



# Cálculo de la Huella Hídrica de la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires- Año 2017

Medición de la Huella Hídrica  
Institucional

El presente informe es una recopilación de la información mas relevante vinculada al desarrollo del estudio del consumo de agua en los establecimientos de la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires- Argentina



**Autor: Área de Seguridad e Higiene y Protección  
Ambiental de la Universidad**



## Índice

Índice.....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Objetivo del informe .....</b>	<b>2</b>
Huella Hídrica: .....	4
1.1 Huella Hídrica directa .....	5
1.2 Huella Hídrica Indirecta .....	8
2. Metodología y datos empleados para el calculo de la huella hídrica .....	9
2.1 Recolección de información .....	9
3. Desarrollo .....	11
3.1.2 Planillas.....	12
3.1.3 Planilla asociada al consumo de papel.....	15
3.1.4 Planilla asociada al consumo de electricidad .....	15
3.1.5 Cálculo de MPUusuarios:.....	17
3.2 Cálculo Huella Hídrica Directa .....	22
3.2.1 Cálculo Huella Hídrica Azul.....	22
3.2.2 Cálculo Huella Hídrica Gris .....	26
3.3 Cálculo Huella Hídrica Indirecta .....	27
3.3.1 Huella Hídrica Indirecta asociada al consumo de electricidad.....	28
3.3.2 Huella Hídrica Indirecta asociada al consumo de papel.....	29
3.4 Cálculo Huella Hídrica Total .....	30
3.4.1 Huella Hídrica Per Cápita por estudiante que asiste con regularidad a la Sede Eva Perón de la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires. ....	31
3.5 Evaluación de sostenibilidad .....	32
Bibliografía .....	34



## 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 mas 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.

Resulta importante destacar que la Universidad logró obtener su estimación para el año 2015 y 2016, y actualmente se encuentra en desarrollo el cálculo 2017. Se convirtió en una herramienta útil, que permitió poner a disposición de la comunidad universitaria resultados y medidas fundamentales de mitigación del impacto generado. 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 replica 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 Water Footprint Network y se tomó como eje el cálculo realizado por la Universidad Tecnológica Metropolitana del estado de Chile.

Para ser mas 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.

### 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 indicador 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.

## 1.1 Huella Hídrica directa

### *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 subterráneos 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:

$$\text{HH azul (10)} = \text{Incorp} + \text{Evaporación}$$

Dónde:

- Incorp.: Volumen de agua incorporada
- Evap.: 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:

$$\text{Volumen de agua evaporada} = \text{Afluente} - \text{Efluente}$$

Dónde:

- El afluente es el volumen de agua usada en la actividad evaluada.
- El efluente es el volumen de agua descargada al alcantarillado. En el caso de las unidades administrativas, es el resultado de la siguiente ecuación

$$\text{Volef} = \text{Vollavamanos} + \text{Volinodoros} + \text{Vollaboratorio} + \text{Vollimpieza} =$$



Dónde:  $V_{olefl}$  = Volumen del efluente generado  
 $V_{ollavamanos}$  = Volumen generado por el uso de los lavamanos  
 $V_{ollnodoros}$  = Volumen generado por el uso de inodoros  
 $V_{olduchas}$  = Volumen generado por el uso de duchas  
 $V_{ollaboratorios}$  = Volumen generado por el uso de equipos de agua en laboratorios  
 $V_{ollimpieza}$ : Volumen generado por la limpieza cotidiana de las instalaciones.

$$Vol_{lavamanos} = FLM_{pd} * TLM_{pv} * FLM * MP_{usuarios} * D_{año}$$

Dónde:  $FLM_{pd}$  = Frecuencia promedio de uso de lavamanos por persona (veces \* persona/día)

$TLM_{pv}$  = Tiempo promedio de uso de lavamanos por persona (min\* funcionario/vez)

$FLM$  = Flujo de agua (caudal) promedio de la canilla (m<sup>3</sup>/min)

$MP_{usuarios}$  = Se refiere a la cantidad de personas que efectivamente utilizan las fuentes durante el día. Este es calculado posteriormente de forma detallada.

$D_{año}$  = Días hábiles con actividad académica durante el año.

$$Vol_{inodoros} = FIN_{Opd} * VOID * MP_{usuarios} * D_{año}$$

Dónde:  $FIN_{Opd}$  = Frecuencia promedio de uso de inodoros por personas en el día (veces personas/día)

$VOID$  = Volumen promedio de descarga del tanque del inodoro (m<sup>3</sup>/descarga)

$MP_{usuarios}$  = Se refiere a la cantidad de personas que efectivamente utilizan las fuentes durante el día. Este es calculado posteriormente de forma detallada.

$D_{mes}$  = Días hábiles (trabajados) durante el mes.

**$V_{olduchas}$**  = No se tiene en cuenta porque el establecimiento no posee las mismas.

**$V_{ollaboratorio}$** : se estima de acuerdo al PGA 14- REGISTRO A- Inventario de equipos y artefactos que utilizan agua.

**$V_{ollimpieza}$** :

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/m<sup>2</sup> por día.

**Fuente:**

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulosos/flujoentuberias/dotacionagua/determinaciondeladotaciondeagua.html>



### 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 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:

$$WF_{proc, grey} = \frac{L}{C_{max} - C_{nat}} = \frac{Effl \times c_{effl} - Abstr \times c_{act}}{C_{max} - C_{nat}}$$

Dónde:  $Effl$  = Es el Volumen total del efluente que es descargado al alcantarillado (m<sup>3</sup>/ año)

$C_{effl}$  = Es la concentración de la sustancia (DBO5) en el cuerpo del efluente (mg / l)

$Abstr$  = Es el volumen total de agua que es consumida (m<sup>3</sup>/ 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 toma agua potable, donde el agua ya se encuentra tratada y no posee el contaminante en estudio (DBO5).



De acuerdo a la legislación vigente, se toma como elemento de control para llevar a cabo este calculo 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 (mgO<sub>2</sub>/l).

#### *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 de donde es evapotranspirada 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. pero este estudio no tiene su alcance, por ende no existen áreas verdes que pudiesen utilizar el agua de lluvia.

## 1.2 Huella Hídrica Indirecta

### *2.5.2.1. 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 2017. 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.



$$WF_{\text{Electricidad}} = \text{Consumo de electricidad} \left( \frac{\text{Kw}}{\text{h}} \right) * \text{Factor de Conversión}$$

Ecuación N°6

#### 2.5.2.2. 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.

$$WF_{\text{Papel}} = \text{Consumo de Papel} \left( \frac{\text{Toneladas}}{\text{año}} \right) * \text{Factor de Conversión}$$

Ecuación N°7

## 2. Metodología y datos empleados para el calculo 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.
- 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.

### 2.1 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.

#### *2.1.1 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.

#### *2.1.2 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 2017, 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 en la descarga de agua, durante el año 2017.
- 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. Como también 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.

#### *2.1.3 Identificación año de cálculo*

Resultó fundamental identificar el año de cálculo para desarrollar la investigación y la elección particular de este caso se debió a que durante el año 2017 se encuentra una visión actualizada en cuanto a consumo de agua, electricidad, y cantidad de alumnos, docentes y no docentes del establecimiento.



#### *2.1.4 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 y Encuestas realizadas a alumnos y personal docente/ no docente para conocer el nivel de conciencia que poseen sobre la limitación de este recurso.

#### *2.1.5 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.

### *2.2 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.

#### *2.1 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.

## 3. Desarrollo

### *3.1 Calculo de la Huella Hídrica*

Se presenta a continuación el trabajo desarrollado a partir de la metodología empleada y descripta anteriormente. En un primer paso se detallan los datos utilizados y necesarios para la estimación de la Huella Hídrica Sede Eva Duarte de Perón, y en segundo lugar se mostrarán los valores que arrojó el estudio de la contabilidad.



### 3.1.1 Datos

Se detallan a continuación los volúmenes de agua consumida y contaminada, para el cálculo correspondiente de Huella Directa.

Asimismo, se exponen los consumos de energía eléctrica, gas natural, papel de impresión y cartuchos de tinta utilizados en impresoras, que ocurrieron durante el año 2017 para la correspondiente estimación de Huella Indirecta.

### 3.1.2 Planillas

La siguiente tabla muestra los consumos medidos por m<sup>3</sup> al año, que presentó el medidor existente en el establecimiento Eva Duarte de Perón el año 2017, como también aquella que fue adquirida en bidones. Se emplearon los registros correspondientes al PGA 14- Control de consumo de agua del Sistema de Gestion Ambiental de la Universidad.

Consumos que luego fueron utilizados para estimar la Huella Hídrica Azul, ya que, estos datos representan el agua que fue consumida por los participantes del establecimiento, parámetro que luego se utiliza para conocer el porcentaje de evaporación.



		<b>CONTROL DE CONSUMO DE AGUA</b> Área de Seguridad, Higiene y Protección Ambiental			PGA 14
					REGISTRO B
					Revisión 01
					Página 1 de 2
<b>AÑO:2017</b>					
<b>DATOS DEL ESTABLECIMIENTO</b>					
Dirección: Newbry 355			Localidad: Junin		
Provincia: Bs.As			C.P: 6000		
<b>DATOS DEL MEDIDOR</b>					
Marca			Schlumberger		
Modelo			Multimag TM		
Caudal Nominal			Qn: 3,5 m3/h		
Caudal Mínimo			Qmin: 0,07 m3/h		
<b>Frecuencia de control: Quincenal</b>		<b>Fecha</b>	<b>Consumo (m3)</b>	<b>Variación (m3)</b>	<b>Observaciones</b>
<b>1°</b>	Enero				
<b>2°</b>	febrero	2/2/2017	-----	-----	El medidor se encontraba ilegible
		15/2/2017	-----	-----	El medidor se encontraba ilegible
<b>3°</b>	marzo	2/3/2017	8521,22	65,83	Un mes sin poder efectuar la medicion
		15/3/2017	8548,86	27,64	
				93,47	
<b>4°</b>	abril	30/3/2017	8575,15	26,29	
		18/4/2017	8617,91	42,76	
				69,05	
<b>5°</b>	mayo	2/5/2017	8655,88	37,97	
		15/5/2017	8655,88	0	El medidor se encontraba ilegible
				37,97	



6°	junio	1/6/2017	8655,98	0,1	
		16/6/2017	8695,03	39,05	
		39,15			
7°	julio	3/7/2017			MEDIDOR ILEGIBLE
		28/7/2017			
8°	agosto	2/8/2017			MEDIDOR ILEGIBLE
		31/8/2017			
9°	septiembre	4/9/2017			MEDIDOR ILEGIBLE
		19/9/2017	8720,33	25,3	
		25,3			
10°	octubre	12/10/2017	8746,14	25,81	
		23/10/2017	8751,77	5,63	
		31,44			
11°	noviembre	7/11/2017	8758,18	6,41	
		21/11/2017	8763,44	5,26	
		11,67			
12°	diciembre	13/12/2017	8788,97	25,53	
		26/12/2017	8810,29	21,32	
		46,85			
<b>TOTAL 2017:</b>				<b>354,9</b>	

### Consumo diario

Consumo de agua estimado diariamente en la institución:  $354,9 / 200 \text{ días} = 1,774 \text{ m}^3 \text{ día}$

ADQUISICIÓN DE BIDONES DE AGUA MINERALIZADA		
Cantidad recibida semanalmente	Litros por bidón	Litros totales semanales
9	20 litros	180 litros

Fuente: Elaboración propia

11 meses\* 4 semanas= 44\*180 litros= 7920 litros a m<sup>3</sup>= 7,92 m<sup>3</sup>



Total de agua adquirida en el establecimiento Eva Duarte de Perón Año 2017= 7,92 m3

### 3.1.3 Planilla asociada al consumo de papel

En la tabla que se muestra a continuación se puede observar los kg de papel que han sido comprados por el área de Compras y Contrataciones de la universidad, y que se destinaron al consumo del establecimiento Eva María Duarte de Perón. Además, se registran los kg de papel que fueron adquiridos por el centro de estudiantes en dicho edificio durante el periodo en estudio.

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

Tipo de papel	Total de resmas	Peso cada una (kg)	Peso total (kg) agrupado
Resmas papel Report Premium A4- Oficinas Eva Perón	150	2,3 kg	345
Resmas papel Report Premium A4- Centro de Estudiantes	300	2,3 kg	690
		Total	1.035

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.4 Planilla asociada al consumo de electricidad

Los datos que se muestran a continuación corresponden a un extracto del Procedimiento de Gestión Ambiental 16- REGISTRO B- Control de consumo de energía eléctrica. Estos valores muestran los kw/h que fueron necesarios consumir durante el año 2017 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.



		<b>CONTROL DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA</b> <b>Área de Seguridad, Higiene y Protección Ambiental</b>	
<b>AÑO: 2017</b>			
<b>DATOS DEL ESTABLECIMIENTO</b>			
Dirección: Newbery 355		Localidad: Junin	
Provincia: Buenos Aires		C.P: 6000	
<b>DATOS DEL MEDIDOR</b>			
Fecha lectura	Dirección medidor	Consumo kw/h	Consumo total
15/2/2017	Sarmiento	28	28
15/3/2017	Sarmiento	50	78
18/4/2017	Sarmiento	94	172
15/5/2017	Sarmiento	106	278
16/6/2017	Sarmiento	125	403
28/7/2017	Sarmiento	115,6	518,6
31/8/2017	Sarmiento	130,38	648,98
19/9/2017	Sarmiento	81	729,98
12/10/2017	Sarmiento	154	883,98
21/11/2017	Sarmiento	134	1017,98
13/12/2017	Sarmiento	71	1088,98
15/2/2017	Newbery	2238,4	3327,38
15/3/2017	Newbery	3757,6	7084,98
18/4/2017	Newbery	2916	10000,98
15/5/2017	Newbery	3377	13377,98
16/6/2017	Newbery	3517,6	16895,58
28/7/2017	Newbery	4869	21764,58
31/8/2017	Newbery	5716	27480,58
19/9/2017	Newbery	2296,8	29777,38
12/10/2017	Newbery	2942,4	32719,78
21/11/2017	Newbery	4636	37355,78
13/12/2017	Newbery	2169	39524,78

Consumo total energía eléctrica año 2017 = 39524,78 kw/h



### 3.1.5 Cálculo de MPUsuarios:

Se relevó la cantidad de usuarios de la universidad que se encuentran consumiendo el servicio y que proporción del consumo corresponde a cada uno, de acuerdo al rol que cumplen en el establecimiento. Con base a dicho objetivo se desarrolló la siguiente ecuación:

**Consumo:**

$$1) \text{NND} * 1 + \text{NA} * 0,5 + \text{ND} * 0,4 = \text{MPusuarios}$$

Referencias:

- NND= Numero de personal No docente
- NA= Número de Alumnos
- ND= Número de docentes

El factor de ponderación que se utiliza en la formula 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.

Los Alumnos permanecen normalmente un promedio de 4 horas en el establecimiento, por lo tanto, se les asigna un factor de ponderación igual a 0,5.

Los Docentes permanecen normalmente 3 horas en el establecimiento, por lo tanto, se les asigna un factor de ponderación igual a 0,4.

#### 1.1) Calculo de NA

##### Número de alumnos en Sede Eva Perón

Para el cálculo de dicho dato se toma en cuenta el número de alumnos inscriptos a las cátedras que se dictan en Sede Eva Perón. A continuación se los observa

Día	Materia	Número de inscriptos
Lunes 2 de octubre	CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPO CON MICROCONTR.	10
Lunes 2 de octubre	PLAN 111 MIL	20
Lunes 2 de octubre	ARQUITECTURA II (T)	32
Lunes 2 de octubre	ANÁLISIS MATEMÁTICO BÁSICO (P) (COM. 5)	27



Lunes 2 de octubre	ENFERMERÍA DEL ADULTO Y ANCIANO II	<b>8</b>
Lunes 2 de octubre	CURSO SADOSKY	<b>10</b>
Lunes 2 de octubre	MECATRÓNICA	<b>9</b>
Lunes 2 de octubre	ENFERMERÍA INFANTO JUVENIL	<b>11</b>
Lunes 2 de octubre	FUNDAMENTOS DE INFORMÁTICA (P) (COM. 1)	<b>51</b>
Lunes 2 de octubre	PRINCIPIOS DE BIOQUÍMICA	
Lunes 2 de octubre	ENFERMERÍA BÁSICA	<b>32</b>
Lunes 2 de octubre	TUTORÍAS CONTABILIDAD I E INT. A LA ADMINIST.	<b>10</b>
Lunes 2 de octubre	ANÁLISIS MATEMÁTICO BÁSICO (P) (COM. 1)	<b>33</b>
Lunes 2 de octubre	MANTENIMIENTO INDUSTRIAL Y DE PLANTAS (P)	<b>20</b>
Lunes 2 de octubre	IPOO (P)	<b>17</b>
Lunes 2 de octubre	ANATOMOFISIOLOGÍA II	<b>24</b>
Lunes 2 de octubre	CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN I	<b>11</b>
Lunes 2 de octubre	ANÁLISIS MATEMÁTICO BÁSICO (T) (COM. 2)	<b>34</b>
Lunes 2 de octubre	ELECTROTECNIA Y ELECTRÓNICA	<b>17</b>
Lunes 2 de octubre	GESTIÓN DE CALIDAD TOTAL	<b>11</b>
		<b>Total= 387</b>
Martes 3 de octubre	TECNOLOGÍA MECÁNICA	<b>13</b>
Martes 3 de octubre	QUÍMICA GRAL. E INORGÁNICA (T) (COM. 1)	<b>12</b>
Martes 3 de octubre	POO (P)	<b>17</b>
Martes 3 de octubre	PRINCIPIOS DE BIOFÍSICA	<b>26</b>
Martes 3 de octubre	QUÍMICA GRAL. E INORGÁNICA (P) (COM. 1)	<b>81</b>
Martes 3 de octubre	INT. A LA BIOLOGÍA (P) (COM. 1)	<b>17</b>
Martes 3 de octubre	REDES I (P)	<b>20</b>
Martes 3 de octubre	ANÁLISIS MATEMÁTICO BÁSICO (P) (COM. 6)	<b>9</b>
Martes 3 de octubre	ENFERMERÍA EN CUIDADOS PALIATIVOS	<b>7</b>
Martes 3 de octubre	PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	<b>10</b>
Martes 3 de octubre	QUÍMICA GRAL. E INORGÁNICA (COM. 2)	<b>39</b>
Martes 3 de octubre	ENFERMERÍA EN SALUD MENTAL	<b>8</b>
Martes 3 de octubre	SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN	<b>16</b>
Martes 3 de octubre	QUÍMICA GRAL. E INORGÁNICA (P) (COM. 3)	<b>18</b>
Martes 3 de octubre	MECANISMO Y ELEMENTOS DE MÁQUINA	<b>22</b>
Martes 3 de octubre	MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA	<b>37</b>
Martes 3 de octubre	ANÁLISIS MATEMÁTICO BÁSICO (P) (COM. 9)	<b>10</b>
Martes 3 de octubre	ESTADÍSTICA EN SALUD	<b>7</b>
Martes 3 de octubre	QUÍMICA GRAL. E INORGÁNICA (T)	<b>81</b>
Martes 3 de octubre	QUÍMICA. ANALÍTICA II	<b>15</b>
Martes 3 de octubre	PROYECTO INTEGRAL DE PLANTAS II	<b>14</b>



Martes 3 de octubre	BASES DE DATOS (P)	<b>16</b>
Martes 3 de octubre	CURSO CISCO CNA	<b>10</b>
Martes 3 de octubre	ÁLGEBRA Y GEOMETRÍA ANALÍTICA	<b>64</b>
Martes 3 de octubre	PSICOLOGÍA I	<b>42</b>
Martes 3 de octubre	INT. A LA BIOLOGÍA (P) (COM. 2)	<b>16</b>
Martes 3 de octubre	TUTORÍAS BIOLOGÍA	<b>10</b>
Martes 3 de octubre	ALGEBRA E INT. AL ALGEBRA (P) (COM. 2)	<b>10</b>
Martes 3 de octubre	ESTABILIDAD III (P)	<b>9</b>
Martes 3 de octubre	PROGRAMACIÓN IMPERATIVA (P)	<b>23</b>
Martes 3 de octubre	ÁLGEBRA Y GEOMET. ANALÍTICA (P) (COM. 5)	<b>52</b>
		<b>Total= 731</b>
Miércoles 4 de octubre	QUÍMICA ORGÁNICA (P) (COM. 1)	<b>33</b>
Miércoles 4 de octubre	MECANISMOS Y ELEMENTOS DE MÁQUINA	<b>22</b>
Miércoles 4 de octubre	TUTORÍAS QUÍMICA GRAL. E INORGÁN. Y PRINCIPIOS DE BIOQUÍMICA	<b>20</b>
Miércoles 4 de octubre	TECNOLOGÍA DE LOS SERVICIOS INDUSTRIALES	<b>6</b>
Miércoles 4 de octubre	PLAN 111MIL	<b>20</b>
Miércoles 4 de octubre	TERMODINÁMICA	<b>9</b>
Miércoles 4 de octubre	CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN II	<b>11</b>
Miércoles 4 de octubre	QUÍMICA ORGÁNICA (P) (COM. 2)	<b>20</b>
Miércoles 4 de octubre	INT. A LA BIOLOGÍA (P) (COM. 3)	<b>17</b>
Miércoles 4 de octubre	REPRESENTACIÓN GRÁFICA	<b>54</b>
Miércoles 4 de octubre	PSICOLOGÍA SOCIAL E INSTITUCIONAL	<b>19</b>
Miércoles 4 de octubre	MÁQUINAS TÉRMICAS I (T)	<b>19</b>
Miércoles 4 de octubre	ELECTRÓNICA DIGITAL	<b>11</b>
Miércoles 4 de octubre	INT. A LA BIOLOGÍA (P) (COM. 4)	<b>13</b>
Miércoles 4 de octubre	CAPACITACIÓN SADOSKY	<b>10</b>
Miércoles 4 de octubre	ARQUITECTURA II (P) (COM. 1)	<b>25</b>
Miércoles 4 de octubre	TUTORÍAS FÍSICA GRAL., FÍSICA I Y PRINCIPIOS DE BIOFÍSICA	<b>10</b>
Miércoles 4 de octubre	MICROBIOLOGÍA AGRÍCOLA Y DE LOS ALIMENTOS	<b>21</b>
Miércoles 4 de octubre	NUTRICIÓN	<b>52</b>
Miércoles 4 de octubre	ESTUDIO DEL TRABAJO Y ERGONOMÍA	<b>9</b>
Miércoles 4 de octubre	ÁLGEBRA E INT. AL ÁLGEBRA (P) (COM. 3)	<b>26</b>
Miércoles 4 de octubre	INT. A LA BIOLOGÍA (P) (COM. 5)	<b>49</b>
Miércoles 4 de octubre	ARQUITECTURA II (P) (COM. 2)	<b>27</b>
Miércoles 4 de octubre	ANÁLISIS MATEMÁTICO BÁSICO (P) (COM. 2)	<b>33</b>
Miércoles 4 de octubre	TUTORÍAS FÍSICA II Y III	<b>20</b>
Miércoles 4 de octubre	QUÍMICA ANALÍTICA II (P)	<b>12</b>
Miércoles 4 de octubre	ANATOMOFISIOLOGÍA II	<b>33</b>
Miércoles 4 de octubre	PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA	<b>10</b>



	PRODUCCIÓN	
Miércoles 4 de octubre	ÁLGEBRA E INT. AL ÁLGEBRA (P) (COM. 4)	<b>26</b>
Miércoles 4 de octubre	CURSO SOLID WORK	<b>11</b>
Miércoles 4 de octubre	ANÁLISIS MATEMÁTICO BÁSICO (P) (COM. 3)	<b>30</b>
		<b>Total=678</b>
Jueves 5 de octubre	QUÍMICA ORGÁNICA (P) (COM. 3)	<b>22</b>
Jueves 5 de octubre	QUÍMICA GRAL. E INORGÁNICA (COM. 1)	<b>81</b>
Jueves 5 de octubre	QUÍMICA ORGÁNICA (P) (COM. 4)	<b>22</b>
Jueves 5 de octubre	QUÍMICA GRAL. E INORGÁNICA (COM.2) y COM. 3) (P)	<b>18</b>
Jueves 5 de octubre	ENFERMERÍA DEL ADULTO Y ANCIANO II	<b>8</b>
Jueves 5 de octubre	INT. A LA BIOLOGÍA (P) (COM. 6)	<b>20</b>
Jueves 5 de octubre	ACTUACIÓN TÉCNICA	<b>5</b>
Jueves 5 de octubre	ENFERMERÍA INFANTO JUVENIL	<b>11</b>
Jueves 5 de octubre	VEHICULOS AUTOPROPULSADOS Y MAQUINARIAS AGRÍCOLAS	<b>10</b>
Jueves 5 de octubre	MICROBIOLOGÍA AGRÍCOLA Y DE ALIMENTOS	<b>21</b>
Jueves 5 de octubre	MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA	<b>37</b>
Jueves 5 de octubre	EDUCACIÓN EN ENFERMERÍA	<b>14</b>
Jueves 5 de octubre	QUÍMICA GRAL. E INORGÁNICA (COM. 3) (T)	<b>18</b>
Jueves 5 de octubre	SISTEMAS INTELIGENTES	<b>12</b>
Jueves 5 de octubre	MECANISMOS Y ELEMENTOS DE MÁQUINAS	<b>22</b>
Jueves 5 de octubre	FUNDAMENTOS DE LA INGENIERÍA AMBIENTAL	<b>18</b>
Jueves 5 de octubre	INT. A LA BIOLOGÍA (SEMINARIO)	<b>20</b>
Jueves 5 de octubre	ENFERMERÍA BÁSICA	<b>32</b>
Jueves 5 de octubre	ANÁLISIS MATEMÁTICO BÁSICO (T) (COM. 4)	<b>33</b>
Jueves 5 de octubre	ELECTROTECNIA Y ELECTRÓNICA	<b>20</b>
Jueves 5 de octubre	MÁQUINAS TÉRMICAS III	<b>18</b>
		<b>Total= 462</b>
Viernes 6 de octubre	DISEÑO DE PRODUCTO	<b>7</b>
Viernes 6 de octubre	MATERIALES II (T)	<b>12</b>
Viernes 6 de octubre	SISTEMAS OPERATIVOS I	<b>22</b>
Viernes 6 de octubre	ENFERMERÍA BÁSICA	<b>32</b>
Viernes 6 de octubre	ESTABILIDAD I Y ESTÁTICA Y RESIST. DE MATERIALES I (T)	<b>13</b>
Viernes 6 de octubre	CREATIVIDAD E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA	<b>9</b>
Viernes 6 de octubre	ENFERMERÍA EN SALUD MENTAL	<b>8</b>
Viernes 6 de octubre	FUNDACIÓN SADOSKY	<b>10</b>
Viernes 6 de octubre	POO (CONSULTA)	<b>17</b>
Viernes 6 de octubre	SOCIOANTROPOLOG. DE LA SALUD	<b>22</b>
Viernes 6 de octubre	DESARROLLO DE SOFTWARE LIBRE	<b>1</b>



Viernes 6 de octubre	MANTENIMIENTO DE PLANTAS INDUSTRI. E INDUSTRIAL	<b>8</b>
Viernes 6 de octubre	IPOO (CONSULTA)	<b>17</b>
Viernes 6 de octubre	TUTORÍA ÁLGEBRA Y GEOMETRÍA ANALÍTICA	<b>10</b>
		<b>Total= 188</b>
Sábado 7 de octubre	QUÍMICA	<b>18</b>
Sábado 7 de octubre	ENFERMERÍA Y SALUD PÚBLICA	<b>12</b>
Sábado 7 de octubre	ESTABILIDAD III (T)	<b>9</b>
Sábado 7 de octubre	INT. A LAS CS. SOCIALES	<b>20</b>
Sábado 7 de octubre	RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS INFORMÁTICOS	<b>15</b>
Sábado 7 de octubre	PROGRAMACIÓN WEB I	<b>4</b>
Sábado 7 de octubre	ELEMENTOS DE CONTABILIDAD Y ECONOMÍA	<b>12</b>
Sábado 7 de octubre	MATEMÁTICA	<b>15</b>
Sábado 7 de octubre	ELEMENTOS DE BIOQUÍMICA	<b>10</b>
Sábado 7 de octubre	INT. A LAS CS. JURÍDICAS	<b>15</b>
		<b>Total= 130</b>

387 alumnos lunes + 731 alumnos martes + 678 alumnos miércoles + 462 alumnos jueves + 188 alumnos viernes + 130 alumnos sábado= 2576

Se llegó a un total de 2576 alumnos que transitan semanalmente la institución, pero teniendo en cuenta que los mismos asisten normalmente 5 días a la semana, esto significa que para obtener el número de alumnos que se encuentran cursando anualmente en el establecimiento, debemos considerar el número obtenido semanalmente dividido los 5 días promedio por semana.

$2576 \text{ alumnos semanalmente} / 5 \text{ días promedio} = 515 \text{ alumnos diarios.}$

**NA= 515 alumnos/día = los mismos que asisten constantemente durante todo el año a las cátedras.**

## 1.2) Cálculo de ND

### Calculo del número de docentes:

Se estima el número de docentes promedio que asistieron y dictaron clases en el establecimiento Eva Perón durante el año 2017, considerando la cantidad de aulas que el establecimiento posee y una utilización promedio de las mismas de 3 horas por cursada, con un promedio de 2 docentes en cada una. De acuerdo a la entrevista efectuada al personal administrativo del mismo, se llegó a concluir que los docentes que dictan clases el primer cuatrimestre son los mismos que dictan clases el segundo cuatrimestre.

Número de aulas utilizadas diariamente: 12 aulas Sede Eva Duarte de Perón.



Número de docentes por aula: 2

Promedio de cátedras por día: 2

**ND:** Número de docentes diarios: 12 aulas \* 2 cátedras \* 2 docentes: 48 docentes

Número de docentes semanales = 48 docentes \* 5 días = 240 docentes semanales

Como fue mencionado anteriormente, se estima que 240 docentes dictaron clases durante todo el año 2017 en el Establecimiento Eva Perón.

1.3) Cálculo de NND

#### **Calculo del número de personal no docente**

NND: 13 No Docentes por día.

#### **2) Media ponderada de asistentes al edificio y tiempo de residencia.**

$$\text{NND} * 1 + \text{NA} * 0,5 + \text{ND} * 0,4 = \text{MPusuarios}$$
$$13 * 1 + 515 * 0,5 + 240 * 0,375 = 360 \text{ usuarios diarios}$$

### 3.2 Cálculo Huella Hídrica Directa

Como fue mencionado anteriormente, considerando las actividades desarrolladas en el establecimiento en estudio, resulta necesario hacer el cálculo correspondiente a la Huella Hídrica Azul y Gris. En este punto se mostrarán los volúmenes de agua consumida y contaminada.

A continuación, se puede observar una tabla que muestra los resultados que arrojó la metodología de estimación de la Huella Hídrica Directa de Sede Eva Duarte de Perón.

Tipo de Huella	(m3/año)
Huella Hídrica Azul	74,47 m3/ año
Huella Hídrica Gris	14,78 m3/ año
<b>Total Huella Hídrica Directa</b>	<b>89,25 m3/año</b>

#### 3.2.1 Cálculo 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 azul = Incorp + Evaporación

$$\text{HH AZUL} = 7,92 \text{ m}^3 / \text{anuales} + 66,55 \text{ m}^3 / \text{anuales} = 74,47 \text{ m}^3 \text{ anuales}$$

### 3.2.1.1 Volumen de agua incorporada:

La misma queda representada por el agua de consumo cotidiano de alumnos, docentes y no docentes, y se simplifica su estimación debido a que la misma esta cuantificada en el consumo de bidones de agua mineralizada. Los datos relevados arrojaron los siguientes resultados:

$$7,92 \text{ m}^3 / \text{anuales}$$

### 3.2.1.2 Volumen de agua evaporada

Representada por la siguiente ecuación:

Volumen de agua evaporada= Afluente- Efluente

$$= 354,9 \text{ m}^3/\text{anuales} - 288,35 \text{ m}^3/ \text{anuales} = 66,55 \text{ m}^3 \text{ anuales}$$

- *Cálculo del volumen de afluente Sede Eva Perón:*

La planilla correspondiente al PGA 14- REGISTRO B- Control de consumo de agua, arrojó el siguiente resultado de afluente correspondiente al año 2017:

$$354,9 \text{ m}^3/\text{anuales}$$

- *Cálculo del volumen de efluente Sede Eva Perón*

$$\text{Volef} = \text{VolLavamanos} + \text{VolInodoros} + \text{Volduchas} + \text{VolLaboratorio} + \text{VolLimpieza}$$

$$\text{VolLavamanos} = \text{FLMpd} * \text{TLMpv} * \text{FLM} * \text{MP}_{\text{usuarios}} * \text{D}_{\text{año}}$$



- **FLMpd = Frecuencia promedio de uso de lavamanos por persona en el día, considerando el promedio de permanencia en el establecimiento (veces /día)**

1 veces por día

- **TLMpv = Tiempo promedio de uso de lavamanos por persona (seg)**

3,76 seg por FLMpd

- **FLM = Flujo de agua (caudal) promedio de la canilla (m3/min)**

3,2 lts por minuto = 0,0032 m3/min = 0,0000533 m3/seg

- **MP<sub>usuarios</sub> = Se refiere a la cantidad de personas que efectivamente utilizan las fuentes durante el día. Este es calculado posteriormente de forma detallada.**

360 usuarios

- **D<sub>año</sub> = Días hábiles con actividad académica durante el año.**

200 días

**Vollavamanos= 1 veces/día \* 3,76 seg\* 0,0000533 m3/seg \* 360 usuarios \* 200 días**

**Vollavamanos= 14,43 m3 anuales**

$$\text{Vollodoros} = \text{FINOpd} * \text{VOID} * \text{MP}_{\text{usuarios}} * \text{D}_{\text{año}}$$

**FINOpd = Frecuencia promedio de uso de inodoros por personas en el día, considerando el promedio de permanencia en el establecimiento (veces/día)**

2 veces por día

**VOID = Volumen promedio de descarga del tanque del inodoro (m3/descarga)**

0.001 m3 por descarga

**MP<sub>usuarios</sub> = Se refiere a la cantidad de personas que efectivamente utilizan las fuentes durante el día.**

360 usuarios

**D<sub>mes</sub> = Días hábiles (trabajados) durante el mes.**

200 días



**Vollnodoros**=3 descargas por día\* 0.00 1 m3/descarga \* 360 usuarios/dias\*200 días /año

**Vollnodoros= 216 m3 anuales**

Vollaboratorio = según PGA 14 REGISTRO A- Inventario de equipos y artefactos que utilizan agua.

Descripción	Ubicación	Cantidad	Consumo m3	Consumo anual	Consumo final
Baño termostático de A Inoxidable "Vickig"	Laboratorios de química	1	0,005 m3 por uso	80 usos	0,4 m3
Baño termostático de 20 lt con circulación de agua "Lauda"	Laboratorios de química	1	0,020 m3 por uso	50 usos	1 m3
Ducha de emergencia	Laboratorio de química	1	0,005 m3 por uso	8 veces	0,04 m3
Griferías	Laboratorio de química	17	0,009 m3/min	200 minutos	1,8 m3
Griferías	Laboratorio de física	4	0,009 m3/min	20 minutos	0,18 m3
Griferías	Laboratorio de mecánica	5	0,009 m3/ min	500 minutos	4,5 m3
				Total	7,92 m3

**Vollaboratorio= 7,92 m3 anuales**

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

Luego de la solicitud de información sobre los m2 pertenecientes al Eva Perón, se obtiene el dato de 2155 m2, de los cuales se limpian utilizando agua aproximadamente un 40 % del edificio, 862 m2.

$$0,29 \text{ l/m}^2 * 862 \text{ m}^2 = 250 \text{ l diarios} * 200 \text{ días} = 50.000 \text{ l} = 50 \text{ m}^3$$

$$\text{Volef} = \text{Vollavamanos} + \text{Vollinodoros} + \text{Volduchas} + \text{Vollaboratorio} + \text{Vollimpieza}$$

$$\text{Volef} = 14,43 \text{ m}^3 + 216 \text{ m}^3 + 0 + 7,92 \text{ m}^3 + 50 \text{ m}^3 = 288,35 \text{ m}^3 \text{ anuales}$$



### 3.2.2 Cálculo Huella Hídrica Gris

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.

Para la utilización de la formula se debió estudiar las concentraciones del contaminante en agua, y se considera como contaminante generado por la Sede Eva Perón la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), por sus descargas residuales. El mismo es un parámetro que mide la cantidad de materia a ser susceptible

La siguiente formula determina la Huella Hídrica Gris según el contaminante determinado:

$$WF_{proc, grey} = \frac{L}{C_{max} - C_{nat}} = \frac{Effl \times c_{effl} - Abstr \times c_{act}}{C_{max} - C_{nat}}$$

Dónde: Effl= Es el Volumen total del efluente que es descargado al alcantarillado (m3/ año)

Ceffl = Es la concentración de la sustancia (DBO5) en el cuerpo del efluente (mg / l)

Abstr= Es el volumen total de agua que es consumida (m3/ año)

Cact= Es la concentración real del contaminante cuando el agua es utilizada. (mg / l)

Cmax= La concentración máxima aceptable en el cuerpo de agua de descarga (mg / l)

Cnat = Es la concentración del efluente sin intervención antrópica (mg / l)

Datos obtenidos:

Voleffl= 288,35 m3 anuales



Ceffl = 10 mg/l

Abstr= 362,8 m3/año

Cact= 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.

Cmax= 200 mg/l

Cnat = Concentración natural que poseen las aguas sin intervención humana, se estima en 5 mg/L.

II	DBO	mg/l	5210 B	≤ 200	≤ 50	≤ 200	≤ 200
	DQO	mg/l	5220 D	≤ 700	≤ 250	≤ 500	≤ 500
	SAAM	mg/l	5540 C	≤ 10	≤ 2,0	≤ 2,0	≤ 5,0
	Sustancias fenolicas	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	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 10

Imagen 1 - Parámetros de calidad de las descargas límites admisibles- Resolución 336/200- Anexo II

HH Gris= 288,35 m3/anales x 10 (promedio) mg/l – 362,8 m3 x 0 / (200 mg/l - 5 mg/l) = 14,78 m3/anales

### 3.3 Cálculo Huella Hídrica Indirecta

A continuación, se presenta el cálculo de la Huella Hídrica Indirecta, derivada del consumo de electricidad y papel, como elementos relevantes en el sistema y con base en los datos relevados en el punto 3.1.2

Huella Hídrica Indirecta= Huella Hídrica Electricidad + Huella Hídrica Papel

**Huella Hídrica Indirecta= 44,09 m3/anales + 519, 57 m3/anales = 563,66 m3/ anaales**



### 3.3.1 Huella Hídrica Indirecta 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

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/I

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 de la Universidad del año 2017 por el porcentaje de proveniencia de energía.

70% Gas natural =  $39524,78 \text{ kw/h} * 70\% = 27667,346 \text{ kw/h}$

20% Fuel Oil =  $39524,78 \text{ kw/h} * 20\% = 7904,95 \text{ kw/h}$

10% Carbón =  $39524,78 \text{ kw/h} * 10\% = 3952,47 \text{ kW/h}$



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

$$27667,34 \text{ kW/h} = 99,60 \text{ GJ}$$

$$7904,95 \text{ kW/h} = 28,45 \text{ GJ}$$

$$3952,47 \text{ kW/h} = 14,23 \text{ GJ}$$

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

$$WF_{\text{Electricidad}} = \text{Consumo de electricidad} \left( \frac{\text{Kw}}{\text{h}} \right) * \text{Factor de Conversión}$$

$$99,60 \text{ GJ} \times 0,1 \text{ m}^3/\text{GJ} = 9,96 \text{ m}^3/\text{anuales}$$

$$28,45 \text{ GJ} \times 1,1 \text{ m}^3/\text{GJ} = 31,29 \text{ m}^3 / \text{anuales}$$

$$14,23 \text{ GJ} \times 0,2 \text{ m}^3/\text{GJ} = 2,84 \text{ m}^3 / \text{anuales}$$

**Total Huella Hídrica indirecta asociada al consumo de electricidad= 44,09 m<sup>3</sup>/ anuales**

### 3.3.2 Huella Hídrica Indirecta 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<sup>3</sup>/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	1110	2066	1809	955	2602
Canada	1007	1070	1400		
China	2015	2260	1508	2501	2250
Finland	1088	1041	1515		
Sweden	1241	1144	1392		
Japan		1452	905	801	
Brazil				497	540
Russia	840	981	1183		
Indonesia					1275
India				1028	1246
Chile		674	591	502	
France		765	1005	415	
Germany		657	709		
Norway	1121	1036	1258		
Portugal		1769	2151	905	
Spain		638	776	321	
South Africa				806	740
Austria		881	1072		
New Zealand		925	909	933	
Australia		1060	878	885	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 m3/ ton

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

$$WF_{\text{Papel}} = \text{Consumo de Papel} \left( \frac{\text{Toneladas}}{\text{año}} \right) * \text{Factor de Conversión}$$

Kg de papel consumidos año 2017 = 1035 kg= 1, 035 toneladas

Consumo total de papel= 1,035 Ton/año \* 502 m3/ Ton = 519,57 m3/año

Total Huella Hídrica Indirecta asociada al consumo de Papel= 519,57 m3/año

### 3.4 Cálculo Huella Hídrica Total

La tabla que se observa a continuación muestra los resultados finales que arrojó la metodología de estimación de la Huella Hídrica del Edificio Eva Duarte de Perón.

Tabla 1- Total Huella Hídrica Sede Eva Perón

HUELLA HIDRICA EVA DUARTE DE PERÓN	(m3/ año)
Huella Hídrica Directa	89,25 m3/año
Huella Hídrica Indirecta	563,66 m3/año



<b>TOTAL</b>	<b>652,91 m3/año</b>
--------------	----------------------

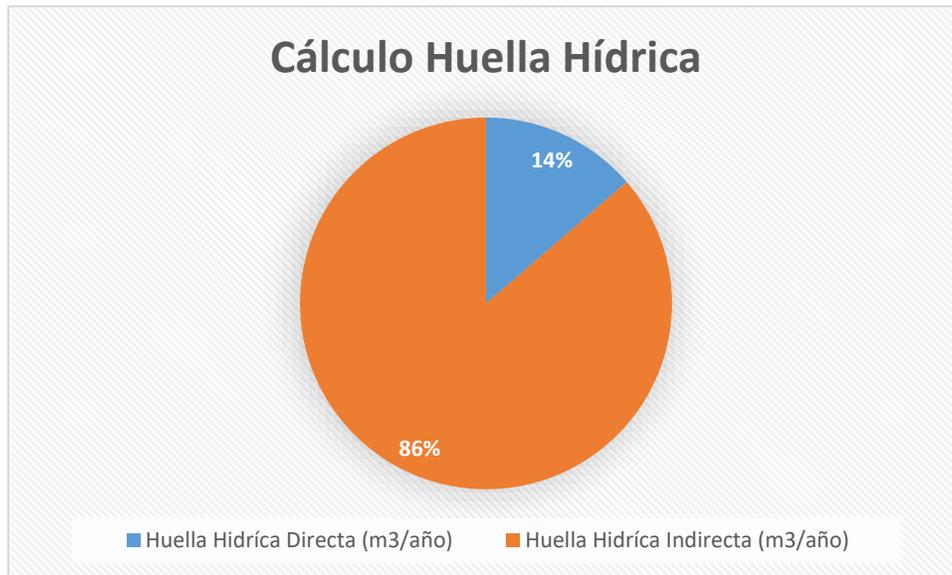


Imagen 2: Grafico Resultados Huella Hídrica

Del valor total de la Huella Hídrica de la Sede Eva Duarte de Perón de la Universidad se desprende que el 13,7 % de ella, es decir, que 89,25 m3/año corresponde a la Huella Hídrica Directa y el 86,33 %, es decir, que 563,66 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, es mayor la parte Indirecta de la Huella Hídrica que la directa.

#### 3.4.1 Huella Hídrica Per Cápita por estudiante que asiste con regularidad a la Sede Eva Perón de la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.

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 regulares (768) y la Huella Hídrica del establecimiento (652,91 m3/año) se puede estimar que la Huella Hídrica de cada Alumno, Docente y No Docente del establecimiento Eva Perón, es:

**Huella Hídrica Per Cápita por estudiante= 0,85 m3/año**



### 3.5 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 m<sup>3</sup>/año), igual que se comparan la Huella Ecológica al espacio biológicamente productivo (en hectáreas).

En fin, 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. Definidos por la normativa ambiental aplicable. Además, los caudales de ríos y las aguas subterráneas deben permanecer dentro de ciertos límites 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.

**Consideramos fundamental estudiar la sostenibilidad de estos tres factores. 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.**



## Bibliografía

<http://www.ecologicbarna.com/productos1b-particulares.html>

<https://www.fundacionaquae.org/wiki-aquae/sostenibilidad/ahorrar-agua-en-el-inodoro/>

Cálculo de Huella Hídrica en la Universidad Tecnológica Metropolitana del Estado de Chile. Año 2012

Manual de evaluación de la Huella Hídrica, Water Footprint Network, Huella de Ciudades.

Seminario Huella Hídrica y empresas, Fundación Naturaleza para el futuro, Buenos Aires, 7 de febrero de 2013

Norma ISO 14046- Huella Hídrica- Principios, Requisitos y Guía