

DIRECCIÓN DE RESPONSABILIDAD SOCIAL  
SUBDIRECCIÓN DE SUSTENTABILIDAD  
VENTA DE AGUA EMBOTELLADA

## Antecedentes

1. **Descomposición:** Las botellas PET tardan en promedio 300 años en degradarse totalmente [1], con una vida útil de 1 día una vez adquirida. Por ello, es importante preocuparse de su rechazo<sup>1</sup>, reducción y reutilización. Para este efecto, una medida apropiada es prohibir la venta de botellas PET que envasen agua. Este bien ya se encuentra disponible en la red de agua potable, particularmente, el Campus San Joaquín dispone de él mediante agua de pozo.
2. **Impacto Ambiental de Producción:**
  - a. AGUA: La relación entre masa y volumen de los envases PET varía significativamente de un tipo de botella a otro [2], tal como se muestra en el siguiente gráfico:

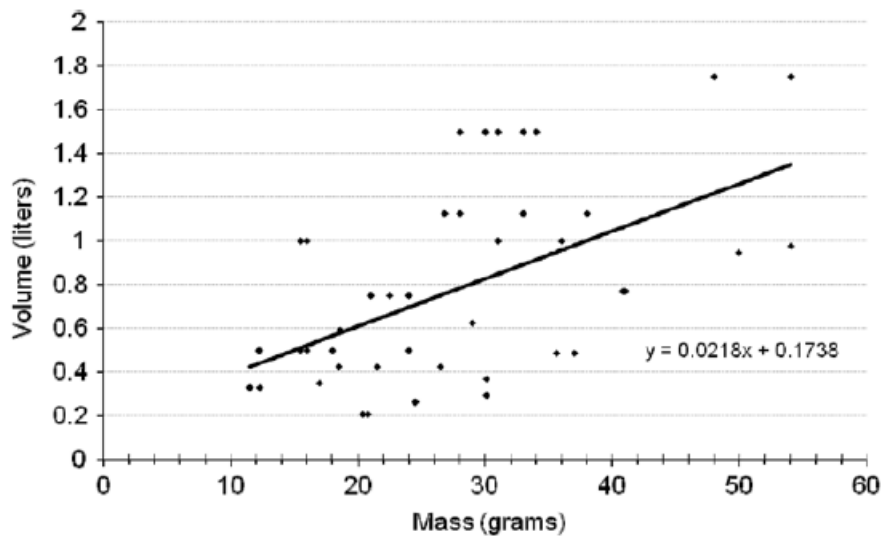


Figura 1: Relación volumen/masa de envases PET, extraída de [2]

Usando la regresión planteada en la Figura 1:  $y = 0,0218x + 0,1738$ , para una botella de 600 mL se tiene una masa de 19,6 g de plástico PET promedio. De acuerdo a lo establecido en [1], la producción de dicha botella acarrea un consumo en agua de 66 kl/tonelada plástico. Esto implica que la cantidad de agua necesaria para la producción de una botella de 600 mL es de 1293,6 mL, más del doble del agua que contiene.

<sup>1</sup>Se entiende por rechazo el disminuir e idealmente evitar su uso.

- b. **ENERGÍA:** La cantidad de energía necesaria para la elaboración de un envase PET, usando los datos de [1], es de  $82,7 GJ/tonelada$ , lo que equivale a casi el doble de energía entregada por la misma cantidad de crudo.<sup>2</sup> A eso debe agregarse el consumo de petróleo asociado al proceso de manufactura. Según la enmienda al código ambiental de la ciudad de San Francisco (Febrero de 2014) la cantidad anual de crudo requerida para la elaboración de botellas PET, es de casi 17 millones de galones para satisfacer la demanda estadounidense, de 500 millones de botellas semanales [3].
3. **Salud:** En otros países existen serias diferencias entre la calidad ofrecida por la red pública de agua potable y el agua embotellada. Las diferencias van desde la concentración de minerales y sustancias presentes en las muestras, hasta la normativa legal que define los estándares sanitarios mínimos en su elaboración y composición. En Chile, existe una normativa que rige ambos procesos de producción de agua. Existen diferencias significativas en las concentraciones máximas de cianuro y arsénico, entre otros elementos, establecidas por la normativa de agua potable: NCh409 [4], y la normativa de agua mineral del Decreto 106 [5].

Algunas diferencias entre ambas normas se detallan a continuación, para mayor detalle buscar en ambos documentos [4] y [5].

Tabla 1: Diferencia entre normativas chilenas de agua embotellada y potable.

<b>Sustancia</b>	<b>Decreto 106</b>	<b>NCh 409</b>
	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>
Arsénico	0,05	0,01
Bario	1	-
Borato	30	-
Cadmio	0,01	0,01
Cianuro	0,01	0,05
Zinc	5	3
Cobre	1	2
Cromo (hexavalente)	0,05	0,05
Fluoruro	2	1,5
Manganeso	2	0,1
Materia orgánica	30	-
Mercurio	0,001	0,001
Nitrato	45	50
Nitrito	0,005	-
Plomo	0,05	0,05
Selenio	0,01	-
Sulfuro	0,05	-

Las normas no son equiparables y existen diferencias evidentes entre ellas. Sin embargo, estas diferencias no son categóricas -a nivel de normativas- respecto de los beneficios o daños que hagan a la salud de los consumidores. Esto es, que ambos tipos de agua son apropiados para el consumo, independientemente de su origen.

---

<sup>2</sup>La potencia calorífica entregada por una tonelada de crudo es de  $43,124 GJ/tonelada$ .

4. **Mineralización del Agua:** El grado de mineralización (residuos sólidos en mg/L presentes en el agua) que caracteriza a las distintas marcas de agua mineral en Chile, se detalla a continuación:
- Mineralización Fuerte ( $> 1500 \text{ mg/L}$ ): Apollinaris.
  - Mineralización Media (1499 a  $501 \text{ mg/L}$ ): S.Pellegrino, Christinen.
  - Mineralización Débil (500 a  $51 \text{ mg/L}$ ): Socos, Cachantún, Perrier, Fontemilla, Evian, Villa Alegre, Porvenir, Líder.
  - Mineralización Muy Débil (hasta  $50 \text{ mg/L}$ ): Vital.

Por otro lado, la norma chilena [4] sólo establece que la cantidad de sólidos disueltos, indicador del grado de mineralización del agua, que puede tener un litro de agua potable, es menor a  $1500 \text{ mg}$ .

5. **Precio:** La tarifa de agua potable en Chile es de \$1 por litro, en promedio [6]. El agua embotellada, en cambio, tiene un valor muy superior. En la Escuela de Ingeniería las botellas de agua envasada típicamente son de medio litro y valen \$600 c/u. La diferencia de precios es de más del 120000 %.
6. **Purificadores:** Existen diversas alternativas que solucionan el problema de disposición de agua purificada que reemplace el consumo de agua embotellada. Una de ellas consiste en la instalación de purificadores disponibles para toda la comunidad de la Escuela. Existen modelos de purificadores que tienen un costo directo de 1,43 UF mensuales de mantenimiento (con instalación gratis) más el consumo de potencia asociado que es de 100 Watts, para una capacidad de 50 personas <sup>3</sup>.

Otra alternativa para resolver el mismo problema es la planteada en proyectos como Pura Agua, que proponen la disposición de expendedores que vendan agua purificada a precios mucho más bajos que el del litro de agua embotellada, a cambio de que cada usuario use su propia botella. Esto tiene la ventaja que no significa costos a la universidad, ya que las empresas expendedoras de agua pagan a la universidad por el derecho a instalar cada expendedor.[7]

7. **Costo de Residuos:** El costo por retirar una tonelada de residuos sólidos es de \$47200. La cantidad de botellas PET que se desechan en el campus San Joaquín es de 190 kg mensuales, lo que equivale a un gasto de \$8968 mensuales que puede ser ahorrado sólo por reciclar el número de botellas y disminuir su consumo.

---

<sup>3</sup>Cotización realizada a través de Quality Water Service para el modelo WL1000GFRO.

## Impacto Económico

Existen dos demandas de agua purificada que satisfacer. Por un lado, la del alumnado y por otro la de los funcionarios de la Escuela. El análisis que se muestra a continuación es para el flujo de caja asociado a las inversiones anuales de purificadores destinados a satisfacer la demanda de agua de los funcionarios de la Escuela de Ingeniería. La demanda asociada a los alumnos se deja fuera del análisis, considerando que se instalarán máquinas expendedoras de agua purificada. Las empresas que brinden este servicio deben pagar a la universidad por el derecho de operación y espacio.

Las consideraciones que se hicieron fueron:

**Horizonte de Evaluación:** Se consideró un horizonte de 5 años para evaluar el impacto económico de cada una de las medidas, para hacerlas comparables en términos de VAN y otros indicadores.

**Tasa de Descuento:** Los flujos de ahorro se descontaron al 3,18 %.

Respecto de la estimación de los flujos, se consideró el universo de trabajadores de la Escuela de acuerdo a los datos del año 2014: 238 trabajadores que consumen 2 litros diarios de agua, requiriéndose 8 purificadores -cada uno de capacidad diaria para proveer 64 litros- con su correspondiente mantención, así como la provisión de agua necesaria. Luego, los flujos proyectados a 5 años fueron:

Tabla 2: Valor Presente Neto de las inversiones anuales a realizar

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	(\$ 535.551)	(\$ 552.893)	(\$ 570.797)	(\$ 589.280)	(\$ 608.363)
<b>Tasa</b>	3,18 %				
<b>VAN</b>	(\$ 2.598.155)				

## Normativa

Considerando los antecedentes previamente expuestos y buscando disminuir las emisiones de  $CO_2$ , el consumo innecesario de materiales plásticos y generar una cultura de consumo responsable de agua, se establece:

**“El remplazo de agua embotellada por expendedores de agua purificada, evitando la venta de agua embotellada en la Escuela de Ingeniería UC, creando una conciencia sustentable en nuestra comunidad.”**

La Subdirección de Sustentabilidad se ofrece a colaborar con el proceso de instalación de purificadores de agua que permitan suplir la existente demanda de agua embotellada, tanto en espacios comunes para los alumnos como para los distintos Departamentos y Direcciones (el costo asociado a la adquisición y mantenimiento es responsabilidad de cada unidad).

## Referencias

- [1] “Plastics recycling: challenge and oportunities” *Philosophical Transactions of the Royal Society*, pgs. 2115-2126, 2008.
- [2] “Energy Implications of Bottled Water” *Enviromental Research Letters*, pgs. 1-6 2009.
- [3] “Environmental Code - Bottled Water, amended in Committe, San Francisco“ *San Francisco, EE.UU*, 2014,  
[http://www.sfbos.org/ftp/uploadedfiles/bdsupvrs/committees/materials/LU030314\\_131207.pdf](http://www.sfbos.org/ftp/uploadedfiles/bdsupvrs/committees/materials/LU030314_131207.pdf)  
recuperado el 24/9/2014
- [4] “Norma Calidad de Agua Potable ” *Ministerio de Obras Públicas, Chile*,

<http://www.doh.gob.cl/APR/documentos/Documents/Normas%20NCh%20409%20Calidad%20y%20Muestreo%20del%20Agua%20Potable%20EEO.pdf>

recuperado el 24/9/2014

- [5] “Reglamento de Aguas Minerales ” *Ministerio de Salud, revisado el 2001 por última vez, Chile,*

<http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=73577>

recuperado el 24/9/2014

- [6] “El agua de llave la lleva” *Discurso de Presidente ejecutivo Asociación Nacional de Empresas de Servicios Sanitarios ANDESS A.G., Chile,*

[http://www.andess.cl/noticias\\_detalle.php?n=240](http://www.andess.cl/noticias_detalle.php?n=240)

recuperado el 24/9/2014

- [7] “Proyecto: PURA AGUA / Agua purificada en la Universidad” *Natalia Rozas – Jorge Álamos,*

[agua.pura.eco@gmail.com](mailto:agua.pura.eco@gmail.com) / +569 9235 8625 +569 6192 9661

- [8] “Estudio de los Residuos Sólidos en una Oficina”

*Subdirección de Sustentabilidad, Dirección de Responsabilidad Social  
Escuela de Ingeniería PUC,2014*

- [9] “ESTUDIO COMPARATIVO DE AGUAS MINERALES ENVASADAS QUE SE EXPENDEN EN LA CIUDAD DE SANTIAGO” *Servicio Nacional del Consumidor, Departamento de Estudios, pg 30, Noviembre 2001.*