

Evaluación de la huella hídrica y el componente energético del agua en el sector doméstico

Assessment of the water footprint and energy component of water in the domestic sector

<https://doi.org/10.46380/ecotemas-2025-2-12>

Dra. C. Raquel de la Cruz Soriano

Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez", Cuba
raqueldaniel2019@gmail.com

Recibido: 22/12/2024

Aprobado: 20/03/2025

Publicado: 01/04/2025

RESUMEN

Una de las soluciones para disponer de agua en las condiciones ambientales actuales del planeta, apunta a la sustentabilidad. El objetivo de la investigación fue demostrar los beneficios de la evaluación de la huella hídrica y el componente energético en el uso doméstico del agua para la transformación de los patrones de consumo de la población y su uso sostenible. La metodología consideró: análisis de sistemas hidráulicos, consumo de energía y costos de bombeo; índices de consumo de agua de productos, índices de consumo de agua por habitantes y el flujo de residuales; fuentes de abasto, contaminantes permisibles en residuales en cuerpos receptores; la metodología de evaluación de la Huella Hídrica; índice de petróleo equivalente y Gases de Efecto de Invernadero dejados de emitir. Se obtuvo la reducción de la Huella Hídrica Total en 437,57 L/persona*día, de la Huella Hídrica gris en 157,04 L/persona*día y 280,53 L/persona*día de la Huella Hídrica azul. El valor monetario del agua ahorrada es 27% respecto al resto de los indicadores analizados. El del petróleo ahorrado tiene un valor de 2025,37 USD y los gases dejados de emitir 2288,74 para un total de 354 personas.

Palabras claves: beneficios económicos, recurso agua, sustentabilidad.

ABSTRACT

One of the solutions for providing water under the current environmental conditions on the planet points to sustainability. The objective of this research was to demonstrate the benefits of assessing the water footprint and the energy component of domestic water usage to transform population consumption patterns and promote sustainable water use. The methodology considered the following: analysis of hydraulic systems, energy consumption, and pumping costs; water consumption indices for products and residents, and the flow of wastewater; supply sources; permissible pollutants in wastewater in receiving bodies; the Water Footprint assessment methodology; the equivalent petroleum index; and the amount of Greenhouse Gases no longer emitted. The results showed a reduction in the total Water Footprint by 437.57 L/person/day, with the grey Water Footprint decreasing by 157.04 L/person/day and the blue Water Footprint by 280.53 L/person/day. The monetary value of the water saved represents 27% of the other

indicators analyzed. The value of the petroleum saved is 2025.37 USD, and the gases no longer emitted are valued at 2288.74, for a total of 354 people.

Keywords: economic benefits, water resource, sustainability.

INTRODUCCIÓN

Existe consenso para el logro de la seguridad hídrica, la comunidad hidrológica mundial debe garantizar el acceso universal seguro al agua potable, el saneamiento e higiene de los recursos hídricos; su administración sostenible a partir de la gestión integral de la cuenca y el aumento de la productividad del agua, al tiempo que se protegen los ecosistemas. Además, se gestionan todas las aguas residuales con el fin de proteger los recursos hídricos y los ecosistemas, con el aumento del reciclaje y la reutilización. Por último, se impone el aumento de la resiliencia ante los desastres relacionados con el agua, como consecuencia de los efectos del cambio climático y tomar acciones inmediatas que mitiguen los efectos del cambio climático y la acción antropogénica desbastadora (UNESCO, 2015) y (ONU, 2019).

La distribución porcentual de consumo en cada uso difiere en países desarrollados y países en vías de desarrollo, igualmente existe un comportamiento promedio a escala global. Según su uso general se clasifica en aguas para uso de la población, agua para uso industrial y agua para regadío (Francisco, López y Monteagudo, 2007).

Autores como Paz (2019), Almond, *et al.* (2022), ONEI (2022) y Pérez y Tirado (2023); abordan la situación ambiental como una cuestión necesaria a resolver. La evaluación de la sostenibilidad comprende tres dimensiones: ambiental, política y social y económica, esta esencialmente valora la disponibilidad del recurso de las fuentes de abasto, el balance del recurso para otros usos que garanticen la calidad de vida de la población y el tratamiento y disposición de los residuales generados por las diversas actividades doméstica, con el cumplimiento de la legislación vigente y sin afectar la capacidad de asimilación del cuerpo receptor.

El uso doméstico del agua en la dimensión social está caracterizado por el acceso a todos en la cantidad y calidad requerida para garantizar el bienestar y la salud de las personas. La dimensión económica comprende los costos del agua, el costo de bombeo y la electricidad consumida, el gasto de petróleo para la generación de electricidad y el vertimiento de dióxido de carbono por la combustión del combustible en la generación. Esta dimensión, aunque contiene indicadores de importancia, dado que los precios del agua no son elevados comparativamente con otros servicios, materias primas e insumos, no se ha tratado con sistematicidad.

Según Hoesktra *et al.* (2021) la huella hídrica es un indicador del uso de agua dulce que no se centra únicamente en el uso directo del agua por parte de un consumidor o de un productor, sino que se centra también en su uso indirecto. La huella hídrica puede considerarse un indicador integral de la apropiación de los recursos hídricos frente a la medida tradicional y restrictiva de la extracción de agua. Es el volumen de agua dulce usado para elaborar el producto, medido a lo largo de la cadena de suministro completa. Se trata de un indicador multidimensional que muestra los volúmenes de consumo por origen y los volúmenes de contaminación por tipo de

contaminación; todos los componentes del agua dulce total están geográfica y temporalmente especificados.

Cada individuo y comunidad tiene su propia cultura de consumo y son por tanto responsables de la huella hídrica que aportan, por tanto, inciden en la sostenibilidad de esta. Si estos eligen productos, bajo este criterio, los productores de bienes y servicios están condicionados a proporcionar productos sostenibles. Los productores cada vez más entienden los efectos del cambio climático y su incidencia en la disponibilidad de recursos hídricos, por lo que están condicionados a producir productos sostenibles, lo que implica un minucioso control y seguimiento al recurso agua en el proceso y/o servicio, para hacer que la huella hídrica sea sostenible. En el desarrollo de proyectos y nuevas inversiones es condición necesaria evaluar la sostenibilidad del uso del agua. Dado que el agua es un recurso natural y un bien para uso de todos, el gobierno tiene la responsabilidad de establecer la legislación relacionada con su uso, para garantizar una gestión sostenible.

En Cuba existen regulaciones sobre el uso de los recursos hídricos (ANNP, 2017) y se planifica el uso en los diferentes sectores. Se considera la protección de este recurso, su uso eficiente y el ahorro, complementado con la educación ambiental, la base para su uso sostenible. Recientemente Planos (2022) demuestra que se está produciendo una reducción de los recursos hídricos potenciales, lo que incide en la planificación del uso del agua en los diferentes sectores. El uso doméstico constituye el segundo usuario en la demanda de agua del país.

Una de las soluciones para disponer de agua apunta a la sustentabilidad, lo cual significa lograr consumos óptimos del recurso en las diferentes actividades y operaciones, usar tecnologías y sistemas con los recursos disponibles en la comunidad a la cual se atiende para garantizar el agua regularmente, sin depender demasiado del capital.

La idea rectora de este resultado se apoya en uno de los principios de la sostenibilidad del uso del agua, que implica la posibilidad de reducir a cero, en su uso doméstico, los componentes de la huella hídrica total: Azul y Gris, por el reciclaje de agua.

La investigación tuvo como objetivo demostrar los beneficios de la evaluación de la huella hídrica y el componente energético en el uso doméstico del agua para la transformación de los patrones de consumo de la población y su uso sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

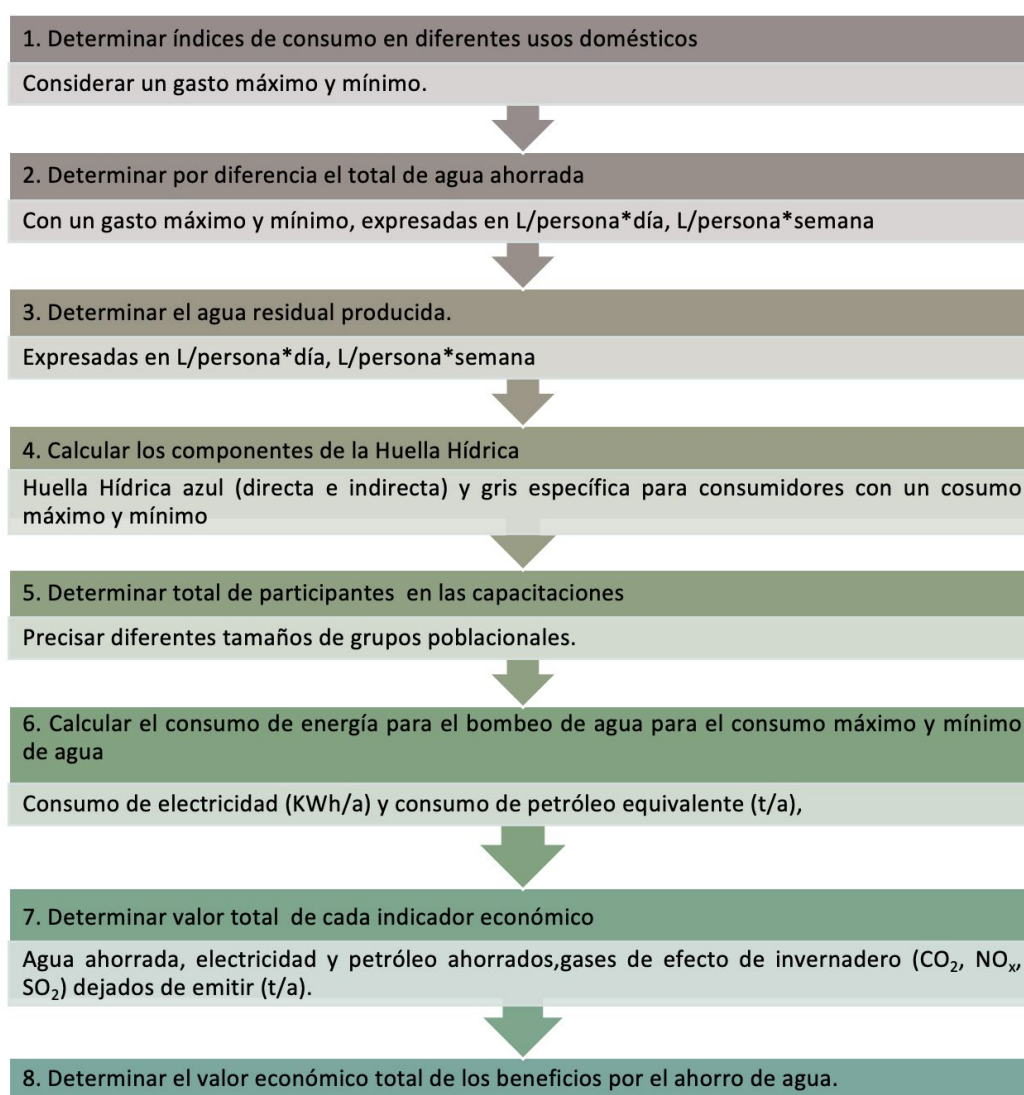
Metodología para el análisis uso sostenible del agua en el sector doméstico

La metodología utilizada para el análisis fue resumida por Colectivo de autores (2023) y de la Cruz (2023) y se obtuvo integrando diferentes herramientas ofrecidas por diversos autores: análisis de sistemas hidráulicos, consumo de energía y costos de bombeo, índices de consumo de agua para diferentes productos, índices de consumo de agua por habitantes y el flujo de residuales (Francisco, López, Monteagudo, 2007); los límites de contaminantes permisibles en residuales en zonas costeras y cuerpos receptores (ONN, 2012); la metodología de evaluación

de la Huella Hídrica, los beneficios, aportes, ejemplos de aplicación (Hoekstra *et al.* 2021), la determinación del petróleo equivalente y el dióxido de carbono dejado de emitir (Meneses *et al.*, 2018); el precio del agua, del consumo de energía en el sector residencial, el precio del petróleo y de los bonos de Gases de Efecto de Invernadero (GEI) dejados de emitir. Los datos se tabularon, calcularon y graficaron con Microsoft Excel. Los pasos para aplicar la metodología se representan en la figura 1.

Se utilizaron además los métodos teóricos: histórico y lógico, inducción y deducción, hipotético y deductivo, el sistémico y el método general dialéctico materialista argumentados por Feria *et al.* (2019).

Figura 1. Metodología para el análisis de la dimensión económica del agua en el sector doméstico.



Fuente: Elaborada por la autora.

sus parámetros según Hoesktra *et al.* (2021).

a) Cálculo de la Huella Hídrica de consumidor.

Ecuación de cálculo de la Huella Hídrica de un consumidor (HH_{cons}):

$$HH_{cons} = HH_{cons, dir} + HH_{cons, indir} \quad [\text{Volumen/tiempo}], (1)$$

Donde:

$HH_{cons, dir}$: Huella Hídrica directa [volumen/tiempo]

$HH_{cons, indir}$: Huella Hídrica indirecta [volumen/tiempo]

A partir de lo recomendado por Hoesktra *et al.* (2021) se incluyó la huella hídrica directa e indirecta; pues las directas conforman el enfoque tradicional de consumidores y empresas, y las indirectas son generalmente mucho más grandes. Se asumió la Huella Hídrica directa, pues incluye el consumo de agua y su contaminación durante el uso del agua en el hogar y en el jardín. Respecto a la Huella Hídrica indirecta se estimó el consumo de agua y su contaminación de las aguas relacionadas con la producción de los bienes y servicios consumidos por las personas; ya sea para producir los alimentos, el vestuario, papel, energía y otros productos industriales. El gasto de agua indirecto se determina a partir de la multiplicación de todos los productos y servicios consumidos por la huella hídrica correspondiente.

Ecuación de cálculo de la Huella Hídrica indirecta de un consumidor ($HH_{cons, indir}$):

$$HH_{cons, indir} = \sum (C_{[p]} \times HH_{prod[p]}) \quad [\text{Volumen/tiempo}], (2)$$

Donde:

$C_{[p]}$: consumo de producto p [unidades de producto / tiempo].

$HH_{prod[p]}$: la Huella Hídrica de este producto [volumen de agua / unidad de producto].

El total de productos incluidos en el análisis se realizó a partir de los productos y servicios básicos totales necesarios. El cálculo de la Huella Hídrica de cada producto se determina por la ecuación correspondiente.

b) Cálculo de la Huella Hídrica de producto.

La Huella Hídrica de un producto a huella hídrica de un proceso se expresa como el volumen de agua por unidad de tiempo. Cuando se divide entre la cantidad de un producto que resulta del proceso (unidades de producto por unidad de tiempo), también puede expresarse como el volumen de agua por unidad de producto (Hoesktra *et al.*, 2021).

$$HH_{prod[p]} = \frac{\sum_{x=1}^k HH_{proc[s]}}{p_{[p]}} \quad [\text{volumen de agua / masa}], (3)$$

Donde:

$HH_{proc[s]}$: Huella Hídrica de proceso de paso s [volumen / tiempo].

$P_{[p]}$: cantidad de producción de producto p [masa / tiempo].

c) El cálculo de la Huella Hídrica del consumidor (sector doméstico).

$$HH_{\text{azul}} = HH_{\text{azul}}_{\text{USU}} + HH_{\text{azul}}_{\text{PTAP}} \quad (4)$$

$$HH_{\text{azul}} = (Q_{\text{cf}} - Q_{\text{vUSU}}) + Q_{\text{empacadoPTAP}} \quad (5)$$

$$HH_{\text{azul}} = Q_{\text{cf}} * 10\% + Q_{\text{empacadoPTAP}} \quad (6)$$

$$HH_{\text{gris}} = HH_{\text{grisPTAP}} + HH_{\text{grisST}} + HH_{\text{grisPTAR}} \quad (7)$$

$$HH_{\text{gris}} = \frac{\sum (Q_{\text{vertido}} * C_{\text{vertimiento}}) - Q_{\text{captado}} * C_{\text{captación}}}{C_{\text{max}} - C_{\text{nat}}} \quad (8)$$

$$HH_{\text{gris}} = \frac{Q_{\text{vPTAP}} * C_{\text{vPATAP}} + Q_{\text{vST}} * C_{\text{vST}} + Q_{\text{vPTAR}} * C_{\text{vPTAR}} - Q_{\text{capcue}} * C_{\text{capcue}}}{C_{\text{max}} - C_{\text{nat}}} \quad (9)$$

Donde:

$HH_{\text{azul}}_{\text{USU}}$: huella hídrica azul del usuario, m³/d.

$HH_{\text{azul}}_{\text{PTAP}}$: huella hídrica azul de la planta de tratamiento del agua potable, m³/d.

Q_{cf} : Caudal de consumo facturado, m³/d.

Q_{vUSU} : Caudal vertido por los usuarios, m³/d.

$Q_{\text{empacadoPTAP}}$: Caudal de atención a la planta de tratamiento del agua potable, m³/d.

HH_{grisPTAP} : Huella Hídrica gris por el vertido de la planta de tratamiento de agua potable, m³/d.

HH_{grisST} : Huella Hídrica gris por el vertimiento de los usuarios sin tratamiento, m³/d.

HH_{grisPTAR} : Huella Hídrica gris por el vertimiento de los usuarios con agua tratada, m³/d.

Q_{vertido} : Caudal de vertimiento, m³/d.

$C_{\text{vertimiento}}$: Concentración de vertimiento, Kg/m³.

$Q_{\text{captación}}$: Caudal captado de la cuenca, m³/d.

$C_{\text{captación}}$: Concentración de captación, Kg/m³

Q_{vPTAP} : Caudal vertido por la planta de tratamiento de agua potable, m³/d.

C_{vPTAP} : Concentración del vertido de la planta de tratamiento de agua potable, Kg/m³.

Q_{vST} : Caudal vertido por los usuarios sin tratamiento, m³/d.

C_{vST} : Concentración del vertido por los usuarios sin tratamiento, Kg/m³.

Q_{vPTAR} : Caudal vertido por los usuarios de agua tratada, m³/d.

C_{vPTAT} : Concentración del vertido por los usuarios de agua tratada, Kg/m³.

C_{max} : Concentración máxima permisible del efluente, Kg/m³

C_{nat} : Concentración en el cuerpo receptor, Kg/m³

$HH_{\text{azul}}_{\text{PTAP}} = 3\%$ (Qfacturado para atender las necesidades de la planta de potabilización del agua + 30% pérdidas por bombeo en el sistema)

Q_{vUSU} : en Cuba se asume un 70% de vertimiento del agua consumida en el sector residencial.

Q_{vUSU} : En Colombia se asume un 90% de vertimiento del agua consumida en el sector residencial, asumen que solo un 10% del agua no regresa a la cuenca.

Nota: en esta evaluación no se asume que un porcentaje del agua extraída regresa a la cuenca por las características geográficas.

d) Calcular el gasto de energía del consumo de agua (KWh).

$$Nb = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{1000 \cdot \eta_b} \quad (10)$$

Donde:

Nb: Potencia de la bomba. (Kw)

ρ : Densidad del agua / (Kg/m³)

g: Aceleración gravitatoria (m/s²)

Q: Flujo. (m³ /s)

H: Carga de impulsión. (m)

η_b : Rendimiento de la bomba. En primera aproximación se puede tomar en función de la velocidad específica (η_s)

Los parámetros de la bomba, según el fabricante, se consideraron el modelo: 4K-12T, con un diámetro del impelente de 163 mm, la capacidad de 104 m³/h, con una carga del sistema de 45,5 m de la columna de agua, la altura de aspiración vacuométrica admisible de 2,3 m de la columna de agua, una eficiencia de 72%, las revoluciones nominales de 3 600 r.p.m y la potencia al árbol de la bomba de 18 KW.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El índice de consumo de agua de referencia en Cuba es 150 L/persona*día. Se considera que entre el 60 y el 80% del agua potable se transformará en agua residual. Los datos presentados en la tabla 1, se consideraron para la realización del cálculo de la Huella Hídrica y el análisis económico.

Tabla 1. Datos de la base de cálculo.

Parámetro	Unidad	Valor	Bibliografía
Habitantes		354	
Índice de consumo de agua	L/persona*día	150	Francisco <i>et al.</i> (2007)
Índice de agua residuales	L/persona*día	70%	Francisco <i>et al.</i> (2007)
DBO ₅ (efluente)	mg/L	250	NC-27 (2012)
DBO ₅ (norma)	mg/L	300	NC-27 (2012)
DBO ₅ (afluente)	mg/L	4	NC-27 (2012)
tiempo de bombeo _{máx} (t)	h/d	1,50	cálculo
tiempo de bombeo _{máx} (t)	h/d	0,65	cálculo
Capacidad de la bomba (Q)	m ³ /h	104	Dato de la bomba
Índice de consumo de Fuel Oil	g/KWh	236	Meneses <i>et al.</i> (2018)
Factor de emisión de CO ₂	t CO ₂ /t FO	3,173	Meneses <i>et al.</i> (2018)
Factor de emisión de NO _x	t NO _x /t FO	0,0044	Meneses <i>et al.</i> (2018)

Parámetro	Unidad	Valor	Bibliografía
Factor de emisión de SO ₂	t SO ₂ /t FO	0,0391	Meneses <i>et al.</i> (2018)
Precio de la electricidad	\$/kWh	Según intervalos de consumo	ONURE (2022)
Precio del Fuel Oil	USD/t	458	
Precio de agua a población	\$/m ³	1,48	UEB Alcantarillado y Abasto de Agua

Fuente: Elaborada por la autora.

Se considera para el análisis económico 1USD = 120 CUP y 1€=126 CUP

En la tabla 2 se representan los indicadores de consumo de agua en diferentes actividades básicas en el hogar para valores máximos y mínimos, el ahorro de agua en la operación, la frecuencia de la operación y el ahorro de agua en L/persona*año.

Tabla 2. Cálculo del agua ahorrada para diferentes indicadores.

Actividades	Consumo de agua máx (L/d*persona)	Consumo de agua mín (L/d*persona)
Descongelar alimentos bajo válvula de agua	24	0
Lavar losa	60	20
Lavado de dientes	40	1
Lavado de las manos	15	5
Ducharse	60	5
Descarga del inodoro	30	10
Cocción y elaboración de alimentos	15	10
Higiene de piso	20	5
Agua de beber	4	3
Lavado de ropa	81	65
Total	349	124
20%pérdidas	69,8	24,8
Qfact (ConsUsu + 20% pérdidas intradomiciliarias)	418,8	148,8

Fuente: Elaborada por la autora.

En la tabla 3 se muestran los resultados de la determinación de la Huella Hídrica azul, tanto el componente directo como indirecto, para un consumo máximo y mínimo de agua, y la diferencia entre ambos extremos. Una representación gráfica se muestra en la figura 2.

Tabla 3. Valores de la Huella Hídrica Azul.

Componentes de la Huella Hídrica	Consumo de agua máx	Consumo de agua min	Diferencia
HHazuldir (L/d*persona)	435,13	154,60	280,53
HHazulind (L/d*persona)	3251,37	3251,37	0
HHazul (L/d*persona)	3686,50	3405,97	280,53

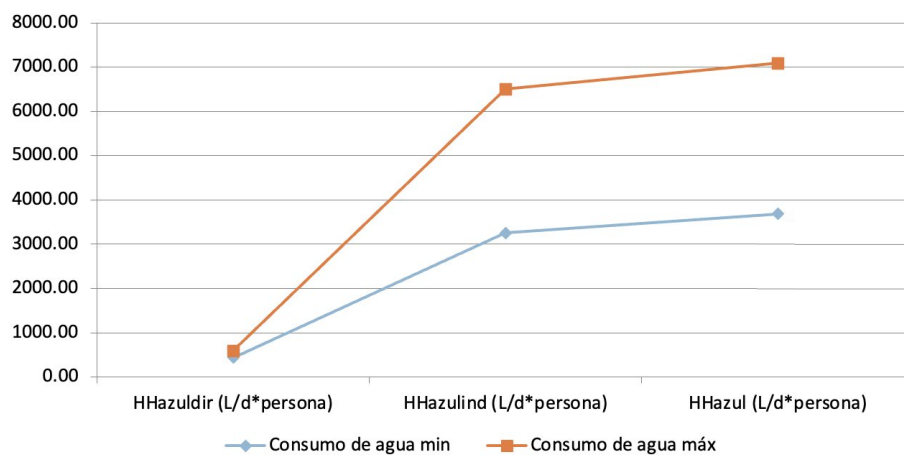
Fuente: Elaborada por la autora.

En la tabla 4 se muestran los valores de la Huella Hídrica azul, gris y total para consumos máximos, mínimos de agua por habitante.

Tabla 4. Valores de la Huella Hídrica (azul, gris y total)

Componentes de la Huella Hídrica	Consumo de agua máx	Consumo de agua min	Diferencia
HHazul (L/d*persona)	3686,50	3405,97	280,53
HHgris (L/d*persona)	243,58	86,54	157,04
HHtotal (L/d*persona)	3930,08	3492,51	437,57

Fuente: Elaborada por la autora.

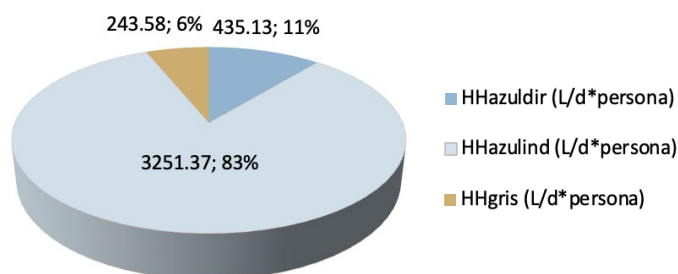
Figura 2. Representación de los componentes de la Huella Hídrica Azul.


Fuente: Elaborada por la autora.

La representación en el diagrama de pastel (figuras 3 y 4) para los consumos máximos y mínimos respectivamente, representa el comportamiento de los valores expresados en porcentaje de los componentes de la Huella Hídrica. Al respecto logra la reducción de la HHazul directa desde el 11% hasta un 4% y la HHgris, de un 6% a un 3%, evidenciándose la necesidad de realizar las diferentes labores domésticas con un consumo mínimo de agua, por la reducción del impacto negativo sobre el recurso. Los valores de la Huella Hídrica azul indirecta demuestran altos valores de los consumos de agua oculta en los productos que diariamente demandan las personas,

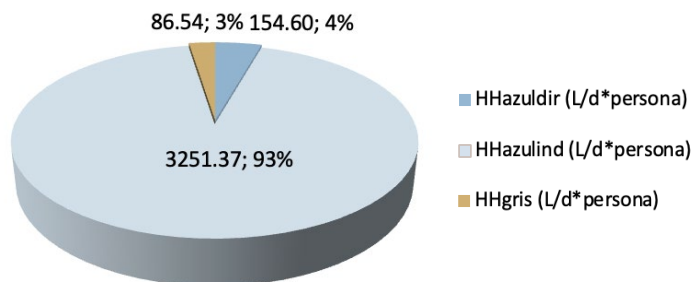
(93% y 83% de la huella hídrica total), por lo que se debe sensibilizar a las personas a balancear los consumos de productos con una huella hídrica menor.

Figura 3. Componentes de la Huella Hídrica (Consumo máximo).



Fuente: Elaborada por la autora.

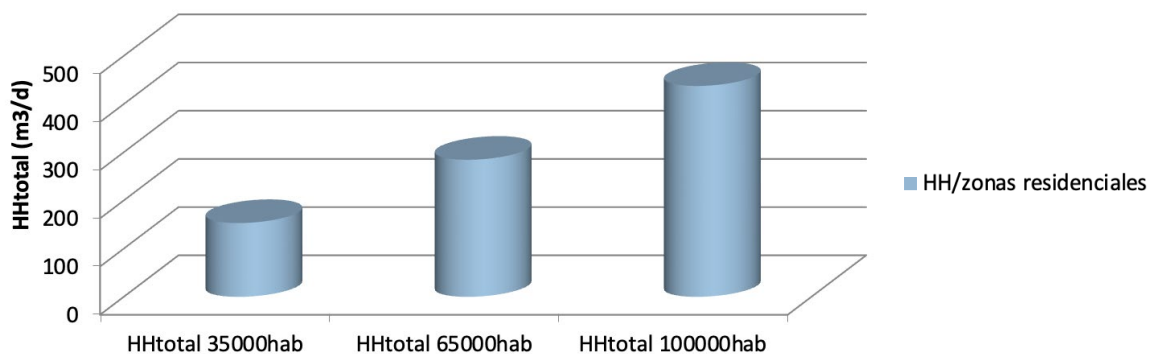
Figura 4. Componentes de la Huella Hídrica (Consumo mínimo).



Fuente: Elaborada por la autora.

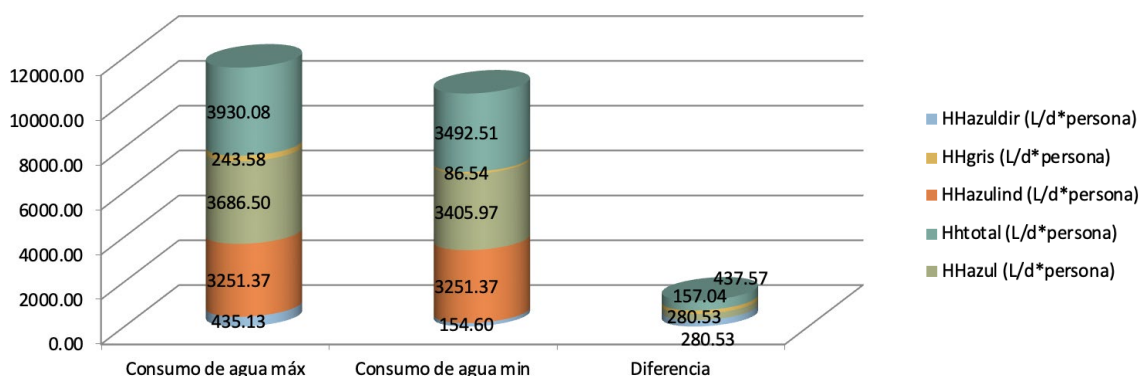
En la figura 5 se representa el incremento de la Huella Hídrica total al incrementar el número de habitantes. Los resultados mostrados en la figura 6 permiten comparar los componentes de la Huella Hídrica para consumos máximos y mínimos de agua en el sector doméstico, obteniéndose la reducción de la Huella Hídrica total con un valor de 437,57 L/persona*día, de la Huella Hídrica gris en 157,04 L/persona*día y 280,53 L/persona*día de la Huella Hídrica azul.

Figura 5. Huella hídrica total para zonas residenciales (35 000, 65 000 y 100 000 habitantes).



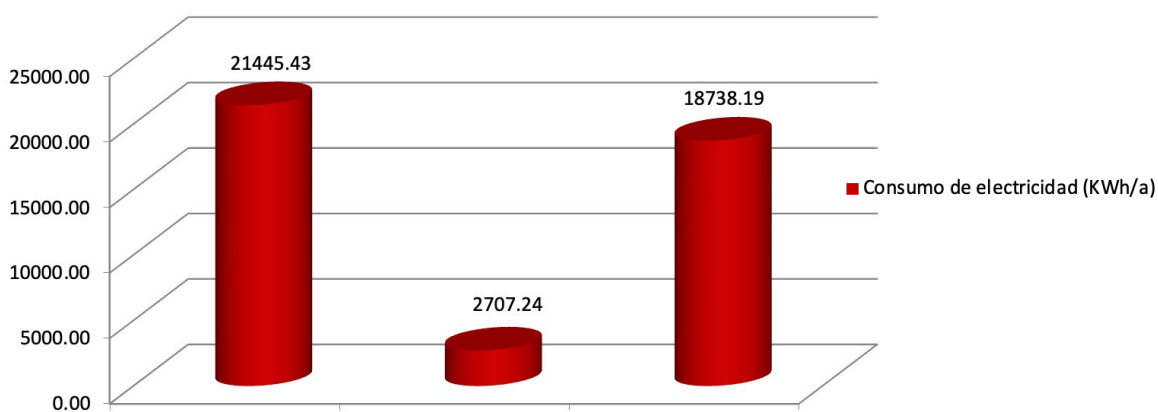
Fuente: Elaborada por la autora.

Figura 6. Representación de los componentes de la Huella Hídrica (máximo, mínimo, diferencia).



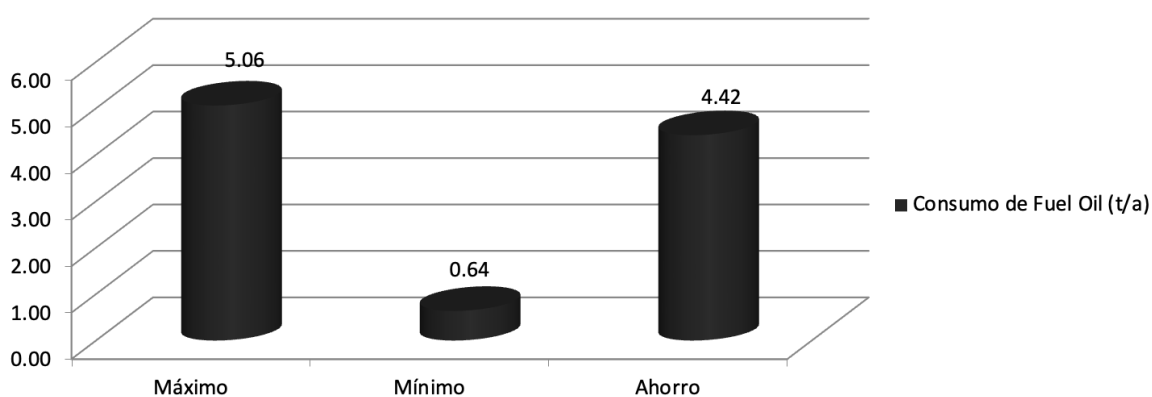
Fuente: Elaborada por la autora.

Figura 7. Consumo de electricidad (Consumo máximo, mínimo y diferencia).



Fuente: Elaborada por la autora.

Figura 8. Consumo de petróleo (Consumo máximo, mínimo y diferencia).



Fuente: Elaborada por la autora.

El consumo de electricidad y de petróleo para la generación de la electricidad se representan en las figuras 6 y 7, tanto para el consumo máximo, como mínimo de agua, lográndose un ahorro de 18 738,19 KWh/año y de 4,42 t/año, respectivamente para una población de 354 personas.

En la tabla 5 se muestra la estimación de los gases de efecto invernadero dejados de emitir a partir del ahorro de petróleo y los factores de emisión, al considerar la generación en una termoeléctrica a partir de Fuel Oil.

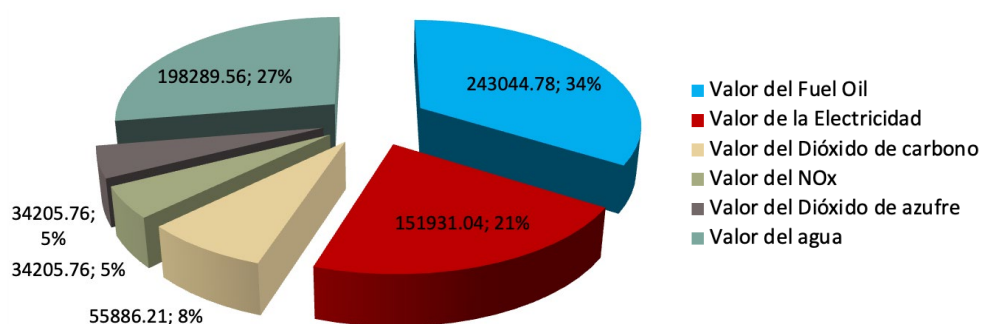
Tabla 5. Valores de los gases de efecto invernadero dejados de emitir.

	Dióxido de carbono (t CO₂/a)	NO_x (t NO_x/a)	Dióxido de azufre (t SO₂/a)
Máximo	16.06	0.02	0.20
Mínimo	2.03	0.003	0.02
Ahorro	14.03	0.02	0.17

Fuente: Elaborada por la autora.

La representación de los datos en la figura 9 muestra que el mayor aporte al ahorro económico le corresponde al combustible (34%), el agua ahorrada representa el 27% y la electricidad un 21%. El petróleo ahorrado tiene un valor de 2025,37 USD y los gases dejados de emitir 2288,74€ para un total de 354 personas.

Figura 9. Representación de los componentes ahorrados con un consumo mínimo.



Fuente: Elaborada por la autora.

Estos valores son más significativos para zonas urbanas con un mayor número de habitantes, al obtenerse un incremento del valor de la huella hídrica.

CONCLUSIONES

La huella hídrica aporta un enfoque amplio, que permite visualizar y tomar en cuenta el consumo real de agua de las actividades humanas doméstica en este caso particular; es valiosa para incidir en la conciencia de las personas sobre el impacto en los recursos hídricos que implica el estilo de vida asumido individualmente y como comunidad, al profundizar en el impacto que tienen los patrones de consumo predominantes en la población.

Los componentes de la huella hídrica calculada demuestran que consumos máximos de agua sobrecargan su demanda, constatándose que existe una diferencia notable para consumos mínimos, tanto en la huella hídrica azul como gris. Al determinar su valor para diferentes cuotas

de población, según el gasto diario de agua máximo y mínimo posible por habitante, y los productos que frecuentemente consumen es posible establecer las bases para dilucidar las complejas relaciones entre la sociedad y su entorno.

La evaluación de los componentes del costo del agua (valor del agua, electricidad para el bombeo, petróleo equivalente y gases de efecto de invernadero dejados de emitir demuestra los beneficios económicos y ambientales con consumos mínimos en actividades domésticas para un pequeño número de habitantes, los cuales pueden llegar a ser cuantiosos para grupos poblacionales mayores. Constituyen factores a considerar en la identificación sistemática de potencialidades de ahorro de agua y en la sensibilización de la población para asumir patrones de consumo responsable del recurso y su uso sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

Almond, R., Grooten M., Juffe Bignoli, D. y Petersen, T. (Eds) (2022). *Informe planeta vivo. Hacia una sociedad con la naturaleza en positivo*. WWF, Gland, Suiza. https://wwflpr.awsassets.panda.org/downloads/descarga_informe_planeta_vivo_2022_1_1_1.pdf

Asamblea Nacional del Poder Popular [ANPP]. (2017). Ley 124. De las aguas terrestres. Gaceta Oficial extraordinaria No. 57.

Colectivo de autores (2023). Procesos y/o herramientas orientadas al uso sostenible del agua en el contexto del cambio climático y espacios de actuación local. *Premio de Innovación Tecnológica del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio ambiente*, Sancti Spiritus, Cuba.

De la Cruz, R. (2023). *Folleto sobre herramientas para el uso sostenible del agua*. Curso pre-evento: La evaluación de la huella hídrica un camino hacia el uso sostenible del agua frente al cambio climático. 28 de enero al 2 de febrero de 2024. XIV Congreso Internacional de Educación Superior, Cuba.

Feria, H., Blanco, M., Valledor, R. (2019). *La dimensión metodológica del diseño de la investigación científica*. Las Tunas: Editorial Académica Universitaria.

Francisco, W., López, E. y Monteagudo, J. (2007). *Gestión y uso racional del agua*. Editorial UNIVERSO SUR Universidad de Cienfuegos.

Hoesktra, A., Chapagain, A., Aldaya, M. Y Mekonne, M. (2021). Manual de Evaluación de la Huella Hídrica. Establecimiento de estándar mundial. AENOR. https://www.waterfootprint.org/resources/TheWaterFootprintAssessmentManual_Spanish.pdf

Meneses R., Roig, R., Paz, E., Alonso, D. y Alvarado, J. (2018). Factores de emisión de CO, CO₂, NO_x y SO₂ para instalaciones generadoras de electricidad en Cuba. *Revista Cubana de Meteorología*, Vol.24, No.1, pp. 1-9. <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/255>

Oficina Nacional de Normalización [ONN]. (2012). *Norma de vertimiento de las aguas residuales a las Aguas terrestres y alcantarillado. Especificaciones*. NC-27:2012. La Habana.

- Oficina Nacional de Estadística e Información. (2022). Anuario estadístico de Cuba. Capítulo 2: Medio Ambiente. República de Cuba. https://www.onei.gob.cu/sites/default/files/publicaciones/2023-10/02-medio-ambiente-2022_O.pdf
- Organización de las Naciones Unidas (2019). Informe de políticas de ONU-AGUA sobre el Cambio Climático y el Agua. https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2019/12/UN-Water_PolicyBrief_Water_Climate-Change_ES.pdf
- Paz, L. (2019). El cambio climático y la evolución de su conocimiento en Cuba. Editorial AMA. http://ccc.insmet.cu/cambioclimaticoencuba/sites/default/files/resultados/01%20CONOCIMIENTO%20EN%20CUBA_O.pdf
- Pérez, A. y Tirado, S. (2023). El agua en la economía circular: indicadores de circularidad. Economía circular y sostenibilidad. <https://blogs.uned.es/catedra-aquae/wp-content/uploads/sites/111/2023/06/Economistas-Extra-181-296-302-1.pdf>
- Planos, O. (2022). Aproximación a los recursos hídricos potenciales en Cuba al 2030. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, XLIII (1), Ene-Mar, p. 48-62. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382022000100048