

CONAMA 2022

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

HUELLA HÍDRICA Y HUELLA DEL AGUA EN EL CICLO INTEGRAL DEL AGUA

EMASESA incorpora la huella de agua
en la gestión del ciclo urbano del agua



Autor Principal: Luis Alonso Gómez (EMASESA)

Otros autores: Yago Lorenzo Toja (CETAQUA), Tamara Casara Diaz (CETAQUA)

ÍNDICE

1. Huella hídrica y huella de agua en el ciclo integral del agua
2. Palabras Clave
3. Resumen
4. Introducción
5. Metodología
6. Resultados
7. Discusión
8. Conclusiones
9. Bibliografía

HUELLA HÍDRICA Y HUELLA DEL AGUA EN EL CICLO URBANO DEL AGUA

Palabras Clave

Huella Hídrica, Huella de Agua, Ciclo urbano del agua, Agua potable

Resumen

EMASESA, la Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Sevilla, como prestadora de un servicio público indispensable y con el objetivo de desarrollar su actividad preservando el medioambiente y los recursos, incorpora el cálculo y evaluación de la huella de agua y la huella hídrica como herramienta de gestión y análisis del impacto ambiental. Así, la huella hídrica y la huella de agua se añaden a la batería de indicadores medioambientales que actualmente se calculan dentro de la empresa (Huella de Carbono, Declaraciones EMAS, etc.).

Desde el inicio del proyecto, se han calculado los ejercicios 2018, 2019 y 2020, los resultados de 2021 se presentarán en los próximos meses. La metodología aplicada para los cálculos con la establecida por la Water Footprint Network para la huella hídrica y la ISO 14046:2014 para la huella de agua.

Los principales resultados se muestran en la siguiente tabla:

Alcance	Unidad	Método	2018	2019	2020
Huella Hídrica	m ³	WFN	298.197.879	274.752.508	269.169.930
Huella de Agua	m ³ eq	ISO 14046	180.056.055	222.041.474	196.482.476

Este proyecto es una apuesta firme por la integración de los aspectos ambientales en la toma de decisiones y a su vez, aumentar la información transmitida al ciudadano para incrementar la conciencia en el uso racional del agua potable y en la conservación del medio natural.

Introducción

EMASESA gestiona directamente el abastecimiento y saneamiento de doce municipios sevillanos, y suministra con agua bruta a otras veintinueve poblaciones de la provincia de Sevilla. En total, EMASESA abastece con agua potable a más de un millón de personas, a las que hay que añadir cerca de cuatrocientas mil personas abastecidas con agua bruta potabilizada y distribuida por otras empresas.

Dentro de su compromiso por garantizar la prestación de un servicio de calidad preservando los recursos y el medioambiente, EMASESA ha realizado el cálculo de su Huella Hídrica y su Huella de Agua, según las metodologías Water Footprint Network ^[1] e ISO 14046:2014 ^[2], respectivamente. El proyecto comenzó en la segunda mitad de 2020 para realizar el cálculo de los ejercicios 2018 y 2019. Los resultados e indicadores finales se obtuvieron en el primer trimestre de 2021. Desde entonces se han realizado los cálculos de los ejercicios 2020 y 2021. Los resultados de 2020 se presentaron en el último trimestre de 2021 y los de 2021 se presentarán antes de diciembre de 2022.

Metodología

El estudio cubre todo el ciclo urbano del agua, desde la captación en los embalses hasta el vertido a cauce en las Estaciones Depuradoras de Aguas residuales.

Durante el lanzamiento del proyecto, dentro del primer cálculo realizado durante 2020 y 2021 para los ejercicios 2018 y 2019, se realizó la definición de los límites organizativos que se incorporarían al estudio, la cobertura geográfica y el horizonte temporal. Así, se determinó que el estudio abarcaría todas las etapas del ciclo integral del agua que la empresa metropolitana de Sevilla incluye dentro de su catálogo de servicios como empresa pública.

Respecto a los límites organizativos, se determinó incluir todas las actividades relacionadas con el ciclo. Por otra parte, el enfoque de control se estableció en las instalaciones y procesos productivos sobre los que la organización ejerce un control operativo y/o financiero. Por último, se definieron cinco subsistemas correspondientes a las etapas principales del ciclo integral del agua (captación y aducción, potabilización, distribución, saneamiento y depuración), obteniéndose así resultados parciales por etapa y totales de la actividad. Este enfoque ha requerido un minucioso trabajo para asignar a cada etapa cada una de las instalaciones e infraestructuras, así como el consumo de recursos (agua, gasóleo, electricidad, consumibles de oficina, etc.) y los residuos generados.

El estudio ha contemplado todas las infraestructuras gestionadas por la empresa, entre las que se encuentran:

- **Seis embalses**, repartidos en las cuencas de los ríos Rivera de Huelva, Rivera de Cala y Viar. La capacidad total de almacenamiento del sistema es de 641 hm³.
- **Tres Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAP)**, ubicadas en Camas (ETAP Carambolo, principal instalación de potabilización desde la que se abastecen las poblaciones de Sevilla, Camas, San Juan de Aznalfarache, Coria del río, La Puebla del río, Dos Hermanas, Alcalá de Guadaíra, Mairena del Alcor, Alcalá del río y La Rinconada), El Garrobo y El Ronquillo (ETAP El Garrobo y ETAP El Ronquillo, que abastecen respectivamente a las poblaciones de El Garrobo y El Ronquillo).
- **Red de distribución y abastecimiento** de agua potable con unos 3.725 km.
- **Red de saneamiento** para conducir las aguas residuales y las aguas pluviales hasta las EDAR con una longitud total de unos 2.900 km
- **Seis Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR)**, cuatro de ellas destinadas al tratamiento de las aguas procedentes de Sevilla y su área metropolitana y otras dos ubicadas en las poblaciones de El Garrobo y El Ronquillo destinadas exclusivamente a depurar las aguas de cada una de estas poblaciones.

La cobertura geográfica estimada de EMASESA abarca las 145.000 hectáreas, incluyendo parte de las cuencas de los ríos Rivera de Huelva, Rivera de Cala, Viar y Guadalquivir.

Con el objetivo de crear un punto de partida robusto, con un inventario de datos lo más completo y desglosado posible, se determinó realizar el cálculo de los ejercicios de 2018 y 2019. De esta forma, se pretendía aumentar la utilidad de los primeros resultados, poder realizar comparaciones y sacar conclusiones en la evolución de los resultados e indicadores.

Una vez definidos los límites y los objetivos del estudio, se definieron todas las corrientes directas e indirectas a considerar, se realizó el inventario de datos y se realizaron varias iteraciones de cálculo en las que se corrigió y actualizó tanto las corrientes como el inventario. En los ejercicios 2020 y 2021 se ha ampliado el inventario gracias a la disponibilidad de nuevas fuentes de datos.

Con el cálculo de la huella de agua bajo la metodología de la ISO 14046:2014 se obtiene un indicador global que cuantifica los impactos ambientales potenciales asociados al uso del agua para producir bienes y servicios, ya sea por su uso consuntivo o degradativo:

- El uso *consuntivo* del agua representa el agua dulce extraída del medio que se evapora, se incorpora en productos o es devuelta a una cuenca diferente o al mar después de su uso.
- El uso *degradativo* del agua describe un cambio de calidad peyorativo en el agua utilizada y devuelta a la misma cuenca donde se ha captado.

Para ello, se seleccionaron las siguientes categorías de impacto:

- *Escasez de agua*: estudia el uso consuntivo del recurso cuantificando el agua que resta disponible en una determinada área o cuenca una vez las demandas de humanos y ecosistemas han sido cubiertas. Por lo tanto, mide el impacto que supone el consumo del agua en un área concreta.
- *Toxicidad humana*: relacionada con el uso degradativo del agua. Refleja los impactos potenciales de los contaminantes vertidos al medio natural sobre la salud humana.
- *Ecotoxicidad*: refleja la persistencia en el medioambiente, la acumulación en la cadena trófica y la toxicidad de un contaminante o compuesto químico en el medio natural. Los metales pesados son los principales contribuidores de impacto dentro de esta categoría.
- *Eutrofización*: refleja el potencial de eutrofización causado por el vertido de contaminantes al medio natural. Los contaminantes principales causantes de eutrofización son el fósforo y el nitrógeno en sus diferentes especies.
- *Acidificación acuática*: categoría de impacto relacionada con la acidificación del agua dulce. Cuantifica los potenciales efectos que tienen compuestos como los SO_x o NO_x para producir un descenso del pH en los ecosistemas acuáticos y, por lo tanto, producir un descenso en la biodiversidad de los mismos.

De cara a la simplificación de los resultados de HA, las anteriormente citadas categorías se pueden integrar en un solo indicador de HA agregado, expresado en m³ eq. Para llevar a cabo esta simplificación el uso consuntivo (escasez de agua) se normaliza teniendo en cuenta el factor de escasez de agua global, mientras que las demás categorías, de uso degradativo, se normalizan teniendo en cuenta el impacto global que tiene consumir 1 m³ de agua.

Respecto a la huella hídrica, su cálculo refleja el volumen total de agua dulce consumida para producir bienes y servicios, tanto de forma directa como de forma indirecta:

- El consumo *directo* incluye el agua utilizada y/o contaminada durante el proceso de fabricación y el agua incorporada en el propio producto.
- El consumo *indirecto* corresponde a toda el agua necesaria para producir las diferentes materias primas utilizadas en el proceso (productos de la cadena de suministros).

Así, la metodología de la Water Footprint Network establece tres componentes:

- *Huella hídrica azul*: relacionada con el consumo de agua dulce, ya sea de fuentes superficiales o subterráneas.
- *Huella hídrica verde*: relacionada con el agua de lluvia evaporada o incorporada en un producto. Asociada fundamentalmente a procesos o productos relacionados con la agricultura.
- *Huella hídrica gris*: relacionada con la variación en la calidad del agua en el medio debido a un proceso o producto.

Resultados

Los resultados del proyecto abarcan los datos generales de la actividad de la organización y los parciales por subsistema. Se presentan en datos generales agregados y divididos en corrientes directas o indirectas. Este desglose de datos se ha aplicado tanto para los cálculos de huella hídrica como para la huella de agua.

Resultados generales del ciclo integral del agua, datos agregados y desglosados en corrientes directas e indirectas

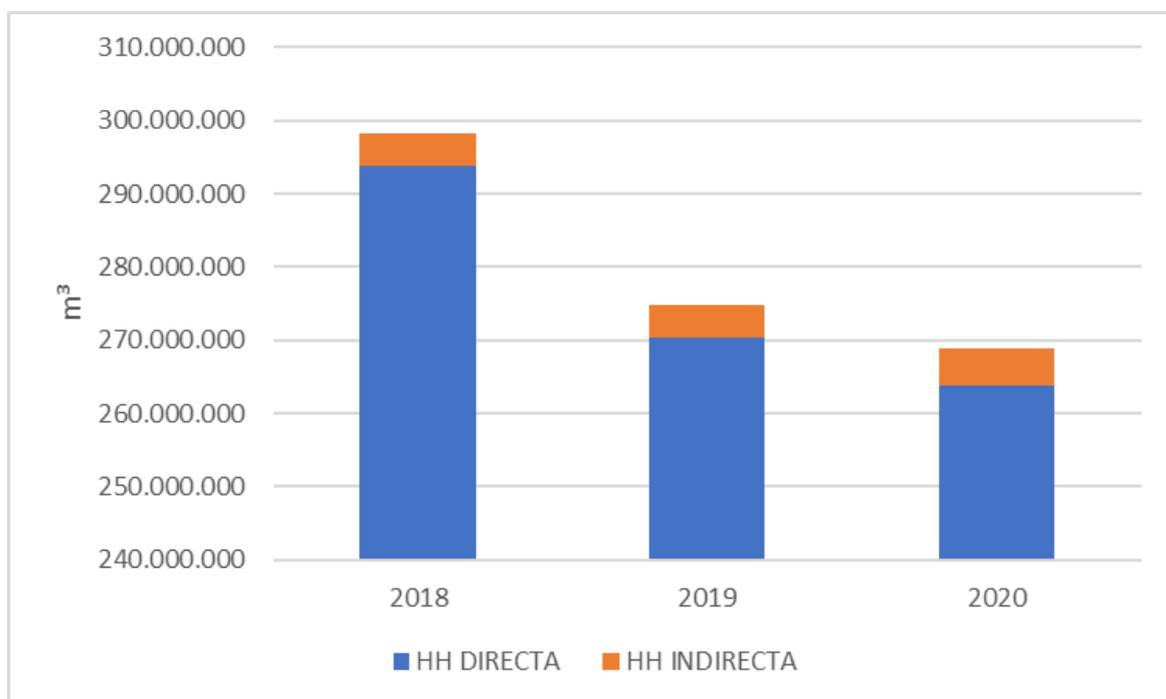


Figura 1. Huella hídrica anual en el ciclo integral del agua, corrientes directa e indirecta.

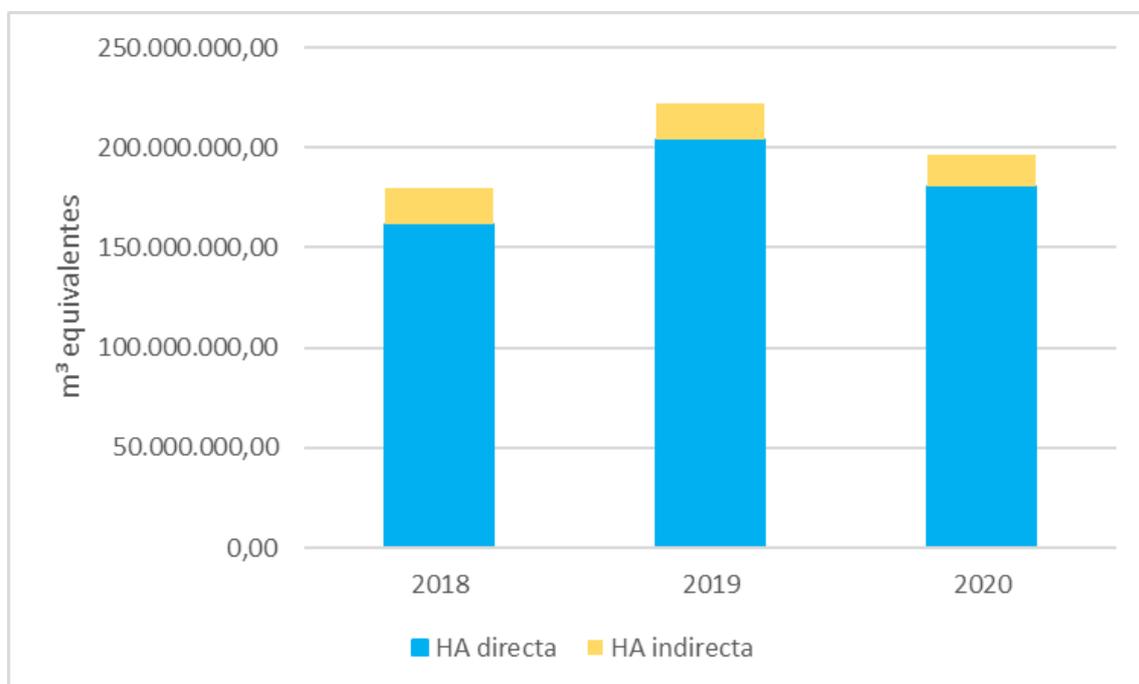


Figura 2. Huella de agua anual en el ciclo integral del agua, corrientes directa e indirecta

En la tabla inferior se muestran los datos representados en las figuras 1 y 2:

Alcance	Unidad	Método	2018	2019	2020
Huella Hídrica total	m ³	WFN	298.197.879	274.752.508	269.169.930
Huella Hídrica Directa	m ³	WFN	293.832.810	270.421.164	263.684.095
Huella Hídrica Indirecta	m ³	WFN	4.365.069	4.331.344	5.137.201
Huella de Agua total	m ³ eq	ISO 14046	180.056.055	222.041.474	196.482.476
Huella de Agua Directa	m ³ eq	ISO 14046	161.745.205	204.234.970	180.257.893
Huella de Agua Indirecta	m ³ eq	ISO 14046	18.310.849	17.806.504	16.224.583

Resultados de huella de agua (ISO 14046) por subsistema, división entre huella consuntiva y degradativa

En la siguiente tabla se muestran los datos de huella de agua por subsistema y ámbito (consuntivo y degradativo). Los mayores impactos asociados a las actividades del ciclo integral del agua aparecen en los procesos en los que se realiza un intercambio directo con el medio ambiente. Así, se observa el alto impacto de los procesos de captación y potabilización respecto al uso consuntivo del recurso, por otra parte, el proceso de depuración interviene positivamente en este aspecto debido al vertido a cauce realizado en las EDAR.

Subsistema	Unidad	Ámbito	2018	2019	2020
Captación	m ³ eq	CONSUNTIVO	177.652.381	190.712.571	168.565.985
Potabilización	m ³ eq	CONSUNTIVO	220.266.183	221.257.577	216.222.269
Red distribución	m ³ eq	CONSUNTIVO	10.626.129	10.861.695	9.080.237
Red alcantarillado	m ³ eq	CONSUNTIVO	1.237.176	1.236.667	1.384.338
Depuración	m ³ eq	CONSUNTIVO	-248.918.661	-216.011.041	-211.881.867
Captación	m ³ eq	DEGRADATIVO	14.798	8.321	10.753
Potabilización	m ³ eq	DEGRADATIVO	356.177	371.255	435.718
Red distribución	m ³ eq	DEGRADATIVO	612.201	608.546	520.951
Red alcantarillado	m ³ eq	DEGRADATIVO	409.772	412.872	430.651
Depuración	m ³ eq	DEGRADATIVO	17.400.037	12.235.347	11.713.442

Una vez obtenidos los datos desglosados según su impacto consuntivo o degradativo, se calcula el indicador global como agregación de ambos conceptos. En la siguiente figura se representan los resultados totales de huella de agua para cada uno de los subsistemas.

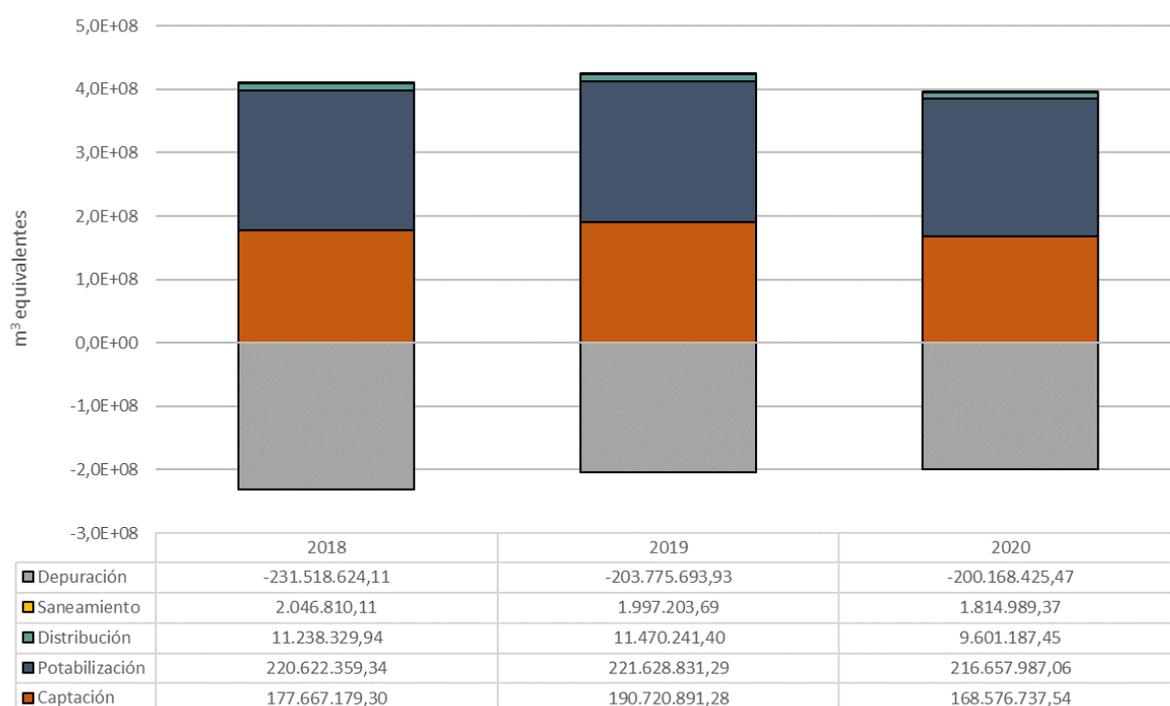


Figura 3. Huella de agua anual desglosada por subsistema

Como complemento a los resultados generales del sistema y parciales por subsistema, durante la fase de interpretación de resultados se detectó la oportunidad de incluir indicadores específicos en algunos de los subsistemas. Algunos de estos indicadores reflejan la huella hídrica y/o la huella de agua del consumo de reactivos, consumo de energía por ETAP, tratamiento biológico vs tratamiento químico para eliminar nutrientes, huella unitaria por proceso, huella

del ciclo integral por habitante, etc. Con esta visión se consigue incorporar los conceptos de huella hídrica y huella de agua a la gestión de las instalaciones y a la evaluación del impacto de la actividad.

Principales indicadores de los ejercicios 2018, 2019 y 2020

Indicador	Unidades	Método	2018	2019	2020
HH Gestión integral ciclo del agua	l/l facturado	WFN	4,848	4,369	4,427
Reducción HH gris por las EDAR	%	WFN	77%	83%	78%
HH unitara del ciclo integral	m ³ /hab y año	WFN	280,186	257,797	251,268
Consumo reactivos potabilización	l/l producido	WFN	0,008	0,009	0,004
Potabilizar y distribuir	l/l distribuido	WFN	1,268	1,247	1,257
HH Depuración	l/l depurado	WFN	0,892	0,865	1,878
HH Gestión integral ciclo del agua	l eq/l facturado	ISO14046	2,927	3,531	3,231
Reducción HA eutrofización por las EDAR	%	ISO14046	77%	83%	77%
HA unitara del ciclo integral	m ³ eq/hab y año	ISO14046	169,180	208,339	183,415
Potabilizar	l eq/l producido	ISO14046	2,979	2,978	2,997
Potabilizar y distribuir	l eq/l distribuido	ISO14046	3,770	3,707	3,721
Consumo reactivos potabilización	l eq/l producido	ISO14046	0,011	0,014	0,016
Consumo energía potabilizar	l eq/l producido	ISO14046	0,007	0,005	0,006
Gestión residuos potabilización	l eq/l producido	ISO14046	0,002	0,002	0,002
Consumo energía distribución	l eq/l distribuido	ISO14046	0,009	0,009	0,008
Consumo reactivos depuración	l eq/l depurado	ISO14046	0,005	0,005	0,006
Consumo energía depuración	l eq/l depurado	ISO14046	0,012	0,014	0,013
Gestión residuos depuración	l eq/l depurado	ISO14046	0,035	0,030	0,027
Consumo energía saneamiento	l eq/l bombeado	ISO14046	0,006	0,007	0,007

Discusión

Existe una gran variedad de modelos de gestión y alcances dentro de las actividades y servicios prestados por las empresas que gestionan el ciclo integral del agua. Aspectos como el vertido de las EDAR a cauce o al mar, la disponibilidad del agua en embalses o en acuíferos, o que el agua captada proceda de una cuenca distinta a la que se vierte el efluente de las EDAR, etc. dificultan la comparación de los resultados entre empresas o servicios.

En la etapa de depuración, se ha seleccionado la huella de agua de cara a la toma de decisiones ya que proporciona una metodología más robusta para el cálculo del impacto degradativo de la descarga de corrientes a medio. Consecuentemente y debido al peso del proceso de depuración en el ciclo integral del agua, para la interpretación general de la gestión de la actividad se optó por usar los resultados de la Huella de Agua.

No obstante, la Huella Hídrica se utiliza en la interpretación parcial de algunos procesos (potabilización y/o distribución), donde la huella gris tiene una incidencia mínima. La huella hídrica es un concepto menos complejo y más fácil de interpretar, por lo que se presenta de gran utilidad para la difusión de resultados a grupos de interés no especializados en la evaluación de impactos. Utilizar la Huella Hídrica en estos procesos ayuda a la comparación de resultados entre empresas al eliminar el factor geográfico y temporal que incluye la Huella de Agua.

Respecto al alcance y cálculo de la huella hídrica, dado que la baja superficie de zonas verdes en las instalaciones de EMASESA, no se incluyó el cálculo de la huella hídrica verde. No obstante, con el objetivo de ampliar y mejorar el alcance y los resultados del proyecto, en las anualidades 2020 y 2021 se ha incluido el cálculo de este factor de la huella hídrica. Los datos confirman la escasa relevancia de la huella hídrica verde en los resultados, siendo menor del 0,03 % del total de la huella.

Conclusiones

Las etapas del sistema con mayor impacto son Captación, Aducción y Potabilización (procesos en los que se extrae el recurso del medio) y la etapa de Depuración (donde se devuelve a cuenca). La huella de los tres primeros procesos supone el 95% del impacto negativo total de la actividad.

Por otra parte, gracias a la acción de las EDAR gestionadas por EMASESA el impacto del agua vertida al medio ambiente se reduce más de un 70%.

En la interpretación y comparación de los resultados se ha confirmado la incidencia que tienen las precipitaciones en el impacto global de la actividad, tanto por afección a la disponibilidad y la calidad del agua embalsada, como por la evaporación, como por los efectos en la carga contaminante de las aguas residuales. Así, en 2019 las precipitaciones descendieron un 65% respecto a 2018 y la HA de EMASESA en 2019 fue un 23% superior a la 2018.

Por otra parte, la huella directa supone en torno a un 90% del total, debido a que la materia prima principal del proceso productivo es el agua captada del medio. El restante 10%, correspondiente a la huella indirecta, asociado al proceso industrial. Pese a que esta parte indirecta sólo alcance al 10% del total de la huella, el análisis de la huella indirecta es de especial importancia ya que es la herramienta para evaluar el impacto relacionado con el desarrollo de la actividad industrial necesaria dentro del ciclo del agua y así poder encontrar puntos de mejora que reduzcan el impacto de la actividad. En estos resultados se encuentran los impactos relacionados con el uso de combustible, los reactivos, los materiales, etc.

Finalmente, en diciembre de 2021 se verificó por la entidad acreditada DNV GL Business Assurance España la metodología de cálculo, el alcance, el inventario y los resultados del estudio, tanto de huella hídrica (bajo la metodología de la Water Footprint Network) como la huella de agua (bajo los criterios de la ISO 14046). Una vez terminado el estudio del ejercicio 2021, el estudio y sus resultados se volverán a someter al proceso de verificación.

Los resultados del estudio refuerzan la política de gestión actual de EMASESA, orientada al aumento de la eficiencia de las redes, a la implantación de soluciones basadas en la naturaleza y al fomento de una cultura de consumo responsable en la población, todo ello con el objetivo de aumentar la eficiencia en el uso de un recurso cada vez más escaso y que su disponibilidad a medio y largo plazo puede estar en peligro en caso de no establecer políticas y acciones que permitan reducir y racionalizar su uso en nuestro día a día.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Manual de evaluación de la huella hídrica; Arjen Y. Hoekstra, Ashok K. Chapagain, Maite M. Aldaya, Mesfin M. Mekonnen; AENOR Internacional, 2021
- [2] ISO 14046—Environmental Management—Water Footprint—A Practical Guide for SMEs; ISO: Geneva,Switzerland, 2017