

ANALISIS DOCUMENTAL DE LAS METODOLOGIAS DE LA HUELLA HIDRICA

LEIDY JOHANNA ESTUPIÑAN ANZOLA
CODIGO: 310151011

RICARDO GONZALEZ SOTO
CODIGO: 310142032

UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, ECONOMICAS Y CONTABLES
PROGRAMA ACADÉMICO DE CONTADURÍA PÚBLICA
TULUA, VALLE DEL CAUCA
2019

ANALISIS DOCUMENTAL DE LAS METODOLOGIAS DE LA HUELLA HIDRICA

LEIDY JOHANNA ESTUPIÑAN ANZOLA
CODIGO: 310151011

RICARDO GONZALEZ SOTO
CODIGO: 310142032

Trabajo de Grado para obtener el título de:
CONTADOR PÚBLICO

Director:
LEIDER ALCIDES VALENCIA
Director

UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, ECONOMICAS Y CONTABLES
PROGRAMA ACADÉMICO DE CONTADURÍA PÚBLICA
TULUA, VALLE DEL CAUCA
2019

Contenido

1. INTRODUCCION	1
2. TEMA	2
3. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	3
3.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
3.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	4
4. JUSTIFICACION.....	6
5. OBJETIVOS	7
5.1 OBJETIVO GENERAL	7
5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	7
6. MARCO REFERENCIAL	8
6.1 MARCO TEORICO	8
6.1.1 Teoría de Hoeksatra & Chapagain, Water Foodprint, 2004	8
6.1.2 Teoría De Maite M. Aldaya.....	8
6.1.3 Teoría de Ashok Kumar Chapagain.....	10
6.1.4 Teoría que fundamenta la investigación.....	10
6.2 MARCO LEGAL	11
6.3 MARCO CONCEPTUAL.....	12
7. DISEÑO METODOLOGICO PRELIMINAR.....	14
7.1 TIPO DE INVESTIGACION	14
7.2 METODO DE INVESTIGACION.....	14
8. ORIGEN E IMPORTANCIA DE LA HUELLA HIDRICA.....	15
8.1 ORIGEN.....	15
8.2 IMPORTANCIA	30
9. METODOLOGIAS DE HUELLA HIDRICA.....	33
9.1 METODOLOGIA HUELLA HÍDRICA, HOESKSTRA.....	40
9.2 METODOLOGIA, ISO 14046.	45
9.3 DEFINICIONES CLAVE, DE LA ISO 14046.	47
9.4 PRINCIPIOS DE LA ISO 14046.....	48
9.5 METODOLOGÍA ÍNDICE DE ESCASEZ DE AGUA SUPERFICIAL.	50

10.	BENEFICIOS DE APLICAR EL CÁLCULO DE LA HUELLA HYDRICA.....	56
10.1	SOCIALES.	56
10.2	EMPRESARIALES.....	63
10.3	TRIBUTARIOS.....	65
10.4	AMBIENTALES.....	69
10.5	INTERNACIONALES.....	71
11.	CONCLUSIONES	73
12.	RECOMENDACIONES.....	74
13.	BIBLIOGRAFIA	75

LISTA FIGURAS.

Figura	Pag.
Figura 1. Objetivos de desarrollo sostenible.	19
Figura 2. Huella Hídrica Celsia	26
Figura 3. Ciclo Hidrológico	36

LISTA GRAFICAS.

Graficas	Pag.
Grafica 1. Acceso agua potable	21
Grafica 2. Sistemas de saneamiento adecuado	22
Grafica 3. Agua potable Colombia	23
Grafica 4. Metas objetivos de desarrollo sostenible	24
Grafica 5. Huella hídrica vs promedio global	51
Grafica 6. Huella hídrica alimentario	51

LISTA CUADROS.

Cuadro	Pag.
Cuadro 1. Índice de escasez	49
Cuadro 2. Formula huella hídrica	53
Cuadro 3. Beneficios tributarios, sociales, ambientales huella hídrica	65

GLOSARIO.

Huella hídrica: Indicador que permite caracterizar el volumen de agua usado para la producción de un bien o servicio, teniendo en cuenta el volumen de agua consumido y contaminado en el proceso. Tiene en cuenta los usos directos e indirectos del agua.

Metodología: conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar el objetivo o la gama de objetivos que rige una investigación científica, una exposición doctrinal o tareas que requieran habilidades, conocimientos o cuidados específicos. Con frecuencia puede definirse la metodología como el estudio o elección de un método pertinente o adecuadamente aplicable a determinado objeto.

Huella azul: Es el volumen de agua dulce extraída de un cuerpo de agua superficial o subterránea y que es evaporada en el proceso productivo o incorporada en un producto.

Huella verde: Es el volumen de agua de precipitación que es evaporada en el proceso productivo o incorporada en un producto.

Huella gris: Es el volumen de agua contaminada, que puede ser cuantificada como el volumen de agua requerida para diluir los contaminantes hasta el punto en que la calidad del agua esté sobre los estándares aceptables.

Beneficios: La palabra beneficio se refiere a un bien que es dado o que es recibido. El beneficio siempre implica una acción o resultado positivo y que por consiguiente es buena y puede favorecer a una o más personas, así como satisfacer alguna necesidad.

RESUMEN.

Los cambios en el medio ambiente se han visto en el tiempo notoriamente, lo anterior se debe a que se tenía la creencia de que eran infinitos, a ser finitos, sumado al aumento de la población que trae consigo mismo crecimiento de alimentación y servicios que requiere la población, el trabajo ilustra las metodologías existentes con respecto a huella hídrica y su cálculo.

En consideración a lo anterior se analizaron varias metodologías de cálculo de huella hídrica, entre ellas tenemos la ISO 14064 que relaciona conceptos para realizar el cálculo de la huella hídrica, la metodología de Arjen Hoekstra que define tres procesos para hallar la huella hídrica, de otro lado el índice de escasez superficial que mide las fuentes hídricas compara con la demanda de servicio, y software de cálculo de huella hídrica en diferentes servicios.

Ahora bien, la metodología adoptada por la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) en el año 2002 fue la introducida por parte de Arjen Hoekstra, a fin de determinar un indicador de utilización del agua (agua para beber, cocinar y lavar, pero aún más para producir cosas como alimentos, papel, prendas de algodón, etc.). La Huella hídrica se clasifica en 3, Verde cuando hablamos de agua de lluvias, Azul cuando se trata de agua superficial o subterránea y Gris cuando se refiere a la calidad del agua y su posible contaminación generada.

Palabras claves: huella hídrica, metodología, huella verde, huella gris, huella azul.

INTRODUCCION

La sociedad colombiana se ha enfrentado históricamente a diversas problemáticas ambientales, entre las cuales se encuentra la reducción de las fuentes hídricas puesto que el consumo de agua no para de crecer. Y no sólo para beber, cocinar y lavar. Se emplea mucha más agua en la producción de bienes tales como alimentos, papel o ropa, riego de siembras e industrialización material, causando un efecto negativo.

Esta investigación estuvo dirigida hacia el análisis y descripción de las metodologías para el cálculo de la huella hídrica, con el fin de identificar cuáles son las ventajas y desventajas de ella.

De una forma sencilla se puede decir que La huella hídrica es un indicador de impacto al consumo humano en los sistemas hídricos que indica el volumen total del agua dulce empleado, directa o indirectamente por parte de un consumidor o productor, la investigación de la huella hídrica ayuda a identificar el consumo de bienes en un lugar donde impacta los recursos hídricos de otro lugar. Por medio de 4 dimensiones: Tiempo, sitio, color y Volumen.¹

La Huella hídrica se clasifica en 3: La huella verde cuando hablamos de agua de lluvias, la Azul cuando se trata de agua superficial o subterránea y la huella Gris cuando se refiere a la calidad del agua y su posible contaminación generada.

Origina la concientización para mejorar en el uso eficiente y la gestión efectiva del agua.

¹ PRADILLO, Beatriz. 2014. ESPAÑA. [En línea]. [Consultado: 20 de febrero de 2019]. Huella hídrica, indicador del agua que consumimos. Disponible en <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/huella-hidrica-indicador-agua-que-consumimos>

1. TEMA

La huella hídrica es un indicador medioambiental que define el volumen total de agua dulce utilizado para producir los bienes y servicios que habitualmente consumimos. Es una variable necesaria que nos hace tomar conciencia del consumo de agua que necesitamos en todas nuestras actividades, nos sirve de base de partida para establecer un manejo eficiente del agua y el establecimiento de objetivos.²

² IAGUA. ESPAÑA. ¿Qué es la huella hídrica? ¿para qué sirve? [En línea]. [Consultado: 20 de febrero de 2019]. Disponible en <https://www.iagua.es/noticias/espana/aquafides/16/04/28/que-es-huella-hidricapara-que-sirve>

2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

La Huella Hídrica en Colombia es una herramienta que permite estimar el contenido de agua consumida y contaminada, se basa en un desarrollo de tres conceptos previos: el Agua Verde, que mide el agua dulce superficial o subterránea incorporada y que no retorna a la cuenca origen; el Agua Azul, si se valora solo el agua de precipitación; y el Agua Gris, si trata del volumen de agua contaminada en la cadena de suministros.

Según el Estudio Nacional del Agua (ENA), La mayor riqueza hídrica (ríos, páramos, humedales, cuencas, etc.) de Colombia se encuentran ubicados en las regiones de la Amazonía, Orinoquía y Pacífica. Mientras que en la zona Andina y el Caribe (donde están ubicados los centros urbanos industriales) el recurso es escaso.³

La escasez de agua evidencia uno de los principales desafíos del siglo XXI al que se están enfrentando más del 40% de la población mundial. Según el informe presentado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) se prevé que en 2030 el mundo tendrá que enfrentarse a un déficit del 40% del recurso hídrico si no se cambia el rumbo actual de consumo.⁴

Teniendo en cuenta lo anterior, se realiza un análisis documental de las principales metodologías para el cálculo de la huella hídrica, tomando como base el origen, ventajas y desventajas de la huella hídrica.

2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta la descripción del problema anteriormente mencionado surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son las principales metodologías para la medición de la huella hídrica?

³ EL UNIVERSAL. Cartagena. 08, abril, 2011. [En línea]. [Consultado: 25 de febrero de 2019]. Sec. Ambiente Disponible en <https://www.eluniversal.com.co/ambiente/colombia-uno-de-los-mas-ricos-en-recursos-hidricos-18471-FPEU96564>

⁴ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. ONU. Decenio internacional para la acción "El agua fuente de vida". Escasez de agua. [En línea]. [Consultado: 25 de febrero de 2019]. Disponible en <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml>

2.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Para iniciar, se exponen los antecedentes relacionados con el origen e importancia de la huella hídrica, llevando a identificar las ventajas y desventajas que se obtienen con las diferentes metodologías para el cálculo de la misma.

Si bien es cierto que el concepto de huella hídrica se dio a conocer en 2002 por Arjen Hoekstra del Instituto de Educación del Agua de la UNESCO. El cual habla del consumo que se tiene del agua dulce a nivel individual, una comunidad o empresa.⁵

Partiendo de esta postura se hace importante mencionar que Colombia es considerada el tercer país de América del sur con mayor fuente de recursos hídricos; En cuanto a su posición mundial, ocupa el séptimo puesto en el ranking de los países con mayor disponibilidad de recursos hídricos renovables tras Brasil, Rusia, USA, Canadá, Indonesia y China. Según el Estudio Nacional de Agua 2010 (ENA 2010)², la oferta Hídrica de Colombia en año medio asciende a 2.300 km³/año.

Dado lo anterior nos podemos dar cuenta que el agua es un recurso de suma importancia la vida humana, desafortunadamente no le estamos dando buen uso de este, por eso nos vemos en la necesidad de incentivar y fomentar un compromiso sobre el buen manejo de la sostenibilidad ambiental, por ende, es necesario que estas nuestras instituciones implementen la huella hídrica para determinar si desde allí se está dando un buen uso al recurso hídrico.

En relación con la problemática antes mencionada se han realizado diversos estudios en Colombia, uno de los cuales es **“El agua y la Huella Hídrica en Colombia**, para el año 2017”, realizado por M. Sc. Raquel Villafrades Torres. Bucaramanga, Colombia. Universidad Pontificia Bolivariana, este trabajo se encamino a explicar brevemente el panorama de los recursos hídricos en Colombia y se aborda del concepto de huella hídrica. Además, se plantean algunas ideas sobre cómo mejorar la gestión del agua a través de la educación ambiental, para concluir dicho estudio da respuesta a interrogantes como la ubicación y distribución

⁵ TORO GARIZADO, Carlos. ACTUALIDA JURIDICA. Evolución del derecho de aguas en Colombia. (2011). [Consultado: 26 de febrero de 2019]. [En línea]. Disponible en: <https://www.uninorte.edu.co/documents/4368250/4488389/Evoluci%C3%B3n+del+derecho+de+aguas+en+Colombia,%20m%C3%A1s+legislaci%C3%B3n+que+eficacia>

de la demanda del agua en el país, las condiciones de calidad, sus afectaciones por contaminación, variabilidad, cambio climático y otros problemas vinculados al agua en las principales cuencas del país.

3. JUSTIFICACION

La huella hídrica es un indicador que define el volumen total de agua dulce usado para producir los bienes y servicios creados por una empresa, o consumidos por un individuo o comunidad. Mide en el volumen de agua consumida, evaporada o contaminada a lo largo de la cadena de suministro, ya sea por unidad de tiempo para individuos y comunidades, o por unidad producida para una empresa. Se puede calcular para cualquier grupo definido de consumidores (por ejemplo, individuos, familias, pueblos, ciudades, departamentos o naciones) o productores (por ejemplo, organismos públicos, empresas privadas o el sector económico)

El total de la huella hídrica de un individuo o un producto descompone en tres elementos:

- Azul: Es el volumen de agua dulce extraída de un cuerpo de agua superficial o subterránea y que es evaporada en el proceso productivo o incorporada en un producto.
- Verde: Es el volumen de agua de precipitación que es evaporada en el proceso productivo o incorporada en un producto.
- Gris: Es el volumen de agua contaminada, que puede ser cuantificada como el volumen de agua requerida para diluir los contaminantes hasta el punto en que la calidad del agua esté sobre los estándares aceptables.⁶

Por lo tanto se toma en cuenta los antecedentes relacionados con el origen e importancia de la huella hídrica, ventajas y desventajas para realizar el análisis documental de las principales metodologías de la misma.

⁶ RED DE PERIODISTAS POR EL DESARROLLO SOSTENIBLE. Impacto de la huella hídrica en Colombia. (Agosto 9 DE 2018). [Consultado: 01 de marzo de 2019]. Disponible en: <http://www.comunicacionsostenible.co/site/el-impacto-de-la-huella-hidrica-en-colombia/>

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar los principales documentos de las metodologías de la huella hídrica.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Exponer los antecedentes relacionados con el origen e importancia de la huella hídrica
- Describir las teorías y métodos existentes para el cálculo de la huella hídrica
- Identificar cuáles son las ventajas y desventajas de la huella hídrica.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 MARCO TEORICO

5.1.1 Teoría de Hoeksatra & Chapagain, Water Foodprint, 2004

En el año 2002, el investigador **Arjen Hoekstra** introdujo el concepto de Huella Hídrica a fin de determinar un indicador con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) centrado en la utilización del agua (agua para beber, cocinar y lavar, pero aún más para producir cosas como alimentos, papel, prendas de algodón, etc.), la sostenibilidad de los recursos hídricos consumidos en un proceso, un producto, o por un consumidor o productor, depende de sus propias características, como son el tamaño de la huella hídrica, duración, ubicación, color, entre otras; y de las condiciones del área geográfica.

Hoekstra (2006) considera que los tres factores más importantes que dan a la gestión del agua una verdadera dimensión global son: el cambio climático, la liberalización del comercio y la privatización del sector hídrico. Los temas donde la coordinación a nivel global más podría contribuir para alcanzar la gobernabilidad efectiva del agua son: la promoción del uso del agua, garantizar el uso sostenible del agua y el fomento de la distribución equitativa de los recursos hídricos limitados.

El comienzo de esta investigación fue evaluar y analizar la Huella Hídrica de las Naciones, en primer lugar se considera la suma de todos los bienes y servicios consumidos, y luego se multiplica con su respectivo contenido de agua requerida en toda su cadena productiva (enfoque de abajo arriba), el segundo se calcula con el uso total de los Recursos Hídricos nacionales, más el contenido de agua requerida en toda su cadena productiva flujos de entrada en el país, menos el contenido de agua requerida en toda su cadena productiva flujos de salida en el país (enfoque de arriba hacia abajo).⁷

5.1.2 Teoría De Maite M. Aldaya

⁷ ARJEN Y, Hoekstra. Y ASHOK K, Chapagain. GLOBALIZACION DEL AGUA. Compartir los recursos del agua dulce del planeta. MADRID, BARCELONA, BUENOS AIRES (2010). [Consultado 01 de marzo de 2019]. Disponible en <https://www.marcialpons.es/media/pdf/100880180.pdf>

Ahora bien, es de gran relevancia mencionar a la autora **Maite M. Aldaya**, licenciada en Biología y doctora en Ecología por la Universidad de Navarra, Afirma o describe que "la huella hídrica ayuda a concienciar a la gente sobre el consumo de agua". Según esta experta ambiental (trabaja en la "Oficina de la Década del Agua" de la ONU en Zaragoza y la "Oficina de Consumo y Producción Sostenible de la División de Tecnología, Industria y Economía del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en París), "hoy en día hay suficiente agua para cubrir las necesidades de la población, pero hay estudios que predicen que en el año 2030 la demanda global de agua dulce podría superar al suministro en un 40%, si no se realizan cambios en la manera en que ésta se utiliza".

Este indicador, que analiza el volumen total de agua dulce usado para producir los bienes y servicios generados por una empresa o consumidos por un individuo o comunidad y sus impactos, permite una mayor transparencia en la gobernanza de los recursos hídricos y una mayor eficiencia de su utilización. "Hasta ahora, -señala Aldaya-, la gestión de los recursos se realizaba desde un punto de vista local, pero

Estudios posteriores hacen ver que la gestión del agua tiene un componente de impacto global".

El concepto de huella hídrica surgió hace 12 años y todavía sigue en evolución. Su invención surge de términos anteriores, como huella ecológica, huella de carbono (mide el impacto ambiental de las emisiones de gases invernadero) o agua virtual (la cantidad real de agua requerida para la fabricación de cualquier bien o producto agrícola o industrial).

Aldaya explicó que hoy en día existen centenares de organizaciones que han evaluado la huella del agua de sus productos, procesos, cuencas hidrográficas y países, o se han interesado por conocer e implantar la metodología necesaria para evaluarla. "En los últimos años, -destacó-, se han multiplicado los grupos de trabajo de huella hídrica en los países de habla hispana".

La investigadora indicó que España ha sido el primer país en el mundo en adoptar formalmente la huella hídrica para contabilizar el agua y para la elaboración de políticas de planificación. En septiembre de 2008, la Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino aprobó una regulación que incluye el análisis de la huella hídrica como criterio técnico para el desarrollo de los

planes de gestión de las cuencas hidrográficas que se deben redactar en el contexto de la Directiva Marco Europea del Agua.⁸

5.1.3 Teoría de Ashok Kumar Chapagain

Es importante mencionar un tercer autor, **Ashok Kumar Chapagain**. Dice que la huella hídrica es un indicador del uso de agua dulce que hace referencia tanto al uso directo del agua de un consumidor o productor, como a su uso indirecto. La huella hídrica puede considerarse como un indicador integral de la apropiación de los recursos de agua dulce, ya que se utiliza para medir el volumen total de agua dulce usado para producir los bienes y servicios producidos por una empresa, o consumidos por un individuo o comunidad. El uso de agua se mide en el volumen de agua consumida, evaporada o contaminada, ya sea por unidad de tiempo para individuos y comunidades, o por unidad de masa para empresas. La huella hídrica evalúa tanto el uso de agua directo como el indirecto y se puede calcular para cualquier grupo definido de consumidores (por ejemplo, individuos, familias, pueblos, ciudades, provincias, estados o naciones) o productores (por ejemplo, organismos públicos, empresas privadas o el sector económico). (2008)⁹

5.1.4 Teoría que fundamenta la investigación

Una vez se muestran los tres conceptos o hipótesis de la huella hídrica según los autores mencionados anteriormente, se define que la teoría que fundamenta la investigación es la del autor Arjen Hoekstra ya que es el creador del concepto de huella hídrica y por ende, explica que este indicador "cuantifica la cantidad de agua que consumimos y contaminamos al hacer un producto, a lo largo de toda la cadena

⁸ ALDAYA, Maite M. La huella hídrica ayuda a concienciar a la genta. [En línea]. ESPAÑA (11 de marzo de 2014). universidad de navarra.[Consultado 02 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://www.unav.edu/web/vida-universitaria/detalle-noticia-pestana/2014/03/11/la-huella-h%C3%ADdrica-ayuda-a-concienciar-a-la-gente-sobre-el-consumo-de-agua?articleId=3954583>

⁹ BELTRAN, María J. y VELAZQUEZ, Esther. La ecología política del agua virtual y huella hídrica. reflexiones sobre la necesidad de un análisis crítico de los indicadores de flujos virtuales de agua en la economía. En: Revista de Economía Crítica, nº20, segundo semestre 2015, ISSN 2013-5254. [Consultado 02 de marzo de 2019]. Disponible en: http://revistaeconomiacritica.org/sites/default/files/MariaBeltran-EstherVelazquez_Ecologia-Politica-Agua-Virtual.pdf

de suministro" y apunta que es un concepto útil, porque "nos indica la cantidad de agua que producimos, dónde la usamos, y si se usa de una forma sostenible"

Para entender la necesidad del concepto, es importante acudir al origen de los productos. En un mercado global de importación y exportación de productos, Hoekstra destaca la importancia de "saber la procedencia exacta de los productos, cómo se producen, y si el agua se está usando en estos sitios de una forma sostenible y eficaz".

El profesor Hoekstra también nos recuerda que la reducción de la huella hídrica es también responsabilidad de los consumidores. "Creo que los consumidores pueden pedir más transparencia".

Por último, Arjen Hoekstra nos habla de la importancia de llevar la huella hídrica a la cadena de suministros. Según nos explica el profesor "es esencial que las empresas lleven la huella hídrica más lejos de sus propias operaciones y estudien la cadena de suministro". Para esto, el profesor propone medidas como acuerdos con los proveedores.

5.2 MARCO LEGAL

Según la (Constitución Política de Colombia) en el Art. 80 "El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en zonas fronterizas"¹⁰

No obstante la (Constitución Política de Colombia) en el Art. 79. "Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines"¹¹

¹⁰ COLOMBIA. Constitución Nacional. Capítulo3. Artículo 80. (1991). [En línea]. [consultado: 02 de marzo de 2019]. Disponible en: <http://www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-3/articulo-80>

¹¹ COLOMBIA. Constitución Nacional. Capítulo3. Artículo 79. (1991). [En línea]. [consultado: 02 de marzo de 2019]. Disponible en <http://www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-3/articulo-79>

Por otra parte la (Constitución Política de Colombia) en el Art.95 “La calidad de colombiano enaltece a todos los miembros de la comunidad nacional. Todos están en el deber de engrandecerla y dignificarla. El ejercicio de los derechos y libertades reconocidos en esta Constitución implica responsabilidades. Toda persona está obligada a cumplir la Constitución y las leyes. Son deberes de la persona y del ciudadano” Numeral 8 “Proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano”¹²

En cuanto (Decreto ley 2811 de 1974) “ El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente promueve Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguren el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de estos y la máxima participación social, para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional” ¹³

Es importante mencionar (Ley 152 del 1994) “El Congreso de Colombia decreta el propósito establecer los procedimientos y mecanismos para la elaboración, aprobación, ejecución, seguimiento, evaluación y control de los planes de desarrollo” por el cual se establece la ley orgánica del plan de desarrollo ¹⁴

5.3 MARCO CONCEPTUAL

Descrito por (el abogado ambientalista Francisco Antonio Perea Velásquez) Se entiende por desarrollo sostenible el que conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de los recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente

¹² COLOMBIA. Constitución Nacional. Capítulo 5. Artículo 95. (1991). [En línea]. [consultado: 02 de marzo de 2019]. Disponible en <http://www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-5/articulo-95>

¹³ COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. decreto 2811 (18 de diciembre de 1974). [En línea]. [Consultado: 02 de marzo de 2019]. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf

¹⁴ COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Ley 152 de 1994. [En línea]. [Consultado 02 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/Planeaci%C3%B3n%20P%C3%BAblica%20MinSalud.pdf>

o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades.¹⁵

Según (Arjen Hoekstra del Instituto de Educación del Agua de la UNESCO) define como: Huella hídrica es el volumen total de agua dulce utilizado directa o indirectamente para producir un producto o servicio, ésta puede ser dentro de un área geográfica, una cuenca hidrográfica o un país ya que define el agua empleada en los procesos productivos que tienen lugar en dicho territorio. 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.¹⁶

¹⁵ PEREA VELAZQUEZ, Francisco A. [En línea]. [Consultado 03 de marzo de 2019]. Disponible en: http://colombiaaprende.edu.co/html/docentes/1596/articles-178898_archivo.doc

¹⁶ ASOCIACION ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD. Huella hídrica (2012). [En línea]. [Consultado 02 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/huella-hidrica>

6. DISEÑO METODOLOGICO PRELIMINAR

6.1 TIPO DE INVESTIGACION

Según el autor (Pérez Serrano (1994^a: 465)), define: la investigación Cualitativa se considera como un proceso activo, sistemático y riguroso de indagación dirigida en el cual se toman decisiones sobre lo investigable en tanto está en el campo de estudio¹⁷

Teniendo en cuenta lo anterior se determina que esta investigación es de tipo Cualitativa porque va dirigida al análisis documental de las metodologías de la huella hídrica.

6.2 METODO DE INVESTIGACION

Es importante mencionar que el autor (Galileo Galilei) en el siglo XVII define: Método Hipotético-Deductivo es el procedimiento o camino que sigue el investigador para hacer de su actividad una práctica científica. El método hipotético-deductivo tiene varios pasos esenciales: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia. Este método obliga al científico a combinar la reflexión racional o momento racional (la formación de hipótesis y la deducción) con la observación de la realidad o momento empírico (la observación y la verificación).¹⁸

Por lo tanto, se dice que esta investigación de Método Hipotético-Deductivo porque va dirigida a hacer un análisis documental a de las metodologías de la huella hídrica.

¹⁷ PEREZ SERRANO, (1994). [En línea]. [Consultado 03 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos95/investigacioncualitativa/investigacioncualitativa.shtml>

¹⁸ DICCIONARIO DE PSICOLOGÍA CIENTÍFICA Y FILOSÓFICA. Método hipotético deductivo. [En línea]. [Consultado 03 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://www.e-torredebabel.com/Psicologia/Vocabulario/Metodo-Hipotetico-Deductivo.htm>

7. ORIGEN E IMPORTANCIA DE LA HUELLA HIDRICA.

7.1 ORIGEN.

El concepto de huella hídrica se viene discutiendo desde que se determinó que hay recursos ambientales que son finitos y no infinitos como el agua, su importancia del cuidado y conservación, de hecho así lo manifestó M Strong PNUMA¹⁹ (1973), bajo el concepto de ecodesarrollo, diciendo que es la brújula para que empresarios de todo el mundo, diseñen estrategias empresariales para el desarrollo económico en sus países, dejando claro la racionalidad socio-ambiental, elementos fundamentales en toda región, sin menospreciar el factor económico²⁰.

A la par la UNESCO ²¹1976, organización creada para la educación ambiental, por la ONU, en su primer encuentro organizado por la UNESCO y PNUMA, se suscribe la carta de Belgrado 1975, donde se definió claramente objetivos, metas y procesos, resaltando las repercusiones ambientales y sociales, manifestando que el crecimiento económico debe de ser con responsabilidad en lo que respecta al medio ambiente y la sociedad, así como todo lo que en ella confluyen.

De igual forma la UNESCO 1977, informa de la primera *Conferencia Intergubernamental de Educación Ambiental Tbilisi*²², *celebrada en la Georgia (URSS)*²³, en ella se definió claramente conceptos innovadores sobre medio ambiente y desarrollo que todavía hoy, se referencia de su profundidad, es por ello que la enuncian como el corpus teórico de la educación ambiental²⁴.

Como se observa el concepto ha venido evolucionando, tal punto que en la carta de Belgrado se definieron criterios en lo que respecta al impacto ambiental, iniciando con otro concepto más evolucionado denominado crecimiento sostenido, definido por J Riechman ²⁵(1995) y Carlos Solchaga, manifestando que más que normativo, está relacionado directamente con la actitud no solo de las personas sino de empresarios y países, la cual tiene que ser real y demostrada, en especial por

¹⁹ Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente PNUMA

²⁰ LOPEZ CEBALLOS, Carlos E "SUSTAINABLE COLOMBIA, LATIN AMERICAN SMES" En: 2018. WSEAS International Conference. ISSN: 1790-5109 p.93 - 106 v.3

²¹ Organización de las naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura

²² Tbilisi, la ciudad más grande de Georgia.

²³ URSS, Unión de Repúblicas Soviéticas Socialistas.

²⁴ LOPEZ CEBALLOS, Carlos E. SUSTAINABLE APPROACH, 2018 WSEAS, ISSN 0975-833X [En línea]. [Consultado 25 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.journalcra.com/sites/default/files/issue-pdf/24911.pdf>

²⁵ RIECHMAN, Jorge; NAREDO, José Manuel y otros. De la economía a la ecología, Trotta Madrid 1995. ISBN: 84-8164-040-9

países ricos, frente al verdadero impacto medioambiental, dado que el crecimiento económico constante y regular en el tiempo, dejando a un lado la ecología, tendrá impactos irreversibles en el medio ambiente.

De aquí en adelante se empieza a hablar de sostenibilidad, el cual tiene diferentes derivaciones entre ellas, sostenibilidad ecológica enunciado por Naredo, (1998), la cual se encuentra directamente relacionada con el desarrollo social global, sin dejar de lado, las necesidades ecológicas, solo que, es ahí donde la responsabilidad social empresarial tiene el verdadero sentido, no solo con lo social, económico, sino con lo ambiental, dado que el desarrollo sostenible, tiene como objetivo, el crecimiento de los tres elementos a la par²⁶.

Sin embargo, el investigador **John Anthony Allan** de la universidad pública de investigación del Reino Unido (King's College de Londres), para el año 1993, creó el concepto Agua Virtual, definiendo el volumen de agua necesaria para elaborar un producto o para facilitar un servicio. Por otra parte **Arjen Hoekstra**, introdujo el concepto Huella Hídrica a fin de determinar un indicador con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en el año 2002, centrado en la utilización del agua (agua para beber, cocinar y lavar, pero aún más para producir cosas como alimentos, papel, prendas de algodón, etc.). La Huella hídrica se clasifica en 3, Verde cuando hablamos de agua de lluvias, Azul cuando se trata de agua superficial o subterránea y Gris cuando se refiere a la calidad del agua y su posible contaminación generada.

Desde entonces, han surgido varias iniciativas, como la de la Water Footprint Network en el 2008, con el objetivo de promover el uso inteligente del agua. En el 2014 la ISO (International Organization for Standardization) publicó ISO 14046,

Al mismo tiempo en los años setenta cuando se criticaban los modelos de crecimiento se venía denunciando los impactos que sobre el medio ambiente se estaban produciendo se vino una nueva apuesta en materia de educación ambiental y es así como los seres humanos empezamos a ver el medio ambiente como una

²⁶ LOPEZ CEBALLOS, Carlos E. SUSTAINABLE APPROACH, 2018 WSEAS, ISSN 0975-833X [En línea]. [Consultado 25 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.journalcra.com/sites/default/files/issue-pdf/24911.pdf>

apuesta y se empieza a hablar más de la relación ser humano-sociedad-medio ambiente.²⁷

Además El origen del concepto Huella Ecológica (1996) se encuentra en los estudios realizados por William Rees y Mathis Wackernagel que lo definen como “el área de territorio productivo o ecosistema acuático necesario para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico, donde sea que se encuentre esta área”. Dado que las personas consumen recursos de todo el mundo y afectan casi todos los lugares con sus desechos, la localización ecológica de los asentamientos humanos no coincide con su localización geográfica y se extiende por múltiples puntos del planeta.²⁸

Por lo tanto, el agua es vital en el desarrollo sostenible de la sociedad, y si bien es un recurso abundante, hay ciertos factores que están poniendo en riesgo su futura disponibilidad, como son el cambio climático, el incremento cada vez más amplio de la población y la continua mayor demanda de agua tanto en consumo particular como por parte de sectores de producción como industria o agricultura.

En esta contextualización se vuelve imprescindible tener una forma de medición del problema, y ahí entra en juego la llamada Huella Hídrica. Este indicador se encarga de medir la apropiación de los recursos de agua dulce, definiendo de esta manera el volumen de agua consumido directa e indirectamente por un país, una empresa, persona o incluso es aplicable a la fabricación de productos o servicios concretos.²⁹

Prosiguiendo nuestro análisis La huella hídrica de la producción es la cantidad de recursos hídricos locales que se utilizan para producir bienes y servicios dentro del país. Esto incluye la huella hídrica de la agricultura, la industria y el uso doméstico del agua y nos dice el volumen total de agua y la capacidad de asimilación consumida dentro de las fronteras del país. Esto también se puede medir para cualquier unidad administrativa, como una ciudad, provincia, cuenca o incluso el mundo entero.

²⁷ LOPEZ CEBALLOS, Carlos E. "SUSTAINABLE COLOMBIA, LATIN AMERICAN SMES" En: 2018. WSEAS International Conference. ISSN: 1790-5109 p.93 - 106 v.3

²⁸ "Huella Ecológica". Autor: Julia Máxima Uriarte. Para: Características.co. Última edición: 11 de octubre de 2019. [Consultado: 25 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.caracteristicas.co/huella-ecologica/#ixzz62RHlf9bj>

²⁹ AQUAFONDO, Corporación Alemana para el desarrollo. (abril de 2018). [En línea]. [Consultado 26 mayo de 2019]. Disponible en: <https://aquafondo.org.pe/tag/mexichem/>

También se puede ver la huella hídrica desde la perspectiva del consumo. En este caso, la huella hídrica se calcula para todos los bienes y servicios que consumen las personas que viven en un país. Esta huella hídrica puede estar en parte dentro del país y en parte fuera de él, dependiendo de si los productos se producen o importan localmente. La huella hídrica del consumo también se puede medir para cualquier unidad administrativa³⁰.

En contraste con lo anterior para ANA³¹ (2018) La Huella Hídrica tiene en cuenta múltiples valores en referencia tanto al consumo directo como al consumo indirecto. Además, se pueden diferenciar tres subtipos de Huella Hídrica según la procedencia y el tipo de esta agua. A continuación os los resumimos:

- Huella hídrica verde: relacionada con el agua de lluvia incorporada en el producto. Cobra pleno sentido para productos agrícolas y es muy útil para identificar y gestionar los riesgos asociados al cambio climático.
- Huella hídrica azul: relacionada con el uso consuntivo de agua dulce superficial o subterránea evaporada, la cual es incorporada en el producto, devuelta a otra cuenca o devuelta en un periodo distinto del de extracción. Para productos agrícolas se asocia con la necesidad de regadío de los cultivos.
- Huella hídrica gris: relacionada con la calidad del agua retornada al medio y su posible degradación como resultado de un determinado proceso.

Para su cálculo final, con base en los conceptos emitidos por los teóricos, se tiene en cuenta todas las huellas (verde, azul y gris) y más aún el de huella virtual, que intervienen en el objeto a estudiar, así como el impacto del uso de agua teniendo en cuenta todo el ciclo de vida del agua.

En consideración a lo anterior para ser sostenible ambientalmente, el uso del agua no debe exceder los límites máximos de producción de un recurso de agua dulce, es decir no se debe de agotar la fuente de agua para cubrir la demanda de bienes y productos que requiere la humanidad para sobrevivir, por ello se habla de huella de agua azul, si es mayor que el agua disponible, no se cumplen los flujos ambientales y, con el tiempo, los ecosistemas de agua dulce se degradan.

Cuando consideramos la sostenibilidad ambiental del uso del agua desde la perspectiva de la calidad del agua, comparamos la huella de las aguas grises con

³⁰ WATER FOOTPRINT NETWORK. Huella hídrica nacional. [En línea]. [Consultado 26 mayo de 2019]. Disponible en: <https://waterfootprint.org/en/water-footprint/national-water-footprint/>

³¹ ANA, Aquafondo, AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, Certificado Azul, GRUPO GEA, huella hídrica, MEXICHEM.

la capacidad de asimilación disponible para medir el nivel de contaminación del agua. Si la huella de las aguas grises excede la capacidad de asimilación, se violan los estándares de calidad del agua y la calidad del agua no cumple con los objetivos socialmente acordados.

Ambos, la escasez de agua azul y los niveles de contaminación del agua, están evaluando el impacto acumulativo de todos los usos del recurso de agua dulce. Esto se puede hacer para la sub cuenca o un acuífero local hasta grandes cuencas fluviales y reservas regionales de agua subterránea.³²

En concordancia con lo anterior podemos medir algunos consumos promedio per cápita de algunos países.

- El consumo de agua promedio per cápita, generalmente relacionado con el ingreso nacional bruto
- Los hábitos de consumo de sus habitantes, cantidad de carne consumida)
- El clima, en particular la demanda evaporativa (condiciones de cultivo)
- Las prácticas agrícolas (eficiencia en el uso del agua)

En los países desarrollados, donde el nivel de consumo de bienes y servicios es elevado, la huella hídrica per cápita es alta debido en parte al alto consumo de carne y productos industrializados. En contraste los países en vías de desarrollo, con un bajo consumo de carne, pueden también tener altas huellas hídricas per cápita, como resultado de una baja eficiencia en el uso del agua y condiciones de cultivo desfavorables.

En el periodo 1997-2001, los países con mayor huella hídrica total fueron India, China y Estados Unidos, con un consumo virtual de agua superior a los 600 kilómetros cúbicos anuales. En contraste, Cuba y Bolivia tuvieron huellas hídricas inferiores a 20 kilómetros cúbicos por año. México, con una huella hídrica total de 140 kilómetros cúbicos por año, es el décimo país a nivel mundial. En cambio, Estados Unidos ocupa el primer lugar mundial por su huella hídrica per cápita estimada en 2 mil 483 metros cúbicos por habitante por año, mientras que China (702 m³/hab/año) e India (980 m³/hab/año) ocupan posiciones bajas (134^a y

³² WATER FOOTPRINT NETWORK. ¿Qué es la evaluación de la huella hídrica?. [En línea]. [Consultado 26 mayo de 2019]. Disponible en: <https://waterfootprint.org/en/water-footprint/water-footprint-assessment/>

108^a, respectivamente). México tiene una huella hídrica per cápita estimada en mil 441 m³/hab/año (49^a mundial)³³.

Para RPDS³⁴ (2018) Colombia se ha caracterizado por ser el tercer país con mayor biodiversidad en el mundo y un territorio que posee una gran reserva de agua dulce, pero a pesar de ser uno de los países con una gran extensión hídrica y de naturaleza, esta se ha visto afectada por el crecimiento de la población, la invasión de tierra para la expansión de las urbes, el narcotráfico y las nuevas industrias que han acabado poco a poco con el medio ambiente en varias regiones del país.

Dicho lo anterior Cabe resaltar que la huella hídrica se convierte en un y aporte para que en Colombia se cumpla con las metas propuestas en con el objetivo de desarrollo sostenible número quince, que tiene que ver con la gestión que hacen las organizaciones y gobierno para cuidar y proteger los bosques, la diversificación, detener la degradación de la tierra³⁵, de hecho en la cumbre de Río+20 llevada a cabo en septiembre del año 2015, las Naciones Unidas propusieron 17 Objetivos de desarrollo sostenible, con los cuales se busca mejorar la calidad de vida de las personas, reducir la pobreza y desigualdad, conservar los recursos naturales, sin necesidad de comprometer el futuro de las siguientes generaciones. Colombia hace parte de los 193 países que se comprometieron en implementar, avanzar, promover y contribuir con cada uno de los objetivos de desarrollo sostenible. La figura muestra los 17 objetivos de desarrollo sostenible.

³³ ECURED, Enciclopedia Cubana. [En línea]. [Consultado 28 de mayo de 2019]. Disponible en: https://www.ecured.cu/Huella_h%C3%ADdrica#La_relaci.C3.B3n_entre_consumo_y_uso_de_agua

³⁴ Red de Periodistas para el desarrollo sostenible 2018

³⁵ Objetivos de Desarrollo Sostenible

Figura 1.
Objetivos De Desarrollo Sostenible.



Fuente: <https://www.dnp.gov.co/DNPN/Paginas/default.aspx>

De lo anterior se desprende para análisis el objetivo número seis, agua limpia y saneamiento, resaltando que todos o en su mayoría hacen trazabilidad entre ellos, solo que, para nuestro análisis de la huella hídrica, se observara este objetivo en Colombia.

Examinaremos brevemente ahora el Objetivo sostenible número seis, La escasez de agua afecta a más del 40% de la población mundial, una cifra alarmante que probablemente crecerá con el aumento de las temperaturas globales producto del cambio climático, Aunque 2.100 millones de personas han conseguido acceso a mejores condiciones de agua y saneamiento básico desde 1990, la decreciente existencia de agua potable de calidad se ha convertido en un problema importante que aqueja a todos los continentes.

Cada vez más en el mundo se está teniendo estrés hídrico, y al ir en aumento de las temperaturas, las sequias y la desertificación ya está empeorando estas

tendencias. Se cree que al menos el 25% de la población se verá afectada por la escasez periódica de agua para 2050.

Con el fin de que la mayoría de personas tengan acceso a agua potable de calidad y segura para el año 2030 es necesario que se hagan inversiones en infraestructura, buenas instalaciones sanitarias e impulsar las buenas prácticas de higiene.

En el año 2015, unos 4.500 millones de personas no tenían acceso a los servicios de saneamiento que fueran suministrados de manera segura (con excrementos adecuadamente dispuestos o tratados) y unas 2.300 millones de personas no tenían ni siquiera saneamiento básico³⁶.

Más aun en cifras

Para el año 2015 unos 5200 millones de personas (el 71%) poseía el servicio de agua potable de calidad y de manera segura, pero unas 844 millones no tena acceso ni siquiera a agua potable básica.

Además ese mismo año el 39% de la población que son unos 2,9 mil millones contaba con saneamiento básico y seguro, pero 2,3 mil millones no tuvieron acceso a ese saneamiento y se estima que 892 millones de personas practicaron la defecación al aire libre.

Considerando ahora las aguas residuales cerca del 80% se lanzan sin tratar de manera adecuada en vías fluviales.

Así mismo la angustia por la obtención de agua que conlleva al estrés hídrico está afectando a más de 2 mil millones de personas, y se estima que esta cifra vaya en aumento.

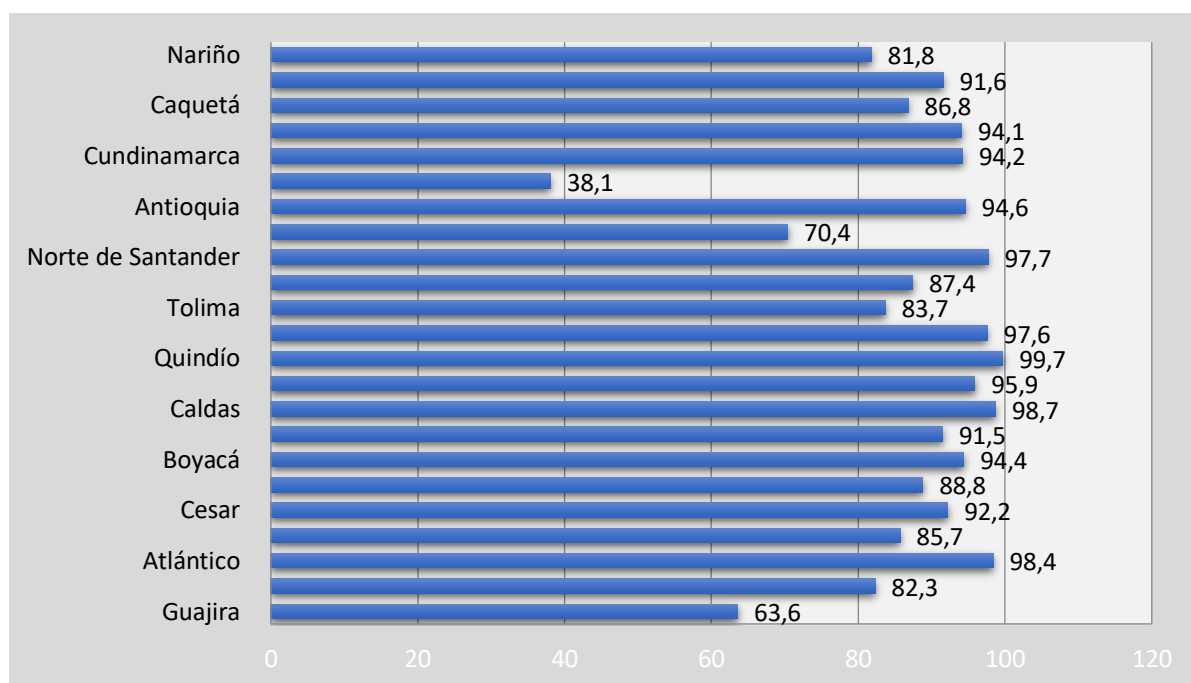
No obstante el 80% de los países han fijado las bases para la gestión integrada de los recursos hídricos.

³⁶ PNUD COLOMBIA. Objetivos de desarrollo sostenible. Objetivo N° 6. [En línea]. [Consultado 30 mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html>

El mundo ha perdido el 70% de sus zonas húmedas naturales en el último siglo³⁷.

De la misma forma en Colombia Para alcanzar a que la mayoría de las personas tengan el acceso universal al agua potable, el Gobierno nacional preciso como meta que 47 millones de personas en el país accedan a soluciones apropiadas de agua potable, tres millones más de lo registrado en 2018.

Grafica 1.
Acceso A Agua Potable En 2018 En Colombia.

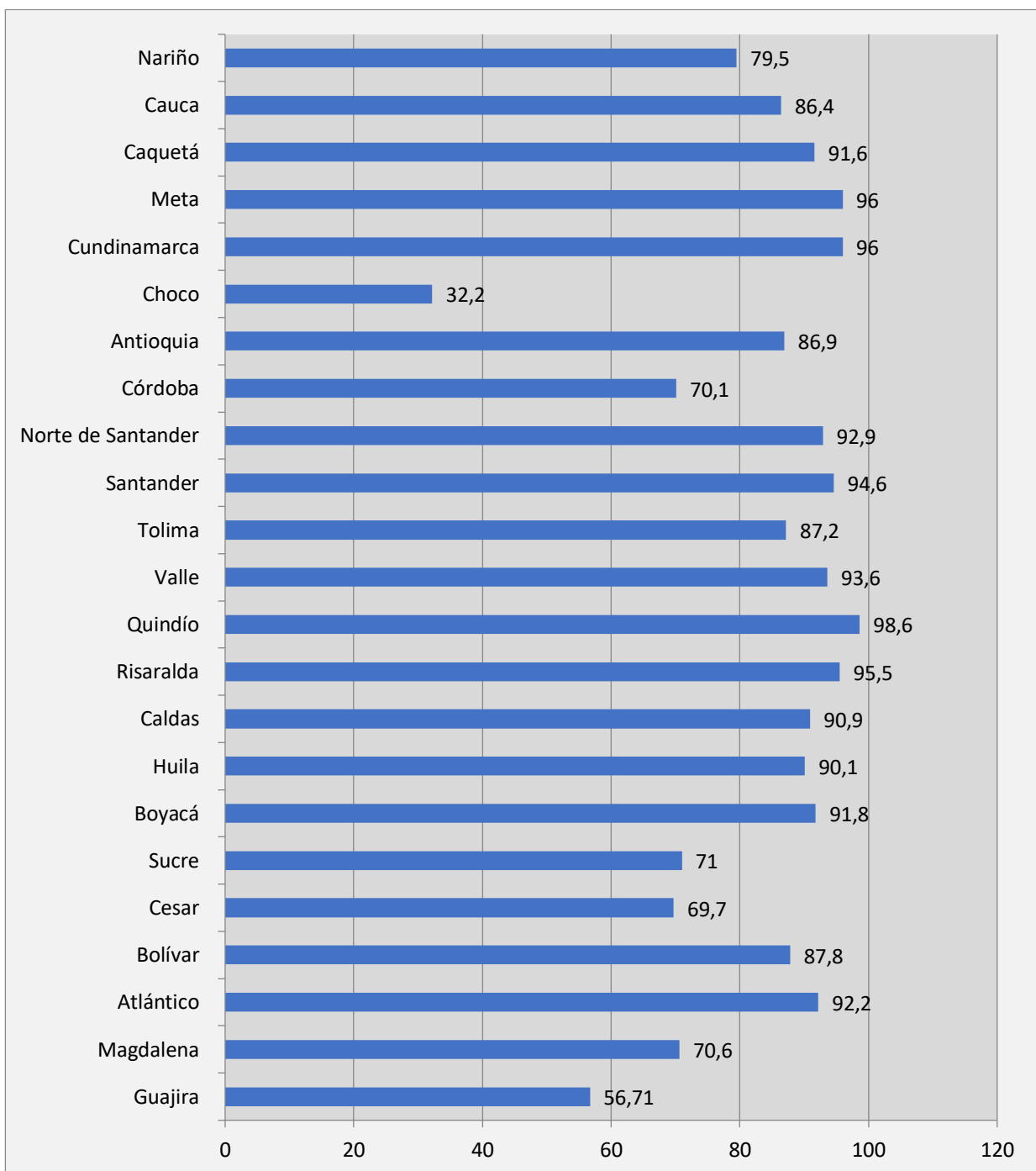


Fuente: Departamento Nacional Planeación.

Con el objetivo de ofrecer unos servicios de saneamiento e higiene apropiados, en los siguientes cuatros años 3.2 millones de nuevos beneficiarios tendrían acceso a soluciones adecuadas para mejorar la disposición final de aguas residuales, para un total de 45.5 millones de personas en el año 2022.

³⁷ PNUD COLOMBIA. Objetivos de desarrollo sostenible. Objetivo N° 6. [En línea]. [Consultado 30 mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html>

Grafica 2.
Sistemas De Saneamiento Adecuados.



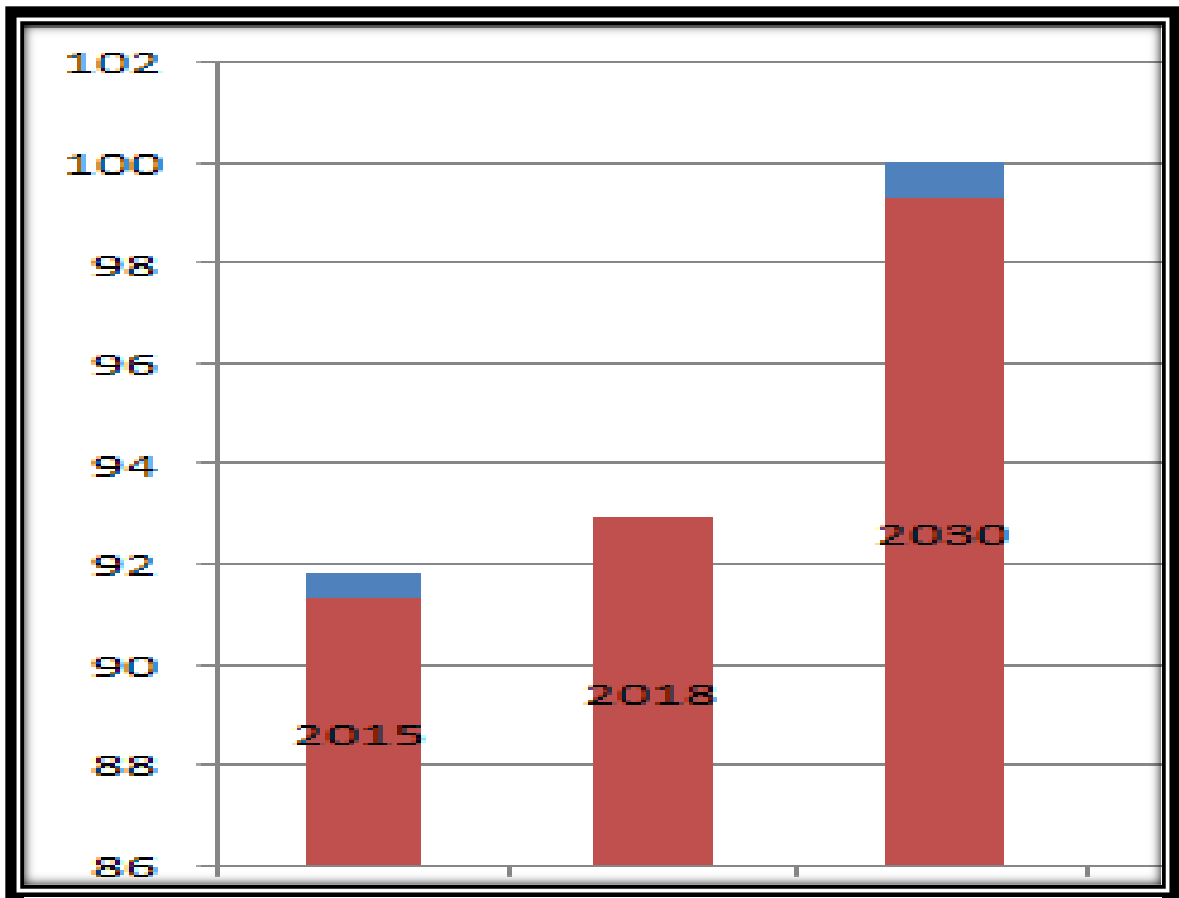
Fuente: Departamento Nacional Planeación.

De igual modo el Gobierno se tomó acción en las zonas rurales para que muchas más personas tuvieran acceso a soluciones de agua potable, y muchas más soluciones en el manejo de aguas residuales para que en el año 2022³⁸. METAS TRAZADORAS

A través del documento CONPES 3918, el Gobierno Nacional definió 16 metas que trazarán el camino para cumplir la Agenda 2030.

En consecuencia, para el año 2030 se estima que el 100% de la población colombiana contara con el acceso agua potable de calidad

Grafica 3.
Agua Potable En Colombia

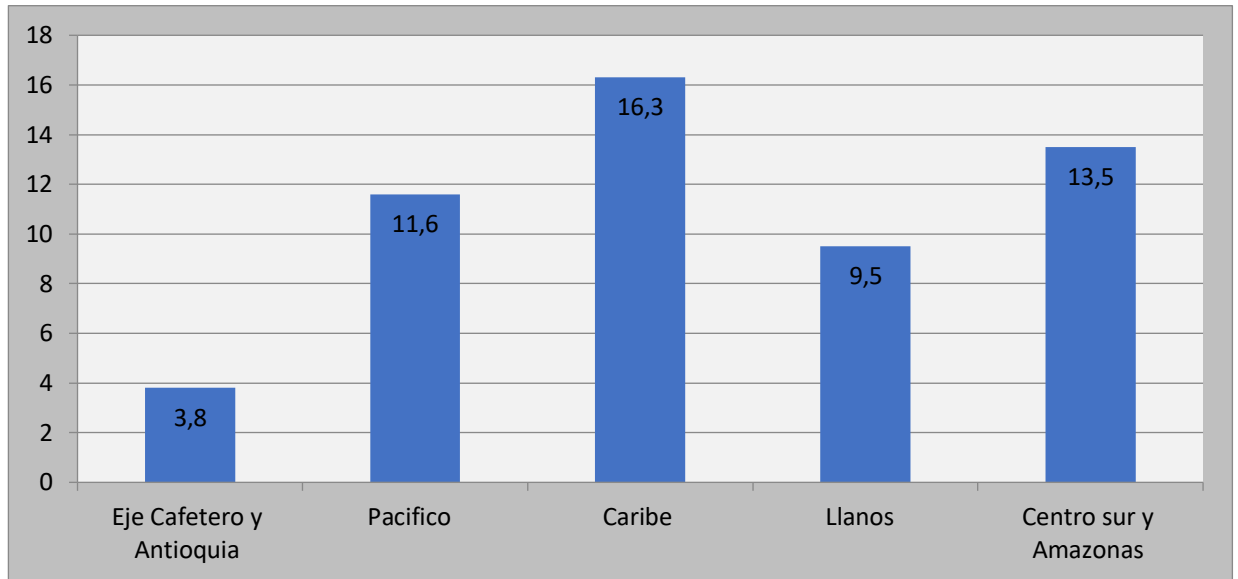


Fuente: Cálculos DNP. DANE - GEIH.

³⁸ DNP. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PALNEACION (Colombia) [En línea]. [Consultado 02 de junio de 2019]. Disponible en: <https://ods.gov.co/en/goals/clean-water-and-sanitation>

Se consideran ahora las metas por regiones en el incremento en puntos porcentuales.

Grafica 4
Metas ODS Regiones



Fuente: Departamento Nacional Planeación.

La Ponderación de metas por cierre de brechas y población. Las metas de las regiones Llanos y Centro Sur-Amazónica fueron ponderadas para los departamentos de Meta (Llanos) y Caquetá, Huila y Tolima (Centro Sur - Amazonía)³⁹.

Como resultado las metas del objetivo son:

Agua potable segura y asequible. Para el año 2030, tener el acceso universal y equilibrado al agua potable a precios razonables para toda la población.

Erradicar la defecación al aire libre y proporcionar acceso a saneamiento e higiene. De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial

³⁹DNP. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION (Colombia) [En línea]. [Consultado 02 de junio de 2019]. Disponible en: <https://ods.gov.co/en/goals/clean-water-and-sanitation>

atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad.

Mejorar la calidad del agua, el tratamiento de aguas residuales y la reutilización segura. De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y peligros.

Aumentar la eficiencia en el uso del agua y garantizar los suministros de agua dulce. De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y garantizar la sostenibilidad de la extracción y el suministro de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua.

Gestión integrada de los recursos hídricos y cooperación transfronteriza. De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.

Proteger y Restaurar los Ecosistemas Hídricos de agua dulce. De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.

Ampliar el apoyo en materia de agua y saneamiento para los países en desarrollo. De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relacionados con el agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización y su uso eficiente.

Apoyar el compromiso local en el manejo de agua y saneamiento. Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.⁴⁰

En particular un proyecto que recientemente se ha destacado por su contribución al mejoramiento del medio ambiente, a la protección de las cuencas hídricas y la reforestación en la zona es el proyecto ReverdeC de la empresa Celsia (empresa de energía del Grupo Argos), con el cual hasta el momento han llegado a 30 municipios del departamento del Valle del Cauca, promoviendo el cuidado y la

⁴⁰ DNP. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PALNEACION (Colombia) [En línea]. [Consultado 02 de junio de 2019]. Disponible en: <https://ods.gov.co/en/goals/clean-water-and-sanitation>

restauración de las fuentes hídricas que abastecen a las personas y los ecosistemas del departamento, se han encargado de proteger la vegetación y sembrar árboles, en hectáreas donde tienen su producción industrial.

En particular un proyecto que recientemente se ha destacado por su contribución al mejoramiento del medio ambiente, a la protección de las cuencas hídricas y la reforestación en la zona es el proyecto ReverdeC de la empresa Celsia (empresa de energía del Grupo Argos), con el cual hasta el momento han llegado a 30 municipios del departamento del Valle del Cauca, promoviendo el cuidado y la restauración de las fuentes hídricas que abastecen a las personas y los ecosistemas del departamento, se han encargado de proteger la vegetación y sembrar árboles, en hectáreas donde tienen su producción industrial.

Figura 2.
Huella Hídrica Celsia.



Fuente: Informe Huella Hídrica Celsia, 2016

Otras empresas que han contribuido con el cuidado de las cuencas hídricas y disminuir la deforestación en Colombia, el sector empresarial representado por empresas como: Syngenta (programa ecoaguas), Holcim (programa Agronit), Nestlé (WASH), Grupo Nutresa (impacto ambiental), Isagen (gestión integral del agua) y Unilever (política de abastecimiento responsable), han promovido iniciativas de responsabilidad social y ambiental, con las que buscan garantizar la protección de los bosques y de las cuencas hídricas, reforestar las zonas que se encuentran afectadas por su labor industrial, emplear y capacitar a nuevos trabajadores, con los cuales se coopere en la disminución del indicador de huella hídrica no solo en el sector donde se encuentran, sino también en el país.

Es importante que todos los sectores económicos en Colombia implementen y promuevan este indicador dentro de sus proyectos de responsabilidad social y ambiental, que se protejan las cuencas hídricas del país, los ecosistemas y se disminuya la deforestación en las zonas boscosas, contribuyendo al mejoramiento del medio ambiente en el mundo⁴¹.

Ahora veamos La huella ecológica (del inglés *ecológica footprint*) es un indicador del impacto ambiental generado por la demanda humana que se hace de los recursos existentes en los ecosistemas del planeta, relacionándola con la capacidad ecológica de la Tierra de regenerar sus recursos.

Representa el área de tierra o agua ecológicamente productivos (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos) e idealmente también el volumen de aire necesarios para generar recursos y además para asimilar los residuos producidos por cada población determinada de acuerdo a su modo de vida. Estas medidas se pueden efectuar realizándose a diferentes escalas: individuo (la huella ecológica de una persona), poblaciones (la huella ecológica de una ciudad, de una región, de un país...), comunidades (la huella ecológica de las sociedades agrícolas, de las sociedades industrializadas, etc.).

El objetivo fundamental de calcularlas consiste en evaluar el impacto sobre el planeta de un determinado modo o forma de vida y compararlo con la biocapacidad del planeta. Se trata, pues, de un indicador clave para la sostenibilidad.

⁴¹ Celsia, IDEAM, Reverdec, Acclimate Colombia – Ministerio de Agricultura, I agu, Portafolio y Dinero

La ventaja de medir la huella ecológica para entender la apropiación humana está en aprovechar la habilidad para hacer comparaciones, es posible comparar, por ejemplo, las emisiones producidas al transportar un bien en particular con la energía requerida para el producto sobre la misma escala (hectáreas).⁴²

7.2 IMPORTANCIA

El agua es el recurso fundamental para la vida en nuestro planeta. Todos los organismos están compuestos principalmente de agua. Sin agua los organismos biológicos no podrían completar los procesos fisiológicos básicos que dan constancia a la vida. Es una parte supremamente importante para los procesos biogeoquímicos de la tierra que crea y sostiene el medio ambiente. En consecuencia, el agua es un recurso esencial para muchas actividades humanas necesarias para sostener nuestra sociedad actual.

El ser humano al ser la especie que mayor ocupación hídrica tiene en el planeta está obligado a informarse y a crear conciencia sobre dónde y cómo se utiliza el recurso hídrico, ya sea en la industria, minería, agricultura entre otros campos. La relación que tiene la mayoría de estos campos está directamente ligado a factores como la escasez o contaminación del agua.

Viéndolo de esta forma el concepto de huella hídrica hace énfasis en la protección y control de los sistemas hídricos, que es responsabilidad de todos ya sea gobiernos, agentes sociales, instituciones y ciudadanos. Mejorar la gestión que se tiene actualmente respecto a los recursos naturales renovables como es el agua.

Para esto cada persona debe tomar conciencia de la importancia que tiene este tipo de recursos en cada una de las actividades que se tienen día a día como lo son, ducharnos, lavar los vehículos, cocinar, desplazamiento de las aguas servidas, fecales.

⁴² Huella Ecológica". Autor: Julia Máxima Uriarte. Para: Caracteristicas.co. Última edición: 11 de octubre de 2019. [En línea]. [Consultado: 03 de junio de 2019]. Disponible en: <https://www.caracteristicas.co/huella-ecologica/>.

Ahora bien, otros tipos residuos que se han hecho cargo de contaminar una gran masa de agua son las aguas residuales Industriales, muchas organizaciones no cumplen con los estándares de calidad a la hora de depositar sus aguas residuales a la cañería ya que esta es vertida y muchas veces van a parar directamente a ríos, quebradas y de ser el caso a una (PTAR) planta de tratamiento de aguas residuales.

De igual modo Permite identificar oportunidades para reducir los posibles impactos relacionados con el agua. Además evalúa la magnitud de los posibles impactos ambientales relacionados con este recurso.

Con la aplicación de la Huella Hídrica se crea una base de datos para enfrentar sucesos como el cambio climático, reducción de la calidad del agua o conflictos sociales a causa del uso de agua, su conservación y mantenimiento en los territorios.

De otro lado el cálculo de la huella hídrica, beneficia a las instituciones, empresas u organizaciones, al prepararlos para la obtención del Certificado Azul de la Autoridad Nacional del Agua y con ello mostrar una mejor imagen institucional⁴³.

Ahora se puede ver que, La huella hídrica es una herramienta de análisis de cómo las actividades y los productos se relacionan con la escasez del agua, su calidad y los impactos asociados, de ahí la importancia de su conocimiento, cálculo y planeación para su cuidado.

De esta manera, este indicador pretende ser una guía para las organizaciones con la cual se eviten determinados riesgos con la gestión del agua, tanto a nivel ecológico como financiero o incluso legislativo. Su función a la hora de solucionar las implicaciones de la gestión del agua en estos aspectos es fundamental, ya que es una medida tanto cuantitativa como cualitativa.

Esto es aplicable tanto a nivel de empresas como de países o instituciones públicas, haciendo que un correcto estudio de la situación pueda ayudar a frenar excesos o detectar deficiencias que estén costando de más a la sostenibilidad⁴⁴.

De igual manera La huella hídrica establece una relación directa entre los sistemas hídricos y el consumo humano, esta relación determinar factores como la escasez

⁴³ ANA, Aquafondo, AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, Certificado Azul, GRUPO GEA, huella hídrica, MEXICHEM

⁴⁴ GLOBAL OMNIUM. ¿qué es la huella hídrica y por qué es importante controlarla? (20 julio de 2015). [En línea]. [consultado 03 de junio de 2019]. Disponible en: <https://actualidad.globalomnium.com/que-es-huella-hidrica/>

o contaminación del agua, pero también puede permitir la mejora de la gestión de la producción de agua.

En este sentido, el concepto de huella hídrica hace énfasis en la responsabilidad que todos, gobiernos, agentes sociales, instituciones y ciudadanos, tenemos para efectuar una mejor gestión de los recursos del agua.

Para ello, como ciudadanos, se puede hacer un uso responsable de este recurso natural, cuando nos duchamos, a la hora de regar las plantas o en otras actividades de nuestro día a día⁴⁵.

Dado lo anterior la importancia radica en el conocimiento del concepto de huella hídrica, sus elementos básicos, los riesgos asociados a este concepto, como el posible impacto que se le pueda hacer a las fuentes de agua, su conservación y cuidado, es por ello clave conocer los objetivos. Como parte de los objetivos de la educación ambiental se requiere adquirir un conocimiento básico en relación con el medio ambiente y sus problemas conexos., como sus usos, cultura de agua, aprovechamiento de los recursos.

En las empresas e instituciones, determinar problemáticas ambientales asociadas al cuidado y preservación del recurso hídrico, previa indagación de los estudiantes, empleados, empresarios, en el contexto de su comunidad o de su centro educativo y generar planes de acción y ejecutarlos para su cuidado, realizando su seguimiento y analizando los resultados obtenidos⁴⁶.

En los planes de gobierno, generación de políticas, planes de acción para el logro de una gestión sostenible y más con respecto al agua, dentro de las operaciones directas y cadena de suministro de las empresas. Con lo anterior realizar un diagnóstico de la producción de agua y compararla con la demanda de agua, como la contaminación y sus planes de mejoramiento⁴⁷.

⁴⁵ SIGRE. (20 de diciembre de 2015). [En línea]. [Consultado 04 junio de 2019]. Disponible en: <https://blogsigre.es/2013/12/20/huella-hidrica/>

⁴⁶ OEI. Organización de los Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, El agua y la huella hídrica en Colombia. [En línea]. [Consultado 05 de junio de 2019]. Disponible en: <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?El-agua-y-la-huella-hidrica-en-Colombia>

⁴⁷ WATER FOOTPRINT NETWORK. ¿Qué es la evaluación de la huella hídrica? [En línea]. [Consultado 26 mayo de 2019]. Disponible en: <https://waterfootprint.org/en/water-footprint/water-footprint-assessment/>

8. METODOLOGIAS DE HUELLA HIDRICA.

Para el análisis de las diferentes metodologías propuestas por diferentes teóricos es apropiado enunciar que con base en información de las Naciones Unidas (NU), aproximadamente un quinto de la población mundial carece de escasez física de agua, y que para el año 2025 se estima que aproximadamente 1,800 millones de personas vivirán en zonas de absoluta insuficiencia de agua.

Ahora bien, 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).

El recurso agua tiene un valor, solo que su determinación es un problema ampliamente estudiado. Pero en un contexto de globalización en el que las políticas ambientales internacionales intentan alcanzar un desarrollo sostenible, es por ello que cada vez aumenta el interés en crear indicadores para su medición en diferentes escenarios, que proporcione información útil a las empresas, un país y a nivel mundial, de tal forma que sirva para la toma de decisiones.

Dado, lo anterior es bueno preguntarse ¿Cuánta agua se necesita para llevar a cabo las actividades cotidianas que realiza cualquier individuo, o para la culminación de un proceso o producto? Ante esta pregunta tengamos en cuenta, que al ducharnos en promedio se consume, 26 litros de agua por minuto y 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 agua⁴⁸.

Lo anterior demuestra 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.

Para el análisis de la huella hídrica es importante mencionar que todo esto se deriva el concepto de desarrollo sostenible, el cual su base fue sentada en 1987, a partir del crecimiento económico, resaltando que el mismo tiene varias interpretaciones, para

⁴⁸ SEGUÍ AMÓRTEGUII, Luis Alberto; GARCÍA VEGAS, Diego e; GUERRERO GARCÍA ROJAS. Hilda R, Huella hídrica: análisis como instrumento estratégico de gestión.

unos es sinónimo de crecimiento económico, reparador de los daños ambientales y, para otros, de desarrollo integral respetando, acatando e interiorizando los principios fundamentales de la Ecología. Sin embargo, para el tratamiento del tema que se investiga, se entiende que el Desarrollo Sostenible:

(...) “significa preservar el capital natural, requiere que nuestro consumo de recursos materiales, hídricos y energéticos renovables no supere la capacidad de los sistemas naturales para reponerlos, y que la velocidad a la que consumimos recursos no renovables no supere el ritmo de sustitución de los recursos renovables duraderos⁴⁹”.

Es por ello que la sostenibilidad ambiental significa asimismo que el ritmo de emisión de contaminantes no supere la capacidad del aire, del agua y del suelo de absorberlos y procesarlos, esto implica además el mantenimiento de la diversidad biológica, la salud pública y la calidad del aire, el agua y el suelo a niveles suficientes para preservar la vida y el bienestar humanos, así como la flora y la fauna, para siempre”.

Dado lo anterior la ONU (Organización De La Naciones Unidas) en el año 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*⁵⁰; 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 socioeconómico⁵¹.

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

⁴⁹ **SICHAG: software para la evaluación de la huella hídrica en Villa Clara**, Andy Morfa Hernández, julio 2012.

⁵⁰ **Huella hídrica: análisis como instrumento estratégico de gestión...Ciencia Nicolaita # 69 81 diciembre de 2016**

⁵¹ (PNUMA, 2012)

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.

Más aun, la naturaleza circula interminablemente toda esta agua por medio del proceso conocido como el ciclo hidrológico, es por ello que la problemática del agua no es su existencia, sino en su disponibilidad, dado que el 97.5% del agua de la Tierra está en los océanos, y por lo tanto no es apta para beber, mientras que el 2.5% de agua dulce en su mayoría está encriptada en hielo y en aguas subterráneas, dejando tan sólo 0.007% aproximadamente en forma de lagos, ríos, lo cual es un porcentaje muy bajo, y los ríos el Amazonas y el Congo, distribuyen la mayor parte del flujo de agua potable del planeta, en contraste con regiones áridas y semiáridas, que comprenden un 40% de las masas continentales de la Tierra, con el 2% del 0.007% del agua apta para consumir⁵².

Así mismo el concepto de agua dulce abarca consideraciones de agua azul, que está inmersa en agua dulce o azul, como los escurrimientos superficiales y los acuíferos, y el agua verde, proveniente de la humedad del suelo, por agua de lluvia utilizada en la agricultura, 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.

Con base en lo anterior los teóricos e investigadores, teniendo en cuenta la tendencia al logro de un desarrollo sostenible, desarrollaron indicadores, entre ellos la figura de huella ecológica, diseñada por los autores William Rees y Mathis Wackernagel, que significa las hectáreas necesarias para mantener a un individuo. La huella ecológica de una población se puede representar como el área de tierra

⁵² (TUNZA, 2010)

productiva y de ecosistemas acuáticos requeridos para generar los recursos consumidos y asimilar los residuos producidos por dicha población. Este término se va a encargar de medir la superficie necesaria para producir los recursos que una población humana consume, así como el área necesaria para la absorción de los residuos que genera.

La Huella Hídrica, es un concepto relativamente nuevo, el cual representa, gestión de los recursos hídricos y su uso eficiente, ampliando 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.

A su vez, la Huella Hídrica pretende, ser una herramienta de planeación de gestión en las empresas y gobernantes en lo que respecta al manejo del recurso hídrico, para el diseño de planes, políticas, programas y proyectos en todos los niveles, para el cuidado del medio ambiente, y la creación de conciencia social en el cuidado del agua.

Este concepto fue desarrollado por Hoekstra y Hung en el año 2002, que es difundido por la organización Water Footprint Network (WFN)., como una alternativa de indicador para medir el uso del agua. Donde los indicadores tradicionales, entre ellos el de la huella ecológica, tiene que ver con el uso del agua en la producción de bienes o servicios, mientras que la huella hídrica tiene la perspectiva del consumo tanto en personas naturales o jurídicas para elaborar o producir bienes o servicios para satisfacer las necesidades de una población.

Como se afirma arriba la Huella Hídrica es un indicador del consumo y contaminación de agua dulce, que contempla las dimensiones directa e indirecta, que nos permite saber el consumo y la contaminación del agua aplicable a una persona, a un producto, o a un país, entre otros.

El término toma como base la afirmación de que las actividades humanas (asentamientos, industria y agricultura) pueden alterar los componentes del ciclo hidrológico natural debido a desviaciones en el uso del suelo y a través de la utilización, reutilización y vertido de residuos en el recorrido de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. Dado que el agua disponible globalmente es muy poca (0,321%) y la necesidad que posee el hombre para el mantenimiento de su vida es vital, surge el término de huella del agua como una categoría que permite calcular el rastro que dejan los seres humanos en el ciclo hidrológico.

Para entender el ciclo hidrológico de la Tierra, es el mecanismo global que transfiere agua desde los océanos a la superficie y desde la superficie y las plantas a la atmósfera que envuelve el planeta. Los principales componentes naturales de los procesos del ciclo hidrológico son:

Precipitación: La precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico, llevando agua dulce a la parte emergida de la corteza terrestre y, por ende, favoreciendo la vida en nuestro planeta, tanto de animales como de vegetales, que requieren agua para vivir. La precipitación se genera en las nubes, cuando alcanzan un punto de saturación; en este punto las gotas de agua aumentan de tamaño hasta alcanzar una masa en que se precipitan por la fuerza de gravedad⁵³

Infiltración: La infiltración del agua es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo. La tasa de infiltración, en la ciencia del suelo, es una medida de la tasa a la cual el suelo es capaz de absorber la precipitación o la irrigación⁵⁴.

Esorrentía: La esorrentía superficial describe el flujo del agua, lluvia, nieve, u otras fuentes, sobre la tierra, y es un componente principal del ciclo del agua.

Evaporación: La evaporación es el proceso por el cual las moléculas en estado líquido (por ejemplo, el agua) se hacen gaseosas espontáneamente (ej.: vapor de agua)⁵⁵.

Transpiración: es el transporte y evaporación de agua desde el suelo a la a atmosfera a través de las plantas, principalmente a través de las hojas, mientras los estomas están abiertos y el agua se evapora en las hojas, las raíces incorporan agua desde el suelo y el transporte ascendente del agua en la planta es continuo⁵⁶.

Conforme a los conceptos antes enunciados, en el ciclo hidrológico, se determina el volumen total de agua que se utiliza para producir los alimentos y servicios consumidos por un individuo, comunidad o empresa, teniendo en cuenta el agua

⁵³ WIKIPEDIA. Precipitación (Meteorología). (2018). [En línea]. [Consultado 06 Junio de 2019]. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Precipitaci%C3%B3n_\(meteorolog%C3%ADa\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Precipitaci%C3%B3n_(meteorolog%C3%ADa))

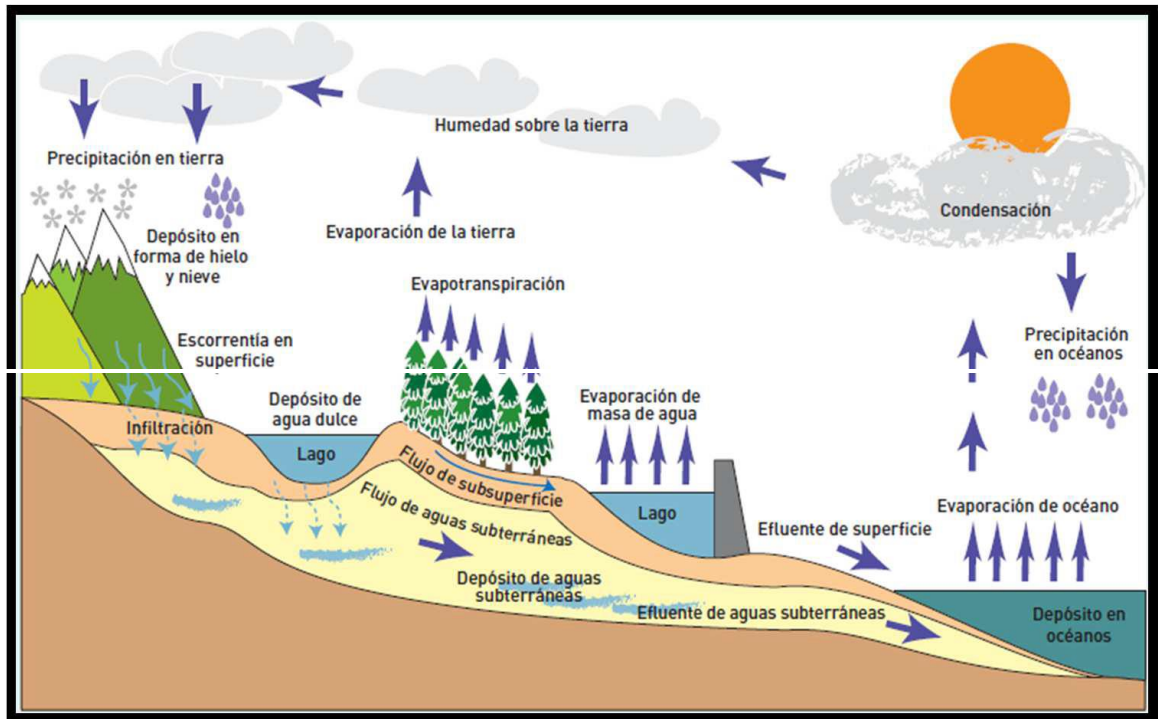
⁵⁴ PEREZ, Guillermo. El ciclo Hidrológico.com, Infiltración [En línea]. [Consultado 06 de junio de 2019]. Disponible en: <https://www.ciclohidrologico.com/evaporacin>

⁵⁵ PEREZ, Guillermo. El ciclo Hidrológico.com, Evaporación [En línea]. [Consultado 06 de junio de 2019]. Disponible en: <https://www.ciclohidrologico.com/evaporacin>

⁵⁶ WIKIPEDIA. Precipitación (Meteorología). (2018). [En línea]. [Consultado 06 Junio de 2019]. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Precipitaci%C3%B3n_\(meteorolog%C3%ADa\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Precipitaci%C3%B3n_(meteorolog%C3%ADa))

necesaria para disolver sus contaminantes hasta los niveles permisibles para su vertimiento, es decir hasta cuando llega al río o mar, solo que, sin contaminantes, a esto se le conoce como huella hídrica.

Figura 3.
CICLO HIDROLOGICO.



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

La figura anterior nos muestra los diferentes ciclos del agua, que comprenden el ciclo hidrológico, proceso normal del medio ambiente, que es alterado por el hombre en la producción de bienes y servicios, por lo tanto, se debe de tener en cuenta para su recuperación, cuidado y sostenimiento, de tal forma que garanticen las vidas futuras en este planeta tierra.

En consideración a lo anterior, se utiliza el concepto de huella hidrológica (HH) de un individuo, de un grupo de personas o de un país, que se define como el total de agua usada para producir los bienes y servicios consumidos por el individuo, por ese grupo de personas o por el país.

De manera puntual, nos referimos, que pese a que las personas no consumen grandes cantidades de agua para satisfacer sus necesidades fisiológicas (beber, cocinar, asearse, limpieza del hogar y la ropa), la trazabilidad con el consumo de agua se invierte, tomando proporciones considerables utilizándose de forma indirecta para producir alimento, papel, ropa, y todo lo que se utiliza a diario.

Con base en los elementos anteriores, se hace necesario el cálculo de la huella hidrológica, y surge, así como un indicador complementario en el cálculo de la sostenibilidad del uso de los recursos naturales por parte del hombre. Este indicador muestra “*dónde*”, “*cuándo*” y “*cuánto*” volumen agua se consume y contamina, medido en toda la cadena de suministro del producto⁵⁷.

En el elemento “*dónde*” se refiere al lugar, sitio, área geográfica, y el “*cuándo*” a la temporada, tiempo, periodo, donde se incluyen el uso directo e indirecto del agua en su consumo, teniendo en cuenta el ciclo hidrológico, es por ello que se habla de volúmenes de uso, de contaminación del agua, y localizaciones.

En síntesis, el resultado de huella de agua, no debe de leerse que es totalmente malo o bueno, ello depende del impacto ambiental que genere la utilización del agua para la producción de bienes o servicios. Resaltando que a nivel global se relacionan con toda una estructura de economía mundial, de hecho, a nivel internacional se habla de exportación e importación de agua, denominado este concepto como agua virtual, introducido por Allan en 1993, que está directamente relacionado con el consumo de agua en la elaboración de los productos y su exportación para países donde no tienen alto índice de agua en su área geográfica.

Lo anterior conlleva a que los países realicen un pago por servicio ambiental lo que traería consigo un aumento del costo total de la mercancía con una disminución de la ganancia.

Indiscutiblemente el agua virtual se refiere al agua “contenida” en el producto, como también la que se requirió para producirla, revolucionando la forma de determinar los costos del producto en todas sus fases, partiendo desde el diseño hasta el consumidor final, es por ello que se debe de tener dos factores;

⁵⁷ SICHAG: software para la evaluación de la huella hídrica en Villa Clara, Andy Morfa Hernández, julio 2012

- 1) el agua virtual proporciona información sobre la cantidad de agua que necesitan no solo los productos agrícolas, sino también del resto de bienes y servicios, determinado en metros cúbicos.
- 2) Información de los flujos de agua entre países, por lo tanto, se puede hablar del agua virtual exportada y el agua virtual importada.

8.1 METODOLOGIA HUELLA HÍDRICA, HOESKSTRA.

Para el análisis de la huella hídrica, se requiere de metodologías, que sirvan para evaluar huella hídrica, que consta de cuatro fases que cuantifica y mapea las huellas hídricas verdes, azules y grises, evalúa la sostenibilidad, la eficiencia y la equidad del uso del agua e identifica qué acciones estratégicas deben priorizarse para que una huella sea sostenible⁵⁸. Estas son las cuatro fases de la evaluación de la huella hídrica:

Se debe de establecer objetivos y su alcance, es decir que se requiere evaluar, una fuente, río, territorio, producto, ciudad, país mundial, individuo, para diversos propósitos. Por ejemplo, se puede realizar para:

- Apoyar un negocio específico para lograr una gestión sostenible del agua dentro de sus operaciones directas y cadena de suministro
- Apoyar a los gobiernos y agencias reguladoras en la asignación y gestión del agua sostenible nacional / regional
- Definir puntos de referencia para el consumo de agua y la contaminación del agua para un sector específico de actividad o producción de un producto específico.
- Crear conciencia sobre los problemas de sostenibilidad del agua relacionados con el uso del agua.

Como se observa la evaluación de la huella hídrica se puede adaptar para cumplir con los objetivos y el alcance del estudio o expectativas de empresarios, gobiernos,

⁵⁸ WATER FOOTPRINT NETWORK. ¿Qué es la evaluación de la huella hídrica? [En línea]. [Consultado 26 mayo de 2019]. Disponible en: <https://waterfootprint.org/en/water-footprint/water-footprint-assessment/>

comunidad académica investigativa, su evaluación aclara lo que hará en los pasos siguientes: contabilidad, evaluación de sostenibilidad y formulación de respuestas.

De otro lado el alcance está definido a la escala espacial y temporal del estudio, por ejemplo, si el enfoque será global o dentro de una sola cuenca, si abarcará un año o varios años, si incluirá parte o la totalidad de la cadena de valor, aborde un producto o instalación o una empresa completa. Tanto el objetivo y el alcance definidos, se podrán determinar los datos a utilizar para el logro de los resultados deseados.

Con base en lo anterior previamente definidos, se recopilan los datos para calcular la huella de los procesos relevantes para el estudio, que servirán de registro en la contabilidad.

Ahora bien, la evaluación de la huella hídrica se utiliza para evaluar si el uso del agua para la elaboración de bienes y servicios en una economía, es ambientalmente sostenible, y su uso con respecto a los recursos hídricos naturales para su conservación. La sostenibilidad se evalúa si el uso del agua está siendo equilibrado, con respecto a las necesidades de las personas y la naturaleza.

A continuación, se detalla la Huella Hídrica en procesos y sus componentes, definido por HOESKSTRA, dado que como se ha mencionado antes es multidimensional, donde permite diferenciar entre el agua consumida y el agua contaminada, con ello se inicia a decantar los componentes de la huella hídrica, que son:

HUELLA HÍDRICA AZUL (HHazul): Se entiende por agua azul, aquella que fluye de los ríos y acuíferos, sostiene los ecosistemas acuáticos y es accesible al hombre. La huella del agua azul (HAA) es un indicador del uso consumido del agua azul supuesta, es decir, superficie o agua subterránea fresca.

El agua azul (HHazul) se puede consumir a partir de cuatro casos específicos:

- 1) el agua que se evapora;
- 2) el agua que se incorpora al producto;
- 3) el agua que no vuelve a la misma cuenca hidrológica, se vuelve a otra cuenca o al mar o

- 4) por último, la que no vuelve en el mismo período, se retira en períodos de sequía y vuelve en períodos mojados. La evaporación es, por lo general, el componente más significativo.

A menudo el consumo del agua está comparado con la evaporación, sin embargo, los otros tres componentes deben ser incluidos cuando son relevantes. Es así que el uso del agua azul no significa que el agua desaparece, pues esta permanece en un ciclo y vuelve siempre a alguna parte. La Huella del agua azul (HAA) en un paso del proceso se calcula como:

$HH_{\text{Azul}} = \text{Evaporación del Agua Azul} + \text{Incorporación del Agua Azul} + \text{Flujo de vuelta perdido}$. El último componente se refiere a la parte del flujo de vuelta que no está disponible para reutilizarlo dentro del mismo ciclo y el mismo período de tiempo, puede ser que sea descargado al mar o que retorne en otro período de tiempo. Cada componente del proceso puede ser medido.

En el proceso de determinación de la HHazul se pueden distinguir entre diferentes fuentes de agua azul. La división más utilizada es la que se realiza entre agua superficial, el agua subterránea renovable y fósil. En la práctica, es a menudo muy difícil hacer la distinción debido a la falta de los datos. La unidad de la huella de proceso azul del agua es volumen del agua por la unidad de tiempo, ej. por día, mes o año. Cuando está dividida sobre la cantidad de producto que provenga del proceso, la huella de proceso del agua se puede también expresar en términos de volumen del agua por la unidad de producto.

HUELLA HÍDRICA VERDE (HHverde), se deriva de las precipitaciones que quedan retenidas en el suelo, el agua verde es que la sostiene el ecosistema terrestre y se utiliza directamente para la producción de biomasa, esta se pierde en la evapotranspiración. Se refiere a la precipitación en la tierra que no escurre, ni recarga el agua subterránea, pero que es almacenada en el suelo o permanece temporalmente encima del suelo o de la vegetación.

Eventualmente, esta se evapora o transpira a través de las plantas. La huella verde del agua es un indicador del uso humano del agua verde. La huella verde del agua es el volumen de agua de lluvia consumido durante el proceso de producción. La misma se puede calcular a partir de la evapotranspiración total del agua de lluvia por los campos y las plantaciones sumada al agua incorporada en la cosecha o en la madera cosechada. Es así que la HAV en un momento del proceso se puede calcular como:

HHverde = Evaporación del Agua Verde + Incorporación del Agua Verde. La consumición de agua verde en agricultura se puede medir o estimar con un sistema de fórmulas empíricas o de conveniente modelo de la cosecha, para estimar la evapotranspiración, basado en datos de entrada sobre características del clima, del suelo y de la cosecha.

Básicamente, el requisito del agua de la cosecha es calculado multiplicando la evapotranspiración de la cosecha de la referencia (ET_o) por el coeficiente de la cosecha (k_c).

La distinción entre huella azul y verde del agua es de suma importancia en el momento de calcular los costes hidrológicos, ambientales, económicos y sociales, pues no es lo mismo el uso de la superficie y del agua subterránea para la producción que los impactos y costes del uso del agua de lluvia.

HUELLA HIDRICA GRIS (HHgris), el agua gris es aquella que está contaminada en la elaboración de bienes o servicios. El término de huella gris del agua (HHgris) fue introducido para expresar la contaminación del agua en relación a los volúmenes contaminados, y así compararlos con el consumo de agua que también se expresa en volúmenes. La HGA constituye un indicador del grado de contaminación del agua dulce y está asociado a cada fase del proceso. Consiste en el volumen de agua dulce que se requiere para diluir la carga de agentes contaminantes basados en estándares ambientales existentes de la calidad del agua.

El término de HGA fue utilizado por primera vez por Hoekstra y Chapagain. En la actualidad han tomado auge los estudios de la huella gris, incluyendo a numerosos teóricos como: Van Oel y otros, Dabrowsky y otros, Aldaya y Hoekstra, Bulsink y otros y Gerbens-Leenes y Hoekstra. Cuando los productos químicos o un agua residual se lanzan directamente en un cuerpo del agua superficial, la carga puede ser medida directamente.

La HGA se calcula dividiendo la carga del agente contaminador (L en masa/tiempo) por la diferencia entre el estándar ambiente de la calidad del agua para ese agente contaminador (c_{max} = nivel aceptable máximo de concentración en masa/volumen) y su concentración natural en el cuerpo del agua de recepción (c_{nat} en masa/volumen) o a partir del volumen de efluente (E_f), la concentración de agentes contaminantes en el efluente (c_{ef}) y la concentración natural (c_{nat}) y la máxima permisible (c_{max}).

Cuando al producto químico se está aplicando directamente en el suelo, en el caso de procesos agrícolas, con el uso de fertilizantes o de pesticidas, puede suceder que solamente una fracción (α) se filtre en el agua subterránea o se escurra sobre la superficie a una corriente del agua superficial. En este caso, la carga del agente contaminador es la fracción de la cantidad total de productos químicos aplicados (AR) que alcanza el agua de tierra o superficial. La concentración natural (c_{nat}) en un cuerpo del agua de recepción es la concentración en el cuerpo del agua que ocurriría si no hubiera disturbio humano en la captación y el estándar ambiente de la calidad del agua para ese agente contaminador (c_{max} = nivel aceptable máximo de concentración en masa/volumen)

La suma de estos componentes constituye la huella hídrica de un proceso, HH proceso = HHverde + HHazul+ HHgris = HHdirecta + HHindirecta. Cada uno de estos componentes, tiene su aporte directo o indirecto en el proceso evaluado, entendiéndose proceso (productos, individuos, territorios, negocios, naciones) con respecto al consumo y contaminación del agua, requeridos para producir bienes y servicios, es muy importante determinarlos, ya que sus costos tanto hidrológicos, ambiental y de oportunidad son fundamentales en la contabilidad.

Hay que mencionar que los procesos se clasifican en agrícolas e industriales. La unidad del valor obtenido se expresa en (volumen/unidad de producción).

- Procesos agrícolas. Se calcula la evapotranspiración de referencia y la precipitación efectiva con la ayuda del software CROPWAT 8.0 de la FAO (Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura) a partir de los datos meteorológicos. Con los datos de cada cultivo se determinan las demandas de agua y en función de la precipitación efectiva, el régimen de riego, los rendimientos y niveles productivos se calculan las huellas hídricas verde y azul. El componente gris se obtiene a partir de las tasas de aplicación de productos químicos y las concentraciones máximas y naturales en los cuerpos de agua⁵⁹.

- Procesos industriales. Se considera despreciable el componente verde. En función de los niveles productivos se realiza un balance general del uso del agua y la huella hídrica azul, a partir del agua que se consume en el proceso. Para la huella hídrica gris se toma en consideración el volumen de agua residual y la relación entre la

⁵⁹ SICHAG: software para la evaluación de la huella hídrica en Villa Clara, Andy Morfa Hernández, julio 2012

concentración del residual generado y el máximo permisible en un cuerpo de agua dado en correspondencia con el valor natural.

8.2 METODOLOGIA, ISO 14046.

A nivel mundial hay instituciones encargadas de certificar y acreditar procesos, empresas, países, entre otros, y una de ellas es la “Organización Internacional de Normalización” o ISO, es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales, tanto de productos como de servicios, a través de la estandarización de normas voluntarias que se usan en las empresas para su mayor eficiencia y rentabilidad económica.

Ahora bien, la sigla ISO, tiene su significado derivada de la palabra griega “ISOS”, que significa “igual”. La definición larga es que las siglas hacen referencia a “Organización Internacional de Normalización” (“International Organization for Standardization”, en inglés⁶⁰

Dado lo anterior la organización ISO, lo que hace en las empresas es determinar los requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad, en el proceso que se quieren acreditar o certificar, que utilizaran para su aplicación interna como externa en sus procesos.

Por lo tanto, la certificación es el procedimiento por el cual una tercera parte entrega un aseguramiento escrito que un producto, proceso, persona, sistema de gestión o servicio cumple con requisitos especificados, en cambio la acreditación es el proceso por el cual una autoridad técnica reconoce formalmente, que una organización tiene todos sus procesos certificados y con ello, son base para la acreditación de la institución u organización.

Dado lo anterior las certificaciones de calidad que expide la ISO, son;

1. Certificados ISO de gestión de calidad de productos. ...
2. Certificados ISO de gestión ambiental. ...
3. Certificación de personas. ...
4. Certificados ISO de riesgos y seguridad. ...

⁶⁰ WIKIPEDIA. Derecho ambiental, [En línea].[Consultado 07 junio de 2019]. Disponible en: https://es.m.wikipedia.org/wiki/Derecho_ambiental

5. Sello de calidad en Internet "IQ". ...
6. Calidad turística "Q". ...
7. I+D+i. Innovación, desarrollo, investigación...

Acorde con lo anterior la organización ISO, expide la certificación ISO 14000, la cual sirve para demostrar que las empresas están comprometidas con el cuidado y conservación del medio ambiente en la elaboración de sus productos o servicios, a través de la gestión de los riesgos medioambientales asociados a las actividades que desarrollan las empresas.

En particular la ISO 14001 que se destaca por certificar aspectos del medio ambiente, productos y organizaciones, publicado en el año de 1996, que ayuda a las empresas a mantenerse comercialmente exitosas, sin pasar por alto sus responsabilidades medioambientales. Los Derechos ambientales o de la naturaleza son un sistema de normas jurídicas que regulan las relaciones de las personas con la naturaleza, con el propósito de preservar y proteger el medio ambiente en su afán de dejarlo libre de contaminación, o mejorarlo en caso de estar afectado.

A continuación, se analiza la ISO 14000 y sus nuevas versiones, la cual contiene los siguientes puntos básicos⁶¹, resaltando que es para el cálculo de la huella hídrica:

- Se aplica a productos, servicios, procesos y organizaciones, lo que se corresponde con la mayor parte de métodos de análisis desarrollados hasta ahora.
- Está basada en el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), específicamente en la norma ISO 14044. Este punto es muy importante ya que, si no se conoce esta última norma ISO, habrá puntos de la nueva norma ISO 14046 que no se entenderán.
- Es modular de acuerdo a las etapas del ciclo de vida. Esto significa que los valores de huella hídrica que se estimen en una etapa del ciclo de vida se pueden sumar a los correspondientes a otra etapa.
- Identifica los impactos ambientales potenciales relacionados con el agua, por lo que se excluye cualquier referencia a impactos sociales o económicos.

⁶¹ (ISO, 2014)

- Incluye las dimensiones temporal y geográfica, es decir, se tiene que especificar claramente en el estudio cuál es el marco temporal para el que se realiza el análisis y la situación geográfica dónde se localiza el área de estudio, ya que repercutirá en las disponibilidades de agua.
- Identifica cantidades de uso de agua y cambios en su calidad, por lo que se tienen en cuenta tanto las disponibilidades de agua como su degradación, los dos aspectos básicos estudiados por la mayor parte de métodos de análisis.
- Para la aplicación de esta norma, se requiere un conocimiento hidrológico.
- En este marco, la evaluación de la huella hídrica puede servir de apoyo a la hora de:
 - Identificar oportunidades para reducir impactos relacionados al uso del agua asociados a productos, procesos y a la organización.
 - Gestionar de forma estratégica los riesgos.
 - Facilitar la eficiencia y la optimización de la gestión del agua a nivel de productos, procesos y organizacionales.
- Informar a los tomadores de decisión en la industria, gobierno y ONGs de los impactos potenciales relacionados con el agua.
- Aportar información consistente y fiable, basada en evidencias científicas para reportar los resultados de una huella hídrica.

El marco debe de analizarse incluyendo las ISO 14044 que oriente o da lineamientos para las comunicaciones o declaraciones en las organizaciones, desde el punto de vista del ACV, es importante tener en cuenta que la ISO 14046, describe los potenciales impactos ambientales globales de productos, procesos u organizaciones, con base en el consumo, cuidado y contaminación del agua.

8.2.1. DEFINICIONES CLAVE, DE LA ISO 14046.

Las normas internacionales están en auge a nivel mundial, y más aún las ambientales que están alineadas a la ONU y sus programas, por esta razón, la ISO 14046 es muy importante su aplicación. En este caso, lo es más, si cabe, ya que muchas veces bajo la descripción de huella hídrica el lector piensa en los conceptos

elaborados por métodos desarrollados anteriormente como los de Hoekstra y no siempre existe una correspondencia entre las definiciones anteriores y la norma. La ISO 14046 viene con 50 definiciones, lo que muestra la complejidad del proceso y la necesidad de llegar a un acuerdo entre todos los países participantes. De todas ellas, dos son fundamentales:

- La *huella hídrica* es definida como “*métricas que cuantifican los impactos ambientales potenciales relacionados con el agua*” (ISO, 2014). Al definirlo como métrica, en la norma la huella hídrica puede corresponderse con el método de cuantificar de Hoekstra et al. (2011), pero también con el de otros autores como los que recogen Kounina et al. (2013). La definición se ha dejado abierta para permitir la elección del método de cuantificación.
- Es importante también resaltar que sólo se analizan impactos *ambientales* potenciales relativos al *agua*, excluyendo cualquier referencia a impactos sociales o económicos. También deja claro que no se está evaluando el consumo de agua como un fin en sí mismo, sino su impacto. *La evaluación de huella hídrica se define como la recopilación y evaluación de las entradas, salidas y los impactos ambientales potenciales relacionados con el agua utilizada o afectada por un producto, proceso u organización*” (ISO, 2014).

Esto implica la realización de un inventario de las entradas y salidas del agua en el sistema/producto/organización, la interpretación de sus resultados y la evaluación de los impactos provocados el uso del agua.

8.2.2 PRINCIPIOS DE LA ISO 14046.

La ISO tiene trece principios, solo que la "*perspectiva del ciclo de vida*" es probablemente la más importante. Tanto, que la única referencia normativa que se encuentra a lo largo de toda la norma ISO 14046 es la norma *ISO 14044:2006 Gestión ambiental — evaluación del ciclo de vida — requisitos y directrices*.

Este principio establece que “*una evaluación de la huella hídrica de un producto considera todas las etapas del ciclo de vida del producto, desde la adquisición de la materia prima hasta su eliminación final. (...). Una evaluación de la huella hídrica de una organización adopta una perspectiva de ciclo de vida sobre la base de todas sus actividades. Si apropiado y*

justificado, la evaluación de la huella de agua puede limitarse a una o varias etapas del ciclo de vida” (ISO, 2014

Es apropiado enunciar que no existe ninguna referencia directa a los principios expuestos en la *ISO 14040 Gestión ambiental, en lo que respecta ciclo de vida.*

8.2.3 Aplicación de la ISO 14046.

Evaluación De La Huella Hídrica, Informe Y Revisión Crítica

Para la aplicación del estándar internacional de gestión ambiental, una vez definidos conceptos y los mismos estén armonizados y los principios entendidos, empieza el verdadero trabajo de la aplicación de la norma, para ello se requiere definir cuatro fases en la planeación de la aplicación, y son;

- a) Definición del objetivo y del alcance
- b) Análisis del inventario de la huella hídrica
- c) Evaluación del impacto de la huella hídrica
- d) Interpretación de los resultados.

Dado lo anterior es importante resaltar que la evaluación no tiene por qué hacerse en todas las categorías de impacto, sino que puede analizarse únicamente uno o varios. En este caso, cuando la evaluación es parcial es importante que en la definición del objetivo se especifique el tipo de huella hídrica a estimar.

Seguido se realiza un informe en el que se plasman los resultados obtenidos en la evaluación. Para aquellos informes internos a la organización, las pautas que se establecen se han de tomar como recomendaciones a seguir. Por último, en esta fase de redacción, la norma hace una advertencia importante – para evitar declaraciones falsas - sobre las afirmaciones comparativas, definidas en la ISO 14044 como una declaración ambiental respecto a la superioridad o equivalencia de un producto frente a un producto competidor que efectúa la misma función.

Finalmente, en la etapa de revisión crítica, la norma remite de nuevo a la ISO 14044. En ningún caso es una fase obligatoria, aunque sí aconsejable. El proceso de revisión crítica deberá comprobar si (ISO, 2014), si los métodos y el modelo son técnicamente válidos, los resultados son apropiados y ajustados a la realidad, con

respecto al objeto de estudio, y que el informe sea transparente y coherente con el objetivo a alcanzar.

8.3 METODOLOGÍA ÍNDICE DE ESCASEZ DE AGUA SUPERFICIAL.

El agua es un elemento indispensable para la producción de bienes y servicios, para ello hay que tener en cuenta las cuencas de agua dulce, su explotación excesiva, dado que ello puede traer alteraciones en la calidad del agua ofrecida y alterar la dinámica de flujo al transportarla desde que nace hasta quien la recibe, aunado a la presión que se le hace a la fuente, puede conllevar a su desaparición.

Lo anterior hace que sea indispensable una debida planificación sostenible del recurso hídrico, de tal forma que se determine la cantidad de agua disponible por cada fuente, los niveles de demanda, como la interacción hidráulica necesaria, es decir la capacidad de producción del agua y el remanente que debe de quedar en cada fuente para garantizar su supervivencia, o sea su caudal mínimo.

Con base en lo anterior se desprenden dos conceptos, el primero oferta total, que tiene que ver con la capacidad de agua que circula por cada fuente, es decir su producción, y el segundo, oferta neta, que es la oferta total menos el remanente que garantice el caudal mínimo, en cada fuente, con esto garantizar la supervivencia de las fuentes y planificar su consumo, con base en la capacidad de producción.

Con base en los conceptos de oferta total y oferta neta, se puede establecer el índice de escasez, que resulta de dividir la oferta total en la oferta neta y su resultado se multiplica por 100%, y para calcular el valor de oferta neta, hay que tener los siguientes valores, el primero es la oferta hídrica superficial total, es decir la producción por fuente de agua, el segundo valor es el factor de reducción para proteger la cuenca como fuente generadora de agua.

El concepto de escasez se genera cuando la cantidad de agua de demanda, sobrepasa la oferta de las fuentes de agua, creando conflictos en el ecosistema ambiental y la satisfacción de las necesidades sociales en bienes o servicios.

Ahora bien, con base en la práctica mundial y las investigaciones se han generado umbrales críticos de presión del recurso hídrico, por lo tanto, se distinguen cuatro categorías.

Cuadro 1.
Índices De Escasez.

Índice escasez	Oferta hídrica utilizada	color	explicación
Alto	Mayor 40%	Naranja	Urgencia en ordenar la oferta y demanda, baja disponibilidad de agua.
Medio	20-40%	Naranja	Se hace necesario la planificación de oferta y demanda.
Moderado	10-20%	Amarillo	La disponibilidad de agua, puede afectar el desarrollo económico.
Bajo	Menor a 10%	Verde	No hay presiones importantes en el recurso hídrico.

Fuente: Metodología para el cálculo de agua superficial

El cuadro anterior muestra claramente los criterios definidos, para con ello determinar las acciones a seguir con base en el resultado de índice de escasez aplicado a una fuente de recurso hídrico, y poder generar todo un plan de mejoramiento para cubrir la demanda, y con ello satisfacer las necesidades de la economía.

Otro concepto desarrollado en esta metodología es el de dominio espacial⁶² del índice de escasez, que quiere decir, la valoración de todas las entradas y salidas de aguas superficiales, aplicada a una gama de dominio, y llámese dominio de agua a tramo de un río, laguna, mar, región territorio, entre otros.

Inicialmente fue aplicado a oferta hídrica de fuentes de agua, como cuencas, ríos etc., el concepto se ha extendido con base en los impactos ambientales y la sobre demanda de bienes y servicios a unidades administrativas que definen las demandas de agua, entre ellas, los municipios, departamentos, regiones productivas, entre otros. Con este concepto se puede determinar el volumen de agua en cada dominio a estudiar.

⁶² Metodología Índice De Escasez De Agua Superficial, Proyecto De Sistema De Información Del Medio Ambiente.

8.4 SOFTWARE DE HUELLA HIDRICA.

El concepto de Huella hídrica es un concepto muy reciente en el panorama académico, nacional e internacional, debido a su novedad todavía no existen aplicaciones informáticas que calculen de forma global este indicador.

En consideración a lo anterior diferentes instituciones se dieron a la tarea de crear softwares para calcular el indicador de huella hídrica, entre ellos, tenemos;

1. El más conocido es el “Extended calculator” que aparece en la página oficial del waterfootprint.org, esta aplicación solo calcula la Huella Hídrica de una persona en relación con el consumo de su país. Como este cálculo se realiza por un valor aproximado que poseen de cada país al desagregar este al consumo hídrico de un individuo, continúa aproximándose cada vez más.

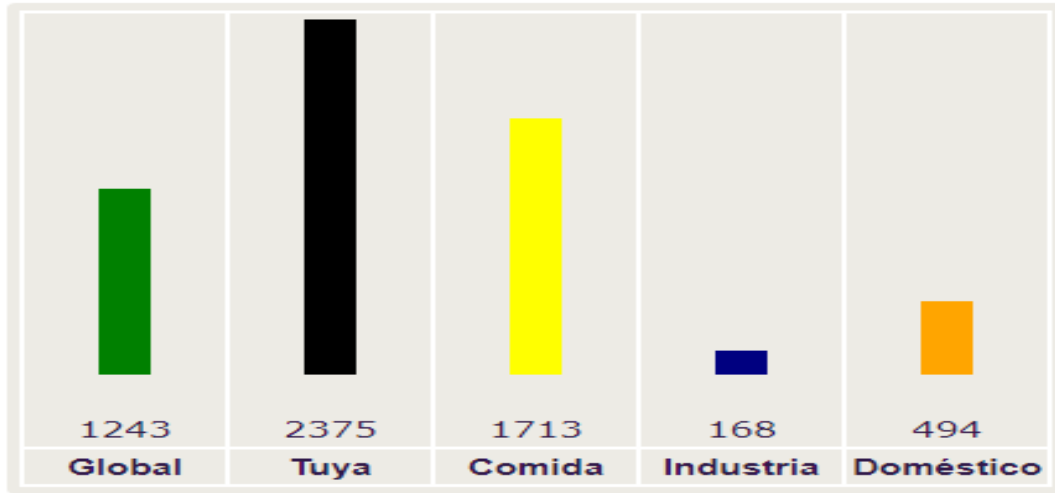
Dado lo anterior a manera de ejemplo calcularemos la huella hídrica de una X persona que es la cantidad de agua que consume en su vida diaria, incluida el agua utilizada para cultivar los alimentos que come, para producir la energía que usa y para todos los productos en su vida diaria: sus libros, música, casa, coche, muebles y la ropa que usas.

La calculadora tiene lo siguiente, y es con base en su país de residencia y su propio patrón de consumo, tendrá una huella hídrica única. El patrón de consumo ya está calculado aproximadamente con la información suministrada por los países, así;

Lo primero que se debe de definir es el país de origen, para nuestro ejemplo fue Colombia, segundo, se define el género, masculino, tercero como se define la persona si es vegetariano, consumidor de carne medio o alto, para nuestro ejemplo, medio, y el valor anula que destina para su alimentación, en este caso se enuncio el valor de \$5.000.000 millones de pesos anuales.

Dado lo anterior el resultado de la calculadora fue el siguiente, la huella hídrica es de 2375.2 metros cúbicos año, representado en las siguientes gráficas.

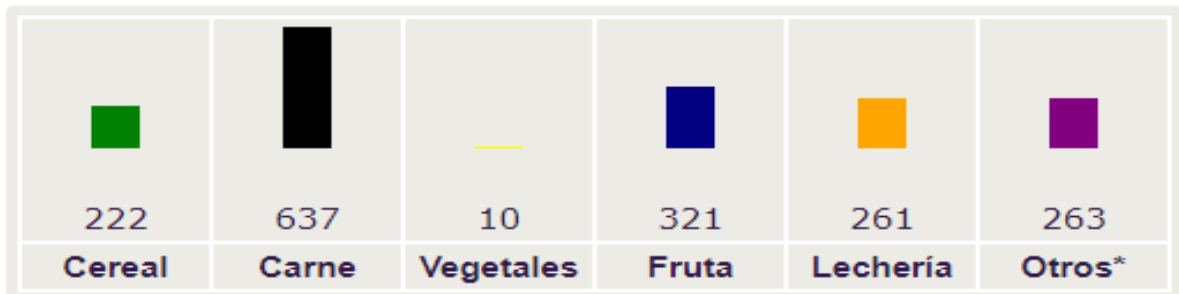
**GRAFICA 5.
 HUELLA HÍDRICA COMPARADA, VS PROMEDIO GLOBAL**



Fuente: <https://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/personal-water-footprint-calculator/>

El anterior cuadro refleja que la huella hídrica del ejemplo utilizado, está por encima una persona en promedio a nivel mundial por 1132 metros cúbicos año de más, es decir esta persona está consumiendo muchísima agua en sus alimentos, duchas diariamente, transporte, entre otros. Los siguientes valores significan los valores en alimentación, industria, es decir ropa, energía, electrodomésticos, etc., domestico la energía de la casa y su uso del agua a nivel doméstico.

**GRAFICA 6.
 HUELLA HIDRICA-ALIMENTARIO.**



Fuente: <https://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/personal-water-footprint-calculator/>

El cuadro muestra la decantación de los valores de la huella hídrica por alimento básico de una persona en su alimentación para poder vivir, para el ejemplo realizado, muestra que para cereal se requirió 222 metro cúbicos, carne 637 metros cúbicos y así sucesivamente.

2. Otro software para cálculo de la huella hídrica fue el desarrollado por la Compañía de software Solid Forest, la cual, se especializó en la implantación y desarrollo de soluciones para proyectos que requieran altos niveles de integración en entornos heterogéneos para los sectores Medioambiental, Industrial, Energético, Audiovisual y Servicios. La misma desarrolló una herramienta (Air.e) que permite calcular la huella de carbono. En su versión 2.0 incluye también el cálculo de la huella del agua, sin embargo, este cálculo se realiza solo para un individuo o país, sin incluir en la misma la huella hídrica de las comunidades, negocios o áreas geográficamente delineadas.

La herramienta Air.e LCA está diseñada para dar una solución completa. A través de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida, no sólo es posible realizar análisis del comportamiento ambiental de productos y organizaciones, también es posible centrarse en objetivos específicos, como la mitigación del Cambio Climático a través de la Huella de Carbono, o la reducción de recursos hídricos mediante el análisis de la Huella de Agua⁶³.

Poniendo todos los aspectos encima de la mesa, Air.e LCA proporciona las herramientas necesarias para desarrollar productos más sostenibles en todos los aspectos, no sólo medioambientales, sino también económicos.

3. Otro software que permite el cálculo de la huella Hídrica es el desarrollado por la compañía Zerofootprint. Esta aplicación calcula la HH solamente de un hogar, teniendo en cuenta las dimensiones de la propiedad, la cantidad de agua utilizada para lavar, en la cocina y en el baño. Estos cálculos solo se realizan para dos países en específico, Canadá y Estados Unidos.

Como se ha visto hasta aquí, los softwares que calculan la Huella Hídrica son bastante específicos, algunos se circunscriben a unos pocos países o si no se centran en el análisis individual o a nivel de nación sin que calculen el indicador en los niveles.

⁶³AIR.E LCA. Software para análisis del ciclo de vida, El paso adelante [En Línea]. [Consultado 10 Junio de 2019]. Disponible en: <https://www.solidforest.com/software-huella-ambiental.html>

4. Semejante hay otro software que calcula la huella hídrica es el desarrollado por la ISO, “Organización Internacional de Normalización “ El Software ISO 14001 ayuda a las organizaciones con una herramienta amigable, la cual ofrece facilidades en la evaluación y monitorización de forma automática de los aspectos ambientales, sus objetivos y riesgos.

En pocas palabras la huella hídrica es un elemento clave en las organizaciones para la toma de decisiones, dado que de su uso se ve afectado ambientalmente un país, región, área, empresa, tanto a nivel nacional o mundial, es por ello que se habla de huella hídrica a nivel nacional y mundial, se enuncia que la huella hídrica mundial de la humanidad en el período 1996-2005 fue de 9087 mil millones de metros cúbicos por año (74% verde, 11% azul, 15% gris). La producción agrícola contribuye 92% a esta huella total⁶⁴.

En consideración a todo lo anterior se pudo realizar el siguiente cuadro:

**Cuadro 2.
Formula Huella Hídrica.**

Huella Hídrica Interna	+	Huella Hídrica Externa	=	Huella Hídrica
+		+		
Volumen de Agua exportación	+	Agua no usada en exportación	=	Volumen de Agua exportación
=		=		
Volumen de agua usada en el país	+	Agua importación	=	Balance total de agua

Fuente: huella hídrica, waterfootpring

El país, región, empresa o persona, que tenga conciencia social y aplique la norma, se piensa que la empresa que se vincula directamente con la estandarización de una normativa queda obligada a la mejora de los procesos, aunque en este caso la vinculación de la gestión sostenible y responsable del agua, además de cómo será el impacto negativo que se puede generar en la gestión del medio ambiente.

⁶⁴ WATER FOOTPRINT NETWORK. ¿Qué es la evaluación de la huella hídrica? [En línea]. [Consultado 26 mayo de 2019]. Disponible en: <https://waterfootprint.org/en/water-footprint/what-is-water-footprint/>

9. BENEFICIOS DE APLICAR EL CÁLCULO DE LA HUELLA HYDRICA.

Hablar de beneficios de la huella hídrica, lo tomamos desde varios ángulos, que a continuación se detalla, resaltando que en las teorías no mencionan los beneficios, solo la definen, su metodología de cálculo y origen, de nuestras percepciones es que hemos decantado estos beneficios, entre ellos;

9.1 SOCIALES.

En esta óptica, se toma todo lo concerniente a lo que está directamente relacionado con las personas y la familia como centro de la sociedad y alineados con los objetivos de desarrollo sostenible, definidos por la ONU (Organización De Las Naciones Unidas).

Dado lo anterior la huella hídrica tiene trazabilidad con la producción de alimentos en una región, país y a nivel mundial, bajo muchos teóricos e instituciones es llamado la seguridad alimentaria, se prevé que para el 2050 la población mundial ha aumentado en un tercio y para ello la producción agrícola debe de aumentar en un 60% para poder satisfacer las necesidades de una población o comunidad.

Por lo tanto, para alimentar una población mundial cada vez mayor y para sentar las bases del crecimiento económico y la reducción de la pobreza, la agricultura debe experimentar una notable transformación, solo que se ve afectado por fenómenos como el cambio climático, dando una reducción de la producción y a menores ingresos en las zonas vulnerables.

Ahora bien, instituciones como la OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica), para afrontar el cambio climático ha desarrollado prácticas nucleares que ofrecen ventajas considerables frente a las técnicas convencionales. La OIEA ayuda a los Estados Miembros a utilizar estas técnicas para determinar los efectos del cambio climático y adaptarse a ellos, lo que permite mejorar la agricultura y la resiliencia de los sistemas de producción de alimentos.

Con respecto a las técnicas nucleares, hay diversas que permiten conocer sobre los efectos del cambio climático y como combatirlo, como por ejemplo como controlar la erosión del suelo y la degradación de la tierra, a la vez, mejorar la fertilidad del suelo y la eficiencia en el uso del agua, entre ellas se tienen la técnica isotópica del nitrógeno 15, por ejemplo, permite determinar la fuente de óxido nitroso y encontrar formas de reducir las emisiones de ese gas.

Otra técnica, la huella de carbono ¹³ en los suelos se utiliza junto con los radionucleidos procedentes de la precipitación radiactiva para determinar el origen de la degradación de la tierra en zonas agrícolas, lo que contribuye a controlar la erosión del suelo y a cuantificar la contribución de los residuos de los cultivos a la mejora de la fertilidad y la resiliencia del suelo.

A su vez, la técnica del nitrógeno ¹⁵ también puede utilizarse para cuantificar la captura de nitrógeno atmosférico por los cultivos de leguminosas y la contribución del abono nitrogenado a los cultivos presentes y futuros, mientras que la huella de oxígeno ¹⁸ puede ayudar a determinar la cantidad de agua que pierden las prácticas de gestión agrícola debido a la evaporación del suelo y a la transpiración vegetal. Esto, a su vez, contribuye a mejorar la eficiencia del uso del agua y a fortalecer la resiliencia de las plantas.

La irradiación con rayos gamma y rayos X se utiliza para esterilizar insectos causantes de plagas con objeto de soltarlos en el marco de programas de gestión de plagas que utilicen la técnica de los insectos estériles, atenuar (debilitar) patógenos para la producción de vacunas veterinarias y desarrollar variedades de cultivos mutantes con mayor tolerancia al estrés abiótico y biótico.

Resaltando que los agricultores tendrán que adoptar sistemas que sean más productivos, con insumos con más eficaces, reduciendo la variabilidad y aumenten la estabilidad de los productos. Esta transformación ha de lograrse sin agotar la base de recursos naturales. Asimismo, supondrá una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y un aumento de los sumideros de carbono, lo que contribuirá considerablemente a mitigar el cambio climático⁶⁵, la posibilidad de incrementar la producción de alimentos. Los recursos naturales, como la tierra, el agua, el suelo y los recursos genéticos, deben gestionarse mejor para conseguir una agricultura más productiva y resiliente.

Por lo anterior, se conoce como agricultura climáticamente inteligente, que es la ayudada por la IAEA a sus estados miembros, aplicando técnicas nucleares, para aumentar de forma sostenible la productividad agrícola de un territorio, nación, país y a nivel mundial, para satisfacer las necesidades de la comunidad. Lo anterior

⁶⁵ IAEA, Organismo Internacional de Energías Atómicas, Agricultura climáticamente inteligente [En línea]. [Consultado 09 Julio de 2019]. Disponible en: <https://www.iaea.org/es/temas/agricultura-climaticamente-inteligente>

ayudando a la resiliencia, del sistema agrícola mundial frente al cambio climático, mejorando la productividad en los cultivos, pecuaria, rastrear plagas y enfermedades, como crear modelos de previsión. Definimiento resiliencia como la capacidad de un sistema para prever y absorber los efectos de un suceso peligroso y adaptarse a ellos, recuperándose de manera oportuna y eficaz

La agricultura es, a la vez, víctima y factor coadyuvante del cambio climático. Por un lado, las actividades agrícolas representan aproximadamente el 30 % del total de las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente debido al uso de fertilizantes químicos, plaguicidas y desechos animales. Esa tasa seguirá aumentando como consecuencia del incremento de la demanda de alimentos por parte de una población mundial cada vez mayor, el aumento de la demanda de productos lácteos y cárnicos, y la intensificación de las prácticas agrícolas, todo ello conlleva aumentar el consumo de agua para la producción de los bienes.

En consideración a lo anterior, los empresarios tienen que incluir prácticas como la agricultura de conservación, que produzca una gran cantidad de beneficios, como reducir la erosión del suelo, mejorar la retención del agua en el suelo y la disponibilidad de nutrientes para los cultivos, aumentar la acumulación de materia orgánica en el terreno, e incrementar la productividad agropecuaria. La producción agrícola tendrá que aumentar aproximadamente un 50 por ciento en 2050 para satisfacer las necesidades de una población creciente.

Continuando con los beneficios sociales, el determinar la huella hídrica en personas, empresas, regiones y países, ayudan directamente al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, entre ellos el número dos, hambre cero, que tiene como propósito poner fin al hambre a nivel mundial, para ello hay que lograr la seguridad alimentaria, lograr la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.

Si bien es cierto que actualmente se producen los alimentos para todos, con el crecimiento poblacional y la reducción de las hectáreas en cultivos, en algún momento colapsará la producción vs la demanda, y pese a lo anterior, más de 820 millones de personas siguen padeciendo hambre, prueba de ello es que en África crece cerca del 20% este valor en todas las subregiones⁶⁶.

⁶⁶ FAO, Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. [En línea]. [Consultado Agosto de 2109]. Disponible en: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/goals/goal-2/es/>

Conviene distinguir que la malnutrición está cobrándose un elevado precio en los países en desarrollo y desarrollados, más de dos mil millones de adultos, adolescentes y niños son obesos o tienen sobrepeso, esto trae consecuencias graves para la salud pública, la riqueza nacional y la calidad de vida de las personas y las comunidades.

Como breve conclusión, el agua dulce, se reduce cada vez más, aunado a la menor disponibilidad de tierras, el aumento de la degradación del suelo, la biodiversidad y la mayor frecuencia y gravedad de los fenómenos meteorológicos extremos, impacta severamente la agricultura y por ende a la comunidad.

Dentro de este contexto, e encuentra también el objetivo número de desarrollo sostenible, fin de la pobreza, que está ligado directamente al de hambre cero, que, con base en los datos estadísticos de la ONU, el número de personas que viven en extrema pobreza en el mundo se ha reducido a la mitad desde 1990. Sin embargo, en 2015 había alrededor de 737 millones de personas que vivían con menos de 1,90 USD al día (umbral de la pobreza establecido por el Banco Mundial). Al respecto, con sano criterio, es sano enunciar que estos son los estándares diseñados por ellos, dado que la realidad es otra y muy dura, dado que hay familias y no personas que sobreviven con 1.90 dólares diarios.

Es apropiado mencionar que las personas que viven en el área rural de las ciudades son las que más viven en situación de pobreza extrema, y lo único que tiene para su sustento son la agricultura, solo que la transformación estructural, el acceso a la tierra, la diversificación de los ingresos, empleos decentes, igualdad de género, es promovido por la ONU⁶⁷.

Como se observa, la buena salud comienza con la nutrición, y esta viene de las plantas y animales y no consumimos alimentos nutritivos y de forma regular, no podemos vivir, aprender, defendernos de enfermedades o llevar una vida productiva. Para la ONU, la salud va más allá de la salud humana, la salud animal, vegetal y ambiental, ya que forma parte del enfoque “Una sola salud” para todos,

⁶⁷FAO, Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. [En línea]. [Consultado Agosto de 2109]. Disponible en: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/goals/goal-3/es/>

sin olvidarnos que el elemento agua es indispensable tanto en animales como plantas⁶⁸.

Al lado de lo anterior, el objetivo de desarrollo sostenible número seis Agua Y Saneamiento, que tiene como objetivo garantizar el agua para todos, su gestión sostenible y saneamiento para todos, pretende aumentar la producción de alimentos usando menos agua, en todos los procesos de producción, siendo este uno de los grandes desafíos de nuestros tiempos.

Este reto de disminuir la escasez de agua, y su baja calidad, como su saneamiento inadecuado, afectan a la seguridad alimentaria, la nutrición y las oportunidades educativas y económicas para las familias pobres de todo el mundo, dado que los cultivos y la ganadería representan el 70 por ciento de todas las extracciones de agua y hasta el 95 por ciento en algunos países en desarrollo. La retirada de agua para riego y ganado aumentará a medida que el crecimiento de la población mundial y el desarrollo económico impulsen la demanda de alimentos.

Paralelamente, la tendencia de cuidar la salud con alimentos dietéticos, ello aumenta el consumo de agua, como la producción de alimentos, requiere más agua, el reto es producir más alimentos, utilizando menos agua, cuidando las fuentes y haciendo seguimiento del uso de los recursos hídricos y los niveles de estrés por déficit hídrico.

De aquí que la energía asequible y no contaminante contemplada en el objetivo de desarrollo número siete, es otro reto a nivel mundial, de tal forma que sea sostenible y moderna para todos, jugando un papel clave en el logro de la seguridad alimentaria y por ende mejor nutrición para todos, dado que los sistemas modernos dependen en gran medida de los combustibles fósiles, estos se consumen alrededor de un 30% de la energía disponible, con aporte de un 20% de los gases de efecto de invernadero⁶⁹.

Para suministrar más alimentos, dejando de utilizar estos medios contaminantes, se deben de adoptar fuentes de energías limpias y con ello impacto en los cambios climáticos, garantizando la seguridad alimentaria, para lograrlo los países deben de

⁶⁸ FAO, Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. [En línea]. [Consultado Agosto de 2109]. Disponible en: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/goals/goal-1/es/>

⁶⁹FAO, Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. [En línea]. [Consultado Agosto de 2109]. Disponible en: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/goals/goal-7/es/>

adoptar marcos jurídicos en sus países, que coordinen a nivel internacional, en logro de los objetivos de desarrollo sostenible.

Por lo tanto, para promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos, plasmado en el objetivo de desarrollo sostenible número ocho, La alimentación y la agricultura pueden ayudar a resolver el desafío del empleo. Si bien es cierto que existe un gran número de oportunidades aún no exploradas de empleo agrícola y no agrícola en la agricultura y más allá, en las cadenas agroalimentarias vinculadas a la agricultura sostenible, el desarrollo de la agroindustria y los servicios de apoyo relacionados⁷⁰.

Se necesitan con urgencia trabajos mejores, más seguros y variados en las zonas rurales donde viven y trabajan la mayoría de las personas pobres del mundo. En el sector agrícola se concentra la mayor parte del empleo del mundo, especialmente en los países en desarrollo, donde la agricultura genera una proporción considerable del PIB. Pero la mayoría de los trabajadores, particularmente los jóvenes, tienen empleo precario y mal remunerado en la economía rural informal, una situación que usualmente los lleva a migrar a las zonas urbanas donde los mercados laborales a menudo ya están saturados.

Sumado a lo anterior el crecimiento exponencial de la población a nivel mundial, sumado al deterioro de los recursos naturales y la creciente urbanización, se requiere alimentar a más personas con menos agua, menos tierras de cultivo y menos mano de obra rural, al respecto el objetivo de desarrollo sostenible producción y consumo responsable genera los lineamientos a todos los países miembros de la ONU, DODNE se debe de cambiar de enfoque en la producción, teniendo en cuenta las necesidades de agua, energía y alimentos necesario para producir los alimentos necesarios, bajo el enfoque de producción y consumo sostenible.

Con lo anterior, las estadísticas muestran que se desperdicia alrededor de un tercio de los alimentos que se producen en el mundo cada año, mientras que más de 820 millones de personas padecen hambre⁷¹

⁷⁰FAO, Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. [En línea]. [Consultado Agosto de 2109]. Disponible en: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/goals/goal-8/es/>

⁷¹FAO, Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. [En línea]. [Consultado Agosto de 2109]. Disponible en: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/goals/goal-12/es/>

Con base en lo anterior, se deben de adoptar medidas para combatir el cambio climático y sus efectos, descritos en el objetivo número trece, acción por el clima, dado que el cambio climático ha traído profundas consecuencias sobre la biodiversidad del planeta, ello ha aumentado el nivel del mar y los océanos, de otro lado longevas sequias, que ponen en riesgo el suministro de agua dulce y por ende los cultivos y consigo la seguridad alimentaria⁷².

A lo anterior los países y la comunidad tiene que gestionar los bosques, para tener tierras óptimas para el cultivo, preservar la biodiversidad que proporcionan innumerables recursos y servicios ambientales: aire y agua limpios, y con toda esta biodiversidad, mitigar el cambio climático. La consecuencia se generaría, bosques y pastizales que mantienen una variedad de industrias, generan empleos e ingresos y son fuente de alimentos, medicinas y combustible para más de 1000 millones de personas⁷³.

La alerta a nivel mundial de los recursos naturales y los ecosistemas están bajo presión y se está perdiendo diversidad biológica en todo el mundo, de otro lado el uso de la tierra, incluida la deforestación, provocan la pérdida de hábitats valiosos, la disminución del agua limpia, la degradación de la tierra, la erosión del suelo y la liberación de carbono a la atmósfera.

Para todo lo anterior es clave la huella hídrica y su cálculo, para que las personas, empresas, gobiernos generen acciones en sus planes de gobierno, encaminadas a cumplir con la demanda de bienes y servicios en sus territorios y coadyuvando a nivel mundial, sin la debida gestión del agua, es imposible sostener las fuentes de agua, ello trae como consecuencia, la inseguridad alimentaria, sequias prolongadas, aumento de los cambios climáticos.

Por lo tanto, la conciencia social en el cuidado del agua a nivel mundial y a todo nivel conllevará a sociedades justas, pacíficas e inclusivas, traerá paz en las personas, familias y sociedad, mitigando la migración forzada, no es la ONU y sus organismos de control y ayuda, son todos, personas, empresas, gobernantes, construyendo políticas claras, transparentes, para construir prosperidad, paz, fortaleciendo lo rural y agrícola, para asegurar la subsistencia. Las alianzas juegan

⁷²FAO, Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. [En línea]. [Consultado Agosto de 2109]. Disponible en: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/goals/goal-13/es/>

⁷³ FAO, Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. [En línea]. [Consultado Agosto de 2109]. Disponible en: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/goals/goal-15/es/>

un papel importantísimo en el logro de todo lo social en los países, de tal forma que se comprometan en el desarrollo de las regiones, mediante el logro de los objetivos de desarrollo sostenible⁷⁴.

9.2 EMPRESARIALES.

Sobre los beneficios empresariales, relacionamos los que contribuyen al crecimiento empresarial, y ayudan a su posicionamiento, entre ellas;

1. Ayuda a las empresas a buscar la diferenciación cualitativa, que supone el cálculo y la difusión de esta información entre sus empleados, clientes y consumidores, generando conciencia social y empresarial con el cuidado del agua en todo su ciclo de vida.
2. Es una de las herramientas de las que hacen uso las empresas para determinar el consumo de agua en la elaboración de sus bienes, productos o servicios, para ser de alguna manera más inteligente empresarialmente y sostenible.
3. Es un mecanismo de trazabilidad aplicable a lo largo de los procesos de la empresa, que va desde la materia prima hasta la presentación del producto final, otro de los beneficios de contar con la huella de hídrica en la empresa es la de analizar los puntos susceptibles de reducción de agua en los procesos.
4. La huella hídrica ayuda a mejorar la imagen de la marca y a tomar decisiones ecoeficientes con su entorno, conducentes al cuidado de las fuentes hídricas y su conservación, y por ende en las personas y consumidores, es el indicador de ecoeficiencia de la empresa.
5. La concienciación sobre un mundo más sostenible, es afortunadamente, cada vez más mayor, con ello permite satisfacer las demandas de los consumidores más ecointeligentes ofreciendo una información mucho más fiable.
6. Actúa como elemento diferenciador cara a la competencia, empresarios, consumidores, a todo nivel.

⁷⁴FAO, Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. [En línea]. [Consultado Agosto de 2109]. Disponible en: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/goals/goal-17/es/>

7. Otro de los beneficios de contar con la huella de hídrica en la empresa, es que ésta produce un diseño y un producto más sostenible con el medio ambiente.

8. También ayuda a mejorar la imagen de la empresa entre sus propios trabajadores. Una imagen mucho más ecosolidaria con el entorno y el Planeta.

9. Es una tendencia al alza. Implantarla en la empresa supone pertenecer a este creciente grupo de empresas que ya adoptan medidas relacionadas., con el cuidado del medio ambiente.

10. Un aspecto importante para las empresas, el determinar la huella hídrica, no supone excesivos costos para las empresas, y a la vez permite identificar los verdaderos costos de producción, que sirvan para la toma de decisiones adecuadamente.

La huella de hídrica, a manera de conclusión, tiene una gran importancia en muchos ámbitos por 4 motivos principalmente:

-Mejorar la imagen, el good will de la organización trae consigo mismo, calidad en sus productos o servicios que ofrece y como consecuencia el aumento en las ventas, mejorando su marca y reputación, así muestra una imagen comprometida con la lucha contra el cambio climático.

-Evaluar riesgos asociados al cambio climático, calentamiento global y efecto invernadero para poder identificar potenciales ahorros y oportunidades de acceso a nuevos mercados. La huella de hídrica no es el único cálculo que nos puede ayudar a responsabilizarnos con el medioambiente.

La realización de una auditoría energética nos permite saber las claves necesarias para mejorar la eficiencia energética de una empresa o un hogar, con respecto al consumo de agua y su cuidado como conservación.

-Cumplir la norma en cada territorio, disminuyendo los costes asociados al realizar los estudios con anterioridad para su aplicación obligatoria.

-Da respuesta a nuevas exigencias del cliente o de inversores para ayudar a los clientes, los consumidores o los inversores en su toma de decisiones ofreciendo información veraz y fiable.

9.3 TRIBUTARIOS.

Es un hecho que, para la mayoría de los países del mundo, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero es una prioridad, pues, de acuerdo con las Naciones Unidas⁷⁵ “el cambio climático es un fenómeno que altera las economías nacionales, con costes que son elevados en la actualidad y que aumentarán en el futuro”. Por ello, y como medida para abordar este fenómeno de forma más amplia y categórica, se firmó el llamado Acuerdo de París, el cual fue adoptado en el año 2015 y “marcó un punto de inflexión en la historia, pues se estableció un objetivo central de mantener el aumento de la temperatura mundial por debajo de los 2°C y lo más cerca posible de 1,5°C”⁷⁶.

Con base en lo anterior, el 20 de julio del año 2015, el Gobierno nacional de esa época, comandado por Juan Manuel Santos, se comprometió a reducir el 20% de sus emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2030, bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)⁷⁷. Debido a ello, a través de la promulgación de la Ley de Reforma Tributaria Ley 1819 de 2016, se estableció un nuevo impuesto llamado impuesto al carbono. Dicho impuesto es generado con la venta dentro del territorio nacional, retiro, importación para el consumo propio o importación para la venta de combustibles fósiles y se causa en una sola etapa⁷⁸.

Lo anterior tiene relación con la huella hídrica, dado que, con el recaudo del impuesto, con el mismo, la ley generó destinaciones específicas, entre ellas el cuidado del medio ambiente en especial sus fuentes hídricas y ecosistemas así lo plasmo la norma en la ley 1819 de 2016 en su articulado 223 y siguientes, en los cuales determina su destinación al fondo Colombia en paz, así:

⁷⁵ NACIONES UNIDAS. (s.f). *La Cumbre sobre el Clima 2019*. Recuperado de: <https://www.un.org/es/climatechange/un-climate-summit-2019.shtml>. Consultado el día 17 de abril de 2019.

⁷⁶ *Ibíd.*

⁷⁷ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Colombia se compromete a reducir el 20% de sus emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2030 [en línea]. Bogotá, julio de 2015. Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/1913-colombia-se-compromete-a-reducir-el-20-de-sus-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-para-el-ano-2030>. Consultado el día 17 de abril de 2019.

⁷⁸ CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA (2016). Ley 1819 de 2016: Por medio de la cual se adopta una reforma tributaria estructural, se fortalecen los mecanismos para la lucha contra la evasión y la elusión fiscal, y se dictan otras disposiciones. art. 221. Recuperado de: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1819_2016.html. Consultado el 17 de abril de 2019.

El 25% se destinará al manejo de la erosión costera; la reducción de la deforestación y su monitoreo; la conservación de fuentes hídricas; la conservación de ecosistemas estratégicos, especialmente páramos; acciones en cambio climático y su respectivo monitoreo, reporte y verificación, así como al pago por servicios ambientales.

El 5% se destinará al fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y otras estrategias de conservación a través de creación y ampliación de áreas protegidas, manejo efectivo y gobernanza en los diferentes ámbitos de gestión.

El 70% se destinará a la implementación del Acuerdo Final para la Terminación del Conflicto Armado y la Construcción de una Paz Estable y Duradera con criterios de sostenibilidad ambiente.

De lo anterior, se infiere la voluntad del gobierno nacional al expedir estas normas que están direccionadas al cuidado del medio ambiente y cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible.

En lo que respecta a inversiones, otro beneficio tributario contemplado en la ley 1819 es la renta exenta de inversiones que realicen las personas, manifiesta en el numeral 7 del artículo 235-2 informa que la venta de energía eléctrica generada con base en energía eólica, biomasa o residuos agrícolas, solar, geotérmica o de los mares, según las definiciones de la Ley 1715 de 2014 y el Decreto 2755 de 2003, realizada únicamente por parte de empresas generadoras, por un término de quince (15) años, a partir del año 2017, con el lleno de los requisitos que exige la ley para ello.

Otro beneficio de la ley enunciada es el régimen tributario especial para las empresas que tengan dentro de sus actividades meritorias la protección al medio ambiente, su conservación, recuperación, protección, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente sostenible, y es que con la certificación como régimen tributario especial no pagan renta y complementarios, como tampoco le practican retenciones en la fuente.

Por otra parte, existe otra norma que le otorga beneficios tributarios a las empresas que decidan invertir en el desarrollo de proyectos que involucren la utilización de energías renovables. Dicha ley es la Ley 1715 de 2014, que tuvo por objeto⁷⁹, promover el desarrollo y utilización de fuentes renovables de energía en el sistema energético nacional como un medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético nacional, lo anterior disminuye el consumo de agua y con ello se preserva, no solo las fuentes, si no los ríos, lagos, entre otros.

⁷⁹ CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. (2014). Ley 1715 de 2014: Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. Art. 1°. Recuperado de: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1715_2014.html. Consultado el 17 de abril de 2019.

Los incentivos tributarios de esta ley están enmarcados dentro de los artículos 11, 12, 13 y 14, los cuales fueron reglamentados con el Decreto 2143 de 2015. El siguiente cuadro muestra la relación de beneficios tributarios de que trata esta ley, así como una descripción general de cada uno:

**Cuadro 3.
Beneficios tributarios asociados a la huella de hídrica.**

BENEFICIOS	ARTÍCULO DE LA LEY 1715 DE 2014 DE QUE TRATA EL BENEFICIO	DESCRIPCIÓN GENERAL
(I) Deducción en el impuesto de renta	Artículo 11	Los contribuyentes declarantes del impuesto sobre la renta que realicen directamente nuevas erogaciones en investigación, desarrollo e inversión para la producción y utilización de energías renovables o gestión eficiente de la energía, tendrán derecho a deducir hasta el 50% del valor de las inversiones. (El valor a deducir de forma anual, no puede ser superior al 50% de la Renta Líquida del contribuyente).
(II) Depreciación acelerada	Artículo 14	Consiste en una deducción sobre el cálculo del impuesto de renta, que no puede superar el 20% del valor del activo de forma anual.
(III) Exclusión de bienes y servicios de IVA	Artículo 12	Se trata como excluido el IVA en compra de bienes y servicios, equipos, maquinaria, elementos y/o servicios nacionales o importados, que sean destinados a la utilización de energías renovables.
(IV) Exención de gravámenes arancelarios	Artículo 13	Exención del pago de los Derechos Arancelarios de Importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para labores de pre inversión y de inversión de proyectos con energías renovables.

Fuente: Adaptado de la Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014, publicada por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME).

El cuadro relacionado deja claro los incentivos tributarios que tiene las personas naturales o jurídicas, en lo que respecta a las inversiones que realicen en investigación, desarrollo o inversión en energías renovables, como la utilización del aire, océanos, entre otros.

Al mismo tiempo ayuda a conseguir financiación, ya sea por incentivos otorgados por los gobiernos o por las denominadas líneas verdes ofrecidas por diferentes entidades financieras como Bancolombia, las empresas que demuestren mayor responsabilidad ambiental tienen mayores oportunidades de financiamiento. Y es

que en los últimos años el mercado verde ha ido creciendo en el país⁸⁰; por ejemplo, la primera entidad financiera de Colombia (y de Sudamérica, en general) de carácter privado en emitir Bonos Verdes fue Bancolombia⁸¹, lo que les permitió contar con los recursos necesarios para financiar proyectos que contribuyeran a combatir el cambio climático.

Los Bonos Verdes, de acuerdo con Gantiva⁸², tienen las mismas características que las de un bono ordinario, pero a diferencia de estos últimos, los recursos que se obtienen con su adquisición, se utilizan para financiar, únicamente, proyectos que generan efectos ambientales positivos. Al ser similares a los bonos ordinarios, la dinámica que envuelve su adquisición es igual⁸³: primero, el banco emite los bonos verdes, que utilizan los programas de emisión existentes para los bonos ordinarios, teniendo en cuenta los Principios de Bonos Verdes⁸⁴ (o Green Bonds Principales, por su nombre en inglés); posteriormente, los inversionistas interesados en realizar proyectos ambientales compran los bonos, y de esta manera el banco obtiene los recursos necesarios para financiar proyectos y tecnologías sostenibles.

Como se puede apreciar, la emisión de bonos verdes se ha convertido en la alternativa ideal para aquellas compañías que les interese ejecutar proyectos que beneficien el medioambiente, y para ello las entidades financieras, bien sea pública o privada, se han convertido en actores importantes de esta tendencia. En este sentido, y de acuerdo con una encuesta realizada en el año 2018 por la Iniciativa de Bonos Climáticos (CBI), se estima que hay un total de USD1450 billones de bonos emitidos en circulación⁸⁵, lo que representa la gran cantidad de bonos que se emiten año tras año y dan cuenta del auge de esta práctica, que está ligada directamente con la reducción de emisiones de GEI y a su vez, implica que la huella de carbono

⁸⁰ De acuerdo con el 1er Reporte de Bonos Verdes de Bancoldex, el cual fue realizado en octubre de 2018, un año después de haberse emitido los primeros bonos verdes por parte de dicha entidad en la Bolsa de Valores de Colombia, se financiaron 273 proyectos ambientales, beneficiando así a 158 empresas, de las cuales el 33% son Mypymes. El desembolso total fue de \$328.358 millones, con un desembolso promedio de \$1.868 millones. BANCÓLDEX. (2018). 1er Reporte de Bonos Verdes. Recuperado de: https://www.bancoldex.com/sites/default/files/images/11028_infografiabonosverdes.pdf. Consultado el día 17 de abril de 2019.

⁸¹ BANCOLOMBIA. (s.f.). *Bonos Verdes #ParaUnMejorFuturo*. Recuperado de: <https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/acerca-de/informacion-corporativa/sostenibilidad/bonos-verdes>. Consultado el día 17 de abril de 2019.

⁸² GANTIVA, Camilo. (2018). *Bonos Verdes: El boom mundial del financiamiento verde*. Recuperado de: <https://www.asuntoslegales.com.co/consultorio/bonos-verdes-el-boom-mundial-del-financiamiento-verde-2789609>. Consultado el día 17 de abril de 2019.

⁸³ BANCOLOMBIA. Op. cit.

⁸⁴ Estos principios fueron implementados por International Capital Markets Association (ICMA) que cada año emite una guía para la emisión de estos bonos.

⁸⁵ CLIMATE BONDS INITIATIVE. (2018) Bonos y cambio climático: estado del mercado a 2018. Recuperado de: https://www.climatebonds.net/files/files/cbi_sotm_2018_spanish.pdf. Consultado el 17 de abril de 2019.

de las entidades que adquieran dichos bonos, se va a ver beneficiada con la ejecución de estos proyectos ambientales.

Es apropiado enunciar que la ley 788 de 2002 en su artículo 78, manifiesta sobre la deducción por inversiones en control y mejoramiento del medio ambiente, informando que las personas jurídicas que realicen directamente inversiones en control y mejoramiento del medio ambiente, tendrán derecho a deducir anualmente de su renta el valor de dichas inversiones que hayan realizado en el respectivo año gravable, previa acreditación que efectúe la autoridad ambiental respectiva, en la cual deberán tenerse en cuenta los beneficios ambientales directos asociados a dichas inversiones, resaltando que el valor a deducir no debe de superar el veinte por ciento (20%) de la renta líquida del contribuyente, determinada antes de restar el valor de la inversión.

Con base en los beneficios tributarios las personas naturales y jurídicas deben de estar certificados por la autoridad ambiental, que en este caso es el ANLA y para ello el gobierno nacional expidió el decreto 2532 del año 2001, el cual reglamenta los artículos 424-5 y 428 del Estatuto Tributario, que direccionan sobre cómo obtener el certificado ambiental, que tiene como propósito la exclusión del impuesto sobre las ventas, como los equipos y elementos nacionales o importados que se destinen, instalen en sistemas de monitoreo en lo ambiental, como la importación de maquinaria destinadas reciclar y procesar basuras, ello incluye tratamiento de aguas residuales, recuperación de ríos y saneamiento básico, siempre y cuando hagan parte de un programa de medio ambiente aprobado por el ministerio ambiental

9.4 AMBIENTALES.

Hablar de la huella hídrica o huella de agua, es un concepto creado en 2002 por el Catedrático Arjen Y. Hoekstra, que ha alcanzado gran importancia en el ámbito de la conservación del medio ambiente, a tal punto que waterfootpring adopto su modelo de cálculo de la huella y con base en esta metodología ha creado calculadoras de la huella de agua. Se trata de un indicador que mide el uso de agua, tanto directo, relacionado con su empleo para beber, cocinar o lavar, como indirecto, utilizado en la producción de bienes.

De lo anterior, ya existen los medios para determinar el uso del agua de una persona, empresa, región, país y a nivel mundial, De esta manera, la huella hídrica de un individuo, comunidad o comercio es el volumen total de agua dulce que cada uno de ellos utiliza para producir los bienes y servicios consumidos, y con base en este valor, generar planes de mejoramiento para el cuidado del medio ambiente,

entre ellos, la siembra de árboles, disminución de tala de bosques, detección de desperdicios en los procesos, reutilización, entre otros.

El cuidado del medio ambiente es responsabilidad de todos, gobernantes, empresarios, personas y comunidad, dado el sostenimiento de los recursos como el agua es fundamental para la preservación de la especie humana, animal y vegetal, estableciendo una relación directa con los sistemas hídricos y el consumo humano en la producción de bienes, servicios y productos para la satisfacer las necesidades humanas.

Ahora bien, la capacitación y sensibilización de este concepto en todos los niveles, para el cálculo de su propia huella hídrica, representada en el volumen total de agua que se utiliza para reproducir los bienes y servicios consumidos por sus habitantes y con ello generar políticas, directrices para gestionar mejor el uso, cuidado y conservación del agua en sus territorios.

Con lo anterior, las metas entre otras están, en reducir la huella hídrica por persona en Colombia que se encuentra en 2.325 metros cúbicos al año, siendo estados unidos el que mayor consumo de agua tiene con 2500 metros cúbicos año por persona. Ahora bien, la finalidad de este indicador es generar conciencia sobre el consumo de este recurso, en la utilización del recurso agua en las diferentes actividades, como los riesgos que conlleva el mal uso o proceso de extracción de agua.

Cabe resaltar que la huella hídrica se convierte en un aporte para que en Colombia se cumpla con las metas propuestas en el Objetivo 15 (*Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad*) de los ODS, pues en la cumbre de Río+20 llevada a cabo en septiembre del año 2015, las Naciones Unidas propusieron 17 Objetivos de desarrollo sostenible, con los cuales se busca mejorar la calidad de vida de las personas, reducir la pobreza y desigualdad, conservar los recursos naturales, sin necesidad de comprometer el futuro de las siguientes generaciones. Colombia hace parte de los 193 países que se comprometieron en

implementar, avanzar, promover y contribuir con cada uno de los objetivos de desarrollo sostenible⁸⁶.

La actividad agrícola genera una cantidad considerable de emisiones de gases de efecto invernadero, que contribuyen en gran medida al calentamiento global y al cambio climático, su planificación adecuada en todos los niveles por parte del gobierno, empresarios y personas, contribuirán a mitigar los efectos que trae los cambios climáticos como son el efecto de invernadero y por ende el calentamiento global.

9.5 INTERNACIONALES.

En lo que respecta a lo internacional, la determinación de la huella hídrica ayuda a empresarios, y países, a determinar la huella hídrica relacionada con el concepto de agua virtual que es la cantidad de agua utilizada de modo directo e indirecto para la realización de un bien, producto o servicio. Es un concepto muy útil para contabilizar el uso y abuso que hacemos de este recurso escaso que tan importante es saber aprovechar y gestionar en forma eficiente, utilizamos muchos litros de agua para beber, cocinar, lavar y asearnos; pero aún usamos más agua para elaborar productos tales como alimentos, papel o ropa⁸⁷.

En consideración a lo anterior el consumo de agua en la producción, es de vital importancia para determinar costos de producción, rentabilidad empresarial, uso del agua de un país y con ello la importación o exportación inherente del agua en los productos, bienes o servicios, todo ello relacionado con la imagen del país y sus empresarios y personas en el cuidado del medio ambiente.

Ciertamente china importa muchos bienes y productos, con ello tácitamente está importando mucha agua de otros países, sin deterior la huella hídrica suya, tomando un aumento del valor del agua.

De otro lado la huella hídrica ayuda a la percepción del PIB (Producto Interno Bruto) de un país, teóricos se han referido al PIB VERDE como una modificación al PIB convencional, restándole valor (si es a la baja) a los recursos naturales deteriorados, con ello se contabilizaría si determinadas actividades económicas aumentan o

⁸⁶ RED DE PERIODISTAS POR EL DESARROLLO SOSTENIBLE. Impacto de la huella hídrica en Colombia. (Agosto 9 DE 2018). [Consultado: 01 de marzo de 2019]. Disponible en: <http://www.comunicacionsostenible.co/site/el-impacto-de-la-huella-hidrica-en-colombia/>

⁸⁷ IPA, INSTITUTO PROVINCIAL DEL AGUA, (JULIO DE 2012). [En línea]. [Consultado Julio de 2019]. Disponible en: <http://institutodelagua.chubut.gov.ar/articulos/es/articulo/33/-que-es-el-agua-virtual>

reducen la riqueza nacional de un país. En 2004, Wen Jiabao anunció que un PIB verde (green GDP) reemplazaría el PIB convencional en las decisiones del Partido Comunista de China.¹² Finalmente, esta decisión fue abandonada ya que las disminuciones de PIB tras la corrección eran tan grandes que resultó políticamente inaceptable.

Lo anterior deja claro, que si bien es cierto que los países no tiene cuantificado ciertos elemento como ejemplo la contaminación, las naciones deben de calcular la contaminación, los residuos, la deforestación o desertificación, en un futuro no muy lejano para con ello, sirva de referente para el cálculo de PIB en un país y no que quede en la economía sumergida

Otro indicador relacionado con el PIB es el índice de desarrollo humano que mide aspectos como la esperanza de vida, educación, ingreso per cápita de cada persona, directamente relacionado con la seguridad alimentaria, los cambios climáticos, el hambre, la pobreza, el agua, su uso y consumo, mediante datos estadísticos, informado por los países. Todo lo enunciado de identifica con el desarrollo personal de las personas, familias y por ende de los países.

Sumado a lo anterior, está el índice de planeta feliz, que es alternativo de desarrollo humano y ambiental, que tiene como propósito medir el desarrollo de los países con base en la expectativa de vida, la percepción de felicidad de sus habitantes y la huella ecológica.⁸⁸

⁸⁸ WIKIPEDIA. Producto Interno bruto. [En línea]. [Consultado 06 Junio de 2019]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Producto_interno_bruto

10. CONCLUSIONES

1. Se analizó la evolución que ha tenido el concepto relacionado con la huella hídrica, que inicia en eco desarrollo a llegar a desarrollo sostenible, con el cual se plasman los 17 objetivos y por ende nace y evoluciona el concepto de la huella hídrica y carbón aplicada a personas y empresas.
2. Se identificaron las diferentes metodologías que existen para el cálculo y análisis de la huella hídrica, donde se determina que la ONU, tomo como modelo la realizada por parte de Arjen y Hoekstra, que introdujeron el concepto Huella Hídrica y determinaron el indicador para la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en el año 2002, que es el actualmente utilizado por las personas.
3. Se observa claramente que la aplicación de la huella hídrica en las organizaciones y personas tienen beneficios que van desde lo empresarial, social, económico, internacional y ambiental, todo ello contribuye al cuidado del medio ambiente, crecimiento empresarial, conciencia social tanto en empresarios y personas, como la comunidad en el cuidado, mantenimiento y sostenimiento del medio ambiente, que es para todos.
4. Si bien es cierto existen varias metodologías, la más contextualizada es la de Arjen y Hoekstra, que tiene conceptos de emisiones de entrada, proceso y salida, de emisiones de gases de efecto de invernadero, ello permite un mejor cálculo de este concepto.

11. RECOMENDACIONES.

1. Con base en el concepto de huella hídrica analizado y sus metodologías, diseñar calculadoras direccionada a cada sector para ser aplicadas y con base en los resultados arrojados, poder generar planes de mejoramiento para las empresas, personas, en el cuidado del medio ambiente.
2. Retroalimentar a estudiantes de todos los programas de la importancia de este concepto y su aplicación en todo nivel, para que ellos realicen la trazabilidad de este concepto en sus profesiones.
3. En el programa de Contaduría Pública, como electiva definir una asignatura relacionada con contabilidad ambiental, desarrollo sostenible y los conceptos que se derivan de ello, como huella hídrica, para ser estudiado y analizado desde lo contable, financiero y social como nuevo balance.

12. BIBLIOGRAFIA

- WATER FOOTPRINT NETWORK. Huella hídrica nacional. [En línea]. [Consultado 26 mayo de 2019]. Disponible en: <https://waterfootprint.org/en/water-footprint/national-water-footprint/>. (s.f.).
- WIKIPEDIA. Producto Interno bruto. [En línea]. [Consultado 06 Junio de 2019]. Disponible en: . (s.f.).
- COLOMBIA. Constitución Nacional. Capitulo3. Artículo 79. (1991). [En línea]. [consultado: 02 de marzo de 2019]. Disponible en <http://www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-3/articulo-79>. (s.f.).
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. [En línea]. [Consultado Agosto de 2109]. Disponible en: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/goals/goal-2/es/>. (s.f.).
- Metodología Índice De Escasez De Agua Superficial, Proyecto De Sistema De Información Del Medio Ambiente. (s.f.).
- OEI. Organización de los Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, El agua y la huella hídrica en Colombia. [En línea]. [Consultado 05 de junio de 2019]. Disponible en: <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?El-agu>. (s.f.).
- PEREZ, Guillermo. El ciclo Hidrológico.com, Evaporación [En línea]. [Consultado 06 de junio de 2019]. Disponible en: <https://www.ciclohidrologico.com/evaporacin>. (s.f.).
- RIECHMAN, Jorge; NAREDO, José Manuel y otros. De la economía a la ecología, Trotta Madrid 1995. ISBN: 84-8164-040-9. (s.f.).
- LOPEZ CEBALLOS, Carlos E. SUSTAINABLE APPROACH, 2018 WSEAS, ISSN 0975-833X [En línea]. [Consultado 25 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.journalcra.com/sites/default/files/issue-pdf/24911.pdf>. (s.f.).
- LOPEZ CEBALLOS, Carlos E "SUSTAINABLE COLOMBIA, LATIN AMERICAN SMES" En: 2018. WSEAS International Conference. ISSN: 1790-5109 p.93 - 106 v.3. (s.f.).
- (ISO, 2014). (s.f.).
- (PNUMA, 2012). (s.f.).

(TUNZA, 2010). (s.f.).

AIR.E LCA. Software para análisis del ciclo de vida, El paso adelante [En Línea]. [Consultado 10 Junio de 2019]. Disponible en: <https://www.solidforest.com/software-huella-ambiental.html>. (s.f.).

ALDAYA, Maite M. La huella hídrica ayuda a concienciar a la genta. [En línea]. ESPAÑA (11 de marzo de 2014). universidad de navarra. Disponible en: <https://www.unav.edu/web/vida-universitaria/detalle-noticia-pestana/2014/03/11/la-huella-h%C3%ADdrica-ayud>. (s.f.).

ANA, Aquafondo, AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, Certificado Azul, GRUPO GEA, huella hídrica, MEXICHEM. (s.f.).

AQUAFONDO, Corporación Alemana para el desarrollo. (abril de 2018). [En línea]. [Consultado 26 mayo de 2019]. Disponible en: <https://aquafondo.org.pe/tag/mexichem/>. (s.f.).

ARJEN Y, Hoekstra. Y ASHOK K, Chapagain. GLOBALIZACION DEL AGUA. Compartir los recursos del agua dulce del planeta. MADRID, BARCELONA, BUENOS AIRES (2010). [Consultado 01 de marzo de 2019]. Disponible en <https://www.marcialpons.es/media/pdf/100880180.pdf>. (s.f.).

ASOCIACION ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD. Huella hídrica (2012). [En línea]. [Consultado 02 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/huella-hidrica>. (s.f.).

BANCOLOMBIA. (s.f.). Bonos Verdes #ParaUnMejorFuturo. Recuperado de: <https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/acerca-de/informacion-corporativa/sostenibilidad/bonos-verdes>. Consultado el día 17 de abril de 2019. (s.f.).

BELTRAN, María J. y VELAZQUEZ, Esther. La ecología política del agua virtual y huella hídrica. reflexiones sobre la necesidad de un análisis crítico de los indicadores de flujos virtuales de agua en la economía. En: Revista de Economía Crítica, nº20, segu. (s.f.).

Celsia, IDEAM, Reverdec, Aclimate Colombia – Ministerio de Agricultura, I agu, Portafolio y Dinero. (s.f.).

CLIMATE BONDS INITIATIVE. (2018) Bonos y cambio climático: estado del mercado a 2018. Recuperado de: https://www.climatebonds.net/files/files/cbi_sotm_2018_spanish.pdf. Consultado el 17 de abril de 2019. (s.f.).

- COLOMBIA. Constitución Nacional. Capitulo3. Artículo 80. (1991). [En línea]. [consultado: 02 de marzo de 2019]. Disponible en: <http://www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-3/articulo-80>. (s.f.).
- COLOMBIA. Constitución Nacional. Capitulo5. Artículo 95. (1991). [En línea]. [consultado: 02 de marzo de 2019]. Disponible en <http://www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-5/articulo-95>. (s.f.).
- COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Ley 152 de 1994.[En línea]. [Consultado 02 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/Planeaci%C3%B3n%20P%C3%BAblica%20MinSalud.pdf>. (s.f.).
- COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. decreto 2811 (18 de diciembre de 1974). [En línea]. [Consultado: 02 de marzo de 2019]. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf. (s.f.).
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA (2016). Ley 1819 de 2016: Por medio de la cual se adopta una reforma tributaria estructural, se fortalecen los mecanismos para la lucha contra la evasión y la elusión fiscal, y se dictan otras disposiciones. art. 221. . (s.f.).
- DICCIONARIO DE PSICOLOGÍA CIENTÍFICA Y FILOSÓFICA. Método hipotético deductivo. [En línea]. [Consultado 03 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://www.e-torredebabel.com/Psicologia/Vocabulario/Metodo-Hipotetico-Deductivo.htm>. (s.f.).
- DNP. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PALNEACION (Colombia) [En línea]. [Consultado 02 de junio de 2019]. Disponible en: <https://ods.gov.co/en/goals/clean-water-and-sanitation>. (s.f.).
- ECURED, Enciclopedia Cubana.[En línea]. [Consultado 28 de mayo de 2019]. Disponible en: https://www.ecured.cu/Huella_h%C3%ADdrica#La_relaci.C3.B3n_entre_consumo_y_uso_de_agua. (s.f.).
- EL UNIVERSAL. Cartagena. 08, abril, 2011. Sec. Ambiente Disponible en <https://www.eluniversal.com.co/ambiente/colombia-uno-de-los-mas-ricos-en-recursos-hidricos-18471-FPEU96564>. (s.f.).
- GANTIVA, Camilo. (2018). Bonos Verdes: El boom mundial del financiamiento verde. Recuperado de: <https://www.asuntoslegales.com.co/consultorio/bonos-verdes-el-boom->

mundial-del-financiamiento-verde-2789609. Consultado el día 17 de abril de 2019. (s.f.).

GOBAL OMNIUM. ¿qué es la huella hídrica y por qué es importante controlarla? (20 julio de 2015). [En línea]. [consultado 03 de junio de 2019]. Disponible en: <https://actualidad.globalomnium.com/que-es-huella-hidrica/>. (s.f.).

Huella Ecológica". Autor: Julia Máxima Uriarte. Para: Caracteristicas.co. Última edición: 11 de octubre de 2019. Consultado: 25 de octubre de 2019. (s.f.).

Huella hídrica: análisis como instrumento estratégico de gestión...Ciencia Nicolaita # 69 81 diciembre de 2016. (s.f.).

IAEA, Organismo Internacional de Energías Atómicas, Agricultura climáticamente inteligente [En línea]. [Consultado 09 Julio de 2019]. Disponible en: <https://www.iaea.org/es/temas/agricultura-climaticamente-inteligente>. (s.f.).

IAGUA. ESPAÑA. ¿Qué es la huella hídrica? ¿para qué sirve? [Consultado: 20 de febrero de 2019]. Disponible en <https://www.iagua.es/noticias/espana/aquafides/16/04/28/que-es-huella-hidricapara-que-sirve>. (s.f.).

IPA, INSTITUTO PROVINCIAL DEL AGUA, (JULIO DE 2012). [En línea]. [Consultado Julio de 2019]. Disponible en: <http://institutodelagua.chubut.gov.ar/articulos/es/articulo/33/-que-es-el-agua-virtual>. (s.f.).

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Colombia se compromete a reducir el 20% de sus emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2030 [en línea]. Bogotá, julio de 2015. Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/191>. (s.f.).

NACIONES UNIDAS. (s.f). La Cumbre sobre el Clima 2019. Recuperado de: <https://www.un.org/es/climatechange/un-climate-summit-2019.shtml>. Consultado el día 17 de abril de 2019. (s.f.).

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. ONU. Decenio internacional para la acción "El agua fuente de vida". Escasez de agua. [Consultado: 25 de febrero de 2019]. Disponible en <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml>. (s.f.).

PEREA VELAZQUEZ, Francisco A. [En línea]. [Consultado 03 de marzo de 2019]. Disponible en: http://colombiaaprende.edu.co/html/docentes/1596/articles-178898_archivo.doc. (s.f.).

- PEREZ SERRANO, (1994). [En línea]. [Consultado 03 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos95/investigacioncualitativa/investigacioncualitativa.shtml>. (s.f.).
- PEREZ, Guillermo. El ciclo Hidrológico.com, Infiltración [En línea]. [Consultado 06 de junio de 2019]. Disponible en: <https://www.ciclohidrologico.com/evaporacin>. (s.f.).
- PNUD COLOMBIA. Objetivos de desarrollo sostenible. Objetivo N° 6. [En línea]. [Consultado 30 mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html>. (s.f.).
- PRADILLO, Beatriz. 2014. ESPAÑA. [Consultado: 20 de febrero de 2019]. Huella hídrica, indicador del agua que consumimos. Disponible en <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/huella-hidrica-indicador-agua-que-consumimos>. (s.f.).
- RED DE PERIODISTAS POR EL DESARROLLO SOSTENIBLE. Impacto de la huella hídrica en Colombia. (Agosto 9 DE 2018). [Consultado: 01 de marzo de 2019]. Disponible en: <http://www.comunicacionsostenible.co/site/el-impacto-de-la-huella-hidrica-en-colombia/>. (s.f.).
- SEGUÍ AMÓRTEGUI1, Luis Alberto; GARCÍA VEGAS, Diego e; GUERRERO GARCÍA ROJAS. Hilda R, Huella hídrica: análisis como instrumento estratégico de gestión. (s.f.).
- SICHAG: software para la evaluación de la huella hídrica en Villa Clara, Andy Morfa Hernández, julio 2012. (s.f.).
- SICHAG: software para la evaluación de la huella hídrica en Villa Clara, Andy Morfa Hernández, julio 2012. (s.f.).
- SICHAG: software para la evaluación de la huella hídrica en Villa Clara, Andy Morfa Hernández, julio 2012. (s.f.).
- SIGRE. (20 de diciembre de 2015). [En línea]. [Consultado 04 junio de 2019]. Disponible en: <https://blogsigre.es/2013/12/20/huella-hidrica/>. (s.f.).
- TORO GARIZADO, Carlos. ACTUALIDA JURIDICA. Evolución del derecho de aguas en Colombia. (2011). [Consultado: 26 de febrero de 2019]. [En línea]. Disponible en: <https://www.uninorte.edu.co/documents/4368250/4488389/Evoluci%C3%B3n+del+derecho+de+aguas+en>. (s.f.).

WATER FOOTPRINT NETWORK. ¿Qué es la evaluación de la huella hídrica?. [En línea]. [Consultado 26 mayo de 2019]. Disponible en: <https://waterfootprint.org/en/water-footprint/water-footprint-assessment/>. (s.f.).

WIKIPEDIA. Derecho ambiental,[En línea].[Consultado 07 junio de 2019]. Disponible en: https://es.m.wikipedia.org/wiki/Derecho_ambiental. (s.f.).

WIKIPEDIA. Precipitación (Meteorología). (2018). [En línea]. [Consultado 06 Junio de 2019]. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Precipitaci%C3%B3n_\(meteorolog%C3%ADa\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Precipitaci%C3%B3n_(meteorolog%C3%ADa)). (s.f.).

WIKIPEDIA. Precipitación (Meteorología). (2018). [En línea]. [Consultado 06 Junio de 2019]. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Precipitaci%C3%B3n_\(meteorolog%C3%ADa\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Precipitaci%C3%B3n_(meteorolog%C3%ADa)). (s.f.).