



Cálculo De Huella
Hídrica Del
Establecimiento Eva
Duarte De Perón De La
Universidad Nacional
Del Noroeste De La
Provincia De Buenos
Aires-Año 2020

Federico Platone

Índice

1.	Objetivo del informe.....	3
2.	Alcance	4
3.	Huella Hídrica.....	4
3.1.	Huella Hídrica Directa	5
3.1.1.	Huella Hídrica Azul	5
3.1.2.	Huella Hídrica Gris	8
3.1.3.	Huella Hídrica Verde	9
3.2.	Huella Hídrica Indirecta	10
3.2.1.	Huella Hídrica Indirecta asociada al consumo de electricidad	10
3.2.2.	Huella Hídrica Indirecta asociada al consumo de papel:	10
4.	Metodología y datos empleados para el cálculo de la huella hídrica	10
4.1.	Recolección de información.....	11
4.2.	Determinación de límites organizacionales.....	11
4.3.	Determinación límites operacionales	11
5.	Desarrollo	13
5.1.	Planillas	13
5.1.1.	Consumo de agua.....	13
5.1.2.	Consumo de bidones de agua.....	14
5.1.3.	Planilla asociada al consumo de papel.....	14
5.1.4.	Planilla asociada al consumo de electricidad.....	14
6.	Cálculo de MPUusuarios	15
6.1.	Cálculo de ND	15
6.2.	Cálculo de NA.....	16
6.3.	Cálculo de no docente	16
6.4.	Media ponderada de asistentes al edificio y tiempo de residencia....	16
7.	Cálculo de Huella Hídrica Azul	17
7.1.	Volumen de agua incorporada.....	17
7.2.	Volumen de agua evaporada	17
7.2.1.	Cálculo del volumen de afluente Eva Perón	18
7.2.2.	Cálculo del volumen de efluente Eva Perón	18
7.2.3.	Total volumen de agua evaporada	21
7.3.	Total Huella Azul	21
8.	Cálculo de Huella Hídrica Gris	21
9.	Cálculo de Huella Hídrica Indirecta	24
9.1.	Cálculo de Huella Hídrica asociada al consumo de electricidad	24
9.2.	Cálculo de Huella Hídrica asociada al consumo de papel	26

9.3.	Total Huella Hídrica Indirecta.....	28
10.	Huella Hídrica Total	28

Objetivo del informe

Actualmente, resulta fundamental la búsqueda constante de indicadores que representen información certera para la toma de decisiones en lo que refiere a la protección y mejora ambiental, logrando modelos de desarrollo cada vez más sostenibles.

Un indicador considerablemente popular es el de Huella de Carbono. El mismo hace referencia a la emisión de gases de efecto invernadero en la atmosfera, el cual se calcula anualmente en todos los establecimientos de la Universidad, este se convirtió en una herramienta útil, que permitió poner a disposición de la comunidad universitaria resultados del impacto generado y tomar medidas en consecuencia, para intentar reducirlo. Es el compromiso de todos, el que llevará a cambiar este paradigma ambiental.

Sin embargo, existe aún pocas reflexiones, en la ciencia y en la práctica, sobre la gestión del agua en cuanto a su consumo y contaminación, tanto a lo largo de cadenas de producción, como de servicios. Las empresas y organizaciones manejan mucha información sobre el agua que utilizan, pero normalmente, no realizan un adecuado manejo de esta información, tanto internamente, como hacia el exterior. Es por ello que existe escasa conciencia acerca de los factores que influyen directamente en el consumo de los volúmenes de agua y su contaminación asociada. Un compromiso sobre este fenómeno, por parte de todas las organizaciones, construirá la base fundamental para mejorar la gestión de los recursos de agua dulce del planeta. Desencadenando en nuevas estrategias que influyan sobre un adecuado uso del recurso.

Con el fin de sumar acciones a la resolución de las dificultades anteriormente nombradas, la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires presenta el siguiente artículo, donde se intenta optimizar la eficiencia en las operaciones que requieren de la utilización de agua, el cambio autónomo de conducta de la comunidad universitaria para su uso responsable, y las estrategias para el cumplimiento de los

parámetros de calidad del efluente. El mismo está enfocado en la contabilización de agua en uno de sus establecimientos, con la intención de réplica futura en la totalidad de los edificios de la institución

La metodología adoptada para el cálculo de la Huella Hídrica se basó en la establecida por el manual de la Wáter Footprint Network y se tomó como eje el cálculo realizado por la Universidad Tecnológica Metropolitana del estado de Chile.

Para ser más claros, la Huella Hídrica (HH) es un indicador del consumo y contaminación de agua dulce, que contempla las dimensiones directa e indirecta. Su concepto fue introducido por primera vez en año 2002 por el Dr. Arjen Hoekstra y desde entonces es difundido por la organización Water Footprint Network (WFN).

Además, el mismo incorpora el concepto de “sostenibilidad”, tomado como notable y fundamental según nuestro criterio, para que las acciones se sostengan en el largo plazo.

Alcance

El cálculo de la Huella Hídrica abarca al establecimiento Eva Duarte de Perón

Huella Hídrica

Explícitamente, según el método y el concepto de “Water FootPrint”, se le asigna su finalidad al volumen de agua fresca que se utiliza para producir un producto determinado, ya sea un bien o servicio, considerando toda la cadena de suministro. Esta huella es medida en términos de volumen de agua consumida en el proceso, incluida el agua evaporada y/o contaminada. Es un indicador de uso de agua que tiene en cuenta tanto la utilización directa como indirecta por parte de un consumidor o productor.

La HH es un indicador multidimensional compuesto por variables que, no solo muestra o refleja el volumen de agua usada y contaminada, sino además la localización geográfica y el momento del año en que ésta es usada.

A continuación, se detallará la forma de calcular la Huella Hídrica Directa e Indirecta asociada al proceso educativo de la Universidad, contemplado en el objetivo de alcance de Sede Eva Duarte de Perón.

El cálculo que se desarrolló a lo largo de todo el estudio se orientó en la aplicación de una de las herramientas que se ha creado bajo el enfoque del interés de la sostenibilidad, la equidad y la eficiencia del uso del agua para ayudar a mitigar estos impactos con la metodología establecida por la Water FootPrint Network, cuya organización busca desde sus inicios en la temática, avanzar constantemente sobre el concepto de Huella Hídrica como indicar de uso de consumidores y productores.

La Universidad Tecnológica Metropolitana del estado de Chile realizó en el año 2013 el cálculo de Huella Hídrica de su institución, bajo la aplicación de la metodología anteriormente mencionada. Por tal motivo, considerado el mismo relevante y similar a las características de la institución en estudio, se utilizó dicho proyecto como modelo de análisis y aplicación, y en conjunto con el de la Norma ISO 14046- Gestión Ambiental- Huella de Agua.

3.1. Huella Hídrica Directa

3.1.1. Huella Hídrica Azul

La Huella Hídrica Azul, se refiere al consumo de los recursos hídricos azules (agua dulce), superficial o subterránea, en toda la cadena de producción de un producto. Consumo se refiere a la pérdida de agua en cuerpos de agua disponibles en la superficie o en acuíferos subterráneas en el área de la cuenca. La pérdida ocurre cuando el agua se evapora, no regresa a la misma cuenca, es dispuesta al mar o se incorpora a un producto.

Para el cálculo de la Huella Hídrica de una organización administrativa, la HH Azul corresponde al agua azul que no retorna a la cuenca. Se puede calcular como el flujo

de agua de entrada (agua potable comprada) menos el flujo de salida (wastewater). La diferencia será lo que se evaporó.

La HH Azul está definida por la siguiente ecuación:

$$HH\ azul = Incorp + Evaporación$$

Dónde:

- *Incorp* = Volumen de agua incorporada
- *Evaporación* = Volumen de agua evaporada

Es decir, se contempla el volumen de agua que se incorpora en el consumo humano (derivada de compra de agua mineralizada) y la que se evapora. Si se conocen los volúmenes de incorporación y evaporación, esta ecuación puede utilizarse para cuantificar la HH Azul.

El volumen de agua evaporada, se puede determinar por la siguiente ecuación:

$$Volumen\ de\ agua\ evaporada = Afluyente - Efluyente$$

Dónde:

- *Afluyente* = volumen de agua usada en la actividad evaluada.
- *Efluyente* = volumen de agua descargada al alcantarillado.

En el caso de las unidades administrativas, es el resultado de la siguiente ecuación:

$$Volef = Vollavamanos + Volinodoros + Vollaboratorio + Vollimpieza$$

Dónde:

Volef = Volumen del efluente generado

Vollavamanos = Volumen generado por el uso de los lavamanos

Volinodoros = Volumen generado por el uso de inodoros

Vollaboratorio = Volumen generado por el uso de equipos de agua en laboratorios

Vollimpieza = Volumen generado por la limpieza cotidiana de las instalaciones.

Asu vez:

$$\mathbf{Vollavamanos} = \mathbf{FLMpd} \times \mathbf{TLMpv} \times \mathbf{FLM} \times \mathbf{MPUsuarios} \times \mathbf{DAño}$$

Donde:

- $FLMpd$ = Frecuencia promedio de uso de lavamanos por persona en el día, considerando el promedio de permanencia en el establecimiento (veces /día).
- $TLMpv$ = Tiempo promedio de uso de lavamanos por persona (seg)
- FML = Flujo de agua (caudal) promedio de la canilla (m3/min)
- $MPUsuarios$ = Se refiere a la cantidad de personas que efectivamente utilizan las fuentes durante el día.
- $DAño$ = Días hábiles con actividad académica durante el año.

$$\mathbf{Vollodoro} = \mathbf{FINOpd} \times \mathbf{Vold} \times \mathbf{MP(NA,ND)} \times \mathbf{DAño} \\ + \mathbf{FINOpd} \times \mathbf{Vold} \times \mathbf{MP(NND)} \times \mathbf{DAño}$$

Donde:

- $FINOpd$ = Frecuencia promedio de uso de inodoros por personas en el día, considerando el promedio de permanencia en el establecimiento (veces/día).
- $Vold$ = Volumen promedio de descarga del tanque del inodoro (m3/descarga).
- $MPUsuarios$ = Se refiere a la cantidad de personas que efectivamente utilizan las fuentes durante el día.
- $DAño$ = Días hábiles con actividad académica durante el año.

Vollaboratorio = Se realiza de acuerdo al PGA 14-ANEXO A-Inventario de equipos y artefactos que consumen agua.

Vollimpieza = Con base en la información proporcionada por Escuela de Ingeniería de Antioquia, se describe a continuación el caudal de agua estimado para el aseo de la vivienda. El mismo definido como 0,29 L/m2 por día.

3.1.2. Huella Hídrica Gris

Para estimar la Huella Hídrica gris de un proceso, se calcula como el volumen de agua que se requiere para diluir contaminantes, hasta tal punto de que la calidad del agua del ambiente se mantenga acorde a la legislación aplicable según sea el caso de las normas acordadas de calidad de agua.

El agua gris es calculada al dividir la carga de contaminantes (L expresado en masa/tiempo) por la diferencia entre la norma de calidad del agua del ambiente para ese contaminante (la concentración máxima aceptable C_{max} expresado en masa/volumen) y su concentración natural en el cuerpo de agua que recibe (C_{nat} expresado en masa/volumen).

En el caso de focos puntuales de contaminación del agua, es decir, cuando los productos químicos se liberan directamente en una masa de agua superficial en forma de disposición de aguas residuales, la carga puede estimarse midiendo el volumen de efluentes y la concentración de una sustancia química en el efluente. Más precisamente: la carga contaminante puede ser calculada como el volumen de efluentes ($Effl$, en volumen / tiempo) multiplicado por la concentración del contaminante en el efluente (C_{effl} , en masa / volumen) menos el volumen de agua de la abstracción ($Abstr$, en volumen / tiempo) multiplicado por la concentración real de la toma de agua (C_{act} , en masa / volumen). La Huella Hídrica gris se puede calcular de la siguiente manera:

$$HH_{gris} = \frac{L}{C_{max} - C_{nat}} = \frac{Effl \times C_{effl} - Abstr \times C_{act}}{C_{max} - C_{nat}}$$

Donde:

- $Effl$ = Es el Volumen total del efluente que es descargado al alcantarillado (m³/ año).
- C_{effl} = Es la concentración de la sustancia (DBO5 y DQO) en el cuerpo del efluente (mg / l).

- $Abstr$ = Es el volumen total de agua que es consumida (m³/ año).
- C_{act} = Es la concentración real del contaminante cuando el agua es utilizada. (mg / l).
- C_{max} = La concentración máxima aceptable en el cuerpo de agua de descarga (mg / l).
- C_{nat} = Es la concentración del efluente sin intervención antrópica (mg / l).

Para este caso la concentración real, es decir, la C_{act} es igual a cero. Porque se considera que el agua es potable, la cual ya se encuentra tratada y no posee el contaminante en estudio (DBO5 y DQO).

De acuerdo a la legislación vigente, se toma como elemento de control para llevar a cabo este cálculo la demanda 'bioquímica' de oxígeno (DBO). Es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación, y normalmente se mide transcurridos cinco días de reacción (DBO5), se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO₂/l).

3.1.3. Huella Hídrica Verde

La WFP Verde corresponde al volumen total de agua que proviene de las precipitaciones y que cae directamente sobre plantas y suelo, para posteriormente evapotranspirarse. Para que el agua que se evapotranspira contribuya al proceso en estudio, es necesario que las plantas sean parte de los insumos o procesos necesarios para la producción del bien estudiado. Desde dicha perspectiva, resulta particularmente relevante la contribución de la WFP Verde para la producción agrícola, ganadera y forestal, especialmente en zonas donde no se requiere riego.

En el presente estudio no se considera la Huella Hídrica Verde. En la Universidad la única sede que se considera con áreas verdes es el Campo Experimental Las Magnolias,

Jardín botánico o dependencia de áreas rurales, por ende, no existen áreas verdes que pudiesen utilizar el agua de lluvia.

3.2. Huella Hídrica Indirecta

3.2.1. Huella Hídrica Indirecta asociada al consumo de electricidad

En esta etapa, es necesario conocer el tipo y proveniencia de energía eléctrica del sitio en estudio. Por ejemplo, se requiere saber si es hidroeléctrica, biomasa, solar, eólica, etc. Lo adecuado es conocer, al menos de manera aproximada, el porcentaje de cada fuente de energía para poder calcular un promedio.

Por otra parte, es necesario conocer el consumo de electricidad (KW/H) que tuvo la sede universitaria en el año 2018. Una vez que se tiene esta información es necesario segregar los Kw/h por el porcentaje de proveniencia. Luego de esto conociendo los factores de Conversión que posee cada tipo de energía, se podrá conocer la Huella Hídrica Indirecta asociada al consumo de energía.

Esta información se encuentra disponible en la base de datos de la Water FootPrint Network, con sus correspondientes factores de conversión.

$$HH_{\text{electricidad}} = \text{Consumo de electricidad} \times \text{Factor de conversión}$$

3.2.2. Huella Hídrica Indirecta asociada al consumo de papel:

Es sumamente parecida a la Huella asociada al consumo de electricidad, es decir, la Huella Hídrica Indirecta asociada al consumo de papel, es la cantidad de papel utilizada al año en unidad de masa multiplicada por el valor de Huella Hídrica de cada tipo de papel estimada por la Water FootPrint, para cada país.

$$HH_{\text{papel}} = \text{Consumo de papel} \times \text{Factor de conversión}$$

Metodología y datos empleados para el cálculo de la huella hídrica

El presente estudio sigue la metodología desarrollada y presentada en el Manual de Huella Hídrica (Hoekstra et al., 2011). Esta metodología está conforma por 4 fases:

- Determinación de objetivos y el alcance del cálculo.
- Contabilizar la Huella Hídrica.
- Análisis de sostenibilidad de la Huella Hídrica.
- Respuesta a la Huella Hídrica
- Formulación de estrategias y planes de reducción.

En esta etapa se explican las actividades de investigación que fueron desarrolladas y que se orientan a la culminar en la fase de evaluación.

4.1. Recolección de información

Se definió el gran objetivo de medición de huella hídrica, y a la par fue necesario establecer cómo se llevaría a cabo.

Se explica a continuación con detalles las actividades desarrolladas en el proceso de investigación y en respuesta a los objetivos planteados.

4.2. Determinación de límites organizacionales

Para definir el alcance del sistema, se optó por el estudio del establecimiento Eva Perón, considerando la criticidad del mismo y su certificación en el Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001. Las intenciones están orientadas a incluir en una segunda etapa los demás establecimientos pertenecientes a la Universidad.

Dentro del establecimiento Eva Perón se priorizará los procesos y actividades desarrolladas en laboratorios.

4.3. Determinación límites operacionales

En la definición de aspectos importantes relacionados a Huella Hídrica directa e indirecta que posee el establecimiento Eva Duarte de Perón, se aborda lo expresado a continuación:

- Huella Hídrica Directa: se consideró como Huella Hídrica Directa institucional a todos los procesos asociados a la Huella Hídrica Azul y Gris relacionada con la

actividad que se desarrolla en el establecimiento Eva Duarte de Perón. Referida a la Huella Hídrica Azul, fue considerado el consumo de agua realizado durante todo el año de estudio, según el registro del medidor instalado y la cantidad de personas que asisten con regularidad al establecimiento. En cuanto a la Huella Hídrica Azul, fue considerado el efluente que produjo y su incidencia de contaminación de DBO5 y DQO en la descarga de agua.

- Huella Hídrica Indirecta: Para efectos de cálculo de la Huella Hídrica Indirecta del establecimiento Eva Duarte de Perón, se consideraron los consumos de electricidad y gas realizados por la institución y los insumos más representativo según un análisis realizado, papel y cartuchos de tinta.

El presente estudio no considera la contabilidad de la Huella Hídrica Verde. Es necesario aclarar que, en cuanto a las exclusiones relacionadas con el cálculo de Huella Hídrica Indirecta, no se tuvieron en cuenta los procesos relacionados con la construcción del establecimiento, por estar relacionado a la remodelación de un edificio ya existente, ni el consumo de combustibles, durante el año en estudio.

En cuanto a los límites relacionadas al cálculo de la Huella Hídrica de Cadena de Suministro (Indirecta), para efectos de cálculo no se consideraron los procesos relacionados a la construcción de la Universidad y el consumo de los combustibles utilizados por la universidad (consumo de gas licuado y natural, petróleo Diesel y gasolina).

4.4. Identificación del año de cálculo

Se identifica como año de cálculo el año 2020. Este fue un año extraordinario debido a la pandemia de COVID-19 que afectó a todos los países del mundo llevando a la población a una cuarentena indefinida. Esto afectó directamente al cálculo de la Huella

Hídrica por la reducción drástica de la cantidad de personas que hicieron uso del establecimiento dentro del alcance.

4.5. Definición de metodología para la recolección de datos

Luego de haber definido el edificio en estudio, se determinó la información necesaria para estimar el cálculo. Para llevar a cabo la misma se necesitó de información brindada por el Área de Compras y Contrataciones, Alumnos.

4.6. Identificación de responsables de suministros del servicio al establecimiento

Se identificó como oferente del suministro consumido en el edificio a Obras Sanitarias con el objeto de completar la información que pueda faltar en los registros almacenados por el Área de Seguridad, Higiene y Protección ambiental de la Universidad.

4.7. Procesamiento de datos

Luego de haber finalizado la etapa de recolección de datos, se procedió con la tabulación de los mismos, para así tener un orden que ayude a su cálculo.

4.8. Diseñar y completar planillas

Luego de estandarizar la información y definir los supuestos para estimar la Huella Hídrica, se procedió a completar las planillas de consumo de agua, papel y electricidad. Las mismas se encuentran adjuntas en la etapa de cálculo correspondiente.

Desarrollo

5.1. Planillas

5.1.1. Consumo de agua

VER ANEXO 2

Consumo diario estimado durante el año 2020:

$$524 \text{ m}^3/217 \text{ días} = 2,41\text{m}^3/\text{día}$$

5.1.2. Consumo de bidones de agua

Se estima que la cantidad de bidones de agua por semana consumidos en el Edificio Eva Duarte de Perón son de 9.

Cant bidones	Lt/bidón	Litros totales semanales
9	20	180

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, los litros de agua consumidos durante el año 2020 son:

$$6 \text{ meses} \times 4 \text{ semanas} \times 180 \text{ litros} = 4320 \text{ litros} = 4,32 \text{ m}^3$$

5.1.3. Planilla asociada al consumo de papel

En la tabla que se muestra a continuación se muestran los kilogramos de papel que han sido comprados por el área de Compras y Contrataciones de la UNNOBA, y que se destinaron al consumo del establecimiento Eva María Duarte de Perón. También, el Centro de Estudiantes proporcionó el dato de su consumo en el edificio.

Área	Cantidad de resmas	Peso por resma	Peso total
Escuela de Tecnología	13	2,3	29,9
Seguridad e Higiene Junín	1	2,3	2,3
Instituto de Desarrollo Humano (IDH)	15	2,3	34,5
Laboratorios Junín	22	2,3	50,6
Centro de estudiantes	40	2,3	92
Total resmas	91	2,3	209,3

Fuente: Elaboración propia

5.1.4. Planilla asociada al consumo de electricidad

Los datos que se muestran a continuación corresponden al Procedimiento de Gestión Ambiental 16- REGISTRO B- Control de consumo de energía eléctrica (VER ANEXO 3). Estos valores muestran los kw/h que fueron consumidos durante el año 2020 en el proceso educativo universitario de la institución en estudio.

Estos datos luego se utilizarán para estimar la Huella Hídrica asociada al consumo de electricidad.

$$\text{Consumo total de energía eléctrica 2020} = 31396 \text{ kW/h}$$

Cálculo de MPUusuarios

$$MPUusuarios = NND \times 1 + NA \times 0,25 + ND \times 0,25$$

Referencias:

- *NND = Número de personal No docente*
- *NA = Número de Alumnos*
- *ND = Número de Docentes*

El factor de ponderación que se utiliza en la fórmula anterior se refiere a la cantidad de horas que las personas se encuentran en el establecimiento utilizando el servicio de agua.

Los No Docentes permanecen normalmente 8 horas diarias en el establecimiento, son quienes más utilizan los servicios de agua potable, por lo tanto, se le asigna el máximo factor de ponderación igual a 1.

Como durante el 2020, las clases presenciales que se dictaron no podían superar las 2 horas por normativa, a los Docentes y Alumnos se les asigna un factor de 0,25

En el año 2020 los alumnos atendieron a clase aproximadamente durante un mes, se interpreta lo mismo para los docentes. El personal no docente atendió de forma presencial a su trabajo aproximadamente la mitad del año lo que se traduce a 122 días hábiles.

6.1. Cálculo de ND

Se estima el número de docentes promedio que asistieron y dictaron clases en el establecimiento Eva Perón durante el año 2020, considerando la cantidad de aulas que el establecimiento posee y una utilización promedio de las mismas de 2 horas por cursada, con un docente en cada una (debido a las políticas de prevención contra el COVID-19). Se recuerda que se estima que solo se dictaron clases presenciales por 22 días.

La Biblioteca Silvina Ocampo no fue utilizada.

Número de aulas utilizadas en un mismo día: 7 aulas Sede Eva Duarte de Perón.

Numero de docentes por cátedra: 1

Promedio de cátedras por día por aula: 2

$$\begin{aligned}
 ND: \text{Número de docentes diarios} &= 7 \frac{\text{aulas}}{\text{día}} \times 2 \frac{\text{cátedras}}{\text{aula}} \times 1 \frac{\text{docente}}{\text{cátedra}} \\
 &= 14 \frac{\text{docentes}}{\text{día}} \left(22 \text{ días } 2 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \right)
 \end{aligned}$$

6.2. Cálculo de NA

Debido a las políticas de prevención contra el COVID-19 internas y externas, la cantidad de alumnos que atendieron por clase fue considerablemente menor. Se estima que en promedio el numero de alumnos por clase presencial fue de 12.

$$\begin{aligned}
 NA: \text{Número de alumnos diarios} &= 7 \frac{\text{aulas}}{\text{días}} \times 2 \frac{\text{cátedras}}{\text{aula}} \times 12 \frac{\text{alumnos}}{\text{cátedra}} \\
 &= 168 \frac{\text{alumnos}}{\text{día}} \left(22 \text{ días } 2 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \right)
 \end{aligned}$$

6.3. Cálculo de no docente

Se estima que la cantidad de personas que conforman el cuerpo no docente y asisten diariamente al Establecimiento Eva Perón son 35.

Debido a las medidas en contra del COVID-19 el personal no realizó sus actividades de forma presencial por gran parte del año. Se estima que en promedio el personal no docente atendió presencialmente solo la mitad del año, esto es 122 días hábiles.

$$NND = \text{Número de no Docentes} = 35 \frac{\text{personas}}{\text{día}} \left(122 \text{ días } 8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \right)$$

6.4. Media ponderada de asistentes al edificio y tiempo de residencia

$$MP_{\text{usuarios}} = NND \times 1 + NA \times 0,25 + ND \times 0,25$$

$$MP_{\text{usuarios}} = 35 \times 1 + 168 \times 0,25 + 14 \times 0,25 = 80,5 \cong 81$$

Durante los 22 días más concurridos del año el número de usuarios diarios es de 81.

$$MP_{\text{usuarios}} = NND \times 1 + NA \times 0 + ND \times 0$$

$$MP_{\text{usuarios}} = 35 \times 1 = 35$$

Durante los 100 días restantes con personas atendiendo al edificio el número de usuarios diarios es de 35.

Cálculo de Huella Hídrica Azul

Para el cálculo de la Huella Hídrica Azul, se considera el volumen de agua que es incorporada y el volumen de agua que es evaporada. El resultado de la diferencia entre afluente y efluente es considerado como el agua evaporada.

$$HH_{\text{azul}} = \text{Incorp} + \text{Evaporación}$$

7.1. Volumen de agua incorporada

La misma queda representada por el agua de consumo cotidiano de alumnos, docentes y no docentes, esta incluye el consumo de bidones de agua mineralizada (VER 5.1.2 “consumo de bidones de agua”) que son 4,32 m³/ año y el consumo del dispenser conectado a la red. Estimando que este último se usa 8 hs/día a su capacidad máxima, se puede estimar el consumo:

Capacidad de calentamiento l/h	Hs uso/ Día	Consumo total m ³ /día	Días de uso/año	Consumo total anual (m ³)
8	8	0,064	122	7,808

Fuente: Elaboración propia

Entonces:

$$VOL_{\text{Incorporado}} = VOL_{\text{Bidones}} + VOL_{\text{Dispenser}} = 4,32m^3 + 7,808m^3$$

$$VOL_{\text{Incorporado}} = 12,13m^3$$

7.2. Volumen de agua evaporada

Representada por la siguiente ecuación:

$$VOLEvaporada = Afluente - Efluente$$

7.2.1. Cálculo del volumen de afluente Eva Perón

La planilla “PGA 14-REGISTRO B-Control de consumo de agua”, arrojó el siguiente resultado de afluente correspondiente al año 2019:

$$Afluente = 524,5 \text{ m}^3$$

7.2.2. Cálculo del volumen de efluente Eva Perón

$$Efluente = VolLavamanos + VolInodoros + VolDuchas + VolLaboratorios \\ + VolLimpieza$$

7.2.2.1. Cálculo de VolLavamanos

Se calculará como la suma entre el VolLavamanos(máx) correspondiente al mes donde hubo más uso por la presencia de alumnos y docentes y VolLavamanos(min) correspondiente a los días en los cuales solo atendieron el personal no docente.

$$VolLavamanos = FLMpd \times TLMpv \times FLM \times MPUusuarios \times DAño$$

Donde:

- $FLMpd$ = Frecuencia promedio de uso de lavamanos por persona en el día, considerando el promedio de permanencia en el establecimiento (veces /día).
 - $FLMpd = 1 \text{ vez/día}$
- $TLMpv$ = Tiempo promedio de uso de lavamanos por persona (seg)
 - $TLMpv = 3,76 \text{ seg por FMLpd}$
- FML = Flujo de agua (caudal) promedio de la canilla (m³/min)
 - $FML = 3,2 \text{ lts por minuto} = 0,0032 \text{ m}^3/\text{min} = \\ 0,0000533 \text{ m}^3/\text{seg}$
- $MPUusuarios$ = Se refiere a la cantidad de personas que efectivamente utilizan las fuentes durante el día.
 - $MP(máx) = 81 \text{ usuarios}$

- $MP(min) = 35 \text{ usuarios}$
- $DAño = \text{Días hábiles con actividad académica durante el año.}$
 - $DAño(máx) = 22 \text{ días}$
 - $DAño(min) = 100 \text{ días}$

Por lo tanto:

$Vollavamanos(máx)$

$$= 1 \text{ vez/día} \times 3,76 \text{ seg} \times 0,0000533 \text{ m}^3/\text{seg} \times 81u \times 22\text{días}$$

$$Vollavamanos(máx) = 0,357 \text{ m}^3$$

$Vollavamanos(min)$

$$= 1 \text{ vez/día} \times 3,76 \text{ seg} \times 0,0000533 \text{ m}^3/\text{seg} \times 35u \times 100\text{días}$$

$$Vollavamanos(min) = 0,702 \text{ m}^3$$

$$Vollavamanos = 0,357\text{m}^3 + 0,702\text{m}^3 = 1,059\text{m}^3$$

7.2.2.2. Cálculo de VolInodoros

Para realizar el cálculo del Volumen de los inodoros, se considera por un lado el consumo realizado por el Personal no Docente (NND) y por otro lado el consumo realizado por los Alumnos (NA) y los Docentes (ND).

$$VolInodoros = FINOpd \times VolD \times MP(NA, ND) \times DAño \\ + FINOpd \times VolD \times MP(NND) \times DAño$$

Donde:

- $FINOpd = \text{Frecuencia promedio de uso de inodoros por personas en el día, considerando el promedio de permanencia en el establecimiento (veces/día).}$
 - $FINOpd(NA, ND) = 0,5 \text{ veces/día}$
 - $FINOpd(NND) = 1,5 \text{ veces/día}$
- $VolD = \text{Volumen promedio de descarga del tanque del inodoro (m}^3/\text{descarga).}$
 - $VolD(NA, ND) = 0,001 \text{ m}^3/\text{descarga}$

- $Vold(NND) = 0,009 \text{ m}^3/\text{descarga}$
- $MPUsuarios =$ Se refiere a la cantidad de personas que efectivamente utilizan las fuentes durante el día.
 - $MP(NA, ND) = NA \times 0,25 + ND \times 0,25 = 168 \times 0,25 + 14 \times 0,25 = 45,5 \cong 46 \text{ usuarios}$
 - $MP(NND) = 35 \text{ usuarios}$
- $DAño =$ Días hábiles con actividad académica durante el año.
 - $DAño(NA, ND) = 22 \text{ días}$
 - $DAño(NND) = 122 \text{ días}$

Por lo tanto:

$$Vollodoros = 0,5\text{veces/día} \times 0,001\text{m}^3/\text{descarga} \times 46u \times 22\text{días} \\ + 1,5\text{veces/día} \times 0,009\text{m}^3/\text{descarga} \times 35u \times 122\text{días}$$

$$Vollodoros = 58,151 \text{ m}^3$$

7.2.2.3. Cálculo de VolLaboratorios

Se realiza de acuerdo al PGA 14-ANEXO A-Inventario de equipos y artefactos que consumen agua.

Sector	Artefacto	Cantidad	Consumo (m ³)/uso o m ³ /min	N° Usos	Min uso	Consumo anual m ³
Lab de química	Baño termostático de A/Inoxidable "Vickig"	1	0,005	50		0,25
Lab de química	Baño termostático de 20 Lt. con circulación de agua "Lauda"	1	0,02	30		0,6
Lab de química	Ducha de emergencia	1	0,005	0		0
Lab de química	Grifería	11	0,009		120	11,88
Lab de química	Grifería	6	0,009		120	6,48
Lab química (Terraza)	Destilador de agua	1	0	0	0	0
Lab de química	Destilador de agua	1	0	0	0	0
Lab de investigación	Grifería	1	0,009		60	0,54
Lab de Alimentos	Griferías	4	0,009		15	0,54

Lab de Mecánica	Griferías	8	0,009		20	1,44
Lab de Mecánica	Inodoro	1	0,2	0		0
Lab de Mecánica	Parral de cañería	1	0,2	0	0	0
Lab de Biomasa	Grifería	1	0,009		15	0,135
Lab de Limnología	Griferías	1	0,009		15	0,135
TOTAL						22

Fuente: Elaboración Propia

$$\mathbf{VolLaboratorios = 22 m^3}$$

7.2.2.4. Cálculo de VolLimpieza

Se considera el dato estimado anteriormente de 0,29 l/ m² día.

Se obtiene que los m² del establecimiento de Eva Perón es de 2155 m², de los cuales se limpian utilizando agua aproximadamente un 40 % del edificio, 862 m².

El personal de limpieza trabajó todo el año en el edificio, es decir 217 días:

$$\mathbf{VolLimpieza = 0,29 l/m^2 \times 862 m^2 \times 217 días = 54.250 l = 54,25 m^3}$$

7.2.2.5. Total efluente Eva Perón

$$Efluente = 1,059 m^3 + 58,151 m^3 + 22 m^3 + 54,25 m^3$$

$$Efluente = 135,46 m^3$$

7.2.3. Total volumen de agua evaporada

$$Agua evaporada = 524,5 m^3 - 135,46 m^3$$

$$Agua evaporada = 389,04 m^3$$

7.3. Total Huella Azul

$$Huella Azul = 12,13 m^3 + 389,04 m^3$$

$$Huella Azul = 401,17 m^3$$

Cálculo de Huella Hídrica Gris

Para estimar la Huella Hídrica gris de un proceso se calcula como el volumen de agua que se requiere para diluir contaminantes hasta tal punto de que la calidad del agua del ambiente se mantenga acorde a la legislación aplicable según sea el caso normas acordadas de calidad de agua.

El agua gris se calcula con la división de la carga de contaminantes (expresado en masa/tiempo) por la diferencia entre la norma de calidad del agua del ambiente para ese contaminante, expresado en la ley 11820 en el Marco Regulatorio para la Prestación de los Servicios Públicos de Provisión de Agua Potable y Desagües Cloacales en la Provincia de Buenos Aires y específicamente descripta en el Anexo I y II del mismo, aquí se distingue la concentración máxima aceptable y la concentración natural en el cuerpo de agua, expresado en masa/volumen.

La ecuación de la HH Gris que se considera para todos los casos es:

$$HH_{gris} = \frac{L}{C_{max} - C_{nat}} = \frac{Effl \times C_{effl} - Abstr \times C_{act}}{C_{max} - C_{nat}}$$

Donde:

- $Effl$ = Es el Volumen total del efluente que es descargado al alcantarillado (m³/ año).
- C_{effl} = Es la concentración de la sustancia (DBO5 y DQO) en el cuerpo del efluente (mg / l).
- $Abstr$ = Es el volumen total de agua que es consumida (m³/ año).
- C_{act} = Es la concentración real del contaminante cuando el agua es utilizada. (mg / l).
- C_{max} = La concentración máxima aceptable en el cuerpo de agua de descarga (mg / l).
- C_{nat} = Es la concentración del efluente sin intervención antrópica (mg / l).

La HH Gris puede medirse con diferentes parámetros de calidad. La HH Gris total será la máxima entre las HH Grises calculadas en base a distintos parámetros.

Para la utilización de la fórmula se debió estudiar las concentraciones de los contaminantes en agua generados en la Sede Eva Perón. Los parámetros que se

consideraron son: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y Demanda Química de Oxígeno (DQO).

La HH Gris total será la máxima de las HH Grises cuantificadas.

Datos obtenidos para calcular la HH Gris DBO5:

$$E_{fl} = E_{fluente} = 135,46 \text{ m}^3$$

$$C_{effl}DBO5 = 6 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned} Abstr &= Consumo(mdeidor) + Consumo(bidones) = 524,5 \text{ m}^3 + 12,13 \text{ m}^3 \\ &= 536,63 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$C_{act} = 0$$

C_{act} equivale a 0 porque hace referencia a la concentración que tiene el contaminante al momento de la extracción del recurso hídrico, el contaminante no se encuentra presente al momento de consumir agua potable.

$$C_{max} = 200 \text{ mg/l}$$

II	D.B.O.	mg/l	5210 B	≤200	≤50	≤200	≤200
	D.Q.O.	mg/l	5220 D	≤700	≤250	≤500	≤500
	S.A.A.M.	mg/l	5540 C	≤10	≤2,0	≤2,0	≤5,0
	Sustancias fenólicas	mg/l	5530 C	≤2,0	≤0,5	≤0,1	≤2,0
	Sulfatos	mg/l	4500 SO4 E	≤1000	NE	≤1000	NE
	Carbono orgánico total	mg/l	5310 B	NE	NE	NE	NE
	Hierro (soluble)	mg/l	3500 Fe D	≤10	≤2,0	≤0,1	≤10
	Manganeso (soluble)	mg/l	3500 Mn D	≤1,0	≤0,5	≤0,1	≤10

Parámetros de calidad de las descargas límites admisibles- Resolución 336/03- Anexo II

$$C_{nat} = 5 \text{ mg/l}$$

$$HH_{gris}DBO5 = \frac{135,46 \text{ m}^3 \times 6 \text{ mg/l} - 536,63 \text{ m}^3 \times 0}{200 \text{ mg/l} - 5 \text{ mg/l}}$$

$$HH_{gris}DBO5 = 4,168 \text{ m}^3$$

Datos obtenidos para calcular la HH Gris DQO:

$$E_{fl} = E_{fluente} = 135,46 \text{ m}^3$$

$$C_{effl}DQO = 23,2 \text{ mg/l}$$

$$\begin{aligned} Abstr &= Consumo(mdeidor) + Consumo(bidones) = 524,5 \text{ m}^3 + 12,13 \text{ m}^3 \\ &= 536,63 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$C_{act} = 0$$

C_{act} equivale a 0 porque hace referencia a la concentración que tiene el contaminante al momento de la extracción del recurso hídrico, el contaminante no se encuentra presente al momento de consumir agua potable.

$$C_{max} = 700 \text{ mg/l}$$

$$C_{nat} = 15 \text{ mg/l}$$

$$HH_{gris}DQO = \frac{135,46 \text{ m}^3 \times 23,2 \text{ mg/l} - 536,63 \text{ m}^3 \times 0}{700 \text{ mg/l} - 15 \text{ mg/l}}$$

$$HH_{gris}DBO5 = 4,588 \text{ m}^3$$

La HH Gris máxima según los parámetros evaluados es la HH Gris DQO.

$$\mathbf{HH_{gris} = 4,588 \text{ m}^3}$$

Cálculo de Huella Hídrica Indirecta

A continuación, se presenta el cálculo de la Huella Hídrica Indirecta, derivada del consumo de electricidad y papel:

$$Huella \ Hídrica \ Indirecta = HH_{electricidad} + HH_{papel}$$

9.1. Cálculo de Huella Hídrica asociada al consumo de electricidad

En primer lugar, es necesario determinar el tipo y proveniencia de energía eléctrica. En la Sede Eva Perón la empresa proveedora de la misma es Edén S.A.

Con base en un estudio del origen de la misma, se concluye que en Argentina el sector eléctrico depende principalmente de la generación térmica y Junín pertenece a ese 57% de la capacidad instalada. La misma depende de la planta de generación térmica

ubicada en la ciudad de San Nicolás, alimentada a base de Carbón, Fuel Oil y/o Gas Natural. La central estima un 70% de utilización de Gas Natural, un 20% de Fuel Oil y un 10% de Carbón.

Cada fuente de generación de energía eléctrica tiene diferentes Factores de Conversión. Los mismos se pueden extraer de la información obtenida del Reporte Bio Energía. Gerbens-Hoekstra-VanderMeer-2008-waterfootprint-bioenergy.pdf. Además, se utilizó el reporte: Reports/Mekonnen-Hoekstra-2012-WaterFootPrint-Hydroelectricity.pdf. (Estos datos fueron obtenidos del cálculo de la Huella Hídrica de la Universidad de Chile).

Tipos de energía	Factor de conversión HH (M3/GJ)
Hidroeléctrica	0,4
Energía Eólica	0
Energía Nuclear	0,1
Gas Natural	0,1
Carbón	0,2
Energía Solar	0,3
Diesel	1,1
BIOGAS	S/1

Fuente: Cálculo Huella Hídrica Universidad Tecnológica Metropolitana del estado de Chile.

Posteriormente, una vez que se tiene esta información, es necesario convertir los Kw/h de consumo del establecimiento durante el año 2020 por el porcentaje de proveniencia de energía.

$$70\% \text{ Gas Natural} = 31396 \frac{\text{kw}}{\text{h}} \times 70\% = 21977,2 \text{ kw/h}$$

$$20\% \text{ Fuel Oil} = 31396 \frac{\text{kw}}{\text{h}} \times 20\% = 6279,2 \text{ kw/h}$$

$$10\% \text{ Carbón} = 31396 \frac{\text{kw}}{\text{h}} \times 10\% = 3139,6 \text{ kw/h}$$

Luego de esto, se utilizan los factores de Conversión de cada tipo de energía, considerando que los factores están estimados en (M3/GJ), se realiza el pasaje correspondiente de Kw/h a GJ equivalente = 1 GJ = 277,77 kWh

$$21977,2 \frac{kw}{h} = 79,12 GJ$$

$$6279,2 \frac{kw}{h} = 22,61 GJ$$

$$3139,6 \frac{kw}{h} = 11,30 GJ$$

Obtenido ya los consumos en la unidad requerida, procedemos a aplicar la formula correspondiente, siempre respetando la utilización estimada del tipo de energía.

$$HH_{electricidad} = Consumo de electricidad \times Factor de conversión$$

$$HH_{electricidad} = 79,12 GJ \times 0,1 \frac{m3}{GJ} + 22,61 GJ \times 1,1 \frac{m3}{GJ} + 11,30 GJ \times 0,2 \frac{m3}{GJ}$$

$$HH_{electricidad} = 35,043 m3$$

9.2. Cálculo de Huella Hídrica asociada al consumo de papel

Similar a la Huella Hídrica calculada para el consumo de electricidad, se desarrolla a continuación la Huella Hídrica asociada al consumo de papel anual en la Institución. Se refiere a la cantidad de papel utilizado en el año en unidad de masa multiplicada por el valor de huella hídrica de cada tipo de papel estimada a continuación por la Water FootPrint.

Table 8. Water footprint of 'printing & writing paper' (m^3/ton), taking into account country-specific recovered paper utilization rates.

Country	Pine from boreal biome	Pine from temperate biome	Broadleaf from temperate biome	Eucalyptus from subtropical biome	Eucalyptus from tropical biome
USA	1115	2069	1809	955	2602
Canada	1667	1676	1466		
China	2015	2266	1568	2501	2250
Finland	1988	1641	1515		
Sweden	1241	1144	1392		
Japan		1452	965	891	
Brazil				497	540
Russia	840	981	1193		
Indonesia					1275
India				1029	1246
Chile		674	591	502	
France		766	1005	415	
Germany		657	799		
Norway	1121	1036	1260		
Portugal		1769	2151	905	
Spain		638	776	321	
South Africa				806	749
Austria		881	1072		
New Zealand		925	969	933	
Australia		1060	878	665	701
Poland		1312	1118		
Thailand					809

Fuente: Report46- WaterFootprintPaper, Tabla 8

Considerando que la Huella Hídrica del papel requiere de la determinación del tipo de papel que es utilizado en la institución, a continuación, se detalla el tipo de plantación forestal del cual es extraído el recurso que se emplea en la Universidad.

Resmas Marca Premium 100% con fibra de Eucaliptus - Áreas administrativas.

Resmas Marca Boreal 100% de Eucalipto Grandis y Eucalipto Globulus–
Fotocopiadora.

Considerando la proximidad entre Argentina y Chile y sus características terrenales, se optó por utilizar los factores que han sido determinados para dicho país, ya que el mismo no se encuentra especificado en dicha tabla.

$$Eucaliptus = 502 m^3/ton$$

Luego, se procede a aplicar la formula correspondiente al cálculo de Huella Hídrica Indirecta referida al consumo de papel, como se muestra más abajo.

$$HH_{papel} = Consumo\ de\ papel \times Factor\ de\ conversi3n$$

Kg de papel consumidos año 2020 = 209,3 kg = 0,21 ton

$$HH_{papel} = 0,21 \text{ ton} \times 502 \frac{m^3}{ton}$$

$$HH_{papel} = 105,42 \text{ m}^3$$

9.3. Total Huella Hídrica Indirecta

$$Huella \ Hídrica \ Indirecta = HH_{electricidad} + HH_{papel}$$

$$Huella \ Hídrica \ Indirecta = 35,043 \text{ m}^3 + 105,42 \text{ m}^3$$

$$Huella \ Hídrica \ Indirecta = 140,463 \text{ m}^3$$

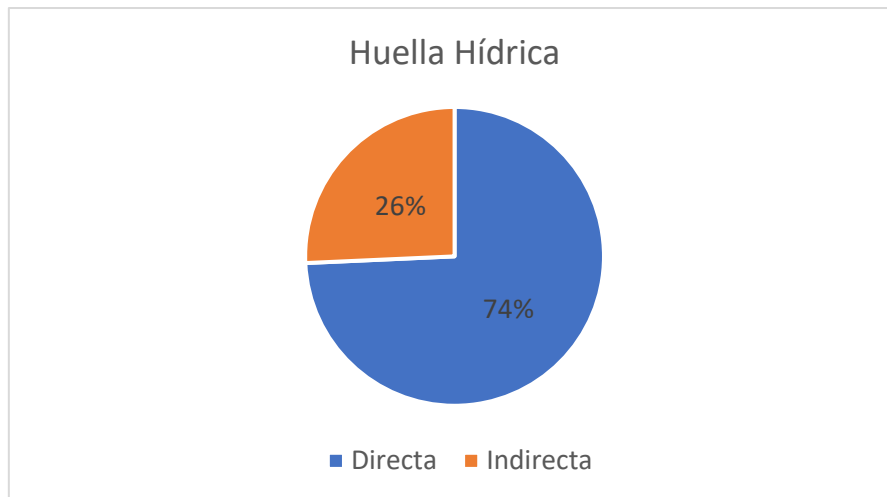
Huella Hídrica Total

Huella Hídrica del establecimiento Eva Perón	m³/año
HH Azul	401,17
HH Gris	4,588
Huella hídrica directa	405,758
Huella hídrica indirecta	140,463
TOTAL	546,221

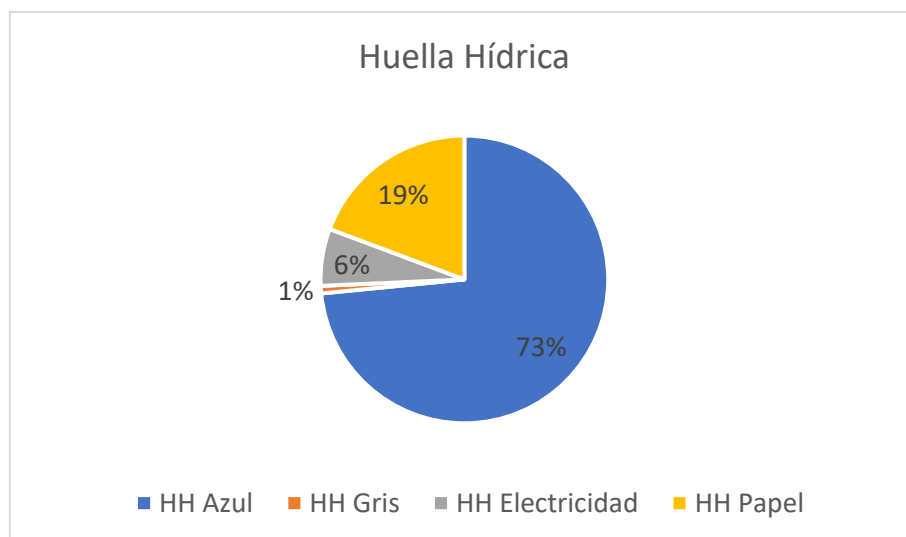
Fuente: elaboración propia

Del valor total de la Huella Hídrica de la Sede Eva Duarte de Perón de la Universidad se desprende que el 74% de ella (405,758 m³/año) corresponde a la Huella Hídrica Directa y el 26% (140,463 m³/año) corresponden a la Huella Hídrica Indirecta.

De lo que se expone en la tabla, podemos deducir que, para el caso del proceso educativo de la universidad en el año 2020, es mayor la parte Directa de la Huella Hídrica que la Indirecta a diferencia de años anteriores.



Para tener una mejor visualización de los factores más importantes de la Huella Hídrica, se muestra a continuación los porcentajes que representan, la HH Azul, la HH Gris, la HH Electricidad y la HH Papel.

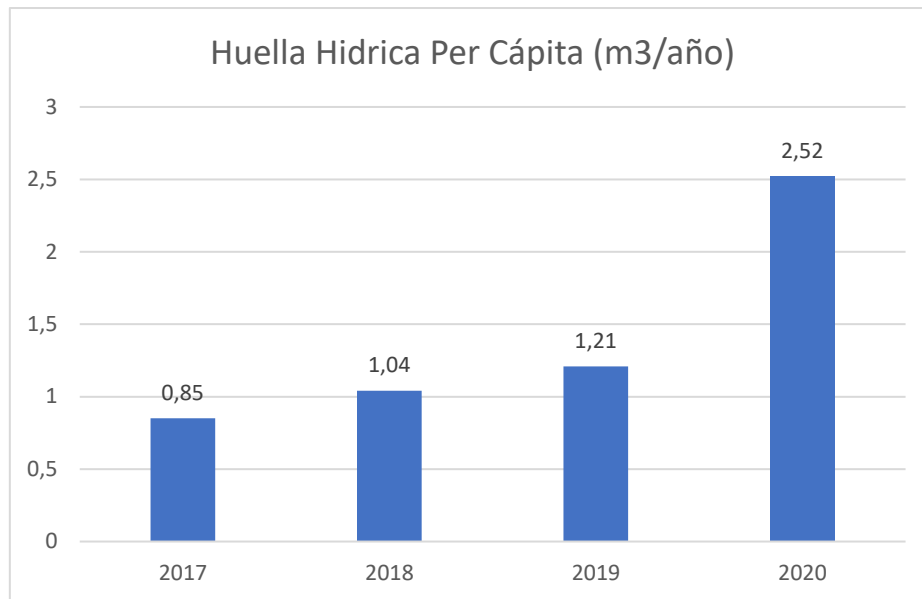


10.1. Huella Hídrica Per Cápita en el establecimiento Eva Perón

El objetivo del presente apartado es el de establecer el valor de Huella Hídrica por persona que asiste regularmente al establecimiento Eva Perón. De acuerdo al total de estudiantes, Docente y No Docente del establecimiento Eva Perón.

$$HH_{PerCápita} = \frac{546,221 \text{ m}^3}{(168 + 14 + 35) \text{ personas}}$$

$$HH_{PerCápita} = 2,52 \text{ m}^3/\text{persona}$$



Evaluación de sostenibilidad

La Huella Hídrica es un indicador que surgió como análogo a la Huella Ecológica, que es un indicador de uso de un espacio biológicamente productivo (en hectáreas). Con el objetivo de tener una idea de lo que representa el estudio de la huella hídrica para una Universidad, será necesario compararla a la Huella Hídrica de los recursos disponibles de agua dulce (expresados también en m³/año), igual que se comparan la Huella Ecológica al espacio biológicamente productivo (en hectáreas).

El objetivo primordial de evaluar la sostenibilidad de la Huella Hídrica se refiere primordialmente a establecer la comparación de la Huella Hídrica humana con lo que la tierra puede soportar de forma sostenible, es decir, procurando la protección de las generaciones futuras.

Considerando que la sostenibilidad se puede analizar desde varias dimensiones, la sostenibilidad de la Huella Hídrica de un producto o servicio, depende en parte de los contextos geográficos de la misma. Rara vez es la Huella Hídrica de un proceso, producto, productor o consumidor la que crea los problemas de escasez de agua y la contaminación que nos afectan. Los problemas surgen como el efecto acumulativo de todas las actividades en el área geográfica considerada.

Sin embargo, en el análisis particular del servicio que brinda la universidad, la sostenibilidad de la Huella Hídrica puede ser analizada desde tres perspectivas diferentes: desde un punto de vista ambiental, social y económico.

Desde cada uno de estos puntos de vista se pueden distinguir varios criterios de sostenibilidad.

La sostenibilidad ambiental, se refiere a la calidad del agua, la cual debe permanecer dentro de ciertos límites, según normativa ambiental aplicable. Además, los caudales de ríos y las aguas subterráneas deben permanecer dentro de límites establecidos, frente a la escorrentía natural, a fin de mantener los ecosistemas dependientes de los ríos y del agua subterránea.

La sostenibilidad social, se refiere a que hay que asignar una cantidad mínima de agua dulce disponible en la tierra a necesidades básicas. Esencialmente un abastecimiento mínimo de agua doméstica para beber, lavar y cocinar. Además, de una asignación mínima de agua para la producción de alimentos.

La sostenibilidad económica, se refiere a la asignación y utilización del agua de una manera económicamente eficiente. Los beneficios de una Huella Hídrica (verde, azul o gris) que resultan de usar el agua para un fin determinado deben pesar más que el costo de oportunidad. De lo contrario la Huella Hídrica es insostenible.

11.1. Análisis de Sostenibilidad Huella Hídrica

Para realizar el análisis de sostenibilidad de la huella Hídrica, se requiere la obtención de la disponibilidad de agua real que existe en la cuenca, en la cual se obtiene el agua para el consumo y uso de la población. Este dato, puede ser obtenido por el Gobierno Municipal.

11.1.1. Análisis de Sostenibilidad Huella Hídrica Azul

La HH Azul Total de la universidad es la suma de las HH cuantificadas de los sectores evaluados. Su sostenibilidad es cuantificada comparando la disponibilidad de agua azul mensual (agua disponible real) de la cuenca de la que se extrae agua para el uso y consumo en la ciudad con el uso y consumo de agua en la universidad. Para determinar la escasez de agua y la sostenibilidad de agua, se debe dividir la HH Azul cuantificada por el volumen de agua disponible real (agua azul). Si la división es menor a 1, entonces se puede concluir que el impacto ambiental en cuanto al consumo de agua no existe o no es significativo. Cuanto mayor sea a 1, la situación es peor, como se puede ver en la siguiente tabla.

$$\text{Sostenibilidad HH Azul} = \frac{\sum HH_{Azul}}{\text{Disponibilidad Natural}}$$

Mayor a 4		Mayor a 1,5	
Mayor a 2		Mayor a 1	

Fuente: En base al estudio Hoekstra, A.Y. and Mekonnen, M.M. (2011)

11.1.2. Análisis de Sostenibilidad Huella Hídrica Gris

La HH Gris total de la ciudad, es la suma de las HH Grises cuantificadas en los diferentes sectores de la misma. La sostenibilidad de la HH Gris, se cuantifica con el volumen de agua natural y la HH Gris total de la ciudad. Este valor se denomina índice de contaminación hídrica.

$$\text{Índice de Contaminación Hídrica} = \frac{\sum HH_{Gris}}{\text{Disponibilidad real del agua en la cuenca}}$$

Respuesta a la Huella Hídrica

La formulación de respuestas, es un proceso participativo que debe involucrar a todos los actores relevantes identificados del establecimiento. Se puede iniciar al finalizar la etapa de cuantificación de Huella Hídrica, y mejor aún si se lo hace después de terminar

el análisis de sostenibilidad. La formulación de respuestas puede incluir políticas, planes, programas y proyectos a largo, mediano y corto plazo con distintos niveles de inversión, para lograr la reducción de la Huella Hídrica, de la universidad. También se pueden proponer, oportunidades de mejoras para las próximas obras/establecimientos en construcción, arreglos institucionales o ampliaciones.

Para poder lograr una reducción de la Huella Hídrica, se considera fundamental estudiar la sostenibilidad de los tres factores, mencionados anteriormente, y de ser posible, realizar los análisis de sensibilidad de las Huellas Gris, Verde, y Azul. En este cálculo, no se tuvo en cuenta la Huella Hídrica Verde, por lo mencionado con anterioridad.

Los datos de los cálculos de Huella Hídrica que se efectúen anualmente en el establecimiento, permitirán realizar la evaluación de este concepto, más que importante para la protección ambiental y el cuidado de los recursos hídricos.

Estrategias y/o propuestas de reducción de la huella hídrica

A continuación, se presentan potenciales mejoras para disminuir la Huella Hídrica del establecimiento Eva Perón

13.1. Soluciones Sanitarias

Instalar Sistemas ahorradores de agua en inodoros en el edificio:

a) Inodoros con dispositivo de doble accionamiento:

Los tradicionales funcionan con volúmenes de agua en un rango que va desde los 13 hasta los 23 litros. Los inodoros de bajo consumo o de descarga selectiva trabajan con un máximo de nueve litros de agua. Con el uso de descarga dual se puede reducir el consumo de agua sensiblemente (hasta un 67%).

b) Tanques o cisternas con pulsador o tirador interrumpible:

Los pulsadores interrumpibles permiten detener la descarga presionando nuevamente el mismo botón de accionamiento. Los tiradores interrumpibles se accionan con un mecanismo de tirador que, al jalar de ellos, se quedan levantados y, luego, se interrumpe la descarga simplemente presionándolos nuevamente hacia abajo.

c) Tanques o cisternas con contrapeso:

Tanto a los tanques o cisternas con dispositivos de interrupción como a aquellos que no los tienen puede acoplárseles un contrapeso que rearma el sistema automáticamente y provoca el cierre apresurado del mecanismo, engañándolo y aparentando haber salido toda el agua del tanque, lo que posibilita ahorros de más del 60% del consumo habitual.

d) Recuperación de agua de lluvia:

Con un sistema de recuperación de agua de lluvia podría reducirse considerablemente el consumo total de agua derivado del uso de sanitarios y limpieza

13.2. Lavamanos

Seleccionar tecnologías eficientes en el uso del agua para las instalaciones del establecimiento:

- Grifos temporizados.
- Perlizadores: Están basados en el “efecto Venturi”, que consiste en una aspiración originada en la aceleración del agua al pasar por un estrechamiento en la sección del conducto. De esta forma consigue insuflar aire en su interior y aparenta un caudal muy superior al real. Garantizan un ahorro de agua de entre un 40% y un 70% de acuerdo con la presión de trabajo.
- Grifos electrónicos de activación por infrarrojos: Se activan al detectar la presencia del usuario. Activan el suministro cuando la persona está presente y lo interrumpen cuando se retira. Por esta razón, son posiblemente los más eficientes del mercado.

13.3. Eficiencia Energética

Buenas prácticas en calefacción:

- Un área bien aislada reduce los costos de calefacción entre un 20% y un 40%, a la vez que disminuye la necesidad de refrigeración en verano.
- Es recomendable abrir las ventanas durante las horas soleadas para aprovechar el calor del sol
- La instalación de gomas adhesivas en puertas y ventanas mejora el aislamiento, reducen entre un 5% y un 10% la energía consumida.
- Reemplazar las ventanas comunes por las dobles ventanas o acristalamientos, que permiten ahorrar hasta un 20% de energía en climatización.
- Es recomendable utilizar termostatos y relojes programables para regular la temperatura de la calefacción. En invierno lo ideal es mantener la temperatura entre 19 °C y 20 °C durante el día. La reducción de la temperatura en un grado supone un ahorro de energía de un 8%.

13.4. Buenas prácticas en iluminación

- Emplear lámparas de bajo consumo y fluorescentes. Es necesario sustituir el 25% de las lámparas incandescentes que permanecen encendidas durante más horas al día, por lámparas fluorescentes compactas, se puede reducir hasta un 50% en el consumo eléctrico. Además, las lámparas de bajo consumo duran entre 8 y 10 veces más que las incandescentes convencionales.
- Utilizar al máximo la luz del día abriendo las ventanas, evitando la utilización de artefactos artificiales.
- En lugares de poco uso, es conveniente colocar detectores de presencia para que el encendido sea automático, ahorrando así la energía que se derrocha cuando se deja encendida por olvido.

- Utilizar luces exteriores equipadas con fotocélulas o temporizadores, para que se apaguen solas durante el día.

13.5. Buenas prácticas generales

Para lograr la reducción de la Huella Hídrica además de adoptar las acciones descritas anteriormente, se pueden añadir aspectos generales como los que se detallan a continuación:

- Campañas de concientización.
- Campañas sobre gestión del Recurso Hídrico.
- Campañas de contextualización y difusión.
- Difusión de resultados.
- Disminuir el consumo del uso de papel, electricidad y recursos hídricos.
- Realizar actividades recreativas incentivando la concientización y protección ambiental.
- Buenas Prácticas en los laboratorios.

Conclusiones

Comparación de la Huella Hídrica 2019 vs Huella Hídrica 2020:

Tipo de Huella (m3)	2019	2020	Diferencia Porcentual
HH Azul	382,69	401,17	5%
HH Gris	14,73	4,588	-69%
Huella Directa	397,42	405,758	2%
HH Electricidad	56,457	35,043	-38%
HH Papel	698,78	105,42	-85%
Huella Indirecta	755,237	140,463	-81%
HH Total	1152,657	546,221	-53%
Personas	956	217	-77%
HH Per cápita	1,21	2,52	109%

Fuente: Elaboración propia

La comparación es necesaria porque nos muestra como afectó la pandemia a las actividades dentro del edificio y como repercutieron las mismas en la contaminación hídrica.

La diferencia más sustancial se ve en la huella hídrica indirecta que disminuyó un 81% respecto al año 2019, que se puede explicar por la reducción en el uso de papel (HH Papel disminuyó un 85%). Al observar más detalladamente los datos registrados de consumo de papel se logra identificar que, debido a la pandemia, la fotocopiadora a disposición de los alumnos administrada por el centro de estudiantes bajó de consumir 564163546546534 a 40 resmas. El consumo de papel por parte de los administrativos se mantuvo prácticamente constante.



Por supuesto, pese a reducir en más de la mitad la Huella Hídrica Total, la Huella Hídrica per cápita aumentó al doble debido a que la cantidad de usuarios bajó drásticamente debido a la ausencia de clases presenciales.

El caso extraordinario del año 2020 hace que esta Huella Hídrica no pueda ser comparada directamente con los años anteriores, pero podemos aprender:

Concientizar a alumnos y profesores del impacto que puede tener el evitar imprimir o fotocopiar documentos cuando sea posible, puede ayudar a la universidad a reducir considerablemente este indicador.


Anexos

ANEXO 1 "Control de consumo de agua"


 UNNOBA UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE BUENOS AIRES	CONTROL DE CONSUMO DE AGUA Área de Seguridad, Higiene y Protección Ambiental			PGA 14
				REGISTRO B
				Revisión 04
				Página 1 de 2
AÑO:2020				
DATOS DEL ESTABLECIMIENTO				
Denominación: Eva Perón				
Dirección: Newbery 355		Localidad: Junín		
Provincia: Bs. As.		C.P: 6000		
DATOS DEL MEDIDOR				
Marca		Schlumberger		
Modelo		Multimag TM		
Caudal Nominal		Qn: 3,5 m3/h		
Caudal Mínimo		Qmin: 0,07 m3/h		
Frecuencia de control: Quincenal	Fecha	Consumo (m3)	Variación (m3)	Observaciones
1°	Enero			
2°	febrero	3/2/2020	9910,26	24,04
		17/2/2020	9925,76	15,5
		39,54		
3°	marzo	3/3/2020	9947,55	21,79
		15/3/2020	9959,68	12,13
		33,92		
4°	abril		9994,8	35
			23,0	35
		70,3		
5°	mayo		58,1	35
			93,3	35
		70,3		
 UNNOBA UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE BUENOS AIRES	CONTROL DE CONSUMO DE AGUA Área de Seguridad, Higiene y Protección Ambiental			PGA 14
				REGISTRO B
				Revisión 04

					Página 2 de 2
6°	junio		128,4	35	Medición realizada por Gerardo
		29/6/2020	170,44	35	
		70,3			
7°	julio	13/7/2020	198	28	
		30/7/2020	213	15	
		43			
8°	agosto	5/8/2020	248,26	35,26	
		19/8/2020	277,69	29,43	
		64,69			
9°	septiembre	2/9/2020	329,89	52,2	
			340,02	10,13	
		62,33			
10°	octubre	6/10/2020	348,57	8,55	
		27/10/2020	358,44	9,87	
		18,42			
11°	noviembre	10/11/2020	372,99	14,55	
		25/11/2020	379,73	6,74	
		21,29			
12°	diciembre	4/12/2020	390,21	10,48	
		21/12/2020	410,70	20,49	
		30,97			

ANEXO 2 "Control de consumo de energía eléctrica"

 UNNOBA <small>UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE BUENOS AIRES</small>		CONTROL DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA			PGA 16
		Área de Seguridad, Higiene y Protección Ambiental			REGISTRO B
					Revisión 03
					Página 1 de 2
AÑO: 2020					
DATOS DEL ESTABLECIMIENTO					
Dirección: Sarmiento		Localidad: Junin			
Provincia: Buenos Aires		C.P: 6000			
DATOS DEL MEDIDOR					
Denominación		Medidor 1			
Ubicación		Frente edificio Eva Perón- Calle Sarmiento			
Marca		Storey S.A. Latinoamerica			
Modelo		5219 A			
Año		2011			
N°		601020532			
Tipo		Medidor trifasico Activo/ reactivo			
Clase		-			
Sello		-			
Nivel de Tensión		3 x 220/380 V			
Frecuencia		50 Hz.			
Intensidad de corriente					
Intensidad máxima					
Frecuencia de control: Bimestral		Fecha	Consumo (KW/h)	Variación (Kw)	Observaciones
1°	Enero				SIN ACTIVIDAD
					SIN ACTIVIDAD
2°	Febrero	3/2/2020	12864	374	
		17/2/2020	12942	78	
		452			
3°	Marzo	3/3/2020	13024	82	
		15/3/2020	13927	903	
		985			
4°	Abril		14196,33333	269,3333333	Estimado por promedio
			14465,66667	269,3333333	
		538,666667			
5°	Mayo		14735	269,3333333	Estimado por promedio
			15004,33333	269,3333333	
		538,666667			

		CONTROL DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA Área de Seguridad, Higiene y Protección Ambiental			PGA 16
					REGISTRO B
					Revisión 03
					Página 2 de 2
6°	Junio		15273,66667	269,3333333	Estimado por promedio
		29/6/2020	15543	269,3333333	Realizada por Gerardo
		538,666667			
7°	Julio	13/7/2020	15757	214	La segunda semana de Julio es receso vacacional
		214			
8°	Agosto	3/8/2020	16995		
		19/8/2020	17928	933	
		933			
9°	Septiembre	3/9/2020	18078	150	
		22/9/2020	19400	1322	
		1472			
10°	Octubre	6/10/2020	19856	456	
		27/10/2020	20072	216	
		672			
11°	Noviembre	10/11/2020	20179	107	
		25/11/2020	20234	55	
		162			
12°	Diciembre	4/12/2020	20246	12	
		15/12/2020	20271	25	
		37			

 UNNOBA UNIVERSIDAD NACIONAL NOROESTE BUENOS AIRES	CONTROL DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA Área de Seguridad, Higiene y Protección Ambiental			PGA 16	
				REGISTRO B	
				Revisión 04	
				Página 1 de 2	
AÑO: 2020					
DATOS DEL ESTABLECIMIENTO					
Dirección: Newbery 355			Localidad: Junin		
Provincia: Buenos Aires			C.P: 6000		
DATOS DEL MEDIDOR					
Denominación		Medidor 1			
Ubicación		Frente edificio Eva Perón- Calle Newbery			
Marca		Storey S.A. Latinoamerica			
Modelo		5219 A			
Año		2011			
N°		601020532			
Tipo		Medidor trifasico Activo/ reactivo			
Clase		-			
Sello		-			
Nivel de Tensión		3 x 220/380 V			
Frecuencia		50 Hz.			
Intensidad de corriente					
Intensidad máxima					
Frecuencia de control: Bimestral		Fecha	Consumo (KW/h)	Variación (Kw)	Observaciones
1°	Enero				sin actividad
					sin actividad
3842					
2°	Febrero	3/2/2020	936395	2408	
		17/2/2020	937829	1434	
3219					
3°	Marzo	3/3/2020	939491	1662	
		15/3/2020	941048	1557	
2413					
4°	Abril		942255	1207	Estimado por promedio
			943461	1207	
2413					
5°	Mayo		944668	1207	Estimado por promedio
			945874	1207	
2413					

		CONTROL DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA Área de Seguridad, Higiene y Protección Ambiental			PGA 16
					REGISTRO B
					Revisión 03
					Página 2 de 2
6°	Junio		947081	1207	Estimado por promedio
		29/6/2020	948287	1207	Realizada por Gerardo
2413					
7°	Julio	13/7/2020	948672	385	
385					
8°	Agosto	3/8/2020	950149	1477	
		19/8/2020	951242	1093	
2570					
9°	Septiembre	3/9/2020	952099	857	
		22/9/2020	953503	1404	
2261					
10°	Octubre	6/10/2020	954360	857	
		27/10/2020	955600	1240	
2097					
11°	Noviembre	10/11/2020	956551	951	
		25/11/2020	957503	952	
1903					
12°	Diciembre	4/12/2020	958108	605	
		15/12/2020	958840	732	
1337					

Bibliografía

- <http://www.ada.gba.gov.ar/sites/default/files/2019-04/Resoluci%C3%B3n%20336-03%20ADA%20parametros%20de%20descarga%20adminisble.pdf>
- <https://waterfootprint.org/media/downloads/ManualEvaluacionHH.pdf>
- <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/es/flujoentuberias/dotacionagua/determinaciondeladotaciondeagua.html>