el Medio Oriente. Si una nación exporta o importa tal producto, ésta también exporta o importa agua en forma virtual. Cuando dos regiones geográficas intercambian productos, intercambian también Agua Virtual. En este caso hablamos de flujo o comercio de Agua Virtual, que se refiere al volumen de

Agua Virtual transferido de un área a la otra como resultado del comercio de productos (véase Figura 4²).

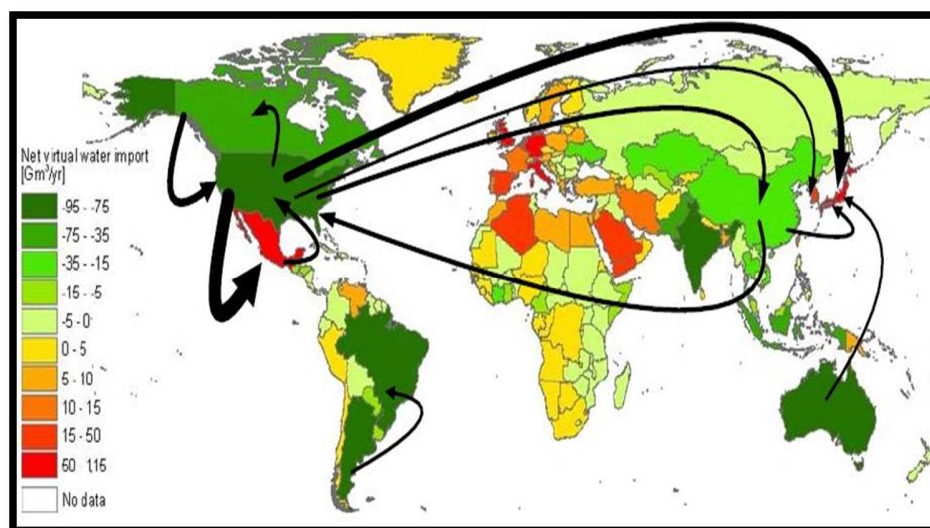


Figura 4.- Balances regionales de Agua Virtual por comercio agrícola e industrial 1996-2005.
Fuente: Mekonnen & Hoekstra, 2011 en Vázquez del Mercado, 2012.

El contenido de Agua Virtual de un producto es equivalente a la Huella Hídrica del mismo. La diferencia consiste en que el primero se refiere exclusivamente al volumen, mientras que el segundo es un indicador espacio-temporal, que además del tipo de agua empleado debe vincularse a un espacio y un tiempo determinados (Aldaya, et al., 2011).

Vázquez del Mercado & Buenfil (2012: 41) mencionan que “los conceptos de Agua Virtual y de Huella Hídrica, introducidos en 1998 y 2002, respectivamente, parecen apuntar a un cambio de paradigma en la GIRH y en las políticas hídricas, agropecuarias y comerciales en todo el mundo. Su estudio ayuda a identificar cómo y dónde, el consumo en un lugar, impacta los recursos hídricos de otro lugar. La Huella Hídrica indica, además del volumen de agua dulce empleado directa e indirectamente para producir un bien, el lugar preciso donde se obtuvo dicho volumen, especificando si se trató de agua verde o azul, la contaminación que generó y el lugar en que se consumió ese bien finalmente. De esta forma, permite visualizar patrones y tendencias de uso del agua, que tradicionalmente no eran tomados en cuenta, relacionándolos con los flujos de comercio de Agua Virtual”.

² Las flechas muestran flujos de comercio de Agua Virtual mayor a 15 Mm³/año.

Metodología para el cálculo de la Huella Hídrica

El documento denominado *The Water Footprint Assessment Manual*, desarrollado por Chapagain y Hoekstra en 2004 y actualizado nuevamente por Hoekstra, Aldaya, Mekonnen y Chapagain en 2009 y 2011, es la metodología estándar que se ha establecido a nivel internacional para el cálculo de la Huella Hídrica y sus derivaciones, difundido por la WFN. Por tanto, la descripción que a continuación se presenta se desprende de dicha metodología³ (Hoekstra, et al., 2011).

La Huella Hídrica es un indicador de uso de agua dulce que es palpable no sólo en el uso de agua directo de un consumidor o productor, sino también en su uso indirecto. La Huella Hídrica puede ser considerada como un indicador global de apropiación de los recursos de agua dulce, por encima de la medida tradicional y restringida de la extracción de agua. Es un indicador multidimensional, que muestra los volúmenes de consumo de agua por fuentes y volúmenes de contaminación por cada tipo de contaminación, y cuyos componentes de Huella Hídrica total pueden ser especificados geográfica y temporalmente (Hoekstra et al., 2011).

La Huella Hídrica por lo tanto ofrece una perspectiva mejor y más amplia sobre cómo un consumidor o productor afecta el uso de sistemas de agua dulce. Se trata de una medida volumétrica del consumo de agua y su contaminación. Lo que no mide es la gravedad de los efectos locales en el medio ambiente del consumo de agua y su contaminación. La Huella Hídrica representa una información explícita a lo largo del tiempo y del espacio sobre cómo el agua es apropiada para diversos fines humanos. Por ello no sólo puede inspirar un debate sobre el uso del agua sostenible y equitativo, sino también sentar una buena base para la evaluación local de sus impactos ambientales, sociales y económicos.

La evaluación de la Huella Hídrica se refiere a toda una gama de actividades para:

1. Cuantificar y localizar la Huella Hídrica de un proceso, producto, productor o consumidor o de cuantificar en el espacio y el tiempo la Huella Hídrica de una zona geográfica específica.
2. Evaluar la sostenibilidad ambiental, social y económica de esa Huella Hídrica.

³ En el presente artículo, la descripción de la Metodología de la Huella Hídrica se realiza de forma sustancial, es decir, sólo se describen las partes fundamentales de dicha metodología. Para su análisis exhaustivo se recomienda revisar propiamente la metodología referenciada.

3. Formular una estrategia de respuesta.

En términos generales, el objetivo de evaluar la Huella Hídrica es analizar cómo las actividades humanas o de productos específicos afectan a las cuestiones de escasez de agua y su contaminación y ver cómo las actividades y los productos puedan ser más sostenibles desde la perspectiva del agua.

Una evaluación de la Huella Hídrica total está compuesta de cuatro fases distintas (véase Figura 5):

1. Establecer objetivos y su alcance.
2. Contabilizar la Huella Hídrica.
3. Evaluar la sostenibilidad.
4. Formular la respuesta.

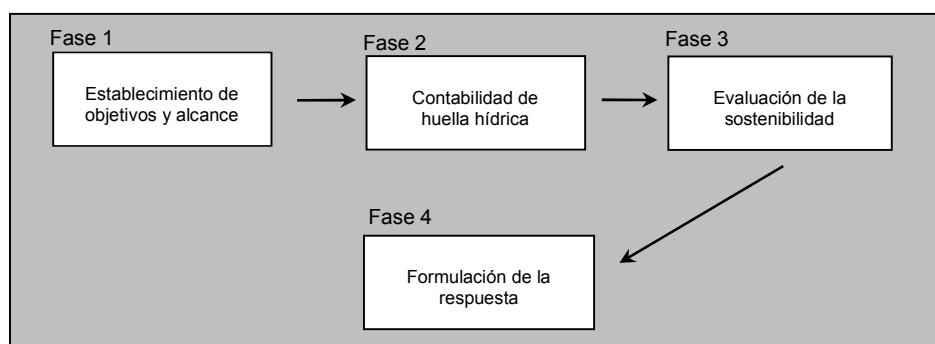


Figura 5.- Fases en la evaluación de la Huella Hídrica.
Fuente: (Hoekstra et al., 2011)

Con el fin de ser transparentes acerca de las decisiones tomadas al llevar a cabo un estudio de evaluación de la Huella Hídrica, habrá que comenzar por establecer claramente los objetivos y el alcance del estudio. Un estudio de la Huella Hídrica puede realizarse por muchas razones diferentes, tanto de tipo público como privado. La fase de la contabilidad de la Huella Hídrica es la fase en la que se recogen datos y se establecen las cuentas que desarrollaremos. El alcance y nivel de detalle en la contabilidad depende de las decisiones tomadas en la fase anterior. Después de la fase de contabilidad sigue la fase de evaluación de la sostenibilidad, en la que se evalúa la Huella Hídrica desde una perspectiva ambiental, así como desde una perspectiva social y económica. En la fase final, se formulan respuestas de opciones, estrategias o políticas.

A) Objetivos y alcances de la evaluación de la Huella Hídrica

El estudio de la Huella Hídrica puede tener diversos fines y aplicarse en diferentes contextos. Cada objetivo requiere su propio ámbito de análisis y permitirá diferentes opciones a la hora de hacer suposiciones. Se puede estudiar la Huella Hídrica de diferentes entidades, por lo que es muy importante comenzar especificando los aspectos que nos interesan de una Huella Hídrica en particular. Se puede estar interesado, por ejemplo, en:

1. La Huella Hídrica de un producto (s).
2. La Huella Hídrica de un consumidor (es).
3. La Huella Hídrica dentro de un área geográficamente delimitada.
4. La Huella Hídrica de una nación.
5. La Huella Hídrica de una empresa (s).
6. La Huella Hídrica de la humanidad en su conjunto.

Se tendrá que ser claro y explícito acerca de *los límites del tema* a la hora de crear una cuenta de Huella Hídrica. Los límites del tema se refieren a *lo que debe incluir* y *lo que debe excluir* de las cuentas y se debe elegir en función del propósito de la cuenta. Se recomienda como mínimo utilizar la siguiente lista de control al configurar una cuenta de la Huella Hídrica:

1. ¿Considerar Huella Hídrica Azul, Huella Hídrica Verde y/o Huella Hídrica Gris?
2. ¿En qué momento se debe trancar el análisis al remontarse a lo largo de la cadena de suministro?
3. ¿Qué nivel de clarificación espacio-temporal?
4. ¿Qué periodo de datos?
5. Para los consumidores y las empresas: ¿considerar la Huella Hídrica directa o indirecta?
6. Para las naciones: ¿considerar la Huella Hídrica en el país y/o la Huella Hídrica de consumo nacional; considerar la Huella Hídrica interna y/o externa del consumo nacional?

B) Contabilidad de la Huella Hídrica

¿Qué cantidad de agua dulce hay disponible durante un período determinado y cuál es la apropiación de los seres humanos de este flujo en tal período? La contabilidad de la Huella Hídrica proporciona los datos necesarios para responder a la segunda mitad de la cuestión. La Huella Hídrica básicamente expresa la apropiación humana del agua dulce en términos de volumen.

La Huella Hídrica Azul en una fase del proceso se calcula así:

$$WF_{proc,blue} = BlueWaterEvaporation + BlueWaterIncorporation + LostReturnflow$$

[volumen/tiempo] (1)

El último componente se refiere a la parte devuelta a la cuenca que no está disponible para su reutilización dentro de la misma cuenca hidrográfica en el mismo plazo de retirada, ya sea porque se devuelve a otro sistema de captación (o se vierte al mar) o porque se devuelva en otro período de tiempo.

La Huella Hídrica Verde en una fase del proceso es igual a:

$$WF_{proc,green} = GreenWaterEvaporation + GreenWaterIncorporation$$

[volumen/tiempo] (2)

La Huella Hídrica Gris se calcula dividiendo la carga contaminante (L , en la masa / tiempo) por la diferencia entre el estándar de calidad de agua de este contaminante (c_{max} , la concentración máxima aceptable, en masa / volumen) y su concentración natural en la recepción agua en el cuerpo (c_{nat} , en masa / volumen).

$$WF_{proc,gray} = \frac{L}{c_{max} - c_{nat}} \quad [volumen/tiempo] \quad \dots\dots\dots (3)$$

La Huella Hídrica de un producto se puede calcular de dos formas alternativas, con el enfoque de la suma de la cadena o el enfoque acumulativo paso a paso. El primero se puede aplicar sólo para productos concretos; el segundo es el enfoque genérico.

En un sistema de producción simple, la Huella Hídrica de producto p (volumen / masa) es igual a la suma de las aguas de proceso pertinentes huellas dividido por la cantidad de producción del producto p :

$$WF_{prod}[p] = \frac{\sum_{s=1}^k WF_{proc}[s]}{P[p]} \quad [volumen/masa] \quad \dots\dots\dots (4)$$

En el que $WF_{proc}[s]$ es la Huella Hídrica de proceso de paso s (volumen / tiempo), y $P[p]$, la cantidad de producción de producto p (masa / tiempo). En la práctica, los sistemas simples de producción con un sólo producto de salida rara vez existen, por lo que es generalmente necesario hacer uso de una contabilidad más genérica, que pueda distribuir el agua utilizada a través de un sistema de producción a la salida de los varios productos que se deriven de ese sistema y sin caer en la doble contabilidad.

La Huella Hídrica de un consumidor (WF_{cons}) se calcula sumando su Huella Hídrica directa e indirecta:

$$WF_{cons} = WF_{cons,dir} + WF_{cons,indir} \text{ [volumen/tiempo]} \dots\dots\dots (5)$$

La Huella Hídrica directa se refiere al consumo de agua y su contaminación que se relaciona con el uso del agua en el hogar o en el jardín. La Huella Hídrica indirecta se refiere al consumo de agua y contaminación de las aguas que pueden estar asociados con la producción de los bienes y servicios consumidos por el consumidor. Se refiere al agua que se utiliza para producir, por ejemplo, la comida, ropa, papel, energía y bienes industriales de consumo. El uso del agua indirecto se calcula multiplicando todos los productos consumidos por sus respectivas Huellas Hídricas:

$$WF_{cons,indir} = \sum_p (C[p] \times WF_{prod}^*[p]) \text{ [volumen/tiempo]} \dots\dots\dots (6)$$

$C[p]$ es el consumo del producto p (unidades de producto / tiempo) y $WF_{prod}^*[p]$ la Huella Hídrica de este producto (volumen de agua / unidad de producto). El conjunto de productos considerados se refiere a toda la gama de bienes de consumo y servicios finales. La Huella Hídrica de un producto se define y se calcula como se describe en la sección anterior.

La Huella Hídrica dentro de un área geográficamente delimitada (WF_{area}) se calcula como la suma de las Huellas Hídricas de proceso de todos los procesos que consuman agua en el área:

$$WF_{area} = \sum_q WF_{proc}[q] \text{ [volumen/tiempo]} \dots\dots\dots (7)$$

Donde $WF_{proc}[q]$ se refiere a la Huella Hídrica de un proceso q dentro de la zona geográfica delimitada. La ecuación suma todos los procesos de consumo de agua o contaminantes que tengan lugar en la zona.

La Huella Hídrica de una nación ($WF_{area,nat}$, volumen / tiempo) se define como el volumen total de agua dulce consumida o su contaminación en el territorio de la nación:

$$WF_{area,nat} = \sum_q WF_{proc}[q] \text{ [volumen/tiempo]} \dots\dots\dots (8)$$

Donde $WF_{proc}[q]$ se refiere a la Huella Hídrica de un proceso q dentro de la nación que consume o contamina el agua. La ecuación suma todos los procesos que consumen agua o la contaminan y que tienen lugar en la nación. Estas Huellas Hídricas de proceso se expresan aquí en volumen / tiempo.

C) Evaluación de la sostenibilidad de la Huella Hídrica

La Huella Hídrica es un indicador de apropiación de agua dulce (en m³/año), desarrollado como un análogo a la *huella ecológica*, que es un indicador de uso de un espacio biológicamente productivo (en hectáreas). Con el fin de tener una idea de lo que representa esta huella, será necesario compararla a la Huella Hídrica de los recursos disponibles de agua dulce (que también se expresan en m³/año), al igual que se comparan la *huella ecológica* al espacio biológicamente productivo (en hectáreas). En esencia, la evaluación de la sostenibilidad de la Huella Hídrica se refiere primordialmente a establecer una comparación de la Huella Hídrica humana con lo que la tierra puede soportar de manera sostenible. La sostenibilidad, por ejemplo, tiene diferentes dimensiones (ambientales, sociales, económicas), los impactos pueden ser formulados en distintos niveles (impactos primarios, secundarios) y la Huella Hídrica tiene diferentes colores (verde, azul, gris).

La sostenibilidad de la Huella Hídrica de un producto, de un productor o de un consumidor depende en parte de los contextos geográficos de las Huellas Hídricas de tal producto, productor o consumidor. Rara vez es la Huella Hídrica de un proceso, producto, productor o consumidor la que crea los problemas de escasez de agua y la contaminación que nos afectan. Los problemas surgen como el efecto acumulativo de todas las actividades en el área geográfica considerada. La Huella Hídrica total en un área es la suma de muchas huellas más pequeñas, cada una de las cuales estarán relacionadas con un determinado proceso, producto, productor y consumidor. Cuando la Huella Hídrica de un proceso, producto, productor o consumidor contribuya a una situación insostenible observada dentro de un contexto geográfico determinado, se puede decir que esta Huella Hídrica es insostenible en sí misma.

D) Inventario de opciones de respuesta de la Huella Hídrica

Se puede argumentar que los consumidores son responsables de lo que consumen, como también del uso de los recursos indirectos a través de su modelo de consumo. En este sentido, los consumidores tienen responsabilidad sobre su Huella Hídrica y deben tomar medidas para asegurarse de que su Huella Hídrica sea sostenible. En caso afirmativo, los productores se verían obligados a ofrecer productos sostenibles. También se puede dar la vuelta al argumento y argumentar que los productores son responsables de la entrega de productos sostenibles. Esto implicaría que los productores deben tomar medidas para hacer que la Huella Hídrica del producto sea sostenible. Y los inversores, por supuesto, deben incluir consideraciones de uso sostenible del agua en sus decisiones de inversión. Por último, el agua es un bien público, por lo que los gobiernos no pueden negar su responsabilidad de poner la debida reglamentación y los incentivos para garantizar una producción y consumo sostenibles. Queda pues claro que los consumidores, productores, inversores y gobiernos tienen una responsabilidad compartida.

Técnicamente, tanto la Huella Hídrica Azul y Gris en las industrias y los hogares se puede reducir a cero, mediante el reciclaje de agua en pleno. En un ciclo cerrado no habrá ni las pérdidas por evaporación, ni efluentes contaminados. En las fábricas o los sistemas de refrigeración, el agua evaporada se puede capturar y reciclarse o ser devuelta a la masa de agua donde se había extraído. Hay algunas excepciones, donde la Huella Hídrica Azul de un proceso no puede reducirse del todo a cero, sobre todo cuando el agua se utiliza para ser incorporada en un producto, esta parte de la Huella Hídrica Azul no se puede evitar, pero estamos hablando de fracciones de menor importancia en la Huella Hídrica Azul de la humanidad.

Otra excepción puede ser cuando el agua se aplica al aire libre por necesidad, por lo que alguna evaporación no puede ser evitada. El único tipo de Huella Hídrica Gris que no siempre se puede reducir a cero es la Huella Hídrica Gris relacionada con la contaminación térmica, pero incluso en el caso del calor, puede darse una recuperación parcial de los efluentes con la calefacción de los sistemas de refrigeración y ser utilizada para otros fines antes de que el efluente se disponga en el medio ambiente.

Las Huellas Hídricas operativas azul y gris en el sector industrial pueden ser más o menos anuladas. En el sector agrícola, se necesitan más investigaciones para formular una reducción del máximo de la Huella Hídrica cuantitativa razonable. En

teoría, la Huella Hídrica Gris puede ser prácticamente cero con la agricultura ecológica. En la práctica, será todo un reto y requiere un tiempo considerable antes de que toda la agricultura convencional pueda ser sustituida por la agricultura ecológica. Además, se estima que aproximadamente en un lapso de tiempo de unas pocas décadas, la Huella Hídrica total azul en el mundo se podrá reducir a la mitad, lo cual se logrará en parte mediante el aumento de productividad de agua azul en la agricultura de regadío (a través de la aplicación de técnicas de ahorro de agua de riego y por el uso de riego por *déficit* en lugar de riegos tradicionales) y en parte por el aumento de la fracción de la producción que se basa en agua verde en lugar de agua azul.

La meta debe de ser la racionalización de la Huella Hídrica total de la humanidad. El hecho de que esta huella es demasiado grande se manifiesta en las áreas de *hotspots*, donde los problemas locales de contaminación y el agotamiento del agua son visibles en ciertas partes del año.

Algunas referencias sobre el uso de la Huella Hídrica

En el período 1996-2005, América Latina presentó grandes contrastes. Países como Argentina y Brasil fueron los grandes exportadores de Agua Virtual de la región, ocupando el segundo y quinto lugar en el mundo, respectivamente. Por otro lado, México fue el principal importador de Agua Virtual de la región, ocupando el segundo lugar en el mundo, superado únicamente por Japón. Su dependencia hídrica del exterior fue de 42.5%, cuando el promedio mundial fue de 21.7%.

Aunque ciertamente el comercio de Agua Virtual constituye para México un *ahorro* de agua, que le permite preservar de mejor manera sus escasos recursos hídricos, esto es a costa de una menor soberanía alimentaria. Otros países de la región que tienen una dependencia hídrica superior al promedio global son Chile, Costa Rica, El Salvador, Panamá, Perú, República Dominicana y Venezuela.

Es importante que todos estos países estudien con detalle la relación entre sus recursos hídricos, sus políticas y su comercio. En cuanto a la Huella Hídrica del consumo nacional, la región concentró durante el periodo 1996-2005, el 10.5% de la Huella Hídrica global con el 8.2% de la población mundial.

El volumen de la correspondiente a Brasil y a México equivalió al 6.5% de la Huella Hídrica global. Por lo que respecta a la Huella Hídrica del consumo nacional per cápita, la Huella Hídrica de la región fue 29% superior a la global. El principal reto

Huella hídrica: análisis como instrumento estratégico de gestión...

para reducirla será cambiar hábitos de consumo, tanto de agua como de bienes y productos en general y establecer mejores prácticas y tecnologías que permitan un uso más eficiente de agua, especialmente en Bolivia, Uruguay, Brasil, Ecuador, México y Paraguay (Vázquez del Mercado & Buenfil, 2012).

En México, la aplicación metodológica de la Huella Hídrica, es aún muy escasa, sobre todo para fines de gestión y planeación sustentable de los recursos hídricos. Si bien, se han encontrado algunas referencias de estudios sobre el sector agropecuario, su aplicación en el sector industrial mexicano es prácticamente nulo. Guerrero (2005) nos muestra un precedente de análisis sobre los 8 sectores mexicanos más representativos de la actividad industrial (acero, alimentos, azúcar, bebidas, papel, química, textil y minería) en términos de demanda y aprovechamiento de los recursos hídricos en sus procesos de producción. La autora realizó un análisis econométrico para determinar el nivel de eficiencia en la demanda del agua industrial con fines de gestión y planeación sustentable, como elementos para la aplicación de políticas públicas eficientes en materia hídrica.

TABLA 1

Huella hídrica del consumo nacional 1996-2005													
País	Huella hídrica interna (Mm³)				Huella hídrica externa (Mm³)				Huella hídrica total (Mm³)				% Externa / Total
	Verde	Azul	Gris	Total	Verde	Azul	Gris	Total	Verde	Azul	Gris	TOTAL	
Argentina	47.746	3.865	5.652	57.273	1.298	207	758	2.273	49.044	4.072	6.430	59.546	3.8
Bolivia	25.764	399	245	26.408	2.692	128	136	2.953	28.253	527	381	29.161	9.4
Brasil	288.345	10.120	24.109	322.574	27.881	2.222	2.597	32.700	316.326	12.342	25.706	355.374	9.2
Chile	6.994	2.336	2.580	11.910	5.071	310	597	5.978	12.065	2.646	3.177	17.888	33.4
Colombia	16.863	1.823	6.366	25.052	9.101	748	1.123	11.072	44.964	2.671	7.488	55.123	19.9
Costa Rica	2.725	240	1.098	4.063	1.381	197	265	1.843	4.106	437	1.363	5.906	31.2
Cuba	13.194	1.033	1.991	16.218	1.944	139	411	2.494	15.138	1.172	2.402	18.712	13.3
Ecuador	17.175	1.685	3.028	21.888	2.454	146	322	2.922	19.639	1.831	3.350	24.820	11.8
El Salvador	3.441	81	686	4.208	1.682	222	225	1.929	4.923	303	911	6.138	31.4
Guatemala	8.137	172	785	9.093	1.553	215	354	2.122	9.689	386	1.139	11.215	18.9
Honduras	5.754	122	450	6.326	777	176	138	1.091	6.531	299	588	7.417	14.7
México	83.841	10.148	19.492	113.481	65.965	8.833	9.125	83.944	149.827	18.981	28.617	197.425	42.9
Nicaragua	3.498	155	276	3.929	536	103	107	746	4.035	258	382	4.675	16.0
Panamá	2.226	111	484	2.821	928	103	211	1.242	3.154	214	695	4.063	30.6
Paraguay	9.673	226	360	10.259	141	56	99	306	9.814	292	459	10.565	2.9
Perú	13.142	3.542	2.541	19.225	8.050	422	753	9.225	21.192	3.954	3.304	28.450	32.4
Rep. Dom.	6.590	937	947	8.474	3.763	224	516	4.503	9.853	1.161	1.458	12.472	32.1
Uruguay	5.184	186	233	5.603	1.286	21	142	1.449	6.659	208	375	7.242	20.5
Venezuela	21.551	1.591	4.546	27.688	12.985	569	901	14.455	34.535	2.150	5.447	42.142	34.3
América Latina	600.842	38.871	75.874	715.588	148.714	15.054	18.797	182.566	749.556	53.926	94.671	898.153	20.3
% AL Total mundial	12.3	5.4	7.2	19.7	11.0	6.9	6.6	9.9	12.0	5.7	7.1	19.8	—
Total mundial	4.902.626	724.848	1.049.238	6.676.713	1.346.911	218.476	282.964	1.848.351	8.249.537	943.325	1.332.202	10.525.064	21.7

Fuente: Vázquez del Mercado & Buenfil, 2012.

Con objeto de visualizar con mayor claridad la Huella Hídrica de los países de América Latina Vázquez del Mercado & Buenfil (2012) realizaron un análisis

comparativo simple de los flujos de Agua Virtual y de la Huella Hídrica del consumo nacional (total y *per cápita*), de estos países (ver Tabla 1), empleando datos extraídos de estudios recientes de la WFN. A su vez, dichos estudios se basan en las estadísticas de Suministro y Utilización de Alimentos, para el período 1996-2005, publicadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAOSTAT), en datos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y en datos del Centro para la Red Internacional de Información de Ciencias de la Tierra (CIESIN). La metodología empleada fue la establecida en el estándar global para la evaluación de la Huella Hídrica.

Comentarios finales

La Huella Hídrica es un concepto que aporta un enfoque amplio, que nos permite visualizar y tomar en cuenta el consumo real de agua de las actividades humanas, y relacionarlo con factores antes considerados externos, tales como el comercio. Así, nos permite cambiar el modo en que se han abordado los problemas de agua a nivel global a través del concepto de Agua Virtual, que incorpora al análisis los flujos de agua implícitos en el intercambio de mercancías.

La Huella Hídrica pretende, a su vez, ser una herramienta de planeación del manejo del recurso hídrico, que al añadirse al resto de indicadores que ya existen, brinde una visión más integral del impacto que tiene la población humana en el ambiente y en los ecosistemas. Como elemento en el diseño de planes, políticas, programas y proyectos en todos los niveles, sustenta la toma de decisiones de una manera más acorde con las necesidades actuales en distintas regiones. La Huella Hídrica también es útil para generar conciencia sobre el esfuerzo hídrico que implica nuestro estilo de vida. Permite conocer más a fondo el impacto que tienen los patrones de consumo de una región o país en el sitio donde son producidos los bienes importados.

La Huella Hídrica es un concepto relativamente nuevo y su evaluación es una nueva herramienta. Como a menudo sucede con nuevos conceptos y herramientas que son prometedoras y buscan inspirar la imaginación de la humanidad, estas expectativas no son siempre realistas. Teniendo en cuenta el hecho de que los recursos mundiales de agua dulce son limitados, la Huella Hídrica es un indicador muy útil, ya que muestra cuándo, dónde y cómo sobrecargan la demanda de este recurso limitado los consumidores, productores, y los procesos individuales y con cuáles productos.

La evaluación de la Huella Hídrica es una herramienta útil para cuantificar y localizar las Huellas Hídricas, para evaluar si las huellas son sostenibles e identificar opciones para reducirlas en caso necesario. No obstante, la Huella Hídrica no es más que un indicador relevante en el tema mucho más amplio de la asignación sostenible, justa y eficiente y el uso de los recursos naturales. Debe ser complementada con una amplia gama de otros indicadores pertinentes antes de que pueda surgir una visión global.

Del mismo modo, la evaluación de la Huella Hídrica no es más que una herramienta para dilucidar las complejas relaciones entre las sociedades y sus entornos. Se centra en el uso de los recursos de agua dulce bajo el prisma de unas existencias limitadas.

Referencias

- Aldaya, M., Niemeyer, I. & Zárate, E., 2011. Agua y Globalización: Retos y Oportunidades para una mejor gestión de los recursos hídricos. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, Issue 230, pp. 61-83.
- FFLA, 2013. Huella de ciudades: Manual para la evaluación de la Huella Hídrica. *Fundación Futuro Latinoamericano*, pp. 1-44.
- Guerrero, H., 2005. PhD Thesis: Industrial Water Demand in Mexico: Econometric Analysis and Implications for Water Management Policy. *Universite de Toulouse 1 France - Sciences Sociales*, p. 210.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M. & Mekonnen, M. M., 2011. The Water Footprint Assessment Manual. Setting the Global Standard. *Publicado por Earthscan (publishing for a sustainable future)*, pp. 1-228.
- PNUMA, 2012. Aguas saludables para el desarrollo sostenible. Estrategia operativa del PNUMA para el agua dulce (2012-2016). *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*, pp. 1-60.
- TUNZA, 2010. Agua: ¿Pero a qué precio?. TUNZA. La revista del PNUMA para los jóvenes, por los jóvenes, sobre los jóvenes, Issue 3, pp. 1-24.
- UN, 2003. Agua para todos. Agua para la vida. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. *Word Water Assessment Programme*, pp. 1-36.
- UN, 2015. Agua para un mundo sostenible. Datos y cifras. Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo. *Word Water Assessment Programme*, pp. 1-12.

- UN-Water, 2014. Un Objetivo Global para el Agua Post 2015. Asegurando agua sostenible para todos. *Síntesis de las principales conclusiones y recomendaciones de ONU-Agua*, pp. 1-10.
- Vázquez del Mercado, R., 2012. Introducción a la Huella Hídrica. Programa de Formación Iberoamericano en Materia de Aguas. Agua y Economía Verde. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), pp. 1-63.
- Vázquez del Mercado, R. & Buenfil, M. Ó., 2012. Huella Hídrica de América Latina: Retos y Oportunidades. *Revista Aqua-LAC* 1, 4(1), pp. 41-48.
- Zárate, E. & Kuiper, D., 2013. Evaluación de Huella Hídrica del banana para pequeños productores en Perú y Ecuador. *Good Stuff International - Switzerland*, pp. 1-70.