

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES OCASIONADOS  
POR RESIDUOS DE PET PROVENIENTES DE BOTELLAS DE  
AGUA DESCARTADAS**

**TRABAJO ESCRITO**

Que para obtener el **DIPLOMA** de  
Especialización En Desarrollo Sustentable

Presenta:

**ANDREA NEMER SOTO**

**1942**

Director de Tesina:  
Dr. Luis Eduardo Velázquez Contreras

HERMOSILLO, SONORA

AGOSTO DEL 2010

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

## RESUMEN EJECUTIVO

Hoy en día se puede contar con la disponibilidad de agua potable en casi cualquier lugar y momento, ello gracias a la idea de envasar el agua en botellas fabricadas con tereftalato de polietileno (PET). El uso de agua embotellada ha llegado a niveles muy altos, siendo uno de los productos alimenticios más vendidos a nivel mundial; México se posiciona como el mayor consumidor de agua embotellada en el mundo. El problema recae tanto en la cantidad de consumo, como en el manejo de la botella al momento del descarte, y también a que en México no se cuenta con políticas que prevengan y disminuyan los impactos ambientales que se generan a causa del exceso de PET depositado en el medio ambiente. Es por ello que este trabajo busca proporcionar una alternativa de consumo sustentable de agua embotellada en un sector de la ciudad de Hermosillo, Sonora, México; tomando como referencia la experiencia de Alemania, por ser el país pionero en la aplicación de programas y políticas en el manejo de residuos de PET. Para ello, se realizó un caso de estudio en la colonia Casa Grande Residencial, en donde se aplicaron cuestionarios a una muestra de habitantes; asimismo, se realizó un grupo de enfoque en la ciudad de Zittau, Alemania. Con los resultados se diseñó una guía de consumo de agua embotellada para los habitantes de Casa Grande con estrategias para mitigar los impactos ambientales que se generan al momento del descarte.

## ABSTRACT

Today we have drinking water availability in almost any place and time, thanks to the idea of bottling water in containers made of polyethylene terephthalate (PET). Use of bottled water has reached huge levels, being one of the best-selling food products worldwide; Mexico currently ranks as the world's largest bottled water consumer. The problem lays in both the amount of consumption as in the bottle handling at disposal, as well as the lack of policies to prevent and reduce environmental impacts generated by PET excess in the environment. That is why this paper aims to provide a sustainable alternative for bottled water consumption in one neighborhood of Hermosillo, Sonora, Mexico; taking the experience of Germany as a reference as the pioneer on implementing programs and policies of PET waste management. A case of study at Casa Grande was performed, where questionnaires were applied to a sample of inhabitants; a focus group in Zittau, Germany was also conducted. The results were applied to design a bottled water consumer guide for Casa Grande with strategies to mitigate environmental impacts generated by the bottle at the disposal.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. OBJETIVO ESTRATÉGICO .....	9
2.1 Objetivos específicos.....	9
3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	9
4. ANÁLISIS LITERARIO .....	10
4.1. Generalidades del tereftalato de polietileno (PET) .....	10
4.1.1. Historia del PET y su aplicación para agua embotellada .....	10
4.2. Impactos ambientales que genera el PET en su ciclo de vida como botella de agua .....	11
4.2.1. Extracción.....	12
4.2.2. Producción .....	12
4.2.3. Distribución .....	15
4.2.4. Uso y consumo .....	15
4.2.5. Descarte .....	16
4.3. Otros impactos .....	18
4.3.1. Salud.....	18
4.3.2. Económicos .....	19
4.4. Acciones que mitigan impactos .....	19
4.4.1. Reducción .....	19
4.4.2. Reutilización .....	20
4.4.3. Reciclaje .....	21
4.4.4. Rediseño .....	22
4.4.5. Otros .....	22
5. METODOLOGÍA.....	23
5.1. Tipo de enfoque .....	23
5.2. Diseño .....	23
5.3. Alcance .....	23
5.4. Objeto de estudio .....	24
5.5. Selección y tamaño de muestra.....	24
5.6. Instrumentos de recolección y manejo de datos .....	25
5.6.1 Prueba Piloto .....	25
5.6.2 Cuestionario Casa Grande .....	26
5.6.3 Matriz de Leopold .....	26
5.6.4 Grupo de enfoque .....	28
6. RESULTADOS .....	31
6.1 Resultados de la Prueba Piloto .....	31
6.2 Resultados del Cuestionario Casa Grande .....	31

6.3 Resultados de la Matriz de Leopold .....	36
6.4 Indicadores de Carga Ambiental en Casa Grande .....	36
6.4.1 Principales supuestos .....	36
6.4.2 Datos utilizados para el análisis .....	37
6.4.3 Información obtenida del cuestionario Casa Grande .....	37
6.5 Resumen de comportamientos de uso y descarte.....	40
6.6 Grupo de enfoque .....	41
6.5.1 Antecedente.....	42
6.5.2 Reporte del grupo de enfoque .....	42
7. ANÁLISIS .....	46
7.1 Extracción de los recursos y producción .....	46
7.2 Transporte.....	46
7.3 Uso / Consumo de PET.....	47
7.4 Descarte: sistema de fin de vida o eliminación.....	48
7.5 Mitigación de impactos .....	49
8. CONCLUSIONES.....	51
9. RECOMENDACIONES.....	53
10. REFERENCIAS .....	54
11. ANEXOS .....	58
11.1 Anexo 1 .....	58
11.2 Anexo 2 .....	60
11.3 Anexo 3 .....	62
11.4 Anexo 4 .....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Símbolo de identificación del PET en relación a otros plásticos .....	10
Fig. 2. Ciclo de Vida de la Botella de Agua Envasada en PET .....	13
Fig. 3. Diagrama de Flujo de Materiales para producción de botellas de PET.....	14
Fig. 4. Pregunta 1 del cuestionario Casa Grande .....	32
Fig. 5. Pregunta 2 del cuestionario Casa Grande .....	32
Fig. 6. Pregunta 3 del cuestionario Casa Grande .....	32
Fig. 7. Pregunta 4 del cuestionario Casa Grande .....	33
Fig. 8. Pregunta 5 del cuestionario Casa Grande .....	33
Fig. 9. Pregunta 6 del cuestionario Casa Grande .....	34
Fig. 10. Pregunta 7 del cuestionario Casa Grande .....	34

Fig. 11. Pregunta 8 del cuestionario Casa Grande .....	34
Fig. 12. Pregunta 9 del cuestionario Casa Grande .....	35
Fig. 13. Pregunta 10 del cuestionario Casa Grande .....	35
Fig. 14. Pregunta 11 del cuestionario Casa Grande .....	35
Fig. 15. Flujo anual de uso de PET proveniente de botellas de agua en Casa Grande .....	41
Fig. 16. Sistema Dual Organización Alemana (Duales System Deutschland GmbH) .....	44
Fig. 17. Sello para identificar botellas de agua de PET reciclables .....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Costos de transporte de energía .....	15
Tabla 2. Muestreo aleatorio simple .....	24
Tabla 3. Matriz de Leopold para la evaluación de impactos ambientales en el ciclo de vida de la botella de PET .....	36
Tabla 4. Contribución de Casa Grande a los impactos ambientales encontrados .....	38
Tabla 5. Indicadores de impactos ambientales por consumo de gas natural y petróleo crudo en etapa de producción o manufactura .....	38
Tabla 6. Indicadores de impactos ambientales por consumo de energía y combustible en etapa de distribución y venta .....	39
Tabla 7. Indicador de impactos ambientales por concepto de emisiones en etapa de venta .....	39
Tabla 8. Indicador de impactos ambientales por concepto de residuos en la etapa de sistema de fin de vida o eliminación final .....	40

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Plástico en el Océano Pacífico .....	17
Ilustración 2. Ideas para reutilización de botellas de PET .....	20
Ilustración 3. Contenedor amarillo destinado para el depósito de plásticos en Alemania .....	43

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se enfocó en estudiar uno de los diferentes plásticos que existen hoy en día: el tereftalato de polietileno (PET). Este plástico es utilizado como contenedor de diferentes alimentos, desde salsas, aderezos, aceites, refrescos y agua purificada; en este último producto se delimitó el presente estudio. Se tomó la decisión de estudiar individualmente dicho producto fabricado con PET a raíz de que México es el país con mayor consumo de agua embotellada a nivel mundial. El objetivo de este trabajo fue diseñar una guía de estrategias enfocadas a prevenir, reducir y/o eliminar potencialmente los impactos ambientales ocasionados por uso y descarte de plástico PET como contenedor desechable de agua embotellada en el fraccionamiento Casa Grande de la ciudad de Hermosillo, Sonora.

Este trabajo contiene un análisis de la literatura sobre la historia de la botella de agua en PET y sus etapas en su ciclo de vida. Para llevar a cabo la investigación se realizó un caso de estudio en el fraccionamiento Casa Grande en donde se aplicaron cuestionarios a una muestra de los habitantes de la colonia para identificar comportamientos de uso y descarte de las botellas de agua. Además se realizó una sesión de grupo de enfoque en la ciudad de Zittau, Alemania, con la cual se logró conocer información a detalle sobre el sistema de recopilación de residuos de PET de agua embotellada que se encuentra implementado en ese país desde hace algunos años, esta información ayudó a marcar un punto de referencia en las estrategias recomendadas para Casa Grande.

Los resultados del estudio mostraron que el consumo de agua embotellada de los habitantes de Casa Grande es menor comparado con el promedio nacional y los hallazgos sobre los impactos ambientales negativos y la carga ambiental que aporta el fraccionamiento se describen detalladamente en la sección de resultados. Derivado de esta investigación, se elaboró una guía dirigida a los habitantes del fraccionamiento, con información obtenida en este estudio y orientada a proporcionar estrategias para reducir el consumo, reusar el material y redireccionar el descarte hacia un nuevo proceso que cierre el ciclo de vida de la botella y que ayude a mitigar los impactos ambientales negativos que se generan a raíz de la compra de este producto.

## 2. OBJETIVO ESTRATÉGICO

Potencialmente prevenir, reducir y/o eliminar impactos ambientales ocasionados por consumo y descarte de plástico PET como contenedor desechable de agua embotellada en el fraccionamiento Casa Grande de la ciudad de Hermosillo, Sonora.

### 2.1 Objetivos específicos

- Realizar análisis de la literatura sobre aspectos históricos y actuales del plástico PET en agua embotellada, su utilización y ciclo de vida.
- Identificar comportamientos de uso y descarte de botellas de agua en la comunidad del fraccionamiento Casa Grande, en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México.
- Realizar evaluación de impacto ambiental que se deriva del uso y descarte de botellas de agua de PET en el fraccionamiento, Casa Grande, de Hermosillo, Sonora.
- Diseñar una guía con estrategias enfocadas a reducir el consumo y re-direccionar el descarte de PET en el fraccionamiento Casa Grande de la ciudad de Hermosillo, Sonora.

## 3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

La pregunta de investigación se planteó de la siguiente manera:

- ¿Cómo se pueden reducir los impactos ambientales causados por el uso y descarte de la botella de PET del agua embotellada utilizada y consumida en la ciudad de Hermosillo, Sonora, específicamente en el fraccionamiento Casa Grande?



## 4. ANÁLISIS LITERARIO

### 4.1. Generalidades del tereftalato de polietileno (PET)

Comúnmente conocido por sus siglas PET o PETE, su denominación técnica es tereftalato de polietileno. El PET es un plástico muy resistente y fácil de trabajar pues permite una gran libertad en el diseño; gracias a su estructura molecular, es irrompible (PET Containers Recycling Europe, PETCORE, 2009). El PET es una forma fuerte pero ligera de poliéster transparente que se utiliza para hacer envases de refrescos, jugos, bebidas alcohólicas, agua, aceites comestibles, productos de limpieza y otros alimentos y aplicaciones no alimentarias (PETCORE, 2009).

Fig. 1. Símbolo de identificación del PET en relación a otros plásticos<sup>1</sup>



De acuerdo con Vest (2003), el PET es conveniente para la producción de contenedores para bebidas porque: (1) es claro y flexible, pero rígido; (2) resistente a la dispersión; (3) inerte, neutral en sabor; (4) de peso ligero; (5) reciclable; (6) con una buena barrera contra la humedad y el gas, cuanto mayor sea el grado de cristalización, menor es la permeabilidad al gas.

#### 4.1.1. Historia del PET y su aplicación para agua embotellada

El PET se desarrolló por primera vez para su uso en fibras sintéticas por la British Calico Printers en 1941, comenzó a ser utilizado como películas de envases a mediados de 1960 y a principios de 1970 fue desarrollada comercialmente la técnica biaxial orientada para soplar botellas (PETCORE, 2009). La primer botella de PET se produjo en 1978 (Selke, et

<sup>1</sup> (Gestión Integral de Residuos, 2010)

#### 4. ANÁLISIS LITERARIO

al., 2004). Las razones por las cuales, a inicios de los años 80, las compañías migraron al uso de botellas de PET varían desde la efectividad en el costo, la sustitución de envases de vidrio retornables y mejora de situaciones de manejo en planta y piso de venta (Koss, 2009).

Se puede observar que en los años 70s el agua embotellada era una curiosidad, en los 80s una moda y para las generaciones de los 90s un estilo de vida obligatorio (Diament, 2009). Es notable cómo fue incrementando el consumo a lo largo de su surgimiento; en Estados Unidos, una persona consumía en promedio 4.5 galones de agua embotellada en 1984 y 17 galones en 1999 (Chaidez, 2002). El máximo crecimiento de venta de agua embotellada ocurrió de 1998 a 1999 cuando la categoría presentó un crecimiento global del 12.1 % según datos de la revista Beverage World (BW) (2007) con datos de Beverage Marketing Corporation (BMC).

El término agua embotellada es definida por la U.S Food and Drug Administration (FDA) como *"agua que es destinada para consumo humano y que es sellada en botellas u otros contenedores sin ningún ingrediente agregado excepto que puede contener agentes antibacteriales adecuados y no peligrosos"* (Robertson, 2006, pp. 448-449).

#### **4.2. Impactos ambientales que genera el PET en su ciclo de vida como botella de agua**

El agua embotellada en PET no es completamente inofensiva para el medio ambiente, el producir, reciclar o incinerar botellas de agua implica consumo de energía y emisiones al aire y partículas de contaminación del agua; el transporte del agua embotellada a través del mundo también implica consumo de energía así como de combustible; la producción de botellas de plástico puede causar la liberación de ftalatos y otros subproductos de la producción de plástico en el agua, aire u otras partes del medio ambiente (Ferrier, 2001) como por ejemplo el océano y el suelo.

Según Foolmaun y Ramjeawon (2008) los impactos que genera el consumo de PET se dividen en las siguientes categorías: eco-toxicidad terrestre, toxicidad humana, formación de ozono foto químico (POCP por sus siglas en inglés), calentamiento global (GWP por

sus siglas en inglés) y acidificación; lo anterior tomando en cuenta que un gran porcentaje de las botellas de PET descartadas se mezclan con los desechos domésticos y terminan en el relleno sanitario ocupando un lugar del medio ambiente, asimismo, una cantidad considerable termina depositada en el suelo y océano debido al manejo irresponsable de la botella descartada, una más termina incinerada y otra fracción aun menor es reciclada.

#### **4.2.1. Extracción**

Para producir el PET se requiere la extracción de petróleo crudo y gas natural, posteriormente se crea mediante la suma de varios aditivos químicos (Association of Plastic Manufactures in Europe, APME, 2010). Para producir 1kg de PET es necesario aproximadamente 1.9 kg de petróleo crudo y el consumo total de energía utilizada en la producción de PET es de 23 kWh/kg de PET (Vest, 2003).

Un kilo de PET está compuesto por 64% de petróleo crudo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire. A partir del petróleo crudo se extrae el paraxileno y se oxida con el aire para dar ácido tereftálico. El etileno, se obtiene a partir de derivados del gas natural, es oxidado con aire para formar etilenglicol. En el proceso de producción del PET se elimina metano como subproducto (Reyes, 2009).

#### **4.2.2. Producción**

El principal uso del PET se representa en las botellas; la fabricación de una botella de PET se inicia desde la materia prima: etileno y paraxileno; los subproductos de estas dos sustancias (glicol de etileno y ácido tereftálico) se hacen reaccionar para obtener la resina PET, la cual se encuentra en forma de pequeños cilindros llamados *pellets*, ésta se funde y se inyecta en un molde para hacer una preforma; la preforma (una especie de tubo de ensayo más corto que la botella pero con paredes más gruesas) a continuación es soplada; durante ésta fase, se sopla alta presión de aire en la preforma, lo que le permite tener la forma exacta del molde; el producto final es una botella transparente, fuerte y ligera (PETCORE, 2009).

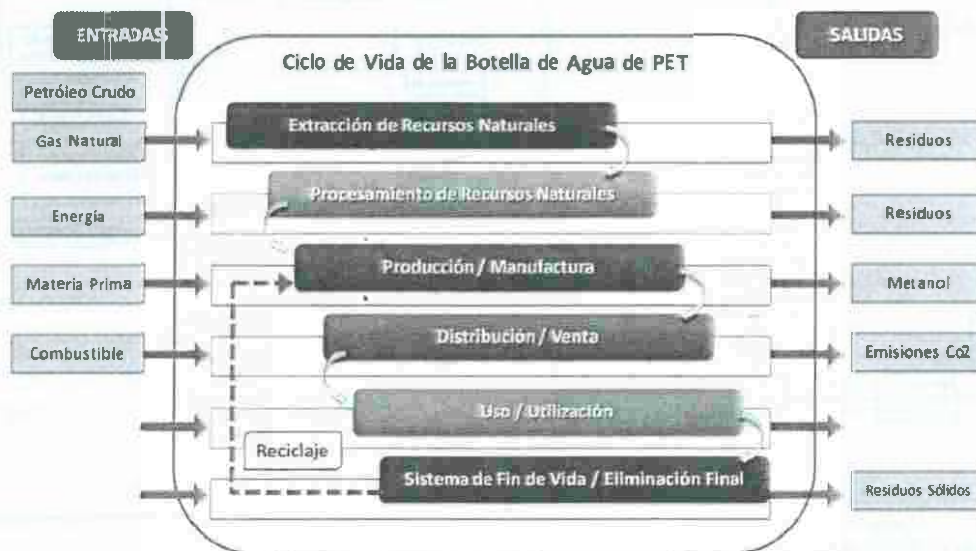
#### 4. ANÁLISIS LITERARIO

En 2008, Foolmaun y Ramjeawon realizaron un estudio de evaluación del ciclo de vida de botellas de PET en la isla de Mauritius y los resultados de la evaluación del impacto indicaron que el más alto impacto ambiental ocurrió durante la etapa de ensamble y uso de las botellas de PET, debido a la relativamente alta utilización de combustible y minerales; los datos muestran que durante la producción de resina de PET, además del petróleo, es usada una substancial cantidad de minerales (hierro, piedra caliza, KCl, bauxita, azufre, NaCl); los dos procesos que contribuyeron con alrededor del 90% del total del impacto ambiental fueron principalmente generación de electricidad con petróleo en Mauritius y la producción industrial de comprimidos de PET en Sudáfrica.

Los resultados también revelaron que el transporte contribuye muy poco (0.01%) del total de la carga ambiental mientras que la fase de descarte contribuye solo en un 5% del total del impacto ambiental, la explicación es que las botellas de PET no se degradan tan fácilmente y es por ello que no emiten gas metano a la atmosfera (Foolmaun y Ramjeawon, 2008).

En la Fig. 2 se describen las etapas por las cuales se desarrolla la botella de agua de PET en su ciclo de vida desde la extracción de los recursos naturales necesarios para su fabricación hasta su disposición final (Aguirre y Gabiña, 2005).

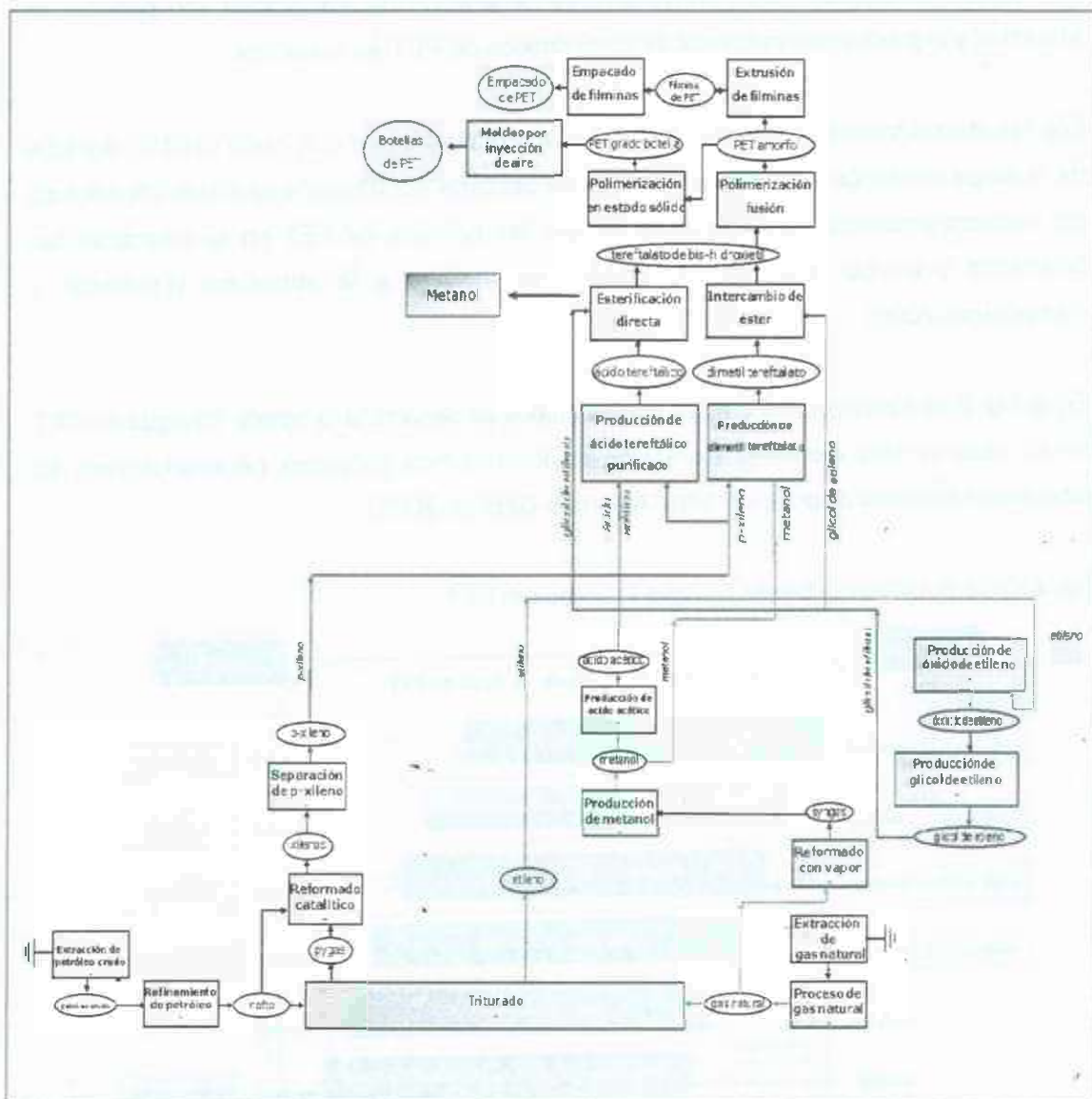
Fig. 2. Ciclo de Vida de la Botella de Agua Envasada en PET



#### 4. ANÁLISIS LITERARIO

La Fig. 3 consiste en un diagrama que muestra el flujo de materiales para la producción de botellas de PET. Se muestra cada etapa de transformación de los materiales en el ciclo de producción de PET desde la extracción, hasta el producto terminado: las botellas de PET. El diagrama considera los dos escenarios de producción de PET ya sea a base de ácido tereftálico o dimetil de etileno.

Fig. 3. Diagrama de Flujo de Materiales para producción de botellas de PET<sup>2</sup>



<sup>2</sup>(Association of Plastic Manufactures in Europe, APME, 2010)

### 4.2.3. Distribución

Después de la producción de la botella de agua, se necesita energía para mover el producto terminado hacia los mercados; debido a que el agua es pesada (una tonelada por metro cúbico) la energía asociada con el transporte del agua embotellada es significativa; el monto total de energía requerida para el transporte depende de dos factores: la distancia desde la planta embotelladora hasta los mercados y el medio de transporte (Gleick y Cooley, 2009).

La Tabla 1 resume los valores de intensidad de energía típicos de transporte para los principales modos de transporte de carga en *megajoules* por tonelada métrica de carga por kilómetro transportados. La carga aérea representa, de una manera muy marcada, el medio de transporte que consume mayor energía; el transporte en camiones consume mayor energía que el transporte por ferrocarril o transporte a granel por el océano.

Tabla 1. Costos de transporte de energía.<sup>3</sup>

Buque de Carga/Océano (MJ t <sup>-1</sup> km <sup>-1</sup> )	Carga Aérea (MJ.t-1km-1)	Tren (MJ.t-1 km-1)	Camiones Pesados (MJ t <sup>-1</sup> km <sup>-1</sup> )	Camiones Medianos (MJ t <sup>-1</sup> km <sup>-1</sup> )
0.37	15.9	0.23	3.5	6.8

Nota: todos los valores expresados en unidades de *megajoules* por tonelada de carga por kilómetro (MJ t<sup>-1</sup> km<sup>-1</sup>). Los camiones pesados se utilizan para larga distancia, así como el transporte de carga interurbano. Los camiones medianos son utilizados para el suministro de mercancías dentro de la ciudad.

### 4.2.4. Uso y consumo

Se sabe que la sustentabilidad habla sobre el cuidado de los recursos limitados para evitar su agotamiento, y para lograr el objetivo de la sustentabilidad la clave es cuidar el comportamiento de consumo y uso (Reátegui, 2003). La definición del verbo consumir, de

<sup>3</sup> Departamento de Energía de EE.UU. de 2007 y Recursos Naturales de Canadá de 2007 citado en Gleick y Cooley, 2009.

#### | 4. ANÁLISIS LITERARIO

acuerdo al Diccionario de la Lengua Española, es: *“Dicho de la sociedad o de la civilización: Que está basada en un sistema tendente a estimular la producción y uso de bienes no estrictamente necesarios”* (Real Academia Española, RAE, 2001).

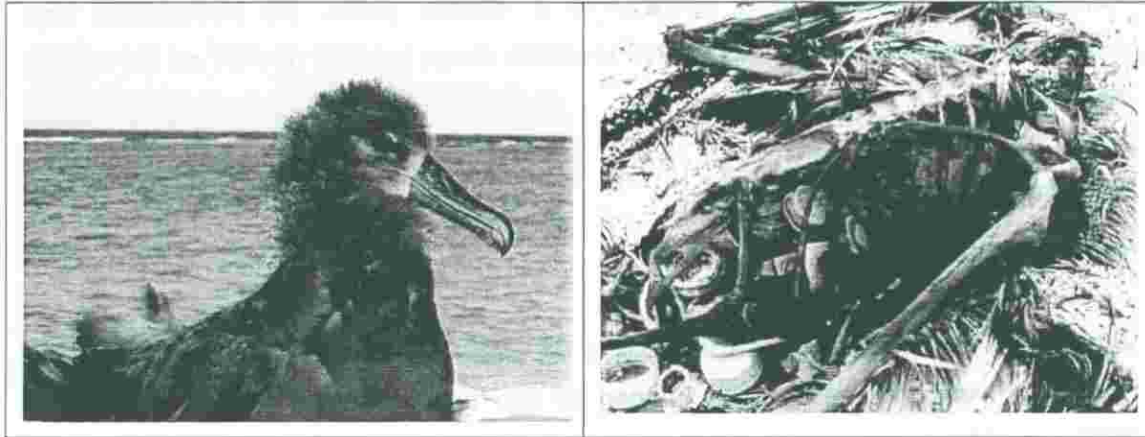
Globalmente, se consumen alrededor de 260 millones de toneladas de plástico al año, aproximadamente el 8 por ciento de la producción mundial de petróleo (Thompson, et al, 2009). México actualmente es el primer país consumidor de agua embotellada en el mundo, la demanda de agua embotellada creció en un 40% durante los últimos cuatro años, (Enciso, 2010). Hasta 2008, México fue el segundo país, después de Estados Unidos, en consumo de agua embotellada a nivel global (Beverage World, BW, 2009). En México se consumieron un total de 6,501.5 millones de galones de agua embotellada de un total de 52,696.8 millones de galones del consumo mundial en ese año, según menciona el reporte de Beverage World (2009). En 2010 los datos que arroja la BMC fueron que cada mexicano consume en promedio 234 litros al año, más del doble que en Estados Unidos, en donde se consumen 110 litros al año per cápita (Enciso, 2010).

##### **4.2.5. Descarte**

Siendo el PET solo un tipo de los 20 grupos de plásticos que existen actualmente con numerosas clasificaciones y variedades (Thompson, et al, 2009 cita a APME, 2006) los residuos de plástico se encuentran acumulados en el hábitat natural desde los polos hasta el ecuador; el plástico se inventó en el año de 1907 y no fue sino hasta 1972 cuando se comenzó a tener preocupación por la incorporación del plástico en la naturaleza (Thompson, et al, 2009).

Existe evidencia de que el plástico se encuentra fragmentado en el medio ambiente y consecuentemente, disponible para la ingestión de una amplia gama de organismos (Thompson, et al, 2009 cita a Barnes, et al, 2009). Cantidades substanciales de desechos de plástico ya contaminan los hábitats marinos, el esparcimiento de estos residuos en el medio ambiente marino ha traído consigo a numerosas especies ingiriendo y enredándose en el plástico como consecuencia de la durabilidad de los plásticos, esto lleva consigo lesiones, imposibilidad de movimiento y hasta la muerte (Thompson, 2009 cita a Gregory, 2009).

Ilustración 1. Plástico en el Océano Pacífico.<sup>4</sup>



Se estima que en 2009, en México se desecharon alrededor de 7 mil 800 millones de envases de plástico PET, ello representa 21.3 millones diarios, de los cuales solo el 20 % son reciclados (Enciso, 2010). A diferencia de los metales o materiales orgánicos, la mayoría de los plásticos no se oxidan y difícilmente se desintegran por microorganismos, sin embargo, pueden ser sujetos a degradación debido a procesos foto-químicos, corrosión electrolítica, hidrólisis y similares, a un ritmo muy lento (Song y Hyun, 1999). Sin embargo, actualmente, la mayoría de los desperdicios de plástico son lanzados a los rellenos sanitarios, esta clase de disposición genera muchos problemas como la falta de sitio para colocar rellenos sanitarios, riesgos por lixiviados, contaminación del suelo y emisiones de gas (Brown, O.T., 1993 citado en Song y Hyun, 1999). Alrededor del 10 % del peso de desechos municipales es plástico (Thompson, C. R., et al., 2009 cita a Barnes et al., 2009).

Song y Hyun (1999, pp.267-284) consideran los siguientes escenarios como posibles opciones al descarte de la botella de PET: (1) reciclado mecánico en donde las botellas de PET descartadas son recicladas como entrada de polímero ya sea para la producción de botellas a través del reprocesamiento de los pasos de fusión de extrusión y filtración, (2) otro proceso de producción (por ejemplo: alfombras), (3) reciclado químico, en donde las botellas de PET son recicladas a través de despolimerización o solubilidad como una

<sup>4</sup> (Moore, 2003)



entrada química de la materia prima de ácido tereftálico (TPA) y etileno de glicol (EG), (4) reciclado térmico, en donde las botellas de PET son recicladas ya sea a través de degradación o pirólisis como combustible o materia prima, (5) incineración para recuperación de energía y (6) finalmente, descarte de las botellas de PET en los rellenos sanitarios.

### 4.3. Otros impactos

#### 4.3.1. Salud

El agua puede contaminarse en el proceso de embotellamiento y transporte, pues, las mismas botellas y tapones también pueden ser una fuente de contaminación (Robertson, 2006, pp. 448-449). Aunado a lo anterior, se ha demostrado que el PET segrega sustancias químicas al producto alimenticio que alteran al sistema endocrino (Wanger y Oehlmann, 2009). Los disruptores endocrinos son sustancias químicas sintéticas y fitoestrógenos naturales (estrógeno derivado de plantas) que actúan sobre el sistema endocrino de los seres humanos y animales imitándolo, bloqueándolo y/o interfiriendo de alguna manera con las instrucciones de las hormonas naturales a las células; la estimulación o inhibición del sistema endocrino podría producir una cantidad inadecuada de hormonas (demasiado, muy poco o nada en absoluto), cualquier combinación de estas interferencias en el sistema endocrino pueden afectar el desarrollo físico, sexual, la reproducción, el desarrollo del cerebro, el comportamiento, la regulación de temperatura y mucho más, asimismo, un disruptor endocrino pueden dañar o destruir un órgano que tiene la tarea de suministrar hormonas (Goettlich, 2006).

Del mismo modo, se han encontrado altos niveles de antimonio en el agua embotellada en PET (100 veces más que el nivel promedio en agua de pozo), el nivel de antimonio depende del manejo de cada botella, entre más tiempo dure en almacenamiento existe más probabilidad de que aumente el nivel de antimonio, asimismo, el calentamiento de la botella y la luz solar también pueden favorecer la segregación de la sustancia del plástico al líquido; sin embargo, aún no existe claridad en cuanto a las implicaciones en la salud humana (Christen, 2007).

### 4.3.2. Económicos

Además del impacto ambiental y a la salud, existe otro impacto importante derivado del consumo de agua embotellada que es necesario mencionar, y se trata del impacto económico. A nivel global, en 2005 se gastaban alrededor de \$100 billones de dólares americanos en la compra de agua embotellada según la organización Inside the Bottle (n.d.) con datos del Earth Policy Institute (2006). Si bien aparentemente es positiva la derrama económica que se genera al producir y comprar este producto, a nivel microeconómico no se puede decir lo mismo ya que el desembolso que se realiza para la adquisición de este bien es principalmente a causa de la botella y no del agua, de acuerdo con la nota publicada en el periódico El Economista en 2009, hasta un 90% del costo del producto se debe a la botella; es decir, se gasta en la compra de un producto que solo pasa por las manos del consumidor para descartarlo: la botella de PET (Gasca, 2009). Cabe mencionar que las empresas del sector de agua embotellada ganan hasta 5 mil por ciento más del monto de inversiones que realizan para su venta (Enciso, 2010).

El consumo de agua embotellada ha llegado al punto en el que hoy en día existen lugares en donde venden una variedad selecta de agua embotellada a precios sumamente elevados, por ejemplo, en Europa los precios varían alrededor de ocho euros, estos lugares ofrecen *cartas de aguas* con botellas llenadas con agua proveniente de lugares exóticos (Cruz, 2006).

## 4.4. Acciones que mitigan impactos

### 4.4.1. Reducción

En algunos países desarrollados como Estados Unidos y Canadá, se conoce y promueve la importancia de reducir el consumo de botellas de plástico y se han aplicado una serie de medidas para lograrlo; una muestra es que en Estados Unidos existe una gran campaña por parte de algunas universidades para promover el cese al consumo de agua embotellada mediante la suspensión de su venta dentro de los diferentes campus, algunos ejemplos son: la Universidad de Belmont, Colegio Estatal de Evergreen y la Universidad de Washington en St. Louis; asimismo, la Universidad de Winnipeg fue la

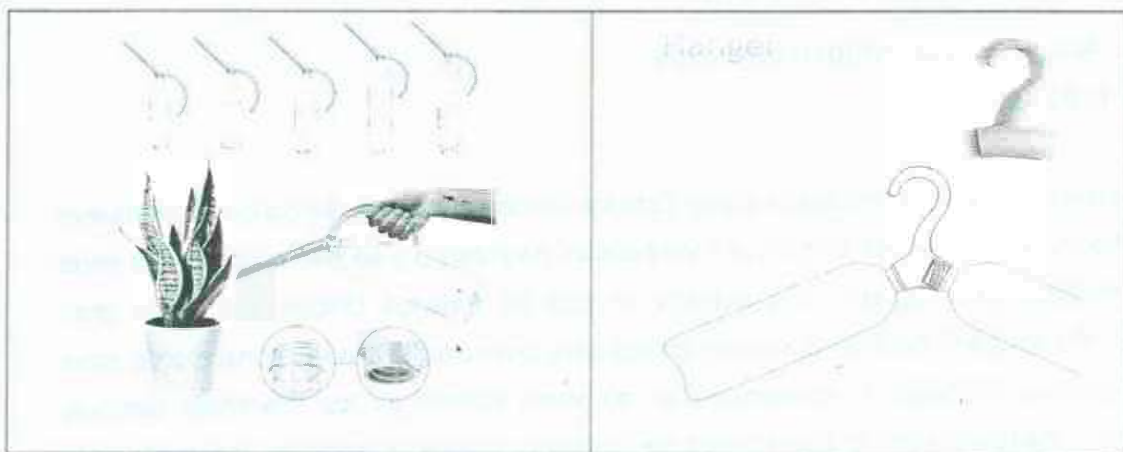
primera universidad Canadiense en unirse a la causa (Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education, AASHE, 2009).

En Estados Unidos, las cifras de consumo de agua embotellada comenzaron a disminuir en el año 2008, después de un súbito crecimiento durante la última década; dos factores que influenciaron la inhibición del crecimiento de venta del agua embotollada fueron la economía y el cuidado al medio ambiente (BW) (2009). El reporte de 2006 de consumo en Estados Unidos menciona que *“fue otro año triunfante para la botella de agua”* (BW) (2006), mientras que el mismo reporte en 2009 dice textualmente: *“por un número de razones, 2008 marcó un año difícil para el agua embotellada. La categoría que experimentó un fuerte crecimiento en años previos... percibió un decline en volumen por primera vez en más de 10 años”* (BW) (2009).

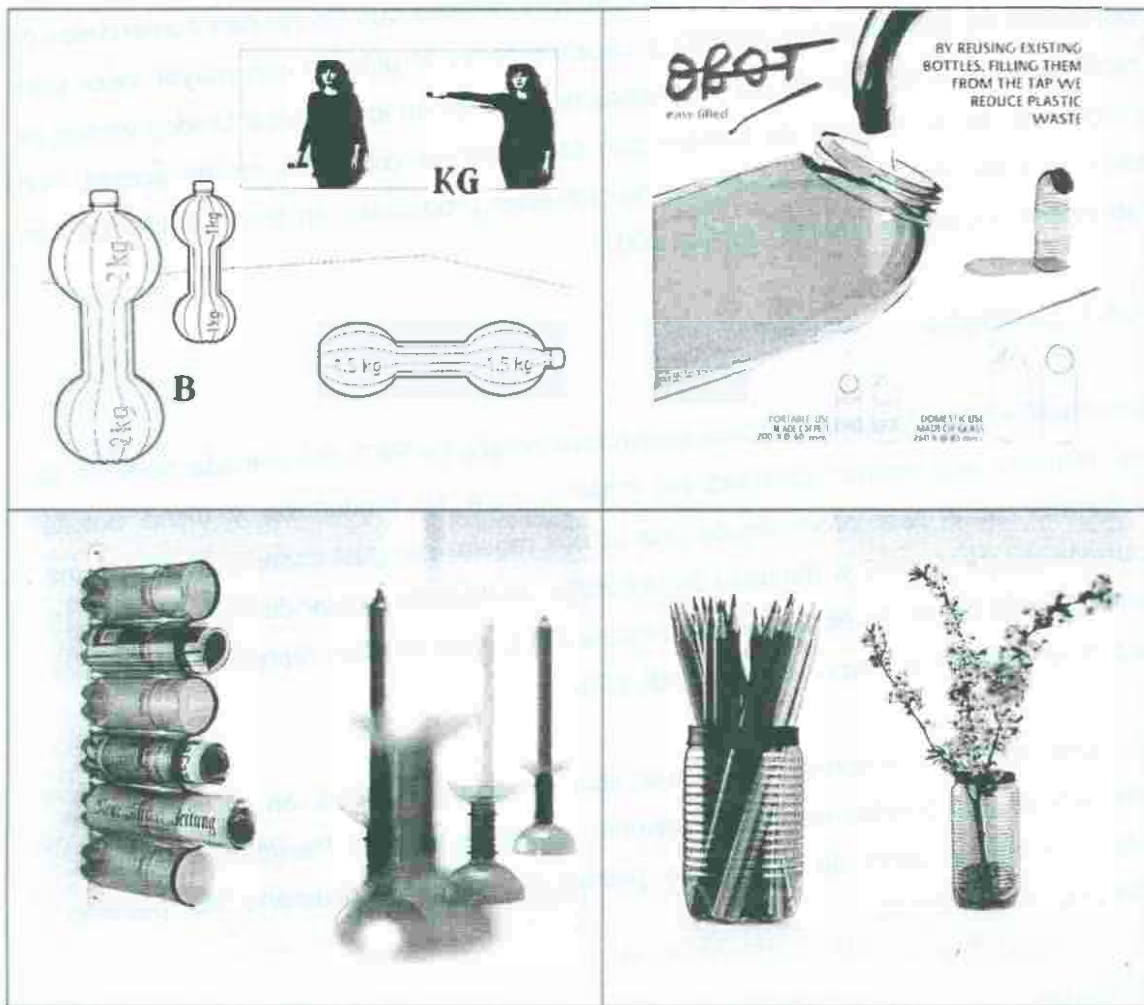
#### 4.4.2. Reutilización

Existen un gran número de maneras de reutilizar la botella de PET, el modo más común es rellenar la botella con agua nuevamente, pero también se le puede dar un uso adicional al de tomar agua, como por ejemplo darle apariencia y uso como artículo decorativo para el hogar, también se puede aprovechar para utilizarlo como equipo para hacer ejercicio, etc. A continuación se presentan una serie de ejemplos creativos:

**Ilustración 2.** Ideas para reutilización de botellas de PET<sup>5</sup>



<sup>5</sup> (Alter, 2008; Designboom, 2010)



#### 4.4.3. Reciclaje

Las botellas de PET se pueden reciclar o reproducir: se pueden convertir en alfombras de poliéster, telas y fibras para la industria textil y de ropa, películas de plástico, cajas para huevo, correas industriales y nuevas botellas de plástico (Ferrier, 2001).

Otro uso que se le puede dar a la botella de PET es utilizarla como materia prima para producir automóviles, en 2007 la compañía automotriz Coreana Hyundai, en conjunto con la empresa GE Plastics ideó el automóvil QarmaQ, cuyas partes utilizan botellas de PET en su fabricación; se reutilizan alrededor de 900 botellas de plástico para fabricar el auto, denominado QarmaQ (Winter, 2007).

#### | 4. ANÁLISIS LITERARIO

Por ser una resina de ingeniería, el PET es más costoso que las resinas comerciales de polietileno de alta densidad (HDPE) y usualmente es el plástico con mayor valor para reciclaje; más de la mitad de los programas de reciclaje en los Estados Unidos vienen de programas de recolección de botellas con contenedores colocados en las aceras, con ellos, la mitad del total de alfombras de polyester producidas en Estados Unidos son fabricadas con botellas de PET (Miller, 2001).

##### **4.4.4. Rediseño**

La compañía Sidel lanzó al mercado una nueva botella de PET denominada *NoBottle* la cual requiere una menor cantidad de material para su producción y dicha botella comparada con el peso promedio de una botella regular de igual capacidad ofrece una reducción del 25 % al 40 % del peso de la botella; una botella regular de PET pesa de 13 g a 16 g y una botella *NoBottle* de 500 ml pesa 9.9 g, esto también representa un menor gasto de energía en el transporte (Envapack, 2007).

Del mismo modo, la empresa Coca-Cola está aplicando cambios en el proceso de producción de sus botellas de PET al diseñar la botella llamada *PlantBottle*, el nuevo proceso obtiene el glicol de etileno de plantas en lugar de obtenerlo del petróleo (Packaging Online, 2010).

##### **4.4.5. Otros**

Otro ejemplo de concientización ocurre en el Estado de Carolina del Norte en Estados Unidos, en donde el 1ero de Octubre de 2009 se implementó una ley que prohíbe el desecho de botellas de plástico en los rellenos sanitarios del Estado, el reciclado de todas las botellas usadas en el Estado propiciará que se desvíen más de 2.4 billones de botellas de plástico de los rellenos sanitarios anualmente (Ursery, 2009).

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1. Tipo de enfoque

El presente estudio tiene un enfoque *Mixto* debido a que complementa la investigación cualitativa y cuantitativa; se fundamenta en un proceso inductivo que consiste en explorar y describir las etapas de uso y descarte en el ciclo de vida de la botella de agua de PET para después generar perspectivas teóricas sobre los comportamientos alternativos más sustentables en estas dos fases, asimismo, se apoya en la estadística para seleccionar una muestra poblacional e inferir en la respuesta a la pregunta de investigación por medio de instrumentos de recolección de datos (Hernández, et al, 2006, pp. 8-9).

### 5.2. Diseño

La presente tesina se maneja como un caso de estudio, en donde se toma un sector de la población, en este caso el fraccionamiento Casa Grande, para estudiar los comportamientos de uso y descarte y aplicar las estrategias convenientes para lograr los objetivos planteados.

### 5.3. Alcance

Este estudio se aplica en el fraccionamiento Casa Grande del municipio de Hermosillo, Sonora, en la región noroeste de México, específicamente en la comunidad consumidora de agua embotellada con envases de PET; con el estudio se conocerán los impactos ambientales que se generan al consumir agua embotellada en PET y se diseñarán estrategias para mitigar los impactos negativos.

Asimismo, tomando en cuenta que las etapas del ciclo de vida de las botellas de PET para agua embotellada son: extracción de los recursos naturales, procesamiento de los recursos naturales, producción / manufactura, transporte / venta, uso / consumo y descarte o eliminación final, es pertinente indicar que la aplicación de las estrategias del estudio se limitan a las etapas de uso y descarte del ciclo de vida de la botella de PET, siendo éstas las más accesibles y más propicias para descubrir áreas de oportunidad en

la reducción de impactos ambientales. Para realizar el estudio se cuenta con una cantidad de alrededor de seis meses desde Febrero a Julio del 2010.

#### 5.4. Objeto de estudio

El objeto de estudio es la comunidad consumidora de agua embotellada en el fraccionamiento residencial Casa Grande de Hermosillo, Sonora, México, ubicado en el sur poniente de la ciudad. El fraccionamiento representa un sector de la población que cuenta con un buen nivel de educación e ingresos y se encuentra bien organizado por medio de una estructura vecinal, con un buen grado de retroalimentación debido a las juntas vecinales, las cuales, son dirigidas por un grupo de líderes miembros del fraccionamiento, ello resulta benéfico para este estudio ya que es posible establecer una buena comunicación y cooperación por parte de los vecinos.

#### 5.5. Selección y tamaño de muestra

Se seleccionó la muestra de manera determinística por conveniencia debido a su disponibilidad y accesibilidad, se trata de aproximadamente 196 habitantes que conforman alrededor de 44 familias dentro del fraccionamiento Casa Grande. El número exacto resultante de viviendas a entrevistar es de 32 de una población total de 44 familias. Para seleccionar a las familias a entrevistar se realizó un muestreo aleatorio simple; la muestra tiene un 95 % de nivel de confianza y un error muestral del 5 %. En la siguiente tabla se muestra la fórmula utilizada para obtener el número de cuestionarios necesarios para lograr resultados confiables.

Tabla 2. Muestreo aleatorio simple

$n = \frac{Z^2 pq N}{NE^2 + Z^2 pq}$	En donde, n = tamaño de la muestra Z = nivel de confiabilidad p = variación positiva q = variación negativa N = tamaño de la población
$n = \frac{2^2 (0.95)(0.05)(44)}{44(0.04)^2 + 2^2(0.95)(0.05)}$	
$n = 32$	

## 5.6. Instrumentos de recolección y manejo de datos

En este estudio se utilizaron las técnicas de cuestionario y grupo de enfoque para la recolección de datos. Se aplicó un cuestionario denominado: Cuestionario Casa Grande (para ver el cuestionario favor de revisar anexo 3) y el grupo de enfoque se desarrolló con un conjunto de ocho estudiantes de la carrera de Ecología y Protección del Medio Ambiente de la universidad de Ciencias Aplicadas Zittau/Görlitz, en Zittau, Alemania.

Para lograr la evaluación de impacto ambiental que se deriva del uso y descarte de botellas de agua de PET en el fraccionamiento Casa Grande, mediante la aplicación del cuestionario, se identificó al proveedor con mayor venta de agua embotellada en el fraccionamiento y la cantidad de botellas de agua que se consumen; posteriormente se realizó la evaluación del impacto ambiental en el ciclo de vida de la botella, esto con base en la información obtenida con el análisis de la literatura. Para complementar lo anterior, se utilizó el método de la *Matriz de Leopold* con el propósito de identificar las etapas del ciclo de vida de la botella de agua en las cuales se generan mayores impactos ambientales.

Una vez identificados los impactos ambientales que se generan, esta información se utilizó para crear conciencia en la comunidad sobre la necesidad de reducir el consumo, reutilizar la botella y direccionar las botellas de PET descartadas a lugares apropiados para terminar su ciclo de vida con la generación del menor impacto posible.

Lo anterior se integra a una guía sobre las mejores prácticas de uso e ideas para la reutilización de las botellas de agua, indicaciones sobre el lugar apropiado para el descarte y opciones de alternativas que satisfacen la necesidad de consumo de agua embotellada, la guía se encuentra en el anexo 4.

### 5.6.1 Prueba Piloto

Como primera instancia, se realizó una prueba piloto mediante la aplicación de 15 cuestionarios de un formato preliminar (ver anexo 1) con el objetivo de probar y mejorar la



## | 5. METODOLOGÍA

herramienta. El criterio para la aplicación de los cuestionarios fue determinístico y se aplicó a cualquier persona adulta que accediera a contestar el cuestionario.

El objetivo de la prueba piloto fue para comprobar la efectividad de la redacción de las preguntas, para tomar el tiempo de respuesta de cada individuo al contestar el total de las preguntas del cuestionario, para conocer las posibles reacciones y accesibilidad de los encuestados y para realizar mejoras en la herramienta con base a la retroalimentación proporcionada por los participantes.

### **5.6.2 Cuestionario Casa Grande**

El cuestionario se aplicó con el objetivo de identificar comportamientos de uso y descarte de la botella de agua y obtener los datos necesarios para realizar la evaluación del impacto ambiental negativo en el ciclo de vida de las botellas de agua consumidas en el fraccionamiento **Casa Grande**. Asimismo, con el cuestionario se logró conocer la disponibilidad de la comunidad del fraccionamiento para contribuir con el proyecto de sustentabilidad.

### **5.6.3 Matriz de Leopold**

Para realizar la evaluación de impactos ambientales negativos se determinó utilizar, como complemento, el método de *Matriz de Leopold*, con el cual se mide el impacto ambiental negativo generado en todo el ciclo de vida de la botella de PET; el nivel de impacto se mide en una escala del 1 a 10, siendo 1 el nivel de impacto negativo menor y siendo 10 el nivel de impacto negativo mayor.-En la tabla 4 se muestra la medición de las variables que intervienen en el ciclo de vida de la botella de agua de PET y los impactos que se generan; posteriormente se muestra la explicación de cada impacto según la etapa del ciclo de vida (ver ciclo de vida en la Fig. 2).

Con la *Matriz de Leopold* (ver tabla 3) se lograron determinar las etapas del ciclo de vida que mayor impacto ambiental ocasionan, así como los impactos ambientales más representativos. Una limitación importante en la evaluación del ciclo de vida realizado es que no se considera la etapa de extracción de los recursos naturales (petróleo y gas

natural) para la evaluación, debido a la complejidad de los puntos de extracción y a la falta de información al respecto.

A continuación se describen, en orden descendente, los impactos ambientales negativos identificados con mayor valoración en todo el ciclo de vida de la botella de agua: agotamiento de los recursos, debilitamiento de la capa de ozono, daño en la biodiversidad (fauna), contaminación del suelo, contaminación del océano y calentamiento global (ver tabla 3).

### **Agotamiento de los Recursos**

Los recursos mayormente utilizados en la producción de botellas de PET son petróleo y gas natural, además se utiliza hierro, piedra caliza, cloruro de potasio, bauxita, azufre, cloruro sódico y otras materias primas; de igual forma, en todo el ciclo de vida se utiliza combustible y energía. Las etapas de Procesamiento de los Recursos Naturales y Producción son las más representativas en la aportación del agotamiento de los recursos. La etapa de distribución y venta también influye en el aumento de este impacto ambiental debido al uso de combustible en camiones de carga y automóviles domésticos.

### **Debilitamiento de la capa de ozono**

Este impacto ambiental se produce principalmente en las etapas de procesamiento de los recursos naturales, producción y distribución / venta, debido que en dichas etapas se generan emisiones de diferentes gases que afectan y debilitan a la capa de ozono.

### **Daño en la Biodiversidad (Fauna)**

Al momento de procesar y producir los materiales en la producción de las botellas de PET se generan subproductos y desechos que terminan depositados en el medioambiente, provocando así daño a la fauna que habita los ecosistemas. El mayor impacto fue detectado en la etapa de descarte ya que las botellas eliminadas van a parar a un relleno

sanitario, pero un gran porcentaje se encuentra en el ecosistema, principalmente en el océano, en donde los animales se alimentan de los fragmentos de PET y esto les provoca graves daños a la salud.

### **Contaminación del Suelo**

El suelo se contamina primordialmente en las etapas de producción y descarte, puesto que en la etapa de descarte se acumula un gran porcentaje de PET en el suelo y si bien el plástico no provoca erosión, si provoca mal aspecto; debido a su durabilidad tarda largo tiempo en degradarse y ello permite que permanezca esparcido en el suelo por largos periodos.

### **Calentamiento Global**

Este impacto se genera debido a que los gases que se generan en las etapas de procesamiento de los recursos, producción y distribución / venta, son gases que estimulan el efecto invernadero en la atmósfera y esto genera calentamiento global.

### **Contaminación del Océano**

Este impacto se genera principalmente en la etapa de descarte de las botellas de PET debido al porcentaje que termina depositado en el océano debido a la mala disposición de la botella en la eliminación, sin embargo, el impacto también se genera en menor grado en las etapas de procesamiento de los recursos naturales y producción, debido a que podrían presentarse fugas de desechos hacia el mar o dentro del mar (en el caso de los derramamientos de petróleo).

#### **5.6.4 Grupo de enfoque**

Los grupos de enfoque son sesiones que en ocasiones son consideradas como entrevistas grupales. Consisten en reuniones de grupos pequeños (desde tres hasta 10

natural) para la evaluación, debido a la complejidad de los puntos de extracción y a la falta de información al respecto.

A continuación se describen, en orden descendente, los impactos ambientales negativos identificados con mayor valoración en todo el ciclo de vida de la botella de agua: agotamiento de los recursos, debilitamiento de la capa de ozono, daño en la biodiversidad (fauna), contaminación del suelo, contaminación del océano y calentamiento global (ver tabla 3).

### **Agotamiento de los Recursos**

Los recursos mayormente utilizados en la producción de botellas de PET son petróleo y gas natural, además se utiliza hierro, piedra caliza, cloruro de potasio, bauxita, azufre, cloruro sódico y otras materias primas; de igual forma, en todo el ciclo de vida se utiliza combustible y energía. Las etapas de Procesamiento de los Recursos Naturales y Producción son las más representativas en la aportación del agotamiento de los recursos. La etapa de distribución y venta también influye en el aumento de este impacto ambiental debido al uso de combustible en camiones de carga y automóviles domésticos.

### **Debilitamiento de la capa de ozono**

Este impacto ambiental se produce principalmente en las etapas de procesamiento de los recursos naturales, producción y distribución / venta, debido que en dichas etapas se generan emisiones de diferentes gases que afectan y debilitan a la capa de ozono.

### **Daño en la Biodiversidad (Fauna)**

Al momento de procesar y producir los materiales en la producción de las botellas de PET se generan subproductos y desechos que terminan depositados en el medioambiente, provocando así daño a la fauna que habita los ecosistemas. El mayor impacto fue detectado en la etapa de descarte ya que las botellas eliminadas van a parar a un relleno

sanitario, pero un gran porcentaje se encuentra en el ecosistema, principalmente en el océano, en donde los animales se alimentan de los fragmentos de PET y esto les provoca graves daños a la salud.

### **Contaminación del Suelo**

El suelo se contamina primordialmente en las etapas de producción y descarte, puesto que en la etapa de descarte se acumula un gran porcentaje de PET en el suelo y si bien el plástico no provoca erosión, si provoca mal aspecto; debido a su durabilidad tarda largo tiempo en degradarse y ello permite que permanezca esparcido en el suelo por largos periodos.

### **Calentamiento Global**

Este impacto se genera debido a que los gases que se generan en las etapas de procesamiento de los recursos, producción y distribución / venta, son gases que estimulan el efecto invernadero en la atmosfera y esto genera calentamiento global.

### **Contaminación del Océano**

Este impacto se genera principalmente en la etapa de descarte de las botellas de PET debido al porcentaje que termina depositado en el océano debido a la mala disposición de la botella en la eliminación, sin embargo, el impacto también se genera en menor grado en las etapas de procesamiento de los recursos naturales y producción, debido a que podrían presentarse fugas de desechos hacia el mar o dentro del mar (en el caso de los derramamientos de petróleo).

#### **5.6.4 Grupo de enfoque**

Los grupos de enfoque son sesiones que en ocasiones son consideradas como entrevistas grupales. Consisten en reuniones de grupos pequeños (desde tres hasta 10

## 5. METODOLOGÍA

personas) en dónde se plantean temas para conversarlos de manera relajada y obtener información relevante a cerca de ellos. La dinámica se realiza bajo la conducción de un especialista en dinámicas grupales. Para la sesión se define un guión o cuestionario de manera preliminar (ver anexo 3) el cual servirá como guía durante la sesión, éste será una herramienta útil para dirigir la conversación en la dirección requerida. El proceso para realizar sesiones de grupo es el siguiente (Hernández, et al, 2006, pp. 605-612):

1. Determinar número de grupos y sesiones
2. Definir el perfil de los integrantes
3. Detectar candidatos potenciales
4. Invitar a candidatos potenciales a la reunión
5. Llevar a cabo la sesión o sesiones
6. Elaborar reporte, el cual incluye datos de los participantes, fecha y duración, información completa del desarrollo de la sesión y observaciones del conductor.

Se determinó la realización de una sola sesión. La sesión se realizó con un conjunto de ocho estudiantes de la Universidad de Ciencias Aplicadas Zittau-Görlitz, en la ciudad de Zittau, Alemania. El perfil de los participantes corresponde a jóvenes estudiantes de la carrera de Ecología y Protección del Medio Ambiente quienes tienen conocimientos avanzados sobre temas ambientales y de producción más limpia; asimismo, son ciudadanos Alemanes familiarizados con el sistema de manejo de los residuos y más específicamente con el sistema de recopilación de botellas de PET que se implementó recientemente en el país.

El principal objetivo de la sesión fue para obtener información sobre los comportamientos de uso de las botellas de agua y sobre el sistema de recopilación de botellas de PET en el que los participantes están involucrados, siendo este un sistema que cierra el ciclo de la botella de PET de una manera muy eficiente. La herramienta de grupo de enfoque servirá para definir una perspectiva teórica de la práctica de manejo de PET en Alemania, tomando como referencia las experiencias de los mismos ciudadanos, quienes están directamente involucrados con el proceso de manejo botellas de PET al momento de descartarlas.

Los resultados de este instrumento de recolección de datos representan un ejemplo a seguir para sentar las bases de consumo de PET en el fraccionamiento Casa Grande; es decir, al hacer un análisis histórico de las etapas del uso de PET por las cuales los ciudadanos Alemanes transitaron antes de convertirse en el sistema actual (uno de los más sustentables a nivel mundial), de esta manera se obtuvo información aplicable en el fraccionamiento Casa Grande que conlleva, a futuro, al desarrollo de un sistema que cierre el ciclo de la botella de PET y evite la generación de impactos ambientales.

## 6. RESULTADOS

En esta sección se describen los resultados de la prueba piloto, del cuestionario, del grupo de enfoque y de la *Matriz de Leopold*. Como resultado de la prueba piloto se realizaron modificaciones y consideraciones pertinentes que se describen en más adelante. Los resultados del cuestionario se muestran por medio de gráficas pastel que muestran porcentajes. Para desarrollar los resultados del grupo de enfoque primeramente se exponen los temas que se trataron durante la sesión, posteriormente se presenta una breve introducción que explica los antecedentes y el contexto de la información que se busca obtener y a continuación se muestra el reporte con la información que se generó durante la reunión; ésta información se complementó con algunas imágenes y figuras obtenidas en el proceso de investigación. Por último, en esta sección se presentan los resultados de la evaluación de impacto ambiental por medio de la *Matriz de Leopold*, la cual se expresa por medio de la tabla 3.

### 6.1 Resultados de la Prueba Piloto

Los resultados arrojaron la necesidad de realizar algunas modificaciones al cuestionario; en la pregunta uno. Después de la prueba piloto (anexo 1), se aplicó un cuestionario impreso a 17 miembros del fraccionamiento Casa Grande (ver anexo 2). Al aplicar los cuestionarios impresos se presentó una limitación en el desarrollo del estudio ya que los encuestados presentaron falta de interés para contestar el cuestionario debido, posiblemente, a que lo consideraron una interrupción en su vida cotidiana y ello consecuentemente contribuyó a respuestas rápidas, poco conscientes y por lo tanto no fidedignas. Tomando en cuenta lo anterior, se tomó la decisión de aplicar cuestionarios por correo electrónico, utilizando la herramienta de formulario de *Google Docs*, con previo aviso al encuestado para dar más libertad y comodidad al momento de dar las respuestas, para consultar el cuestionario aplicado favor de ver anexo 3.

### 6.2 Resultados del Cuestionario Casa Grande

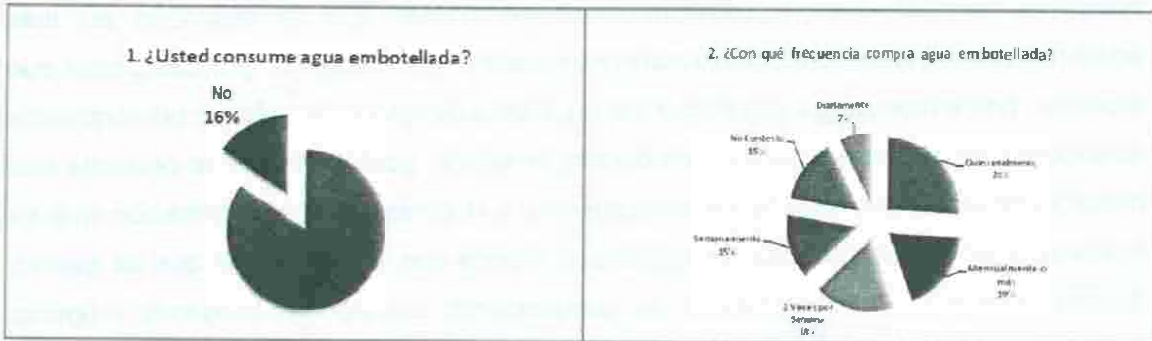
Los resultados indican que de las 32 familias entrevistadas, el 84 % toma agua embotellada y 16 % no lo hace (ver Figura 4). Se eliminaron las encuestas aplicadas que



respondieron NO a la primera pregunta ya que el objeto de estudio son las personas que SI utilizan agua embotellada.

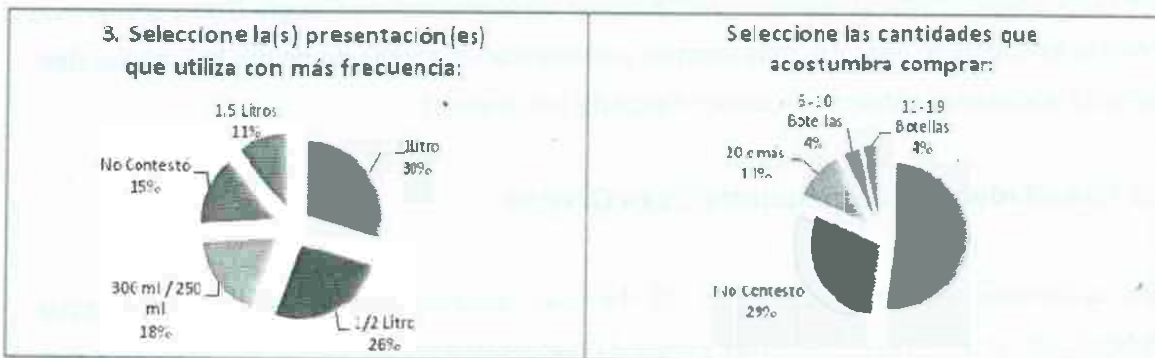
Fig. 4. Pregunta 1 del cuestionario Casa Grande

Fig. 5. Pregunta 2 del cuestionario Casa Grande



La frecuencia con la que los vecinos compran agua embotellada se representa en la gráfica de la Fig. 5. El 7 % dijo que consume agua embotellada diariamente, un 15 % no contestó, un 15 % más contestó que acostumbra hacerlo semanalmente, el 18 % indicó que consume dos veces por semana, el 19 % contestó mensualmente o más y el 26 % restante contestó que lo hace quincenalmente. En la Fig. 6 (lado izquierdo), se muestra la gráfica con los resultados sobre las presentaciones que se utilizan con mayor frecuencia en el fraccionamiento; la presentación mayormente utilizada en el fraccionamiento es la de 1 litro con un 30 %, después se encuentran las presentaciones de ½ litro con el 26 % de preferencia, las presentaciones de 300 ml y 250 ml tienen una preferencia del 18 %, el 15 % de los encuestados no contestó y la presentación de 1.5 litros tuvo un 11 % de preferencia.

Fig. 6. Pregunta 3 del cuestionario Casa Grande

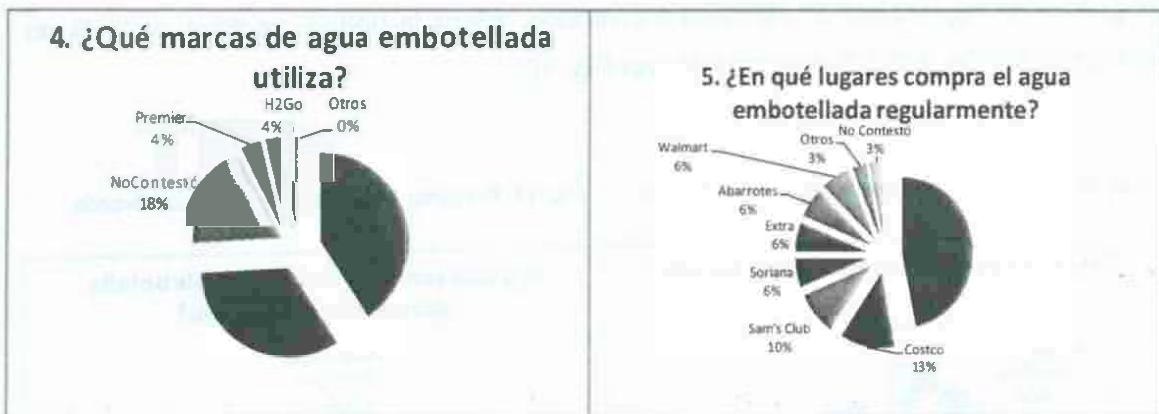


En la gráfica de la figura 6 (lado derecho), se muestran los resultados sobre las cantidades que normalmente se utilizan en el fraccionamiento Casa Grande. Los resultados son que el 52 % de las familias entrevistadas prefieren comprar de 1 a 5 botellas por vez que acuden a comprar el producto; el 29 % no contestó la pregunta, el 11 % acostumbra comprar cantidades de 20 o más botellas, el 4 % compra de 6 a 10 botellas y otro 4 % compra de 11 a 19 botellas en cada ocasión.

En la pregunta número 4, se solicitó que señalaran las marcas de agua embotellada más utilizadas, los resultados fueron los siguientes (ver Fig. 7): la marca que más utilizan los vecinos del fraccionamiento es *Ciel*, seguida por *Bonafont*; las marcas *Premiere* y *H2Go* presentaron un empate en la preferencia y el 18 % restante no contestó.

Fig. 7. Pregunta 4 del cuestionario Casa Grande

Fig. 8. Pregunta 5 del cuestionario Casa Grande

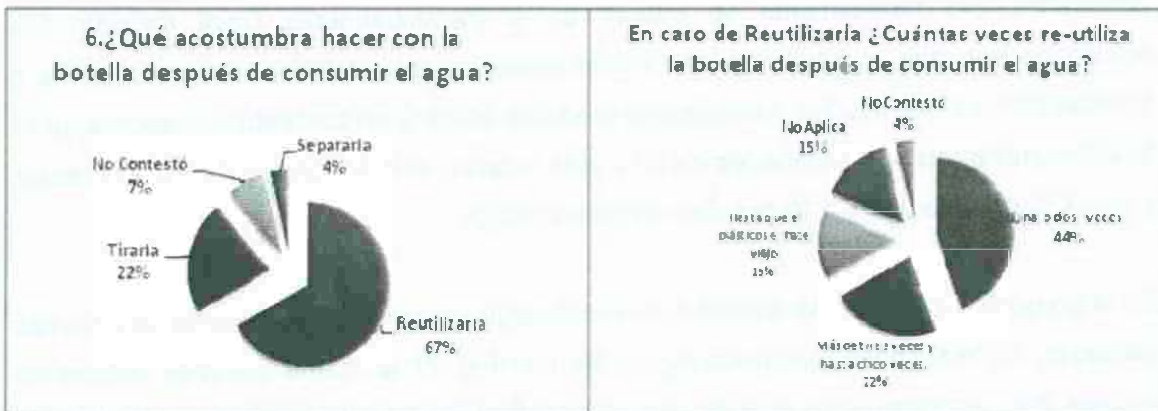


El lugar en el que compran con más frecuencia el agua embotellada es *OXXO* con un 47 % de preferencia, después se encuentra *COSTCO* con un 13 %, seguido por *Sam's Club* con un 10 %, a continuación *Soriana*, *Extra*, *Abarrotes local* y *Walmart* con 9 %, otros 3 % y no contestó un 3 % (ver Figura 8).

Lo que acostumbran hacer los vecinos de Residencial Casa Grande después de consumir el agua de la botela es lo siguiente: el 67 % acostumbra reutilizarla, el 22 % la tira al bote de la basura junto con el resto de los desperdicios, el 4 % la separa y la coloca en el contenedor especial para plásticos y el 7 % no contestó (ver Fig. 9 Izq.).

6. RESULTADOS

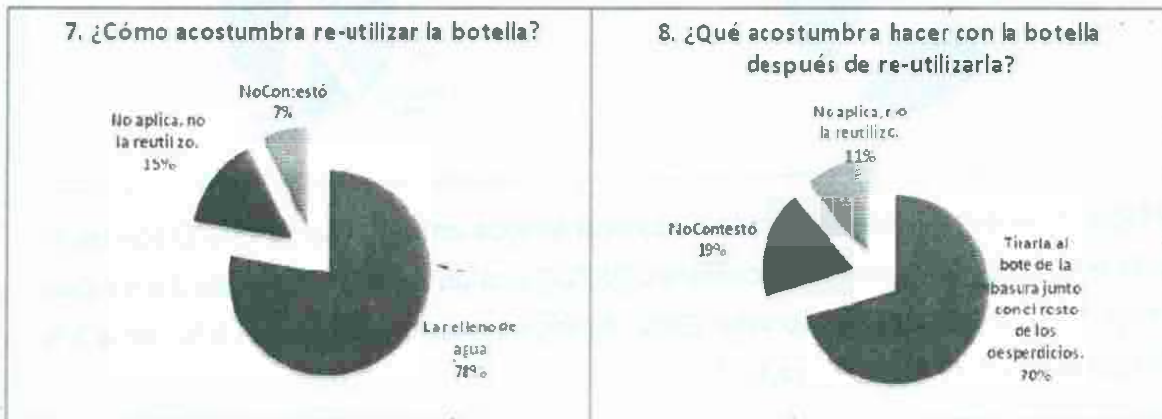
Fig. 9. Pregunta 6 del cuestionario Casa Grande



De las familias que reutilizan la botella, el 44 % reutilizan la botella de agua una o dos veces, el 22 % de la muestra lo hace más de tres veces y hasta cinco veces, el 15 % la reutiliza hasta que el plástico se hace viejo, el 15 % no la reutiliza y un 4 % no contestó la pregunta (ver Fig. 9 Der). El 78 % de los vecinos rellena la botella de agua, el 15 % no reutiliza la botella, y el 7 % no contestó (ver Fig. 10).

Fig. 10. Pregunta 7 del cuestionario Casa Grande

Fig. 11. Pregunta 8 del cuestionario Casa Grande



Después de reutilizar la botella, el 70 % de los vecinos de Casa Grande acostumbra tirarla al bote de la basura junto con el resto de los desperdicios; el 11 % no la reutiliza y el 19 % no contestó (ver Fig. 11). En la Figura 12 se muestran los porcentajes de opinión sobre los motivos por los cuales se acostumbra tomar agua embotellada en el fraccionamiento, los cuales resultaron ser: por necesidad de transporte en un 37 %, por comodidad en un

6. RESULTADOS

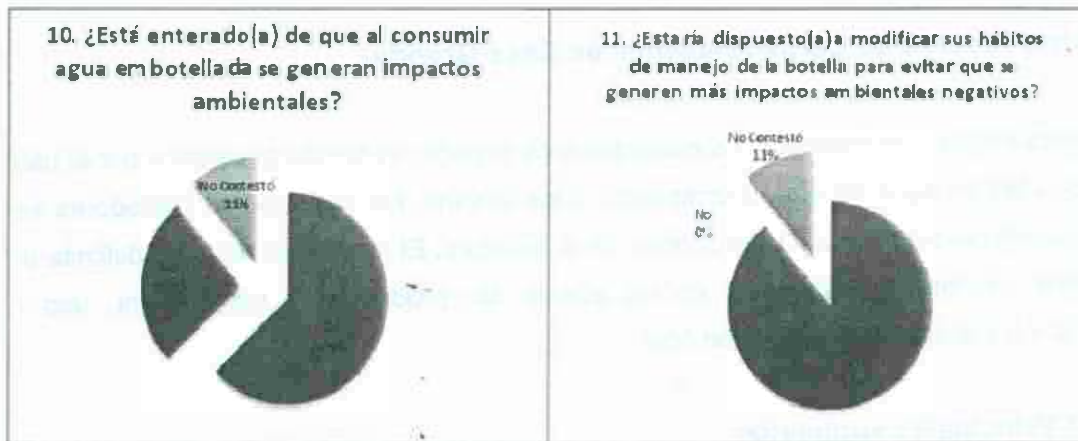
18 %, el 11 % lo hace por salubridad (porque no tiene la confianza al agua de la tubería), el 4 % por costumbre y un 30 % no contestaron.

Fig. 12. Pregunta 9 del cuestionario Casa Grande



El 63 % de los encuestados contestaron que SI están enterados de que al consumir agua embotellada se generan impactos ambientales, un 26 % no estaban enterados y otro 11 % no contestó la pregunta (ver Figura 13).

Fig. 13. Pregunta 10 del cuestionario Casa Grande Fig. 14. Pregunta 11 del cuestionario Casa Grande



Por último se les preguntó si estarían dispuestos a modificar sus hábitos de manejo de la botella de agua para evitar la generación de impactos ambientales negativos y el 89 % contestó que SI estaría dispuesto, 0 % dijo que NO y el 11 % no contestó la pregunta (ver Fig. 14).

### 6.3 Resultados de la Matriz de Leopold

Tabla 3. Matriz de Leopold para la evaluación de impactos ambientales en el ciclo de vida de la botella de PET.

<b>Matriz</b>	Procesamiento de los Recursos Naturales	Producción/ Manufactura	Distribución / Venta	Uso/ Utilización	Sistema de fin de vida/ Eliminación final	Total Impacto Ambiental
<i>Acidificación</i>	6	1	1	1	1	10
<i>Agotamiento de recursos</i>	8	10	6	4	1	29
<i>Calentamiento global</i>	4	7	7	1	1	20
<i>Contaminación del agua</i>	6	4	1	1	1	13
<i>Contaminación del aire</i>	5	4	6	1	1	17
<i>Contaminación del océano</i>	3	5	1	1	10	20
<i>Contaminación del suelo</i>	4	5	3	1	10	23
<i>Daño en la biodiversidad (fauna)</i>	3	6	3	1	10	23
<i>Daño en la biodiversidad (flora)</i>	3	2	1	1	3	10
<i>Debilitamiento capa de ozono</i>	9	5	8	1	1	24
<i>Ecotoxicidad terrestre</i>	8	4	1	1	1	15
<i>Residuos sólidos</i>	1	3	1	1	10	16
<i>Toxicidad humana</i>	6	6	3	10	5	30
<b>Total ciclo de vida</b>	<b>66</b>	<b>61</b>	<b>42</b>	<b>25</b>	<b>55</b>	

NOTA: Para determinar las ponderaciones otorgadas a cada casilla de la tabla, se tomó como base la información asentada en el análisis de la literatura de este trabajo.

### 6.4 Indicadores de Carga Ambiental en Casa Grande

En esta sección, se muestran los indicadores de impacto ambiental generados por el uso de botellas de agua en el fraccionamiento Casa Grande; los datos de los indicadores se obtuvieron del cuestionario y del análisis de la literatura. El presente estudio se delimita al análisis del impacto ambiental en las etapas de: producción / manufactura, uso / utilización y descarte o eliminación final.

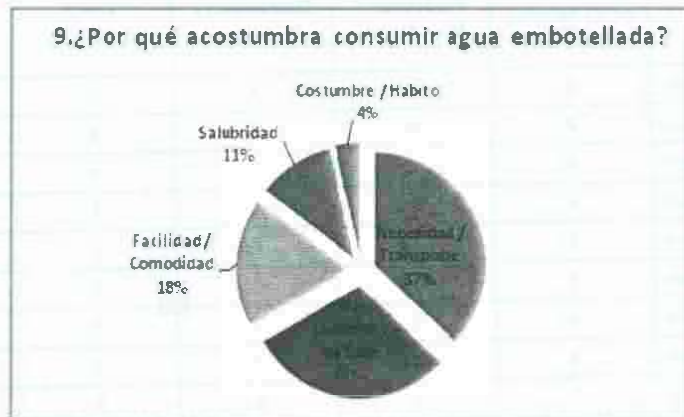
#### 6.4.1 Principales supuestos

Para concluir la evaluación del impacto ambiental en el ciclo de vida de la botella de agua se parte de los siguientes supuestos derivados de los resultados del cuestionario y del análisis de la literatura:

6. RESULTADOS

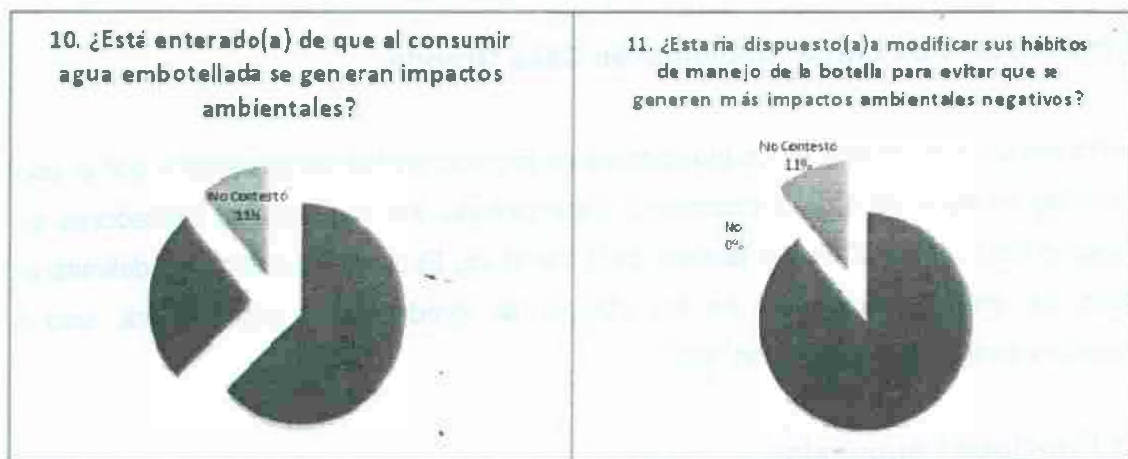
18 %, el 11 % lo hace por salubridad (porque no tiene la confianza al agua de la tubería), el 4 % por costumbre y un 30 % no contestaron.

Fig. 12. Pregunta 9 del cuestionario Casa Grande



El 63 % de los encuestados contestaron que SI están enterados de que al consumir agua embotellada se generan impactos ambientales, un 26 % no estaban enterados y otro 11 % no contestó la pregunta (ver Figura 13).

Fig. 13. Pregunta 10 del cuestionario Casa Grande Fig. 14. Pregunta 11 del cuestionario Casa Grande



Por último se les preguntó si estarían dispuestos a modificar sus hábitos de manejo de la botella de agua para evitar la generación de impactos ambientales negativos y el 89 % contestó que SI estaría dispuesto, 0 % dijo que NO y el 11 % no contestó la pregunta (ver Fig. 14).

### 6.3 Resultados de la Matriz de Leopold

**Tabla 3.** Matriz de Leopold para la evaluación de impactos ambientales en el ciclo de vida de la botella de PET.

<b>Matriz</b>	<b>Procesamiento de los Recursos Naturales</b>	<b>Producción/ Manufactura</b>	<b>Distribución / Venta</b>	<b>Uso/ Utilización</b>	<b>Sistema de fin de vida/ Eliminación final</b>	<b>Total Impacto Ambiental</b>
<i>Acidificación</i>	6	1	1	1	1	10
<i>Agotamiento de recursos</i>	8	10	6	4	1	29
<i>Calentamiento global</i>	4	7	7	1	1	20
<i>Contaminación del agua</i>	6	4	1	1	1	13
<i>Contaminación del aire</i>	5	4	6	1	1	17
<i>Contaminación del océano</i>	3	5	1	1	10	20
<i>Contaminación del suelo</i>	4	5	3	1	10	23
<i>Daño en la biodiversidad (fauna)</i>	3	6	3	1	10	23
<i>Daño en la biodiversidad (flora)</i>	3	2	1	1	3	10
<i>Debilitamiento capa de ozono</i>	9	5	8	1	1	24
<i>Ecotoxicidad terrestre</i>	8	4	1	1	1	15
<i>Residuos sólidos</i>	1	3	1	1	10	16
<i>Toxicidad humana</i>	6	6	3	10	5	30
<b>Total ciclo de vida</b>	<b>66</b>	<b>61</b>	<b>42</b>	<b>25</b>	<b>55</b>	

NOTA: Para determinar las ponderaciones otorgadas a cada casilla de la tabla, se tomó como base la información asentada en el análisis de la literatura de este trabajo.

### 6.4 Indicadores de Carga Ambiental en Casa Grande

En esta sección, se muestran los indicadores de impacto ambiental generados por el uso de botellas de agua en el fraccionamiento Casa Grande; los datos de los indicadores se obtuvieron del cuestionario y del análisis de la literatura. El presente estudio se delimita al análisis del impacto ambiental en las etapas de: producción / manufactura, uso / utilización y descarte o eliminación final.

#### 6.4.1 Principales supuestos

Para concluir la evaluación del impacto ambiental en el ciclo de vida de la botella de agua se parte de los siguientes supuestos derivados de los resultados del cuestionario y del análisis de la literatura:

## 6. RESULTADOS

- Los habitantes de Casa Grande descartan las botellas de PET en los contenedores de basura por medio del servicio municipal de Hermosillo.
- Para la distancia promedio de transporte recorrida en la compra de las botellas de agua es utilizando un transporte domestico de 6 cilindros y gasolina tipo *Premium*.
- Las botellas son transportadas en camiones medianos desde la planta de producción del producto *Ciel* hasta el punto de venta utilizando 6.8 Mj-t / Km (se determinó el producto *Ciel* como referencia para el análisis debido a que obtuvo mayor frecuencia de selección en los resultados del cuestionario).

### 6.4.2 Datos utilizados para el análisis

- El transporte en camiones medianos consume 6.8 megajoules por tonelada por Kilometro recorrido; es decir, 0.0068 megajoules por kilogramo por kilometro recorrido.
- Un kilo de PET está compuesto por 23% de derivados líquidos del gas natural.
- Para producir un kilogramo de PET es necesario aproximadamente 1.9 kilogramos de petróleo crudo y el consumo total de energía utilizada en la producción de PET es de 23 kWh / kg de PET.
- El rendimiento de combustible por un auto de 6 cilindros es de 11.2 Kilogramos por litro de gasolina.
- Un auto emite 150 gramos de dióxido de carbono (co<sub>2</sub>) por kilometro recorrido.
- Se estima que en 2009, en México se desecharon alrededor de 7 mil 800 millones de envases de plástico PEJ, ello representa 21.3 millones diarios, de los cuales solo el 20 % son reciclados.

### 6.4.3 Información obtenida del cuestionario Casa Grande

Lo información que se obtuvo a raíz del cuestionario aplicado en Casa Grande es que los habitantes de Casa Grande consumen aproximadamente 1,037 kg de PET al año por cada familia.



## 6. RESULTADOS

**Tabla 4.** Contribución de Casa Grande a los impactos ambientales encontrados.

Impacto Ambiental	Etapas	Material/ Producto	Consumo Anual Casa Grande
Agotamiento de los Recursos	Producción	Gas Natural	239 Kg
Agotamiento de los Recursos	Producción	Petróleo Crudo	1,970 Kg
Agotamiento de los Recursos	Producción	Energía	23,851 kWh
Agotamiento de los Recursos	Venta	Gasolina	260 Litros
Calentamiento Global y Debilitamiento de la Capa de Ozono	Venta	Emisiones	437,250 gr

### ¿Cuánto contribuye Casa Grande al agotamiento del gas natural, petróleo y consumo de energía?

- Un kilo de PET está compuesto por 23% de derivados líquidos del gas natural.
- Para producir 1kg de PET es necesario aproximadamente 1.9 kg de petróleo crudo.
- El consumo total de energía utilizada en la producción de PET es de 23 kWh por kilogramo de PET.

**Tabla 5.** Indicadores de impactos ambientales por consumo de gas natural y petróleo crudo en etapa de producción o manufactura.

#### Producción/ Manufactura

Material o producto	Descripción	Cantidad	Indicador Casa Grande (Consumo Anual)	Fórmula	Resultado Anual (Impacto al Medio)
Glicol de etileno	GN= gas natural	0.23 kg/kg PET	1,037 Kg PET	$GN = (0.23)(1037)/1$	239 Kg
Metanol	GN= gas natural				
PET amorfo	PC = petróleo crudo	1.9kg/kg PET	1,037 Kg PET	$PC = (1.9)(1037)/1$	1,970 Kg
Energía	E = energía	23 kWh/kg PET	1,037 Kg PET	$E = (23)(1037)/1$	23,851 kWh

Casa Grande Residencial contribuye con 239 kg al año de consumo de Gas Natural, 1,970 kg al año de petróleo crudo y 13,851 kWh de consumo de energía por concepto de producción de agua embotellada.

**¿Cuánto contribuye Casa Grande al consumo de energía y combustible?**

- El transporte en camiones medianos consume 6.8 megajoules por tonelada por Km recorrido; es decir, 0.0068 megajoules por kilogramo por kilometro recorrido.
- El Rendimiento de combustible por un auto de 6 cilindros es de 11.2 Km/l.
- Los habitantes de Casa Grande se desplazan 2,915 Km anuales para ir a comprar el agua embotellada que consumen. Para lograr conocer este dato se cuantificaron los kilómetros de distancia entre los puntos de venta y la colonia Casa Grande (OXXO 0.5 km, COSTCO 2.5 km, Sam's Club 4 km y Soriana / Wal-Mart 2 km) y se multiplicó la frecuencia de compra por los kilómetros recorridos de ida y vuelta.

**Tabla 6.** Indicadores de impactos ambientales por consumo de energía y combustible en etapa de distribución y venta.

**Distribución / Venta**

Material o producto	Descripción	Cantidad	Indicador Casa Grande (Consumo Anual)	Fórmula	Resultado Anual (Impacto al Medio)
Gasolina	Transporte doméstico 6 cilindros	2,915 Km	11.2 Km/l	Gasolina = 2,915 / 11.2	260 L

En Casa Grande se consumen 260 litros de gasolina al año por concepto de transporte de agua embotellada en la etapa de compra.

**¿Cómo contribuye Casa Grande al debilitamiento de la capa de ozono y al calentamiento global?**

- Un auto emite 150 gr de co2 por km recorrido.

**Tabla 7.** Indicador de impactos ambientales por concepto de emisiones en etapa de venta.

**Distribución / Venta**

Material o producto	Descripción	Cantidad	Indicador Casa Grande (Consumo Anual)	Fórmula	Resultado Anual (Impacto al Medio)
Emisiones	Transporte doméstico 6 cilindros	2,915 Km	150 gr	Co2 = (2,915) (150)	437,250 gr'

## 6. RESULTADOS

Casa Grande contribuye con 437,250 gr de Co2 emitidos a la atmosfera anualmente por concepto de transporte en la etapa de compra del producto.

### ¿Cómo contribuye Casa Grande a la contaminación del suelo?

- Se estima que en 2009, en México se desecharon alrededor de 7 mil 800 millones de envases de plástico PET, ello representa 21.3 millones diarios, de los cuales solo el 20 % son reciclados.

**Tabla 8.** Indicador de impactos ambientales por concepto de residuos en la etapa de sistema de fin de vida o eliminación final.

#### Sistema de Fin de Vida/ Eliminación Final

Material o producto	Cantidad	Indicador Casa Grande	Fórmula	Resultado Anual
Reciclada	20%	1,037 Kg	$R = (20)(1037)/100$	207 Kg
Relleno Sanitario	Desconocido	830 Kg	Transporte Municipal	830 Kg
Descarte en suelo			Porcentaje Estimado	

Si al menos el 20% de los residuos de PET provenientes de agua embotellada se reciclan en Casa Grande, la carga ambiental de residuos de PET es de 830 Kg, de los cuales un porcentaje desconocido termina depositado en el medio ambiente y un porcentaje mayor termina en el relleno sanitario de la localidad.

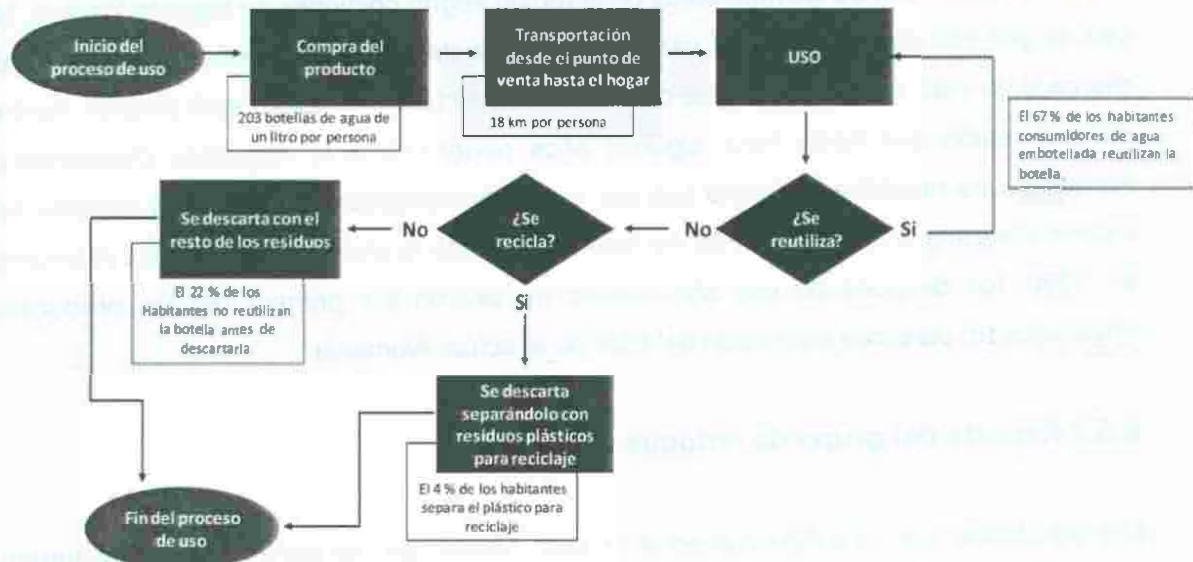
### 6.5 Resumen de comportamientos de uso y descarte

En la siguiente figura se describen las etapas por las cuales atraviesa la botella de agua de PET desde la adquisición por parte de los habitantes en el punto de venta hasta el momento de eliminación final dentro del fraccionamiento.

En la etapa de compra, cada habitante adquiere en promedio 203 botellas de un litro al año, es decir, 17 botellas al mes, 4 botellas a la semana; en la etapa de transporte, cada habitante se traslada en promedio 18 kilómetros al año al ir al punto de venta a comprar el producto y regresar a su hogar; en la etapa de uso, intervienen una serie de decisiones: el 67 % de los habitantes reutiliza la botella de PET y el 22 % no la reutiliza y la descarta

junto con el resto de los desperdicios y únicamente el 4 % recicla la botella al separarla solamente junto con residuos plásticos.

Fig. 15. Flujo anual de uso de PET proveniente de botellas de agua en Casa Grande



## 6.6 Grupo de enfoque

Se realizó la sesión de grupo en las instalaciones de la Universidad de Ciencias Aplicadas Zittau-Görlitz, en Zittau, Alemania con siete estudiantes de la carrera de Ecología y Protección del Medio Ambiente y un estudiante de doctorado en Biotecnología Medioambiental. Los temas que se trataron en la sesión fueron:

- Cantidad de consumo en Zittau
- Costumbres de consumo en Zittau
- Impactos ambientales que se generan
- Antecedentes e inicios del sistema de manejo de PET en Alemania
- Proceso de uso y descarte de la botella en Alemania
- Posibles alternativas a futuro

### **6.5.1 Antecedente**

La ciudad de Zittau, Alemania está ubicada al sureste del país, en el Estado de Sajonia haciendo frontera con Polonia y República Checa. El agua de la tubería de esa ciudad presume de ser una de las más puras de la región según opiniones de algunos locales, tal vez es por ello que existe poca variedad de presentaciones de botellas de agua en el mercado, la más común es el agua carbonatada. La ciudad de Zittau está ubicada dentro de una región que hasta hace algunos años pertenecía a la República Democrática Alemana, una república socialista que por sus particularidades económicas y sociales no estuvo integrada a la economía de mercado sino hasta la creación de la nueva Alemania en 1990, fue después de ese año cuando ingresaron por primera vez los productos envasados en plásticos a la región del Este de la actual Alemania.

### **6.5.2 Reporte del grupo de enfoque**

Los resultados que se obtuvieron en la reunión fueron que las personas que consumen agua embotellada no lo hacen por necesidad, pues cuentan con un excelente suministro de agua potable de calidad por la tubería, más bien lo hacen por satisfacción del producto (al ser agua carbonatada es un producto diferente al agua de la tubería). Al tocar el tema sobre el consumo de agua embotellada purificada, se mostraron sorprendidos y aseguraron no conocer un producto en el mercado en donde se embotellara la misma agua de la tubería local, sin embargo reconocieron algunos productos importados de agua embotellada proveniente de lugares exóticos en el extranjero.

La percepción general fue que el consumo de agua embotellada en PET en Zittau es considerable, algunos de los miembros del grupo indicaron que en sus familias se consumen alrededor de 20 botellas de PET en cada viaje al supermercado, sin embargo, otros miembros comentaron que en sus familias prefieren el agua embotellada en vidrio, de igual forma, algunos participantes comentaron que personalmente, ellos consumen agua embotellada diariamente, mientras que otra parte de los participantes comentaron que ellos no consumen agua embotellada debido a que están conscientes de los impactos ambientales que se generan.

## | 6. RESULTADOS

Al tocar el tema de los impactos ambientales que se generan se habló de una manera muy general sobre el consumo desmedido de petróleo que se requiere para producir las botellas de PET, asimismo, se habló sobre el gasto considerable de combustible que se genera en el transporte y también se comentó sobre el problema de la acumulación del PET en el medio ambiente, que si bien en Alemania no es un problema grave, reconocen que fuera de sus fronteras si lo es y ello afecta de manera global.

Otro tema que se abordó durante la sesión del grupo focal fue el tema del manejo de los residuos domésticos de PET, se comentó que existe un programa para el manejo de los desechos domésticos, este programa se estableció en Alemania en 1990; el sistema consiste en la creación de una marca que identifica la separación de los residuos de acuerdo a su categoría, en este caso: los plásticos.

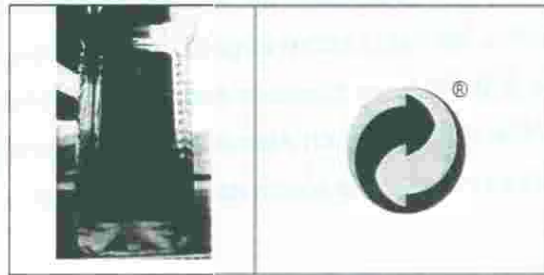
Los plásticos se separan depositándolos en un contenedor amarillo con un sello que indica reciclaje (Ilustración 3). Este sello también se encuentra impreso en la etiqueta del producto (Fig. 17) para identificarlo como perteneciente al contenedor amarillo, de igual forma también indica que el consumidor, al comprar el producto, está pagando los costos de externalidad que se generan al descartar el plástico; en este sistema el productor es responsable del reciclaje de su empaque. En un inicio las botellas de agua de PET se encontraban dentro de este sistema, pero en los últimos años el sistema se modificó y las botellas de agua de PET descartadas se manejan en un sistema diferente, como se explica más adelante.

**Ilustración 3.** Contenedor amarillo destinado para el depósito de plásticos en Alemania<sup>6</sup>



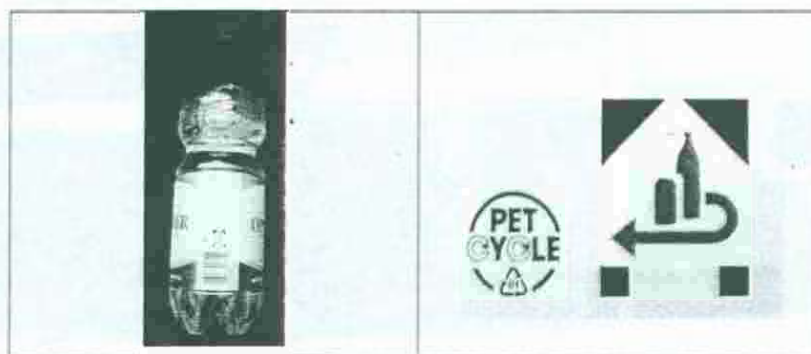
<sup>6</sup> Zittau, Alemania. 2010

**Fig. 16.** Sistema Dual Organización Alemana (Duales System Deutschland GmbH)<sup>7</sup>



Actualmente en Alemania, las botellas de PET para bebidas, se dividen en dos tipos, uno es una botella retornable, la cual regresa al supermercado para después pasar a las manos del productor y así proceder a limpiarla y rellenarla con el mismo producto, ya sea de agua o de refresco; este tipo de botellas no tienen ninguna señal ni marca que las identifique como PET, pero se puede distinguir porque la botella es mucho más gruesa y el plástico no se ve del todo transparente. El otro tipo de botella de PET es transparente y tiene impreso un sello en la etiqueta (Fig. 18) que la identifica como un producto de PET destinado al reciclaje. Al regresar ambas botellas al supermercado el cliente recibe dinero a cambio, la botella reciclable proporciona una mayor cantidad de dinero que la retornable; de esta forma el consumidor se preocupa por regresar la botella a su lugar de origen y se evita el desperdicio de PET en el medio ambiente. Una vez depositadas en el supermercado, el sistema se encarga de enviarlas a un reciclador de PET para la producción de un nuevo producto o para su venta como materia prima.

**Fig. 17.** Sello para identificar botellas de agua de PET reciclables<sup>8</sup>.



<sup>7</sup> Izq. Zittau, Alemania. 2010 / Der. Der Grüne Punkt. Duales System Deutschland GmbH, 2010.

<sup>8</sup> Zittau, Alemania. 2010

## | 6. RESULTADOS

Al final se discutió sobre cuál sería el siguiente paso para mejorar el sistema, y las opiniones que se derivaron fueron: 1) Eliminar el uso del plástico y utilizar solamente vidrio, como anteriormente se hacía en esa localidad; en este punto hubo discrepancia debido a que uno de los integrantes señaló que el impacto en la etapa de transporte sería mayor debido al peso de las botellas, a lo que se le contestó que no habría necesidad de transportarlo a otra parte ya que se podrían utilizar solo proveedores locales. 2) Otra opinión que se sugirió en el grupo de enfoque fue que sería mejor si se pudiera crear un solo diseño de plástico para todos los contenedores y de esta forma poder manejar un solo material de desecho.



## 7. ANÁLISIS

### 7.1 Extracción de los recursos y producción

La colonia Casa Grande contribuye con una carga ambiental de 239 kg anuales de productos derivados del gas natural que se utilizan para producir las botellas de agua que se consumen en la colonia, asimismo, contribuye con 1,970 kg de petróleo crudo y 23,851 kWh de energía, solamente para producir el PET de las botellas de agua que se consumen en la colonia en un año. La producción de botellas de agua implica consumo de energía, emisiones al aire y partículas de contaminación al agua; el transporte del producto también implica consumo de energía así como de combustible (Ferrier, 2001). El beneficio que se obtiene con la reducción de la carga ambiental en los indicadores mencionados es principalmente una reducción de la contaminación ambiental, como por ejemplo: la disminución de las emisiones de Co2 evitando así la acumulación de éste subproducto en la atmosfera para evitar la contribución al aumento del efecto invernadero y con ello el calentamiento global, así como al daño en la capa de ozono; otro beneficio que se obtiene con la reducción de la carga ambiental es que al reducir el consumo, se aprovechan de una manera más sustentable los recursos naturales, todo lo anterior se refleja en una mejor calidad de vida para los actuales habitantes de Casa Grande y para los futuros habitantes del fraccionamiento.

### 7.2 Transporte

Para la etapa de transporte, en la colonia Casa Grande no se logró identificar la carga ambiental por concepto de traslado desde la planta embotelladora hacia el punto de venta debido a que los datos necesarios para obtener la información (los cuales son la ubicación de la planta embotelladora del producto de agua purificada *Ciel* de venta en Hermosillo) no se encuentran disponibles; después de una búsqueda exhaustiva en internet, se solicitó la información directamente a la compañía proveedora del producto (*Coca-Cola*) pero la información se encuentra clasificada como confidencial por lo tanto se desconoce el lugar y la empresa que presta el servicio de fabricación y embotellamiento del producto. Este estudio se enfoca principalmente a los impactos ambientales generados en la colonia

## | 7. ANÁLISIS

Casa Grande en la etapa de Uso y Descarte del ciclo de vida de la botella de agua, por lo cual la falta de información sobre la carga ambiental en la etapa de transporte desde la planta hacia el punto de venta no es indispensable para la culminación de los objetivos del estudio, sin embargo, el contar con la información completa sobre la carga ambiental generada a lo largo de todo el ciclo de vida de la botella de PET consumida en Casa Grande habría proporcionado un panorama más amplio sobre el daño ambiental que se genera.

Se logró conocer la carga ambiental de la colonia en la etapa de transporte al momento de la compra / venta del producto, es decir, en el traslado desde el hogar hacia el punto de venta y de regreso desde el punto de venta hacia el hogar; el resultado muestra que Casa Grande contribuye con un consumo anual de 260 litros de gasolina por concepto de transporte del producto, esta cantidad representa 437,250 gramos de emisiones al aire, las cuales contribuyen a la segregación de emisiones de Co2 al aire contribuyendo así a la formación de ozono y al calentamiento global.

### **7.3 Uso / Consumo de PET**

En la colonia Casa Grande se consumen aproximadamente 6.3 Kg de PET por cada familia anualmente. Si este dato se compara con el resultado de México; en donde para 2010 cada mexicano consume en promedio 234 litros de agua embotellada al año (Enciso, 2010), lo cual representa el consumo de aproximadamente 7.3 kilogramos de PET por cada mexicano al año; entonces tenemos que los habitantes de casa grande consumen PET derivado del agua embotellada en cantidades muy por debajo de la media nacional, ello significa que los impactos ambientales procedentes del agua embotellada son muy poco representativos en comparación con el resto de la república. Sin embargo, si tomamos el dato per cápita en Casa Grande, tenemos que se consumen 6.3 kg de PET derivado de agua embotellada por cada habitante, con este dato podemos ver que el consumo anual en la colonia sigue siendo menor que el promedio nacional por aproximadamente tres botellas de diferencia, por lo tanto, el impacto ambiental que se genera, tomando en cuenta que México es el mayor consumidor a nivel mundial, es bastante representativo, pero aun así, menor que en el resto de la república. En ambos escenarios podemos ver que el impacto ambiental generado en Casa Grande es menor,

pero no por ello insignificante. La explicación a este resultado puede ser que, debido a las características socioeconómicas y culturales de la colonia, comparada con el mayor porcentaje del país, se puede deducir que la demanda actual de agua embotellada, en algunos sectores de la república, podría estar influenciada por otros factores como por ejemplo: el suministro de agua potable por tubería, la falta del recurso por este medio podría incentivar a la compra de agua embotellada para usos diferentes al de solamente beber el agua. Como se puede ver en los resultados del estudio, los motivos por los cuales los habitantes de la colonia Casa Grande utilizan el agua embotellada son principalmente: por necesidad de transporte, comodidad, salubridad y costumbre; no se presentaron respuestas alternativas a beber el producto.

#### **7.4 Descarte: sistema de fin de vida o eliminación.**

Para la fase de descarte tampoco fue posible identificar los datos suficientes para determinar la carga ambiental a la que contribuye la colonia Casa Grande debido a que no se conoce la cantidad de PET que resulta depositada en el medio ambiente y la cantidad que va a dar al relleno sanitario; para la obtención de dichos datos sería necesario que existiera un estudio previo que señalara los porcentajes de PET que se destinan al relleno sanitario de Hermosillo y el porcentaje que se desvía hacia el ecosistema de la localidad; sin embargo, con base en cifras nacionales, se estima que la cantidad anual de PET que termina en cualquiera de las dos categorías anteriores es del 80% es decir, 830 Kg anuales de los residuos de PET de la colonia Casa Grande, asimismo, se estima que el porcentaje de PET que se recicla es del 20 %, ello representa 207 Kg de PET al año.

En cuanto a los comportamientos de descarte de los habitantes consumidores de agua embotellada en Casa Grande, se detectó que sólo un porcentaje del 4% acostumbra separar los residuos de plástico, con esta información se detecta un área de oportunidad para crear conciencia sobre la importancia del buen manejo de los residuos de PET ligado a los impactos ambientales que se mitigan; a la par con lo anterior, tenemos que el 24 % de los habitantes de Casa Grande no estaban enterados sobre los impactos ambientales que se generan al consumir el producto, este resultado confirma que la principal medida que se debe de tomar para lograr la mitigación de los impactos ambientales es la de proveer información a la comunidad ya que la decisión sobre el uso y descarte se

## | 7. ANÁLISIS

Casa Grande en la etapa de Uso y Descarte del ciclo de vida de la botella de agua, por lo cual la falta de información sobre la carga ambiental en la etapa de transporte desde la planta hacia el punto de venta no es indispensable para la culminación de los objetivos del estudio, sin embargo, el contar con la información completa sobre la carga ambiental generada a lo largo de todo el ciclo de vida de la botella de PET consumida en Casa Grande habría proporcionado un panorama más amplio sobre el daño ambiental que se genera.

Se logró conocer la carga ambiental de la colonia en la etapa de transporte al momento de la compra / venta del producto, es decir, en el traslado desde el hogar hacia el punto de venta y de regreso desde el punto de venta hacia el hogar; el resultado muestra que Casa Grande contribuye con un consumo anual de 260 litros de gasolina por concepto de transporte del producto, esta cantidad representa 437,250 gramos de emisiones al aire, las cuales contribuyen a la segregación de emisiones de Co2 al aire contribuyendo así a la formación de ozono y al calentamiento global.

### **7.3 Uso / Consumo de PET**

En la colonia Casa Grande se consumen aproximadamente 6.3 Kg de PET por cada familia anualmente. Si este dato se compara con el resultado de México, en donde para 2010 cada mexicano consume en promedio 234 litros de agua embotellada al año (Enciso, 2010), lo cual representa el consumo de aproximadamente 7.3 kilogramos de PET por cada mexicano al año; entonces tenemos que los habitantes de casa grande consumen PET derivado del agua embotellada en cantidades muy por debajo de la media nacional, ello significa que los impactos ambientales procedentes del agua embotellada son muy poco representativos en comparación con el resto de la república. Sin embargo, si tomamos el dato per cápita en Casa Grande, tenemos que se consumen 6.3 kg de PET derivado de agua embotellada por cada habitante, con este dato podemos ver que el consumo anual en la colonia sigue siendo menor que el promedio nacional por aproximadamente tres botellas de diferencia, por lo tanto, el impacto ambiental que se genera, tomando en cuenta que México es el mayor consumidor a nivel mundial, es bastante representativo, pero aun así, menor que en el resto de la república. En ambos escenarios podemos ver que el impacto ambiental generado en Casa Grande es menor,

pero no por ello insignificante. La explicación a este resultado puede ser que, debido a las características socioeconómicas y culturales de la colonia, comparada con el mayor porcentaje del país, se puede deducir que la demanda actual de agua embotellada, en algunos sectores de la república, podría estar influenciada por otros factores como por ejemplo: el suministro de agua potable por tubería, la falta del recurso por este medio podría incentivar a la compra de agua embotellada para usos diferentes al de solamente beber el agua. Como se puede ver en los resultados del estudio, los motivos por los cuales los habitantes de la colonia Casa Grande utilizan el agua embotellada son principalmente: por necesidad de transporte, comodidad, salubridad y costumbre; no se presentaron respuestas alternativas a beber el producto.

#### **7.4 Descarte: sistema de fin de vida o eliminación.**

Para la fase de descarte tampoco fue posible identificar los datos suficientes para determinar la carga ambiental a la que contribuye la colonia Casa Grande debido a que no se conoce la cantidad de PET que resulta depositada en el medio ambiente y la cantidad que va a dar al relleno sanitario; para la obtención de dichos datos sería necesario que existiera un estudio previo que señalara los porcentajes de PET que se destinan al relleno sanitario de Hermosillo y el porcentaje que se desvía hacia el ecosistema de la localidad; sin embargo, con base en cifras nacionales, se estima que la cantidad anual de PET que termina en cualquiera de las dos categorías anteriores es del 80% es decir, 830 Kg anuales de los residuos de PET de la colonia Casa Grande, asimismo, se estima que el porcentaje de PET que se recicla es del 20 %, ello representa 207 Kg de PET al año.

En cuanto a los comportamientos de descarte de los habitantes consumidores de agua embotellada en Casa Grande, se detectó que sólo un porcentaje del 4% acostumbra separar los residuos de plástico, con esta información se detecta un área de oportunidad para crear conciencia sobre la importancia del buen manejo de los residuos de PET ligado a los impactos ambientales que se mitigan; a la par con lo anterior, tenemos que el 24 % de los habitantes de Casa Grande no estaban enterados sobre los impactos ambientales que se generan al consumir el producto, este resultado confirma que la principal medida que se debe de tomar para lograr la mitigación de los impactos ambientales es la de proveer información a la comunidad ya que la decisión sobre el uso y descarte se

encuentra literalmente en las manos del consumidor; no obstante, un porcentaje del 67% acostumbra reutilizar la botella al menos una vez antes de descartarla en el contenedor de basura, este resultado nos da una muestra de que con una mayor información sobre reuso y aprovechamiento de la botella de agua, la población podría interesarse en reutilizar el material en un mayor grado y de esta forma aprovechar al máximo los recursos utilizados para fabricar la botella y también avanzar en la cuestión de la reducción del descarte.

### **7.5 Mitigación de impactos**

En Hermosillo también se han iniciados esfuerzos por crear conciencia entre la población mediante la colocación de algunos contenedores de acopio para botellas de PET en algunos centros de la localidad, asimismo, en la Universidad de Sonora también se cuenta con un programa de recolección de botellas de PET y otros materiales. Para efectos de este estudio, en la guía para la colonia Casa Grande se recomienda colocar contenedores de acopio de PET, para direccionarlos hacia la siguiente etapa que ayude a cerrar el ciclo de vida de la botella de la manera más sustentable posible, en este caso al centro de acopio de la Universidad de Sonora, en donde se reutilizan y/o reciclan las botellas de PET evitando que estas terminen depositadas en algún relleno sanitario o en el medio ambiente. Esta práctica de separación de los residuos, como se ha practicado en Alemania, es una manera de mitigar el impacto que se ocasiona al suelo, al océano y a la biodiversidad al evitar que los materiales descartados, en este caso el PET, tengan contacto con la naturaleza y ocasionen los daños que se han venido advirtiendo en este estudio; de igual forma, la práctica de separación de los residuos ayuda al reuso y/o al reciclaje, esto significa que se logran aprovechar los materiales cuantas veces sea posible para evitar la extracción de los recursos naturales y de esta forma lograr una producción y un consumo más sustentable.

En Alemania actualmente se separa la basura en cinco diferentes categorías (papel, plástico, materia orgánica, vidrio y el resto), el PET es un material de plástico que se maneja aparte debido a la rentabilidad que representa el reciclaje. El ciclo de vida de la botella agua de PET en Alemania ha logrado cerrarse, esto representa un gran avance en materia de sustentabilidad; para lograr este cierre del ciclo es necesario que todos los

## | 7. ANÁLISIS

involucrados en el uso del PET obtengan un beneficio en todo el ciclo de vida del mismo, deben de beneficiarse desde el productor, consumidor y hasta el ecosistema (si bien no es fácil lograr un beneficio en el ecosistema, por lo menos no debe resultar perjudicado en ningún aspecto); bajo este ejemplo de sustentabilidad que podemos ver en Alemania, es posible comenzar a separar este material en Casa Grande y de esta forma, sentar las bases para lograr, en un futuro, un beneficio económico al momento del descarte.

Para dar el primer paso hacia el consumo y manejo sustentable de los residuos de PET, se creó una guía sobre agua embotellada para los habitantes de Casa Grande en la cual se provee información relevante destinada a crear conciencia sobre los efectos que un mal manejo de la botella de PET ocasiona al medio ambiente y sobre las acciones más sustentables que propician una mitigación en los impactos ambientales; además, la guía compila información derivada de este estudio sobre los comportamientos de consumo de agua embotellada por parte de los habitantes. La ventaja que existe al contar con este tipo de material, es que el lector cuenta con información derivada de su propio consumo y ello le permite crear una imagen real de su participación en la mitigación o estímulo de los impactos ambientales. Del mismo modo, en la guía se incluye información sobre alternativas al consumo del producto, se promueve la reducción, reúso y reciclaje, y se mencionan otros impactos que se generan al consumir agua embotellada como lo son, el impacto a la salud y el impacto económico.

## 8. CONCLUSIONES

Al término de este estudio se puede apreciar que con los resultados obtenidos se logró identificar el impacto ambiental generado por el uso y descarte de PET proveniente de agua embotellada en el fraccionamiento Casa Grande; con dicha información se consiguió conocer algunos índices de carga ambiental con los cuales contribuye la colonia, de igual forma, se realizó la guía dirigida a los habitantes de Casa Grande con información orientada a crear conciencia sobre los impactos ambientales negativos que se generan al consumir agua embotellada que incentivan a reducir el consumo, reusar y reciclar las botellas descartadas para lograr una disminución considerable en los impactos ambientales generados en Casa Grande.

Si bien los resultados de carga ambiental de Casa Grande se encuentran por debajo del promedio nacional, si se comparan a nivel mundial resultan ser más trascendentes. Sin embargo, es posible que estas cifras se deban a que el servicio de suministro de agua potable por tubería que existe en México no se ofrece con la calidad requerida para satisfacer la necesidad de ingesta de agua, motivo por el cual surge la necesidad de comprar agua embotellada para cubrir esta insuficiencia.

En Hermosillo, la compra de agua embotellada y purificada en garrafón es muy común y ello ofrece una solución al problema del agua de tubería; sin embargo, el consumo de agua embotellada en recipientes no retornables también se ha vuelto parte de la cultura de la población. Asimismo, las utilidades generadas de la venta de agua embotellada permiten a las empresas invertir en grandes campañas publicitarias que crean la necesidad de compra de este producto en los individuos, transformando así los hábitos e induciéndolos a una cultura de consumo de agua embotellada.

Si bien es verdad que el reflejo, la mitigación de los impactos ambientales se verá manifestado en el mediano y largo plazo, la experiencia alemana demuestra que la educación y la información es el primer paso para lograr una modificación del comportamiento insustentable hacia acciones más sustentables, y con ello, por añadidura se podrán generar acciones que mitiguen los impactos negativos al medio ambiente, esto



## | 8. CONCLUSIONES

es lo que se espera que se manifieste en el fraccionamiento Casa Grande como consecuencia de la aplicación del presente estudio.

La limitante que podría presentarse en el fraccionamiento, es la falta de cooperación por parte de los vecinos, puesto que los esfuerzos externos que se lleven a cabo para lograr la mitigación de los impactos ambientales no serán nunca suficientes si no se cuenta con la voluntad de cooperación a la causa por parte de los involucrados, para este efecto se tiene la plena confianza de que este punto no será determinante para el incumplimiento de los objetivos puesto que ninguno de los encuestados se mostró negativo a cooperar.

## 9. RECOMENDACIONES

Para futuras investigaciones sobre este tema, se recomienda realizar el estudio en un sector de la población que sea más representativo al sector predominante en el país, es decir, la población objeto de el presente trabajo, pertenece a la minoría de la población con clase socioeconómica alta, al estudiar a una sociedad desarrollada en un ambiente con menos recursos y más necesidades, podrían encontrarse mayores áreas de oportunidad para la mitigación de impactos ambientales y asimismo, para la generación de una mejor calidad de vida de la población.

Además, se recomienda que al realizar un estudio similar al presente sería más eficiente implementar una encuesta orientada a un resultado individual en lugar de familiar, debido a que es más útil para la determinación de la carga ambiental el dato individual. Para ello, se recomienda agregar preguntas al cuestionario que estén orientadas al consumo personal.

Para comenzar a contribuir de manera positiva con el medio ambiente, primeramente debemos considerar que todos los productos que compramos y consumimos implican una extracción considerable de recursos naturales, emisiones al aire en todo el proceso de producción y también implica que se originaron residuos en las etapas del ciclo de vida, estos residuos y emisiones terminan depositados en nuestro ecosistema, y es ahí en donde se generan los impactos y daños al medio ambiente que sin duda alguna en algún momento nos van a afectar directamente a nosotros. Pensando en lo anterior, es conveniente seguir con el proceso de las tres "R", es decir: debemos primeramente reducir el consumo de botellas, reusar las botellas que no podamos evitar adquirir y reciclar el envase al momento de descartarlo, esto es, no tirarlo a la basura junto con el resto de los desperdicios sino direccionarlo a un lugar en donde se pueda aprovechar el material que estamos tirando.

Se pueden encontrar más recomendaciones orientadas a los habitantes de residencial Casa Grande en la *Guía de Consumo de Agua Embotellada*, la cual se puede consultar en el anexo 4 de este material.

## 10. REFERENCIAS

Alter, L., 2008. Clever ways to reuse PET bottles. *Treehugger*. Disponible en: <http://www.treehugger.com/files/2008/12/clever-vases-from-pet-bottles.php> [Consultado 07 Mayo 2010]

Aguirre y Gabiña, 2005. Ecodiseño de un Producto-Metodología de los Eco-indicadores. *Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao*. [Internet] 01 Mayo. Disponible en: [http://www.ikertia.net/boletin/may05/Eco\\_producto.pdf](http://www.ikertia.net/boletin/may05/Eco_producto.pdf) [Consultado 22 Julio 2010]

Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education, 2009. *Banning Bottled Water on Campuses*, [Internet] 06 Agosto. Disponible en: <http://www.aashe.org/blog/problem-bottled-water> [Consultado 10 Enero 2010]

Association of Plastic Manufactures in Europe, 2010. Eco-profiles of the European Plastic Industry – Main Flow Chart. [Internet] Disponible en: <http://lca.plasticseurope.org/index.htm> [Consultado 10 Febrero 2010]

Beverage World, 2006. Bottled Water Report. *State of the Industry*. Vol. 125, No. 4.

Beverage World, 2007. Bottled Water Report. *State of the Industry*. Vol. 126, No. 4, pp. S15-S16.

Beverage World, 2009. Bottled Water Report. *State of the Industry*. Vol. 128, No. 4.

Chaidez, C., 2002. Agua Embotellada y su Calidad Bacteriológica. *Agua Latinoamérica*, [Internet] Septiembre 2002. Disponible en <http://www.agualatinoamerica.com/docs/pdf/9-10-02aguaemb.pdf> [Consultado 10 Febrero 2010]

Christen, K. 2007. Antimony levels in bottled water. *Environmental News, Environmental Science & Technology*. Marzo 2007, pp. 1507. [Internet] Disponible en: <http://vnweb.hwwilsonweb.com> [Consultado 10 Marzo 2010]

Cruz, J., 2006. Agua embotellada: Signo de nuestro tiempo. *Observatorio de la Globalización*. No. 5

## | 10. REFERENCIAS

Der Grüne Punkt, 2010. Duales System Deutschland GmbH. [Internet] Disponible en: <http://www.gruener-punkt.de/?L=1> [Consultado 25 Mayo 2010]

Designboom, 2010. PET bottles. Disponible en: <http://www.designboom.com/contemporary/petbottles.html> [Consultado 28 Abril 2010]

Diament, Mario., 2009. El boom del agua embotellada llega a su fin. *La Nación*, [Internet] 22 Agosto. Disponible en: [http://www.lanacion.com.ar/nota.asp?nota\\_id=1165397](http://www.lanacion.com.ar/nota.asp?nota_id=1165397) [Consultado 11 Enero 2010]

Enciso, L. A., 2010. México, primer lugar en consumo de agua embotellada; la demanda crece 40%. *La Jornada* [Internet] Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2010/05/18/index.php?section=sociedad&article=041n1s0c> [Consultado 19 Mayo 2010]

EnvaPack, 2007. NoBottle, un nuevo concepto de botella PET para el envasado del agua. *Revista online del envase, empaque y embalaje*. [Internet] Disponible en: <http://www.envapack.com/nobottle-un-nuevo-concepto-de-botella-pet/> [Consultado 08 Abril 2010]

Ferrier, C, 2001. Bottled Water: understanding a social phenomenon. *World Wide Fund for Nature*, [Internet] Abril. Disponible en: [http://www.panda.org/about\\_our\\_earth/all\\_publications/?3646/Bottled-Water-Understanding-A-Social-Phenomenon](http://www.panda.org/about_our_earth/all_publications/?3646/Bottled-Water-Understanding-A-Social-Phenomenon) [Consultado 14 Enero 2010]

Foolmaun, R.K. y Ramjeawon, T., 2008. Life Cycle Assessment (LCA) of PET bottles and comparative LCA of three disposal options in Mauritius. *Int. J. Environment and Waste Management.*, Vol. 2, Nos. 1/2, pp.125–138.

Gasca, S. Leticia., 2009. Hasta 90% del costo del agua embotellada se debe a la botella. *El Economista*, [Internet] 07 Julio. Disponible en: <http://eleconomista.com.mx/notas-impreso/finanzas-personales/2009/07/07/hasta-90-costo-agua-embotellada-se-debe-botella> [Consultado 07 Enero 2010]

## | 10. REFERENCIAS

Gestión Integral de Residuos, 2010. *Residuos Sólidos Aprovechables* [Internet] 30 Marzo. Disponible en: <http://gestionintegralresiduos.blogspot.com/2010/03/residuos-solidos-aprovechables.html> [Consultado 20 Junio 2010]

Gleick, P.H. y Cooley, H.S., 2009. Energy implications of bottled water. *Environmental Research Letters*. Disponible en: <http://iopscience.iop.org/1748-9326/4/1/014009> [Consultado 03 Mayo 2010]

Goettlich, P., 2006. What are Endocrine Disruptors? *Fundamentals of Naturopathic Endocrinology*. [Internet] 08 Agosto. Disponible en: <http://www.mindfully.org/Pesticide/EDs-PWG-16jun01.htm> [Consultado 23 Junio 2010]

Inside the Bottle, (n.d). *Global Campaign News*. [Internet] n. d. Disponible en: <http://www.insidethebottle.org/campaign-news?page=5> [Consultado 09 Enero 2010]

Koss, J. P., 2009. Progressively PET. *Brevage World*. 128 No. 7. Disponible en: <http://vnweb.hwwilsonweb.com> [Consultado 09 Febrero 2010]

Kotler, P y Armstrong, G., 2008. *Fundamentos de Mercadotecnia*. 8a Edición. México: Editorial Pearson.

Miller, Ch., 2001. Profiles in Garbage: polyethylene terephthalate. *Waste Age*. 32, No. 5. Disponible en: <http://vnweb.hwwilsonweb.com> [Consultado 05 Febrero 2010]

Moore, Ch., 2003. Across the Pacific Ocean, Plastics, Plastics, Everywhere. *Natural History*. Vol. 112, No. 9. [Internet] 03 Nov. Disponible en: <http://www.mindfully.org/Plastic/Ocean/Moore-Trashed-PacificNov03.htm> [Consultado 10 Junio 2010]

Packaging Online, 2010. *PlantBottle, el siguiente paso*. Disponible en: <http://www.packaging.enfasis.com/notas/16469-plantbottle-el-siguiente-paso> [Consultado 08 Mayo 2010]

PET Containers Recycling Europe, 2009. *What is PET?* [Internet] Disponible en: <http://www.petcore.org/> [Consultado 20 abril 2010]

## | 10. REFERENCIAS

Real Academia Española, 2001. [Internet] Disponible en: [http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO\\_BUS=3&LEMA=consumir](http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=consumir) [Consultado 7 Marzo 2010]

Reátegui, L. R., 2003. Fundamentos del Desarrollo Sostenible. *Rev. Inst. Inv.* 6 pp. 67-80.

Reyes, J.R., 2009. *Estudio de Factibilidad para la Aplicación de una planta Recicladora de Envases de PET*. Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial: Instituto Politécnico Nacional.

Robertson, L. G., 2006. *Food Packing Principles and Practice*. Segunda edición. Boca Ratón, FL: Taylor & Francis Groupe.

Selke, E.M.S. Cutler, D. J. y Hernandez, J. R., 2004. *Plastics Packaging Properties, Processing, Applications and Regulations*. 2<sup>nd</sup> Edition. Munich: Carl Hanser Verlag.

Song, H. y Hyung, J.C., 1999. A study on the comparison of the various waste management scenarios for PET bottles using the life-cycle assessment (LCA) methodology. *Resources, Conservation and Recycling*. 27 pp. 267-284.

Thompson, R. C., et all. 2009. Our Plastic Age. *Phil. Trans. R. Soc. B*. 364 pp. 1973-1976. Disponible en: <http://rstb.royalsocietypublishing.org/> [Consultado 14 Enero 2010]

Ursery, S. 2009. Take it Somewhere Else. *Waste Age*. 40 No. 10. Disponible en: <http://vnweb.hwwilsonweb.com> [Consultado 09 Febrero 2010]

Vest, H., 2003. Production and Recycling of PET Bottles. *Infogate*. [Internet] Disponible en: [http://www.gtz.de/gate/file: E018E\\_petbottles.pdf](http://www.gtz.de/gate/file: E018E_petbottles.pdf) [Consultado 27 Abril 2010]

Wagner, M. y Oehlmann, J., 2009. Endocrine disruptors in bottled mineral water: total estrogenic burden and migration from plastic bottles. *Environ Sci Pollut Res*. 16 pp. 278- 286. Disponible en: Springerlink.com [Consultado 10 Marzo 2010]

Winter, D., 2007. New Day for Plastic Panels. *Wards Auto World*. 43, No. 11. Disponible en: <http://vnweb.hwwilsonweb.com> [Consultado 02 Febrero 2010]

| 11. ANEXOS

4. ¿Qué marcas de agua embotellada utiliza?

- |                |                      |
|----------------|----------------------|
| a. Bonafont    | e. Glacial           |
| b. Ciel        | f. H2go              |
| c. Electropura | g. Premiere          |
| d. Evian       | h. Otra ¿Cuál? _____ |

5. ¿En qué lugares compra el agua embotellada regularmente?

- |                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| a. Abarrotes local ¿Cuál? _____ | e. Costco            |
| b. Extra                        | f. Sams Club         |
| c. Oxxo                         | g. Otro ¿Cuál? _____ |
| d. Supermercado ¿Cuál? _____    |                      |

SECCIÓN II. INSTRUCCIONES: seleccione la respuesta que más aplique a su vida cotidiana.

6. ¿Qué acostumbra hacer con la botella después de consumir el agua?

- |  |
|--|
| a. Tirarla al bote de la basura junto con el resto de los desperdicios |
| b. Otro ¿cuál? _____   |

7. ¿Cuántas veces re-utiliza la botella después de consumir el agua?

- |  |
|--|
| a. Nunca                                 |
| b. Una o dos veces                       |
| c. Más de tres veces y hasta cinco veces |
| d. Hasta que el plástico se hace viejo   |
| e. No aplica                             |

8. ¿Qué acostumbra hacer con la botella después de re-utilizarla?

- |  |
|--|
| a. Tirarla al bote de la basura junto con el resto de los desperdicios |
| f. Otro ¿cuál? _____   |
| g. No aplica   |

SECCION III. INSTRUCCIONES: conteste las siguientes preguntas.

9. ¿Por qué acostumbra consumir agua embotellada?

10. ¿Está enterado(a) de que al consumir agua embotellada se generan impactos ambientales?

11. ¿Estaría dispuesto(a) a modificar sus hábitos de manejo de la botella para evitar que se generen más impactos ambientales negativos?

11.2 Anexo 2

Formato de Cuestionario Casa Grande

Nombre del entrevistado(a): \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_ Profesión \_\_\_\_\_

Hermosillo, Sonora, a \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 2010

SECCIÓN I. INSTRUCCIONES: seleccione la respuesta que más aplique a su vida cotidiana marcando con una X en el cuadro correspondiente a la respuesta.

1. ¿Usted consume agua embotellada? (A excepción de agua de garrafón).

- Sí
- No

Si su respuesta fue Sí continúe con las siguientes preguntas.

2. ¿Con qué frecuencia compra agua embotellada?

- Diariamente
- Tres veces por semana
- Dos veces por semana
- Semanalmente
- Quincenalmente
- Otra ¿Cuál? \_\_\_\_\_

3. Seleccione en el cuadro la(s) presentación(es) que utiliza con más frecuencia y encierre las cantidades que acostumbra comprar:

Presentación	Cantidades			
<input type="checkbox"/> 300 ml / 250 ml	1-5	6-10	11-20	20 o más
<input type="checkbox"/> ½ litro	1-5	6-10	11-20	20 o más
<input type="checkbox"/> 1 litro	1-5	6-10	11-20	20 o más
<input type="checkbox"/> 1,5 litro	1-5	6-10	11-20	20 o más
<input type="checkbox"/> 4 litro (solo si es Bonafont o H2go)	1-5	6-10	11-20	20 o más

4. ¿Qué marcas de agua embotellada utiliza?

- Bonafont
- Ciel
- Evian
- Glacial
- H2go
- Premiere
- Otra ¿Cuál? \_\_\_\_\_

5. ¿En qué lugares compra el agua embotellada regularmente?

- Abarrotes local ¿Cuál? \_\_\_\_\_
- Extra
- Oxxo
- Supermercado ¿Cuál? \_\_\_\_\_
- Costco
- Sams Club
- Otro ¿Cuál? \_\_\_\_\_



**SECCIÓN II. INSTRUCCIONES:** seleccione la respuesta que más aplique a su vida cotidiana marcando con una X en el cuadro correspondiente a la respuesta.

**1. ¿Qué acostumbra hacer con la botella después de consumir el agua?**

- Tirarla al bote de la basura junto con el resto de los desperdicios.
- Reutilizarla.
- Otro ¿cuál? \_\_\_\_\_

**En caso de Reutilizarla ¿Cuántas veces re-utiliza la botella después de consumir el agua?**

- Una o dos veces.
- Más de tres veces y hasta cinco veces.
- Hasta que el plástico se hace viejo.
- No aplica, no la reutilizo.

**2. ¿Cómo acostumbra re-utilizar la botella?**

- Rellenarla de agua.
- Le doy otro uso ¿cuál? \_\_\_\_\_
- No aplica, no la reutilizo.

**3. ¿Qué acostumbra hacer con la botella después de re-utilizarla?**

- Tirarla al bote de la basura junto con el resto de los desperdicios.
- Le doy otro uso ¿cuál? \_\_\_\_\_
- No aplica, no la reutilizo.

**SECCION III. INSTRUCCIONES:** conteste abiertamente la pregunta y marque con una X en el cuadro correspondiente.

**4. ¿Por qué acostumbra consumir agua embotellada?**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**5. ¿Está enterado(a) de que al consumir agua embotellada se generan impactos ambientales?**

- Si
- No

**6. ¿Estaría dispuesto(a) a modificar sus hábitos de manejo de la botella para evitar que se generen más impactos ambientales negativos?**

- Si
- No

### 11.3 Anexo 3

El grupo de enfoque se realizó en el idioma inglés, debido a que el lugar en el que se llevó a cabo es en la ciudad de Zittau, Alemania, con integrantes que no hablan el idioma Español.

#### Focus Group Script

##### Abstract

Bottled water consumption has reached very high levels, being one of the best selling food products worldwide. In 2008, Mexico was ranked as the second largest consumer of this product. The problem lies in the quantity of consumption, as in the handling of the bottle at the time of discarding. In Mexico there are no programs and policies to prevent and reduce environmental impacts generated from the excess of PET deposited in the environment. That is why this paper aims to provide a sustainable alternative for consumption of bottled water in Hermosillo, Sonora, taking into account cultural, political and economical issues of the region, and as a reference, the experience of Germany, as the pioneer on the implementation of PET waste management programs.

##### Strategic Objective

Reduce environmental impacts caused by consumption of bottled water made of PET in Hermosillo, Sonora.

##### Specific objectives

- Perform literature on historical and current PET bottled water, use and lifecycle.
- Identify behaviors of bottled water consumption in Zittau and Hermosillo communities.
- Conduct environmental impact assessment and search for alternatives that reduce negative environmental impacts.
- Develop strategies based on political, economic and citizen issues to help reducing consumption of PET in Hermosillo, Sonora.

##### Script for focus group

- o Do you drink bottled water?  
Yes – How much? How often? Why? What kind? (mineral, sparkle, natural, artisanal)  
No –Why
- o When did you start drinking bottled water?
- o Does your family use to drink bottled water?
- o Do you think a lot of people in Germany use to drink bottled water? Why do you think they do or they don't?
- o Do you see any problem in bottled water consumption?
- o What exactly do you do when you drink bottled water since you buy the product until you satisfy your need? What you do with the PET bottle?
- o Could you explain the German system for PET bottles?
- o What did you use to do in the past, before the new system of PET waste management?
- o Do you think the problem of environmental impact caused by PET is really solved whit the German system?

**11.4 Anexo 4**

**Guía para Consumo de Agua Embotellada**

2010

# Guía de Consumo de Agua Embotellada

Este documento contribuye en proporcionar información necesaria sobre agua embotellada para que el lector cuente con herramientas que le ayuden a decidir su comportamiento de consumo del producto.

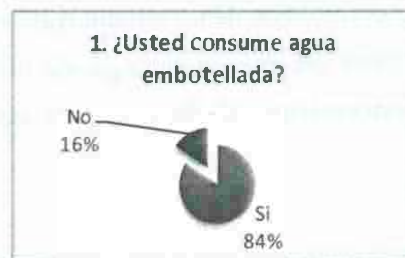


*Lic. Andrea Nemer Soto*

Especialidad en Desarrollo Sustentable

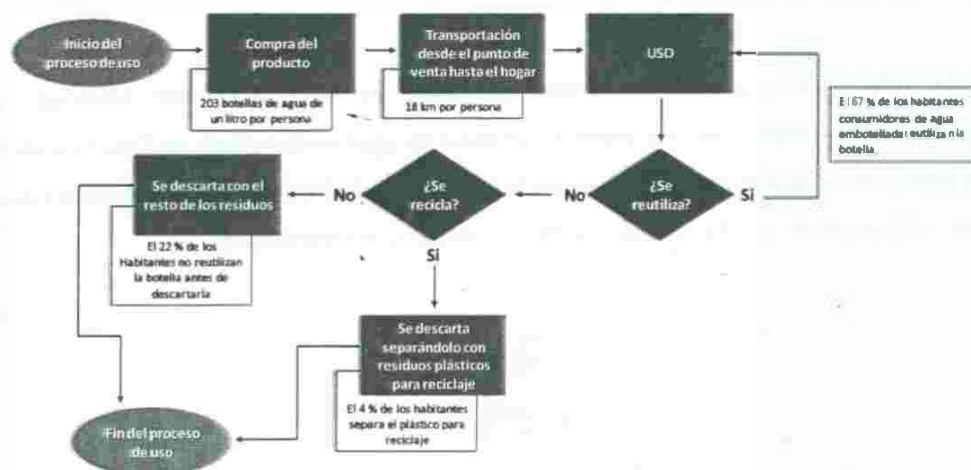
## ¿Cómo se utilizan las botellas de agua de PET en Casa Grande?

Es importante conocer la cantidad de agua embotellada que se consume en la colonia, así como el porcentaje de personas que la consumen. Los resultados del estudio mostraron que el 84% de los habitantes de la colonia Casa Grande acostumbran tomar agua embotellada. (Para este estudio no se considera el agua de garrafón).



Se compran y descartan aproximadamente 1,037 Kg de PET proveniente de agua embotellada al año, esto representa aproximadamente 33, 459 botellas de un litro al año, es decir: cada habitante consume en promedio 203 botellas de un litro al año, esto son 17 botellas al mes, en términos más palpables: 4 botellas a la semana.

A continuación se puede apreciar el diagrama de flujo de consumo anual de agua embotellada en la colonia desde el momento de la compra hasta el momento del descarte:



*El uso de agua embotellada ha llegado a niveles muy altos, siendo uno de los productos alimenticios más vendidos a nivel mundial; México se posiciona actualmente como el mayor consumidor de agua embotellada en el mundo. El problema recae tanto en la cantidad de consumo, como en el manejo de la botella al momento del descarte, y también a que en México no se cuenta con programas y políticas que prevengan y disminuyan los impactos ambientales que se generan a causa del exceso de PET depositado en el medio ambiente.*

## Introducción

La presente guía es el resultado de un estudio realizado en el fraccionamiento Casa Grande Residencial como parte del proceso de titulación del programa de Especialidad en Desarrollo Sustentable perteneciente al departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Sonora.

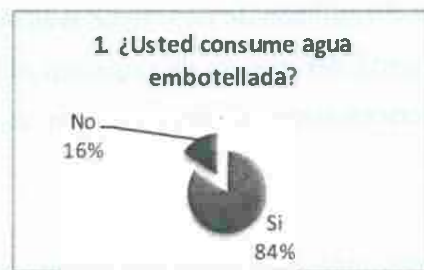
Se realizó una investigación para identificar los impactos ambientales generados en Casa Grande por concepto de consumo de agua embotellada en PET. Para obtener los resultados se aplicó un cuestionario a una muestra de familias pertenecientes al fraccionamiento. Los resultados obtenidos revelan que el consumo de agua embotellada es menor que el promedio nacional, sin embargo, si comparamos los resultados con el consumo mundial, la carga ambiental con la que contribuye Casa Grande es considerablemente representativa.

La información que se encuentra plasmada en esta guía está orientada a proporcionar información concreta sobre el consumo de agua embotellada en Casa Grande y aportar alternativas para evitar contribuir en la generación de los impactos ambientales que se derivan del uso de la botella de agua de PET (polietileno de tereftalato).



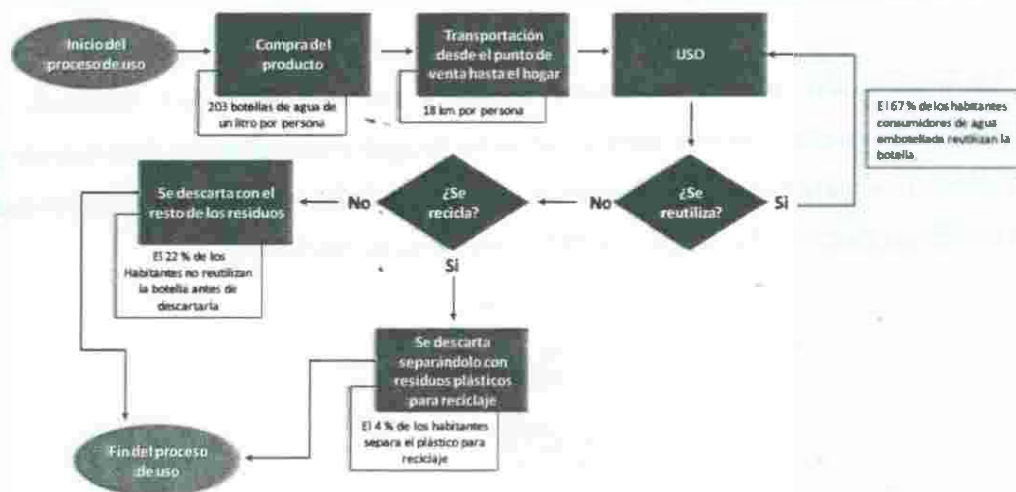
## ¿Cómo se utilizan las botellas de agua de PET en Casa Grande?

Es importante conocer la cantidad de agua embotellada que se consume en la colonia, así como el porcentaje de personas que la consumen. Los resultados del estudio mostraron que el 84% de los habitantes de la colonia Casa Grande acostumbran tomar agua embotellada. (Para este estudio no se considera el agua de garrafón).



Se compran y descartan aproximadamente 1,037 Kg de PET proveniente de agua embotellada al año, esto representa aproximadamente 33, 459 botellas de un litro al año, es decir: cada habitante consume en promedio 203 botellas de un litro al año, esto son 17 botellas al mes, en términos más palpables: 4 botellas a la semana.

A continuación se puede apreciar el diagrama de flujo de consumo anual de agua embotellada en la colonia desde el momento de la compra hasta el momento del descarte:



*El uso de agua embotellada ha llegado a niveles muy altos, siendo uno de los productos alimenticios más vendidos a nivel mundial; México se posiciona actualmente como el mayor consumidor de agua embotellada en el mundo. El problema recae tanto en la cantidad de consumo, como en el manejo de la botella al momento del descarte, y también a que en México no se cuenta con programas y políticas que prevengan y disminuyan los impactos ambientales que se generan a causa del exceso de PET depositado en el medio ambiente.*

## Introducción

La presente guía es el resultado de un estudio realizado en el fraccionamiento Casa Grande Residencial como parte del proceso de titulación del programa de Especialidad en Desarrollo Sustentable perteneciente al departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Sonora.

Se realizó una investigación para identificar los impactos ambientales generados en Casa Grande por concepto de consumo de agua embotellada en PET. Para obtener los resultados se aplicó un cuestionario a una muestra de familias pertenecientes al fraccionamiento. Los resultados obtenidos revelan que el consumo de agua embotellada es menor que el promedio nacional, sin embargo, si comparamos los resultados con el consumo mundial, la carga ambiental con la que contribuye Casa Grande es considerablemente representativa.

La información que se encuentra plasmada en esta guía está orientada a proporcionar información concreta sobre el consumo de agua embotellada en Casa Grande y aportar alternativas para evitar contribuir en la generación de los impactos ambientales que se derivan del uso de la botella de agua de PET (polietileno de tereftalato).





## Impactos ambientales que se generan

Al consumir agua embotellada se contribuye a ocasionar los siguientes impactos ambientales:

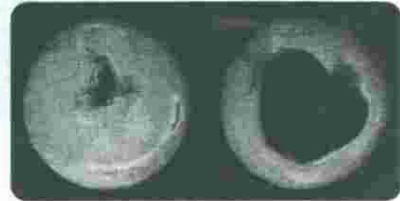
### ■ Agotamiento de los Recursos

Los recursos mayormente utilizados en la producción de botellas de PET son petróleo y gas natural, además se utiliza hierro, piedra caliza, cloruro de potasio, bauxita, azufre, cloruro sódico y otras materias primas; de igual forma, en todo el ciclo de vida se utiliza combustible y energía. Las etapas de Procesamiento de los Recursos Naturales y Producción son las más representativas en la aportación del agotamiento de los recursos. La etapa de distribución y venta también influye en el aumento de este impacto ambiental debido al uso de combustible en camiones de carga y automóviles domésticos.



### ■ Debilitamiento de la capa de ozono

Este impacto ambiental se produce principalmente en las etapas de procesamiento de los recursos naturales, producción y distribución / venta, debido que en dichas etapas se generan emisiones de diferentes gases que afectan y debilitan a la capa de ozono.



### ■ Daño en la Biodiversidad (Fauna)

Al momento de procesar y producir los materiales en la producción de las botellas de PET se generan subproductos y desechos que terminan depositados en el medioambiente, provocando así daño a la fauna que habita los ecosistemas. El mayor impacto fue detectado en la etapa de descarte ya que las botellas eliminadas van a parar a un relleno sanitario, pero un gran porcentaje se encuentra en el ecosistema, principalmente en el océano, en donde los animales se alimentan de los fragmentos de PET y esto les provoca graves daños a la salud.



### ■ Contaminación del Suelo

El suelo se contamina primordialmente en las etapas de producción y descarte, puesto que en la etapa de descarte se acumula un gran porcentaje de PET en el suelo y si bien el plástico no provoca erosión, sí provoca mal aspecto; debido a su durabilidad tarda largo tiempo en degradarse y ello permite que permanezca esparcido en el suelo por largos periodos.



### ■ Calentamiento Global

Este impacto se genera debido a que los gases que se generan en las etapas de procesamiento de los recursos, producción y distribución / venta, son gases que estimulan el efecto invernadero en la atmósfera y esto genera calentamiento global.



### ■ Contaminación del Océano

Este impacto se genera principalmente en la etapa de descarte de las botellas de PET debido al

porcentaje que termina depositado en el océano debido a la mala disposición de la botella en la eliminación, sin embargo, el impacto también se genera en menor grado en las etapas de procesamiento de los recursos naturales y producción, debido a que podrían presentarse fugas de desechos hacia el mar o dentro del mar (en el caso de los derramamientos de petróleo).

## Carga Ambiental

La carga ambiental es la cantidad de materiales, residuos y / o subproductos que se derivan del ciclo de vida del agua embotellada y que contribuyen a la generación de los impactos ambientales negativos.

A continuación se presentan los indicadores de carga ambiental que se lograron reconocer en Casa Grande:

Impacto Ambiental	Etapas	Material o producto	Consumo Anual Casa Grande
Agotamiento de los Recursos	Producción	Gas Natural	239 Kg
Agotamiento de los Recursos	Producción	Petróleo Crudo	1,970 Kg
Agotamiento de los Recursos	Producción	Energía	23,851 kWh
Agotamiento de los Recursos	Venta	Gasolina	260 Litros
Calentamiento Global y Debilitamiento de la Capa de Ozono	Venta	Emisiones	437,250 g

### ¿Cómo puedo identificar el plástico PET?

Su denominación técnica es tereftalato de polietileno y es comúnmente conocido por sus siglas PET o PETE.

El PET es una forma fuerte pero ligera de poliéster transparente que se utiliza para hacer envases de refrescos, jugos, bebidas alcohólicas, agua, aceites comestibles, productos de limpieza y otros alimentos y aplicaciones no alimentarias. A continuación se presenta el símbolo de identificación del PET en relación a otros plásticos:



## ¿Qué hacer para evitar ocasionar los impactos ambientales?

Para comenzar a contribuir de manera positiva con el medio ambiente, primeramente debemos considerar que todos los productos que compramos y consumimos implican una extracción considerable de recursos naturales, emisiones al aire en todo el proceso de producción y también implica que se originaron residuos en las etapas del ciclo de vida, estos residuos y emisiones terminan depositados en nuestro ecosistema, y es ahí en donde se generan los impactos y daños al medio ambiente que sin duda alguna en algún momento nos van a afectar directamente a nosotros.

### *¿En qué momento me afectan los impactos al medio ambiente?*

Indudablemente, ningún ser humano está exento de sufrir los impactos ambientales que hemos generado a través de los años, hasta el lugar más remoto de tu percepción del mundo se ve afectado de una u otra manera, esto es debido a que vivimos en un planeta con límites y que se encuentra perfectamente interconectado con todos y cada uno de los organismos que lo integran. Los recursos no son eternos y los servicios ambientales que la naturaleza nos proporciona dependen del buen funcionamiento del ecosistema. Al dañar

al ecosistema nosotros mismos estamos provocando que los servicios ambientales, indispensables para nuestra supervivencia, se vean reducidos en calidad y eficiencia.

### *¿Qué puedo hacer para evitar dañar al ecosistema?*

Es preciso eliminar el consumo innecesario de muchos productos, pero para efectos de esta guía, se recomienda eliminar el consumo de agua embotellada. Esto no se puede lograr de la noche a la mañana, para ello, se debe llevar a cabo un proceso para desacostumbrarnos a la práctica de adquirir botellas de agua a diestra y siniestra.

Para lograr eliminar de nuestra vida diaria el consumo de agua embotellada, es conveniente seguir con el proceso de las tres "R", es decir: debemos primeramente REDUCIR el consumo de botellas, REUSAR las botellas que no podamos evitar adquirir y RECICLAR el envase al momento de descartarlo, esto es, no tirarlo a la basura junto con el resto de los desperdicios sino direccionarlo a un lugar en donde se pueda aprovechar el material que estamos tirando.

## Reducir

*“Uno de los asuntos y problemas más graves por resolver dentro del campo ecológico-ambiental es el del consumo. El consumo llevado a los niveles actuales ha dado origen al consumismo, o sea, el consumo exacerbado, apuntalado por enormes campañas masivas de publicidad para asegurar la adquisición de todas las mercancías existentes. El consumismo es el consumo patológico, su existencia en nuestra sociedad es patente.*

*Para sostener e incrementar el consumismo, se tiene que recurrir entre otros rubros, a la explotación acelerada y hasta dispendiosa no sólo de las materias primas sino de los empleados que participan en los procesos de producción y distribución. El agotamiento de los recursos, la pérdida de calidad de vida de grandes grupos humanos que estamos viviendo no son gratuitos, son una contraparte del consumismo”*



### *Algunas estrategias para reducir tu consumo de agua embotellada:*

- Es recomendable que prevengas la inminente necesidad de hidratación durante tu rutina diaria. Antes de salir de tu casa rellena tu botella de agua, cuando termines el agua de la botella vuelve a llenarla en ese mismo momento o en la primera oportunidad.
- Antes de comprar agua embotellada detente unos segundos a pensar sobre los impactos ambientales que has leído en esta guía y reflexiona si realmente necesitas el producto. Hazte las siguientes preguntas: ¿Por qué no relleno mi botella de agua? ¿Por qué estoy comprando esta botella realmente? ¿Tengo una alternativa para saciar mi sed en este momento?
- Fíjate una meta de consumo máximo de 12 botellas al año, si consumes menos, fíjate una meta menor a tu consumo de tal forma que conforme pase el tiempo te vayas adaptando a tus nuevos logros. Cualquier botella de PET puede durar muchos meses si la lavas con regularidad, o bien, existen botellas de aluminio que no liberan sustancias dañinas para tu salud y que las puedes utilizar por mucho más tiempo.
- Evita aceptar botellas de agua en reuniones o eventos, pon el ejemplo y lleva tu propia botella reusable. Transmite esta información a la gente que te rodea, recuerda que todos somos parte de la solución.

## Reutilizar

Se detectó que el 67 % de los habitantes de Casa Grande que consumen agua embotellada reutilizan la botella.



### ¿Qué es reutilizar?

Si consideras que tu botella de PET no la puedes utilizar más para rellenarla de agua, reutilízala de otra forma. El reutilizar implica creatividad, una vez que la botella cumple con su función primaria las veces que sea necesario (servirnos como contenedor de agua purificada) podemos darle un nuevo uso, en ocasiones implicará un rediseño o adecuación de materiales pero siempre existe una posibilidad creativa para reutilizar el material.

No importa que tengamos la posibilidad de comprar más, lo importante es adquirir conciencia de que **más significa MENOS**, es decir, entre más compres cosas, menos recursos tendremos para las generaciones futuras.

*¡Vivimos en un planeta finito!*

## Reciclar

El sistema municipal de recopilación de residuos de Hermosillo cuenta con un programa de separación de la basura en donde todo el plástico recolectado que se destina a centros de reciclaje.

### ¿Cómo podemos contribuir?

Es recomendable colocar contenedores especiales para residuos de plástico en la colonia Casa Grande para lograr una mejor organización al momento de disponer de la basura.

Esta práctica beneficiará tanto a la familia que descarta los residuos, como a los recolectores de basura, de esta forma se estará dando el primer paso hacia una comunidad sustentable.



# Información sobre Agua Embotellada



- Globalmente, se consumen alrededor de 260 millones de toneladas de plástico al año, aproximadamente el 8 por ciento de la producción mundial de petróleo. (Thompson, et al, 2009).
- Cada mexicano consume en promedio 234 litros al año, más del doble que en Estados Unidos. (Beverage World, BW, 2009)
- El plástico se inventó en el año de 1907 y no fue sino hasta 1972 cuando se comenzó a tener preocupación por la incorporación del plástico en la naturaleza. (Thompson, et al, 2009)
- Se estima que en 2009, en México se desecharon alrededor de 7 mil 800 millones de envases de plástico PET, ello representa 21.3 millones diarios, de los cuales solo el 20 % son reciclados. (Enciso, 2010).

## ¿Ya sabías sobre el agua embotellada...

- Que el plástico con el cual se fabrica la botella de agua se llama PET y esta hecho a base de petróleo?
- Que un gran porcentaje del plástico de la botella se queda en el ecosistema y algunos animales lo confunden con alimento?
- Que en la colonia Casa Grande se consumen anualmente 260 litros de gasolina al transportar el agua embotellada al momento de la compra?
- Que México es el país que consume mayor cantidad de Agua Embotellada en el mundo?
- Que en México existen muy pocos programas de reciclaje de PET y esto ocasiona que se desperdicie una cantidad enorme de plástico perfectamente reciclable?
- Que el plástico PET tarda entre 100 y 1000 años en degradarse? Imagina cuanto plástico invade a nuestro ecosistema!
- Que el agua embotellada que tomas puede afectar a tu sistema reproductivo porque el PET libera sustancias que dañan a tu sistema endocrino?
- Que Casa Grande contribuye a una carga ambiental de 437,250 gramos de emisiones al aire al consumir agua embotellada?



El plástico no puede ser digerido por ningún organismo.



- Que en la colonia Casa Grande se gastan \$64,281 pesos en la compra de agua embotellada al año?

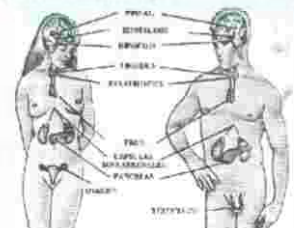


## Efectos en Tú Salud

Los disruptores endocrinos son sustancias químicas sintéticas y fitoestrógenos naturales (estrógeno derivado de plantas) que actúan sobre el sistema endocrino de los seres humanos y animales imitándolo, bloqueándolo y/o interfiriendo de alguna manera con las instrucciones de las hormonas

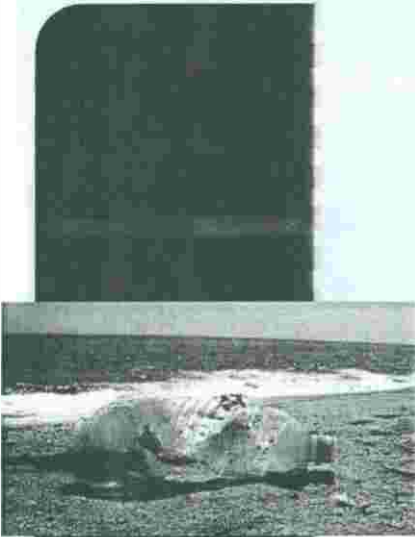
naturales a las células; la estimulación o inhibición del sistema endocrino podría producir una cantidad inadecuada de hormonas (demasiado, muy poco o nada en absoluto), cualquier combinación de estas interferencias en el sistema endocrino pueden afectar el desarrollo físico, sexual, la reproducción, el desarrollo del cerebro, el comportamiento, la regula-

ción de temperatura y mucho más, asimismo, un disruptor endocrino pueden dañar o destruir un órgano que tiene la tarea de suministrar hormonas (Goettlich, 2006).



## ¿Ya sabías sobre el agua embotellada...

- Que el 90% del precio del agua embotellada se debe solamente a la botella? El 90% de lo que pagas por la botella de agua lo tiras a la basura.
- Que las empresas del sector de agua embotellada ganan hasta 5 mil por ciento más del monto de inversiones que realizan para su venta?
- Que los impactos que se generan al consumir agua embotellada son principalmente: agotamiento de los recursos naturales, daño a la biodiversidad (fauna), calentamiento global, debilitamiento de la capa de ozono, contaminación del océano, contaminación del suelo?
- Que el garrafón de agua también está hecho de PET?



• “El 84 % de los habitantes de Casa Grande Residencial consumen agua embotellada”



## Filtro de agua para la tubería: alternativa al consumo de agua embotellada.

Al considerar los beneficios de los productos para filtración del agua de la tubería, primero hay que recordar que no hay sistemas malos, cualquier filtro de agua es mejor que no tener ninguno.

La filtración del agua en el hogar con alta calidad ofrece un agua significati-

vamente mejor que el agua corriente y sin los impactos ambientales de la embotellada y a una fracción del costo.

Para determinar cuál es el mejor sistema sólo se requiere identificar que tipo de filtro se adapta más a sus necesidades económicas y de operación.

Los filtros de agua para el hogar generalmente entran en una de dos categorías: unidades para el punto de entrada, que tratan el agua antes de que sea distribuida en toda la casa; y unidades para el punto de uso, que incluyen filtros de mesa (por ejemplo, jarras con filtro).

## Tipos de Filtros

La lista a continuación te ayudará a determinar qué tipo de filtro será el más adecuado tus necesidades.

### •Filtro de carbón activado

Cómo funciona: Carbón con carga positiva muy absorbente en el filtro atrae y atrapa impurezas.

Dónde se usa: Unidades de mesa, filtros para el grifo y unidades bajo el fregadero.

Elimina: Malos sabores y olores, incluso cloro.

### •Suavizante de intercambio de cationes

Cómo funciona: "Suaviza" el agua dura cambiando minera-

les con una carga positiva fuerte por uno con menos carga.

Dónde se usa: En toda la casa, unidades de punto de entrada.

Elimina: Calcio y magnesio, que forman depósitos minerales en las tuberías y accesorios, así como bario y algunos otros iones que pueden causar riesgos para la salud.



## Tipos de Filtros

### •Destilador

**Cómo funciona:** Hierve el agua y recondensa el vapor purificado.

**Dónde se usa:** Unidades de mesa o de punto de entrada a toda la casa; se pueden combinar con un filtro de carbón.

**Elimina:** Metales pesados como el cadmio, cromo, cobre, plomo y mercurio así como arsénico, bario, fluoruro, selenio y sodio.

### •Ósmosis en reversa

**Cómo funciona:** Una membrana semipermeable separa las impurezas del agua. (Nota: Esta técnica de filtración desperdicia una cantidad sustancial de agua durante el proceso de tratamiento.)

**Dónde se usa:** Unidades bajo el fregadero; a menudo en combinación con un filtro de carbón o unidad de desinfección ultravioleta.

**Elimina:** La mayoría de los contaminantes, incluyendo ciertos parásitos como el Criptosporidio y la Giardia; metales pesados como el cadmio, cobre, plomo y mercurio; y otros contaminantes, incluso arsénico, bario, nitrato/nitrito, perclorato y selenio.

### •Desinfección ultravioleta

**Cómo funciona:** La luz ultravioleta mata las bacterias y otros microorganismos.

**Se usa en:** Unidades bajo el fregadero; a menudo en combinación

con un filtro de carbón y cedazo de sedimentos.

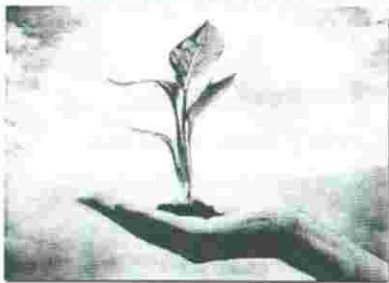
**Elimina:** Bacterias y parásitos; los sistemas clase A protegen de bacterias y virus dañinos, incluso Criptosporidio y Giardia, mientras que los sistemas clase B están diseñados para hacer inactivas las bacterias que no causan enfermedades.

Los filtros certificados con la norma 53 también pueden reducir sustancialmente muchos contaminantes peligrosos, incluso metales pesados como el cobre, el plomo y el mercurio; productos derivados de desinfectantes, parásitos como la Giardia y el Criptosporidio; pesticidas; radón;

sustancias químicas volátiles como el metil tert-butil éter (MTBE), el diclorobenceno y el tricloroetileno (TCE).

*"México es el país número uno en consumo de agua embotellado a nivel mundial".*

## Creando una cultura holística al comprar y usar



El holismo se refiere a la percepción de algo como la suma de las partes que lo componen. Aplicado al agua embotellada, esto quiere decir que debemos ver no solamente el producto que estamos comprando, sino todo el proceso que se llevó a cabo para su producción. Desde la

extracción de los recursos naturales para su fabricación, el proceso de producción, transporte, uso o consumo y hasta el descarte del producto en la basura. Asimismo, debemos ver que al comprar una botella de agua, no solamente estamos comprando el agua que vamos a be-

ber, sino que estamos comprando la totalidad de los recursos que se utilizaron para su producción, incluyendo la etiqueta, el empaque, la botella, la tapa, etc. Bajo esta percepción de los productos, debemos considerar que al comprar el producto somos parte del ciclo de vi-

Ciclo de vida de la botella de agua envasada en PET



da, eso quiere decir que somos responsables en cierta medida de las emisiones al aire que se generaron en la producción, somos responsables también de los recursos naturales que se

extrajeron para su fabricación, del combustible que se gastó en el transporte, y del lugar hacia donde van a parar los materiales que componen al producto que compramos.

Es por ello que a partir de ahora piensa de donde viene y a donde va el material que estas tirando ¿a la basura? ¿a dónde va la basura? ¿al suelo? ¿al ecosistema? ¿al océano?

## Plástico en el océano y hasta en nuestro plato

La basura que se queda en la calle eventualmente va a parar al mar y ello representa contaminación de la flora y contaminación de la fauna que lo habita. Los peces, aves y demás organismos marinos se ven afectados por los resi-

duos de plástico que invaden el ecosistema marino, esto provoca que eventualmente nosotros mismos podamos ingerir esos residuos al momento de comer mariscos, pescados, y otras especies, pues se han encontrado residuos

plásticos en peces, aves y hasta en el mas pequeño organismo marino; esto debido a que los plásticos tardan muchos años en degradarse y permanecen en el hábitat confundiendo con alimento para estas especies.



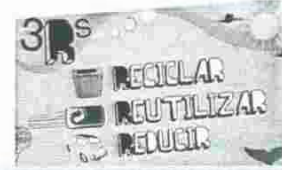
# ¡Reducir, Reutilizar, Reciclar!



Las tres "R" son un proceso que se debe llevar a cabo al momento de finalizar el uso de cualquier producto.

Es importante recordar que este proceso es secuencial, es decir, se debe hacer en orden jerárquico.

Primeramente debemos **REDUCIR** el consumo del producto, después se debe **REUTILIZAR** el material y posteriormente, en último lugar, hay que **RECICLAR** el material.



1ero Reducir, 2do Reusar y 3ero Reciclar.

En Casa Grande Residencial se consumen anualmente 1,037 Kg de PET por concepto de agua embotellada, es decir: 33,452 botellas de agua al año aprox.

## Reducir... ¿Cómo lo hago?

El primer paso para tomar una decisión sustentable en nuestra vida, después de tomar conciencia, es el decidir emprender acciones sustentables diariamente.

Lo ideal sería eliminar el consumo de agua embotellada en envases de PET de

una vez por todas, pero como este hábito actualmente forma parte de nuestra cultura, es necesario hacerlo poco a poco, por medio un proceso compuesto de pasos eficaces.

Lo primero que deberíamos hacer para alcanzar este

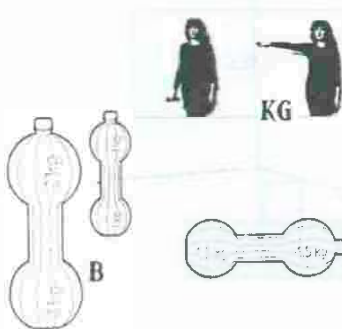
objetivo es reducir considerablemente el consumo.

En la sección de REDUCCION en la página 7 de este material se señalan una serie de recomendaciones para lograrlo.

Yo **NO** tomo agua embotellada



## Ideas para reutilizar botellas de agua



¡Crea y dale un toque verde a tu hogar!

Haz ejercicio! Un litro de agua equivale a una pesa de un kilogramo.

Decora tu casa con diseños creativos y muy útiles. Nunca sobra un lugar ideal para el periódico.



Las velas, además de románticas, son muy sustentables ya que iluminan sin gastar energía.

Porta lápices y flores para el cuarto de los niños!



# Reciclar

Las botellas de PET se pueden reciclar o reproducir: se pueden convertir en alfombras de poliéster, telas y fibras para la industria textil y de ropa, películas de plástico, cajas para huevo, correas industriales y nuevas botellas de plástico.

En Hermosillo existen algunos centros de acopio de PET para reciclaje y siste-



**reciclar** es de sabios



ma de administración de residuos municipal de Hermosillo también ha comenzado a pedir a la población que separe los residuos orgánicos de los inorgánicos para facilitar el reciclaje de los materiales.

Este nuevo lineamiento no debe ser desaprovechado por los habitantes de Casa Grande Residencial ya que es una oportunidad para direccionar el descarte de botellas de agua a un nuevo proceso que cierre el ciclo de vida de la botella, evitando que el material se desperdicie o se acumule en el ecosistema.

*Gracias a los programas de recolección de botellas con contenedores colocados en las aceras, la mitad del total de alfombras de poliéster producidas en Estados Unidos son fabricadas con botellas de PET" (Miller, 2001).*



UNIVERSIDAD DE SONORA

*"El Saber de mis Hijos har am i Gva nd eza"*

Lic. Andrea Nemer Soto

Especialidad en Desarrollo Sustenta-

UNIVERSIDAD DE SONORA

Dirección de la institución

Bvd. Luis Encinas S/N

Col. Centro

Hermosillo, Sonora, México.

andrea\_nemer@gmail.com