

FEBRERO
2017



INFORME EJECUTIVO

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL CICLO DE VIDA (ACV) DE ENVASES
FAMILIARES RETORNABLES Y DESECHABLES DE COCA - COLA
PROYECTO EN ALIANZA TRICICLOS - DICTUC





Equipo DICTUC Unidad Greenlab UC

Luis Abdón Cifuentes Lira
Director General Greenlab UC
lac@ing.puc.cl

Camila Cabrera Castro
Directora Ejecutiva Greenlab UC
cpcabrer@uc.cl

Pilar Lapuente
Ingeniero Senior Greenlab UC
pilar.lapuente@greenlabuc.cl

José Miguel Valdés
Ingeniero Senior Greenlab UC
jmvaldes@uc.cl

María Teresa Alarcón
Ingeniero de Proyectos Greenlab UC
mtalarc1@uc.cl

Pablo Busch Hopfenblatt
Ingeniero de Proyectos Greenlab UC
pmbusch@uc.cl

Equipo TriCiclos

Verónica de la Cerda
Gerente General TriCiclos Chile
veronica@triciclos.net

Rodolfo Poblete
Gerente Comercial TriCiclos Chile
rodolfo@triciclos.cl

Stefanía Rigoli
Ejecutiva Comercial TriCiclos Chile
stefania@triciclos.cl

Tabla de Contenidos

TABLA DE CONTENIDOS	_____	03.
LISTA DE TABLAS	_____	04.
LISTA DE FIGURAS	_____	04.
ABREVIATURAS	_____	05.
DEFINICIONES	_____	06.
RESUMEN EJECUTIVO	_____	07.
I.1	IMPACTOS EVALUADOS EN EL ESTUDIO Y RESULTADOS	07.
I.2	ECO EQUIVALENCIAS EN HUELLA DE CARBONO	10.
1.	INTRODUCCIÓN	12.
2.	RESULTADOS DEL IMPACTO DEL CICLO DE VIDA	14.
2.1	HUELLA DE CARBONO - IMPACTOS GEI POR UNIDAD FUNCIONAL	15.
2.2	USO DE RELLENOS SANITARIOS - IMPACTOS DE GENERACIÓN DE RESIDUOS POR UNIDAD FUNCIONAL	16.
3.	CONCLUSIONES	20.
4.	BIBLIOGRAFÍA	23.

Lista de Tablas

Tabla 1	Resumen de resultados de impactos para cada formato de interés	09.
Tabla 2	Vida útil por formato de interés según información de Andina [número de vueltas]	13.
Tabla 3	Impactos considerados en el presente estudio	14.
Tabla 4	Resumen de impacto Uso de Rellenos sanitarios por unidad funcional	17.
Tabla 5	Residuos en rellenos sanitarios por formatos de interés [cm ³ /UC]	18.
Tabla 6	Residuos en rellenos sanitarios para vidrio 1.25 en distintos escenarios [cm ³ /UC]	19.
Tabla 7	Resultados de impactos priorizados por unidad funcional para los formatos de interés	20.
Tabla 8	Resultados de impactos priorizados por litro de bebida consumida para los formatos de interés	21.

Lista de Figuras

Figura 1	Fotos de los envases con formato de interés	08.
Figura 2	Emisiones de GEI por formato de interés [kg CO ₂ eq /UC]	15.
Figura 3	Masa de residuos en rellenos sanitarios por formato [kg/UC]	16.
Figura 4	Volumen de residuos en rellenos sanitarios por formatos de interés [cm ³ /UC]	18.

Abreviaturas

ACV:	Análisis de Ciclo de Vida
CO₂e:	Dióxido de Carbono (CO ₂) equivalente
GEI:	Gases de Efecto Invernadero
GR:	Generación de Residuos
HC:	Huella de Carbono
PET:	Poli Etileno Tereftalato
RefPET:	Envases de PET retornables
SIC:	Sistema Interconectado Central
UC:	Unit Case o Caja Unitaria (5.678 litros)

Definiciones

Botella: Envase con producto y embalaje, sale de Andina para ser distribuido a Consumo.

Envase: Se refiere al contenedor que transporta el producto. Puede ser envase nuevo (ingresa por primera vez a Andina) o reutilizado (vuelve a Andina desde Consumo).

Etapas Andina: Incluye todo proceso que ocurre dentro de la planta.

Etapas PreAndina: Corresponde a la obtención de insumos para Andina, considera extracción y producción de materia prima, y cualquier proceso previo antes de llegar como insumo.

Formatos de interés: Botellas de formatos familiares más representativas en términos de producción. Los formatos considerados de interés son Vidrio 1.25, RefPET 2 y PET 1.5.

RefPET: Denominación de envases de PET retornables.

GEI: Los gases efecto invernadero a considerar son CO₂, CH₄ y N₂O.

Huella de Carbono - HC: Emisiones de CO₂e asociadas al ciclo de vida completo de un producto.

Generación de Residuos - GR: Generación de residuos que finalmente se depositan en un relleno sanitario, en unidades de masa o volumen.

Producto: Líquido que se consume (bebida).

Tipo de envase: Corresponde al material, puede ser vidrio, PET o RefPET.

Unidad Funcional: Para asegurar que los distintos tipos de formatos sean comparables entre sí, se elige como denominador común una Caja Unitaria (UC), definida por Coca-Cola, que corresponde a 5.678 litros (24 envases de 8 oz).

Resumen Ejecutivo

El análisis de ciclo de vida (ACV) de un producto, es aquel que cuantifica los impactos ambientales de un producto considerando todas las etapas por la que pasa el producto, desde la extracción de materia prima hasta la disposición final. El ACV permite cuantificar en forma integral los impactos ambientales del producto, identificando las etapas del proceso con mayor impacto y, de esta manera, concentrar los esfuerzos de reducción de manera eficiente.

El objetivo del estudio es realizar un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para comparar los principales envases familiares de Coca-Cola. El estudio se centra en el envase y sus insumos relacionados (tapas, etiquetas, etc.), sin considerar el producto (líquido contenido dentro), buscando una comparación de los impactos a nivel de uso de materiales e insumos y procesos.

El análisis se basa en los productos de la planta de Coca-Cola Andina Chile, ubicada en la comuna de Renca, y sus proveedores. Los datos para el análisis corresponden a información de la planta y de los proveedores nacionales para el año 2015. Cuando no se disponía de información primaria, se recurrió a referencias internacionales. El análisis es representativo solo para los productos de la Embotelladora Planta Andina, que son consumidos prioritariamente en la Región Metropolitana.

1.1 Impactos evaluados en el Estudio y Resultados

El Estudio desarrollado por la unidad GreenLabUC de DICTUC y Triciclos, consideró la medición de los siguientes impactos:

- Huella de Carbono
- Generación de Residuos
- Huella Hídrica
- Acidificación
- Reducción de la capa de ozono
- Eutroficación
- Formación de smog foto químico
- Daño humano (material particulado, cancerígenos y no cancerígenos)
- Ecotoxicidad

Sin embargo, los impactos priorizados para mostrar en este Informe Ejecutivo corresponden al análisis de emisiones de gases efecto invernadero asociadas al cambio climático (huella de carbono - HC) y al uso de espacio en relleno sanitario (generación de residuos - GR), los cuales son directamente utilizados como antecedentes para elaborar la campaña comunicacional.

Los resultados fueron obtenidos para múltiples formatos, pero se detalla la información relacionada con 3 formatos representativos o “formatos de interés”: Vidrio 1.25 (retornable vidrio de 1.25 litros), PET 1.5 (desechable PET de 1.5 litros) y RefPET 2.0 (retornable PET de 2 litros).

Figura 1
Fotos de los envases con formato de interés



Para realizar un análisis comparativo de estos formatos, se utilizó una unidad funcional. En este caso, un cierto volumen de bebida, lo que permite comparar distintos formatos bajo una métrica equivalente. La unidad funcional seleccionada es una Unit Case (UC, o Caja Unitaria en español), que representa el contenido de 5.678 litros de bebida. A pesar de que todo el análisis se realizó en base a esta unidad funcional, como es detallado en el cuerpo principal de este documento, los resultados de la **Tabla 1** se presentan por litro de bebida consumida, para una mejor comprensión.

Los resultados presentados consideran como uno de los supuestos relevantes, el número de vueltas o número de veces que se reutilizan los envases de interés. Según información de la Coca-Cola Andina, la retornabilidad promedio del vidrio es de 35 vueltas en toda su vida útil y la del envase retornable de PET es de 12 vueltas en toda su vida útil.

La **Tabla 1** expone los principales resultados priorizados para presentar en este documento del ACV.

Tabla 1
Resumen de resultados de impactos para cada formato de interés

Impacto	PET 1.5	Vidrio 1.25	RefPET 2.0
Huella de Carbono [gCO ₂ eq/L]	83	52	31
Generación de Residuos [g/L]	34	10	2.3

Fuente: Elaboración propia DICTUC

Teniendo en cuenta las limitaciones y los alcances del estudio para los impactos priorizados en este Informe Ejecutivo, tenemos los siguientes resultados:



Fuente: Elaboración propia DICTUC

Si bien el RefPET es el formato de mejor desempeño tanto en el impacto de huella de carbono como en el de generación de residuos, es relevante mencionar que esto no necesariamente implica que este desempeño sea replicable a otros impactos cuantificados en el estudio como la Huella hídrica, Acidificación, Reducción de la capa de ozono, Eutroficación, Formación de smog foto químico, Daño humano (Material Particulado), Daño humano (Cancerígenos), Daño humano (No cancerígenos) y Ecotoxicidad.

1.2 Eco equivalencias en Huella de Carbono

Para comparar los diferentes formatos analizados en este estudio, se decidió realizar un análisis de eco equivalencia de la Huella de Carbono entre dos tipos específicos de envase: RefPET 2.0L y PET 1.5L.

Según los resultados arrojados por el estudio, la reducción en huella de carbono por consumir **4 litros de Coca Cola** en botellas Retornables PET (RefPET), versus botellas desechables de PET es de 206 gCO₂eq. Esta reducción de la Huella de Carbono se puede traducir en las siguientes ecoequivalencias:

A | La huella de carbono¹ reducida es equivalente a las emisiones consumo de energía eléctrica de 0.595 KWh, proveniente del Sistema Interconectado Central. Este consumo eléctrico corresponde a:



33 horas
usando una ampollita
compactada Fluorescente de **18w**
(equivalente a 75W)²



162 horas
de carga de celular
(Asumiendo consumo de **3.68W**)³

Fuente: Elaboración propia DICTUC

1.- Según el Ministerio de Energía, la huella de carbono del Sistema Interconectado Central (SIC) es de 0.346 kgCO₂eq/kWh para 2015, disponible en <http://huelladecarbono.minenergia.cl/emision-para-el-sic>

2.- Cálculos realizados para una ampollita compacta fluorescente de bajo consumo de 18W (equivalente a una ampollita incandescente de 75W)

3.- Cálculos realizados considerando una potencia media de 3.68W mientras se carga un teléfono móvil. Fuente: Berkeley National Laboratory, disponible en <http://standby.lbl.gov/summary-table.html>.

B | La huella de carbono reducida es equivalente al desplazamiento de 1.4 km de un auto en la ciudad:



1.4 kilómetros
recorridos por un
automóvil promedio ⁴

C | La huella de carbono reducida es equivalente a 2 días de absorción de CO₂ de un Pino Insigne de nuestro país:



2 días
de absorción de **CO₂**
de un árbol ⁵

Fuente: Elaboración propia DICTUC

⁴- Equivalencias considerando emisiones de CO₂e igual a 136g/km, factor de emisión correspondiente a un vehículo mediano (por ejemplo, Hyundai Accent de 4 puertas a gasolina, información proveniente de la Base de datos: Consumo Vehicular del Ministerio de Energía, disponible en <http://www.consumovehicular.cl/>).

⁵- Cálculos realizados considerando una captura de 37.7 kgCO₂/pino/año, obtenido a partir de una absorción de 16,960 KgCO₂/año de una hectárea de Pinus Radiata (Pino Insigne) (Estudio desarrollado por Conaf, que establece las especies con mayor captura de CO₂ en Chile, disponible en <http://papeldigital.info/lt/2012/11/29/01/paginas/045.pdf>), y una densidad de 450 pinos por hectárea, densidad máxima para manejo de madera libre de nudos de un bosque de pinus radiata de edad madura (GERDING, V. (1991), disponible en <http://mingaonline.uach.cl/pdf/bosque/v12n2/art01.pdf>).

1. Introducción

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es un método estandarizado, ampliamente aceptado y usado internacionalmente para cuantificar el uso de recursos y los impactos ambientales generados por un producto durante su vida, considerando los impactos que generan la materia prima, recursos y energía requeridos para su producción. Cuantifica todas las emisiones, los recursos consumidos y los impactos ambientales y de salud relacionados, así como los problemas de agotamiento de recursos que se asocian con los bienes o servicios ("productos"). El análisis se ajusta a la serie de normas ISO 14040 oficializadas en Chile (Instituto Nacional de Normalización, 1999), con sus modificaciones posteriores.

El ACV considera todo el ciclo de vida de un producto (análisis de la cuna a la tumba): desde la extracción de recursos - a través de la producción, el uso y el reciclaje - hasta la eliminación de los residuos restantes. Los estudios de ACV, por lo tanto, son una asistencia que permite el diseño de soluciones a problemas ambientales, evitando la generación de nuevos problemas o "desplazamiento de cargas ambientales".⁶

El objetivo del presente estudio es realizar un análisis comparativo del Ciclo de Vida de los envases retornables y desechables con los que se comercializan bebidas familiares de Coca-Cola.

Los alcances de este ACV se restringen a los productos de la Planta de Coca-Cola Andina ubicada en Renca, los cuales son comercializados mayoritariamente en la Región Metropolitana. El análisis se basa en información del año 2015, para el análisis de impactos de formatos familiares (Vidrio 1.25, PET 1.5 y RefPET 2.0), excluyendo el contenido de las botellas, es decir la bebida.

Para obtener información representativa en cuanto a la vida útil de los envases, Andina utiliza el factor de "vueltas" al ciclo, como el número de veces que un envase retornable efectivamente retorna a la embotelladora. El número de vueltas es un dato promedio calculado por Coca-Cola para la embotelladora de Renca. Esto permite obtener resultados reales que incluyen el crecimiento de la producción y el posible desplazamiento en la producción de los diferentes formatos. La **Tabla 2** muestra el número de vueltas calculado por Andina que se utiliza para todos los cálculos y estimaciones a continuación.

⁶ Este "desplazamiento de cargas" no deseada se entiende como la reducción del impacto al medio ambiente en una etapa del ciclo de la vida, para aumentarlo en otra.

Tabla 2
Vida útil por formato de interés según información de Andina [número de vueltas]



Fuente: Información entregada por Andina

Para mayor claridad, el ACV se divide en cinco etapas, correspondientes a PreAndina, Andina, Transporte Pre-Consumo, Transporte Post-Consumo, Reciclaje y Disposición, por lo que el alcance es de cuna a tumba. La etapa “PreAndina” corresponde a la obtención de insumos para Andina, considera extracción y producción de materia prima y cualquier proceso previo antes de llegar como insumo. La etapa “Andina” incluye todo proceso que ocurre dentro de la planta. Las etapas de “Transporte” consideran el desplazamiento desde la planta Andina a los centros de consumo y desde los consumidores a los centros de reciclaje. La etapa “Reciclaje” considera el ahorro en materia prima por concepto de reutilización de materiales. Finalmente la etapa “Disposición”, considera los impactos de generación de residuos por aquel porcentaje que no se recicla y termina en rellenos sanitarios.

La comparación se realiza a través de una unidad funcional específica, que corresponde a la métrica que permite la comparación de dos o más formatos diferentes. Considerando la audiencia del presente trabajo, la unidad funcional seleccionada es la Caja Unitaria o Unit Case (UC) en inglés, que representa el contenido de 5.678 litros de bebida.

En general se pueden dividir los impactos en dos tipos, de acuerdo a la escala en que sus efectos se producen: global y local. Los impactos de escala global son aquellos cuyo origen es irrelevante puesto que sus efectos tienen repercusión a nivel mundial. Por su parte los impactos de escala local, tienen efecto solo en las cercanías de su emisión y luego es relevante donde se producen. Los impactos priorizados para presentar en este documento corresponden a Huella de Carbono y Generación de Residuos.

Los impactos priorizados, clasificados según su escala, así como el indicador utilizado para caracterizarlo se presentan en la **Tabla 3**.

Tabla 3
Impactos considerados en el presente estudio

Escala	Impacto	Indicador
Global	Cambio Climático - Huella de Carbono	KgCO ₂ eq
Local	Uso de rellenos sanitarios - Generación de Residuos	Kg o cm ³

Fuente: Elaboración propia DICTUC

Estos fueron estimados con metodología basada principalmente en datos locales, siguiendo metodologías tradicionales para estos cálculos y las recomendaciones según la serie de normas ISO 14040 (Instituto Nacional de Normalización, 1999) que se utilizan para los ACV.

2. Resultados del impacto del ciclo de vida

La estimación de los impactos del ciclo de vida reconoce dos tipos de impactos: los asociados a los procesos y los asociados al uso de agua y energía. El primero hace referencia a los impactos producidos por reacciones químicas, pérdidas, ineficiencias u otras características propias de los procesos, mientras que los impactos asociados al uso, tienen que ver con el consumo. Para los impactos asociados a los procesos,

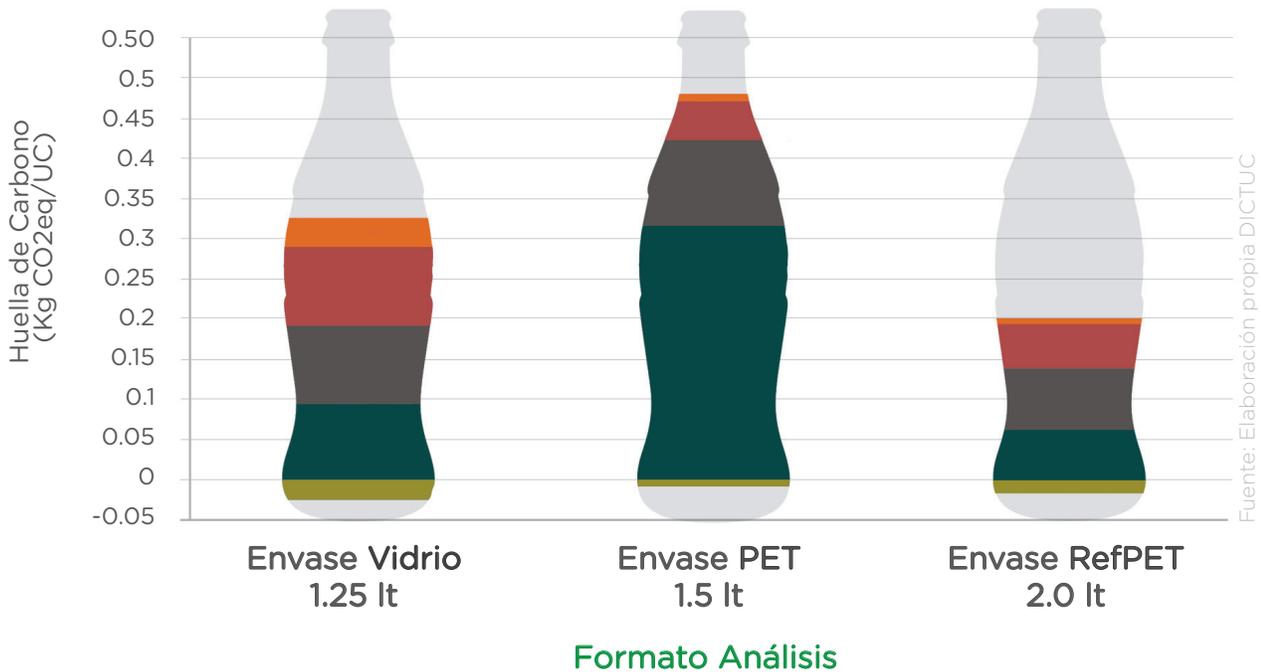
el factor de impacto tiene relación con la actividad misma, y el nivel de actividad suele hacer referencia a la producción generada del proceso. Estos impactos son puntuales en el sentido en que son generados en el lugar y tiempo en que se realiza el proceso. Para este Informe Ejecutivo, se dio especial énfasis a los indicadores de huella de carbono (HC) y generación de residuos (GR).

2.1. Huella de Carbono - Impactos GEI por unidad funcional

La huella de carbono es utilizada como una herramienta para la estimación del impacto de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el cambio climático. El resultado de la

huella de carbono es la cantidad de carbono equivalente liberado en los procesos y el uso de energía que contribuye directamente al efecto invernadero con las consecuencias de cambio climático asociadas.

Figura 2
Emisiones de GEI por formato de interés [kg CO₂eq /UC]



Etapa Agregada

- PreAndina
- Consumo
- Disposición
- Transporte Post Consumo
- Andina
- Reciclaje
- Transporte Pre Consumo

A partir de la **Figura 2**, se puede observar que las emisiones del formato PET 1.5, vidrio 1.25 y RefPET 2.0 tienen una relación de emisiones descendente (en el orden mencionado). Además las emisiones atribuidas al formato de interés RefPET 2.0 corresponden a menos de la mitad que las de PET 1.5, por caja unitaria.

2.2. Uso de rellenos sanitarios - Impactos de generación de residuos por unidad funcional

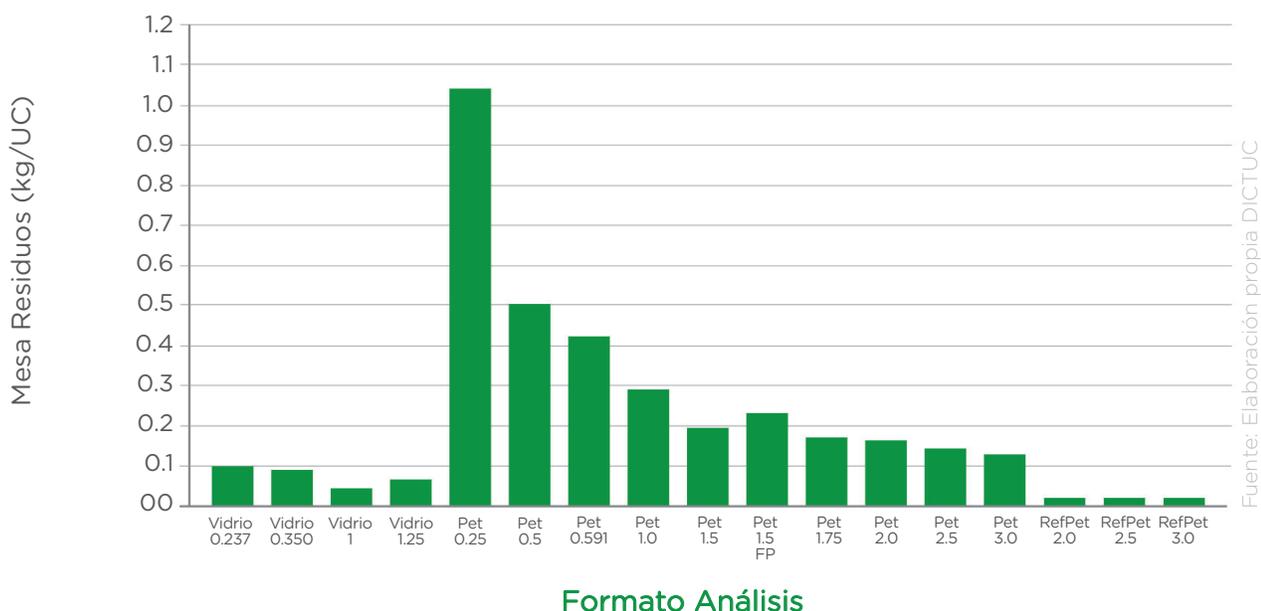
La segunda temática priorizada de relevancia es la gestión de residuos. Como indicador de esto, se usa la cantidad de residuos generados con disposición final a rellenos.

De acuerdo al modelo desarrollado para este estudio, en el año 2015 se desecharon un total de 19,092 toneladas de residuos asociados a los formatos de interés considerados. Los valores

utilizados para el cálculo de este número se basan en los datos del balance de masa (o contabilidad de materia prima), que consideran la etapa de extracción, producción, reciclaje y disposición final. También se consideran los efectos de la retornabilidad para el análisis del impacto de generación de residuos, ya que así se prorratean los impactos por unidad funcional al reutilizar muchas veces el mismo envase tanto de Vidrio como de RefPET.

Al realizar el análisis unitario de la masa de residuos en rellenos sanitarios por formato **Figura 3**, se observa cómo el efecto de la retornabilidad reduce la cantidad de residuos por unidad de producto comercializada. Esto sigue la lógica de que cada envase es utilizado múltiples veces antes de ser desechado, asimismo se espera que el reciclaje también tenga un impacto a nivel unitario.

Figura 3
Masa de residuos en rellenos sanitarios por formato [kg/UC]



Agrupando según los formatos de interés, el impacto por uso de rellenos sanitarios en [Kg/UC] es:

Tabla 4

Resumen de impacto Uso de Rellenos sanitarios por unidad funcional

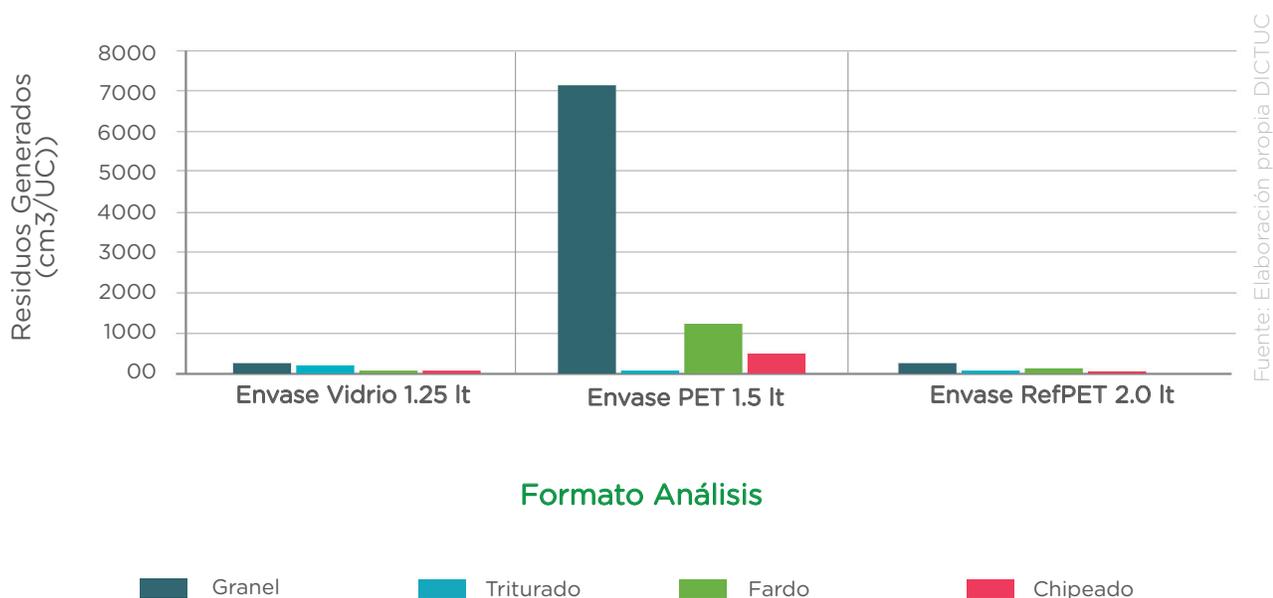
Impacto	Vidrio 1.25	PET 1.5	RefPET 2.0
Generación de Residuos a Granel [kg/UC]	0.06	0.19	0.01

Fuente: Elaboración propia DICTUC

Por otra parte, si bien la masa de residuos generados es un dato relevante, a nivel de uso de relleno sanitario es también importante considerar el espacio ocupado para lo cual es necesaria la densidad de compactación de los residuos. Dado que los residuos son dispuestos de múltiples formas: granel, triturado, en fardos y chipeados, se presentan los resultados para cada una de estas formas y para los formatos de interés en la **Figura 4**.

Figura 4

Volumen de residuos en rellenos sanitarios por formatos de interés [cm³/UC]



Formato Análisis

Granel
 Triturado
 Fardo
 Chipeado

Tabla 5

Residuos en rellenos sanitarios por formatos de interés [cm³/UC]

Tipo de Compactación [cm ³ /UC]	Vidrio 1.25	PET 1.5	RefPET 2.0
Granel	70.2	7,115.4	243.2
Triturado	35.1	n/a	n/a
Fardo	n/a	1,331.1	89.7
Chipeado	n/a	527.4	35.5

Fuente: Elaboración propia DICTUC

Si bien todos los escenarios propuestos corresponden a la misma cantidad de masa dispuesta, pero asociada a distintas tecnologías de compactación, la verdad es que no se tiene información de cuál es la tecnología que se usa realmente en los rellenos, si es que se aplica alguna. Por este motivo, el valor real con el que se

cuenta es la masa dispuesta en rellenos sanitarios para cada formato de interés. A partir de los escenarios del Estudio, se considera que el mejor método para reducir volumen de espacio en rellenos sanitarios es aplicar una tecnología de triturado para los vidrios y de chipeado para PET y RefPET.

Por otra parte, es interesante el efecto del reciclaje industrial y municipal en la gestión de residuos, pues es un valor que mejoraría el indicador para el PET con amplio margen, a diferencia de la retornabilidad que es difícil mejorar pues obedece a estándares de calidad de los formatos retornables (Vidrio y RefPET).

Como ejemplo de lo anterior, la Tabla 7 presenta cómo varía la cantidad de residuos en los rellenos,

para la producción del formato Vidrio 1.25L, manteniendo constante todas las demás variables. El escenario propio representa los niveles actuales de reciclaje industrial (76%) y municipal (10%) de vidrio. Para el reciclaje industrial el escenario de aumento corresponde a llegar al nivel de reciclaje industrial de RefPET (97%) y para el reciclaje municipal el escenario de aumento de reciclaje de vidrio corresponde al nivel de reciclaje municipal de Canadá (30%).

Tabla 6
Residuos en rellenos sanitarios para vidrio 1.25 en distintos escenarios [Kg/UC]

Vidrio 1.25		Reciclaje Industrial	
		Propio 76%	Aumento de nivel RefPET 97%
Reciclaje Municipal	Propio 10%	35.1	22.2
	Canadá 30%	30.6	17.7

Fuente: Elaboración propia DICTUC

Se puede apreciar que el reciclaje efectivamente tiene el potencial de disminuir hasta casi la mitad el nivel de uso de espacio en rellenos, pero bajo escenarios de aumento del reciclaje tanto industrial como municipal.

3. Conclusiones

El análisis de ciclo de vida permitió cuantificar diversos impactos ambientales de la producción, transporte y consumo de Coca-Cola para distintos formatos de envases. En este documento se presentan en detalle dos impactos de todos los evaluados en el estudio original; huella de carbono y generación de residuos, los cuales son utilizados directamente como antecedentes para elaborar la campaña comunicacional.

Los resultados permiten comparar los impactos de cada tipo de envase entre sí. Estos resultados son un apoyo a la toma de decisiones estratégicas de la empresa en cuanto a que formatos favorecer y en qué etapas concentrar esfuerzos para reducir su impacto ambiental.

La finalidad de la cuantificación de diferentes categorías de impacto para un producto es ser una herramienta comparativa dentro del contexto del estudio. Al tener claro y bien definido los alcances, límites y fuentes de datos utilizados en este estudio, se tiene un contexto que permite el uso justificado de los indicadores presentados en los capítulos anteriores.

Usando las cajas unitarias o litros como unidad funcional, los resultados permiten comparar adecuadamente el impacto ambiental de cada tipo de envase. En la **Tabla 7** se muestra el resumen de resultados para los impactos priorizados considerando la unidad funcional de cajas unitarias, mientras que en la **Tabla 8** se presentan los mismos resultados pero esta vez por litro de bebida consumido para mejor comprensión.

Tabla 7
Resultados de impactos priorizados por unidad funcional para los formatos de interés

Impacto	PET 1.5	Vidrio 1.25	RefPET 2.0
Huella de Carbono [kgCO ₂ eq/UC]	0.47	0.30	0.18
Generación de Residuos [kg/UC]	0.19	0.06	0.01

Fuente: Elaboración propia DICTUC

Tabla 8

Resultados de impactos priorizados por litro de bebida consumida para los formatos de interés

Impacto	PET 1.5	Vidrio 1.25	RefPET 2.0
Huella de Carbono [gCO ₂ eq/L]	83	52	31
Generación de Residuos [g/L]	34	10	2.3

Fuente: Elaboración propia DICTUC

En el caso de la huella de carbono, el envase RefPET 2.0, presenta el mejor resultado, seguido por el Vidrio 1.25 y finalmente el PET 1.5. Los ratios de resultados por emisión los resultados son 1.67:2.65:1.00 para Vidrio1.25:PET1.5:RefPET2.0, respectivamente.

En el caso de la generación de residuos, el RefPET 2.0 es el formato que menos residuos genera, seguido por Vidrio 1.25 y luego PET 1.5. El ratio de generación es de 4.43:14.84:1.00 para Vidrio1.25:PET1.5:RefPET2.0, respectivamente. El ratio anterior corresponde al análisis por peso del material dispuesto pues es el dato con que se cuenta, sin embargo a nivel de volumen estos ratios van a variar según la tecnología de compactación aplicada.

Teniendo en cuenta las limitaciones y los alcances del estudio para cada impacto tenemos los siguientes resultados:



Fuente: Elaboración propia DICTUC

Si bien el RefPET es el formato de mejor desempeño tanto en el impacto de huella de carbono como en el de generación de residuos, es relevante mencionar que esto no necesariamente implica que este desempeño sea replicable a otros impactos cuantificados en el estudio

como la Huella hídrica, Acidificación, Reducción de la capa de ozono, Eutroficación, Formación de smog foto químico, Daño humano (Material Particulado), Daño humano (Cancerígenos), Daño humano (No cancerígenos) y Ecotoxicidad.

4. Bibliografía

Ayres, R., McMichael, F., & Rod, S. (1987). Measuring toxic chemicals in the environment: A materials balance approach

CONAMA. (2002). Guía Metodológica Estudio de Ciclo de Vida Consumo Vehicular del Ministerio de Energía. Disponible en: <http://www.consumovehicular.cl/>

Contratado por ODEPA, Resolución Exenta # 988 (1974). Estimación del Carbono Capturado en las Plantaciones de Pino Radiata y Eucaliptos Relacionadas con el DL-701 de 1974

Ecoing. (2012). Evaluación de impactos económicos, ambientales y sociales de la implementación de la responsabilidad extendida del productor en Chile

EPA. (2014). Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories, (April), 1-5. Disponible en papers2://publication/uuid/FDF7F83F-129C-44B6-AD7E-9620A9C9ED08

Franklin Associates. (2006). LIFE CYCLE INVENTORY OF CONTAINER SYSTEMS FOR WINE. Energy

Franklin Associates. (2009). Life cycle inventory of three single-serving soft drink containers. Disponible en: <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

GERDING, V. (1991). Manejo de las plantaciones de Pinus Radiata. Bosque, 12(2), 3-10.
Grbeš, A. (2015). A Life Cycle Assessment of Silica Sand : Comparing the Beneficiation

Processes, (September 2015). Disponible en: <http://doi.org/10.3390/su8010011>

Instituto Nacional de Normalización. NCh-ISO 14040/1999 (1999)

IPCC. (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report

La Tercera. Tendencias, extracto de Estudio de la CONAF que establece las especies con mayor captura de CO2 en Chile. Disponible en <http://papeldigital.info/lt/2012/11/29/01/paginas/045.pdf>

Lawrence Berkeley National Laboratory 2008. Disponible en <http://standby.lbl.gov/summary-table.html>

Ministerio de Energía, Reporte de emisiones del SIC, disponible en: <http://huelladecarbono.minenergia.cl/emision-para-el-sic>

US EPA. (2012). TRACI 2.1: User Manual

US-EPA. (2008). TRACI 2.0: the tool for the reduction and assessment of chemical and other environmental impacts 2.0, 687-696. Disponible en: <http://doi.org/10.1007/s10098-010-0338-9>

