

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICAS Y AMBIENTALES

PROYECTO DE GRADUACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“MAGÍSTER EN CIENCIAS AMBIENTALES”

TEMA:

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE UNA
CERVEZA DE TIPO LAGER ENVASADA EN BOTELLA DE 330 CENTÍMETROS
CÚBICOS EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

AUTOR:

CHANG ALVARADO MARÍA FERNANDA

Guayaquil - Ecuador

AÑO

2017

DEDICATORIA

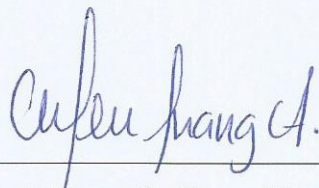
Dedicado a mis padres,
quienes siempre han estado
detrás de cada una de mis
metas alcanzadas.

AGRADECIMIENTO

A mis padres,
A mi Director de Proyecto,
A los profesores de la ESPOL,
A la Junta Directiva de la
USM-Campus Guayaquil,
A todas las personas que hicieron
posible la realización de este proyecto.

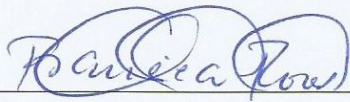
DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, me (nos) corresponde(n) exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Ciencias Químicas y Ambientales** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

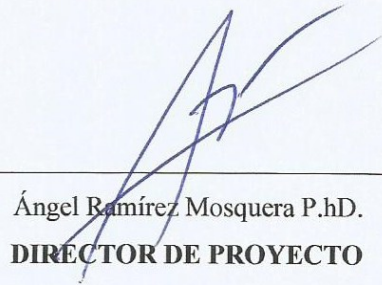


María Fernanda Chang Alvarado

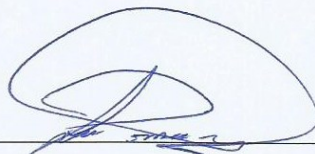
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



M.Sc. Francisca Flores Nicolalde
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ángel Ramírez Mosquera P.hD.
DIRECTOR DE PROYECTO



Luis Domínguez Granda, P.hD.
VOCAL DEL TRIBUNAL

RESUMEN

El presente proyecto contiene el estudio del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de la producción industrial de una cerveza de tipo lager envasada en botella de 330 cm³ (centímetros cúbicos) en la ciudad de Guayaquil durante el periodo referencial de marzo del 2015 a abril del 2016. Los límites del sistema contemplan los procesos desde la extracción de materias primas como la producción de cebada y arroz, hasta el envasado del producto terminado.

Se determinó el inventario de ciclo de vida mediante el levantamiento y cuantificación de las entradas y salidas ambientalmente significativas con respecto al sistema de producto, y se utilizó bases de datos comerciales y otras fuentes secundarias para incluir los inventarios de las entradas y salidas.

La evaluación de impactos ambientales se ejecutó mediante la metodología CML-IA, versión 3.02 y se utilizaron los indicadores de agotamiento abiótico, agotamiento abiótico (combustibles fósiles), calentamiento global, agotamiento de la capa de ozono, oxidación fotoquímica, acidificación y eutrofización.

Los resultados en este estudio mostraron que la elaboración de botella de vidrio es el principal proceso crítico dentro del ciclo de vida de la cerveza ya que presenta contribuciones por encima del 54,43% al 75,38% en todas las categorías de impacto, excepto en la eutrofización en la cual la producción agrícola de cebada tiene el 50,84% de contribución.

El alto consumo de combustibles fósiles debido a la fundición de vidrio a temperaturas de 1.500 °C es la principal causa de la contribución al Agotamiento Abiótico (Combustibles Fósiles). El uso de fertilizantes con contenido de nitrógeno y fosfatos y las descargas de aguas residuales generadas dentro de la producción de cebada y arroz son los principales contribuyentes a la categoría de impacto de Eutrofización.

TABLA DE CONTENIDO

	PÁG.
CAPÍTULO 1.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 2.....	3
2.1. CERVEZA.....	3
2.1.1. Definición de la cerveza.....	3
2.1.2. Historia de la cerveza.....	3
2.1.3. Cerveza en América Latina.....	4
2.1.4. Cerveza en el Ecuador.....	6
2.2. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA.....	6
2.2.1. Definición del objetivo y alcance.....	7
2.2.1.1. Unidad funcional.....	7
2.2.1.2. Límites de sistema.....	8
2.2.2. Análisis de inventario del Ciclo de Vida.....	8
2.2.3. Evaluación del Impacto de Ciclo de Vida.....	9
2.2.3.1. Categorías de impacto.....	9
2.2.4. Interpretación del Ciclo de Vida.....	12
2.3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE APLICACIÓN DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA EN LA CERVEZA.....	13
CAPÍTULO 3.....	16
3.1. OBJETIVO Y ALCANCE.....	16
3.1.1. Objetivos del ACV.....	16
3.2. ALCANCE DEL SISTEMA.....	16
3.2.1. Unidad funcional.....	16
3.2.2. Límites del sistema.....	16
3.2.3. Descripción del proceso general de la elaboración de cerveza.....	18
3.2.3.1. Maltería.....	19

3.2.3.2.	Cocción.....	20
3.2.3.3.	Fermentación	22
3.2.3.4.	Maduración.....	23
3.2.3.5.	Filtración.....	23
3.2.3.6.	Envasado.....	24
3.2.4.	Requerimiento de calidad de datos	25
CAPÍTULO 4.....		26
4.1.	ANÁLISIS DE INVENTARIO DE CICLO DE VIDA.....	26
4.1.1.	Descripción de los datos de inventario	27
4.1.2.	Fuentes de datos utilizadas	32
CAPÍTULO 5.....		38
5.1.	EVALUACIÓN DE IMPACTO DE CICLO DE VIDA	38
5.1.1.	Selección de categorías de impacto	38
5.1.2.	Resultados de la caracterización por categoría de impacto	39
5.1.2.1.	Resultados de la caracterización global del ACV	39
5.1.2.1.1.	Análisis de contribución para el indicador de impacto Agotamiento Abiótico	41
5.1.2.1.2.	Análisis de contribución para el indicador de impacto Agotamiento Abiótico (Combustibles Fósiles)	42
5.1.2.1.3.	Análisis de contribución para el indicador de impacto Calentamiento Global	43
5.1.2.1.4.	Análisis de contribución para el indicador de impacto Agotamiento de la Capa de Ozono	44
5.1.2.1.5.	Análisis de contribución para el indicador de impacto Oxidación Fotoquímica	45
5.1.2.1.6.	Análisis de contribución para el indicador de impacto Acidificación	46
5.1.2.1.7.	Análisis de contribución para el indicador de impacto Eutrofización	47

5.1.2.2.	Resultados de la caracterización por procesos	48
5.1.2.2.1.	Resultados de la caracterización de la producción de cebada	48
5.1.2.2.2.	Resultados de la caracterización del proceso de maltaje	49
5.1.2.2.3.	Resultados de la caracterización del proceso de cocción.....	50
5.1.2.2.4.	Resultados de la caracterización del proceso de fermentación	51
5.1.2.2.5.	Resultados de la caracterización del proceso de maduración	52
5.1.2.2.6.	Resultados de la caracterización del proceso de filtración.....	54
5.1.2.2.7.	Resultados de la caracterización del proceso de envasado	55
CAPÍTULO 6.....		58
6.1. CONCLUSIONES		58
BIBLIOGRAFÍA		60
ANEXOS		63

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1 Consumo L/Cápita al año	5
Figura 2 Límites del sistema de ACV.....	17
Figura 3 Proceso de la elaboración de cerveza	18
Figura 4 Malteado de Cebada	19
Figura 5 Elaboración del mosto	21
Figura 6 Proceso de envasado de cerveza.....	24
Figura 7 Resultados de la contribución de impactos por procesos	40
Figura 8 Análisis por contribución de la categoría: agotamiento abiótico del ACV	41
Figura 9 Análisis por contribución de la categoría: agotamiento abiótico (combustibles fósiles).....	42
Figura 10 Análisis por contribución de la categoría: Calentamiento Global del ACV ..	43
Figura 11 Análisis por contribución de la categoría: agotamiento de la capa de ozono.	44
Figura 12 Análisis por contribución de la categoría: oxidación fotoquímica.....	45
Figura 13 Análisis por contribución de la categoría: acidificación	46
Figura 14 Análisis por contribución de la categoría: eutrofización.....	47
Figura 15 Contribución de impactos del Maltaje.....	50
Figura 16 Contribución de impactos de la Cocción.....	51
Figura 17 Contribución de impactos de la Fermentación	52
Figura 18 Contribución de impactos de la Maduración.....	53
Figura 19 Contribución de impactos de la Filtración	55
Figura 20 Contribución de impactos del Envasado	56

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 Origen de los insumos generales	26
Tabla 2 Inventario del maltaje de cebada en base a 0,10 kg de malta	27
Tabla 3 Inventario de cocción en base a 0,60 kg de mosto	28
Tabla 4 Inventario de fermentación en base a 0,55 kg de primera cerveza	29
Tabla 5 Inventario de la maduración en base a 0,52 kg de cerveza madura.....	29
Tabla 6 Inventario de la fermentación en base a 0,35 kg de cerveza filtrada.....	30
Tabla 7 Inventario de la fermentación en base a 0,33 kg de cerveza envasada.....	31
Tabla 8 Fuente de datos para el maltaje de cebada.....	32
Tabla 9 Fuente de datos para la cocción	33
Tabla 10 Fuente de datos para la fermentación	34
Tabla 11 Fuente de datos para la maduración.....	35
Tabla 12 Fuente de datos para la filtración.....	36
Tabla 13 Fuente de datos para el envasado.....	36
Tabla 14 Factores de caracterización y unidades de impacto	39
Tabla 15 Resultados de caracterización global del ACV	40
Tabla 16 Resultados de caracterización para 0,12 kg de cebada	48
Tabla 17 Resultados de caracterización para 0.10 kg de cebada malteada.....	49
Tabla 18 Resultados de caracterización para 0.60 kg de mosto	50
Tabla 19 Resultados de caracterización de 0.55 kg de primera cerveza.....	51
Tabla 20 Resultados de caracterización para 0.52 kg de cerveza madura	53
Tabla 21 Resultados de caracterización para 0.35 kg de cerveza filtrada	54
Tabla 22 Resultados de caracterización para 0.33 kg de cerveza envasada	55

CAPÍTULO 1

1.1. INTRODUCCIÓN

El Análisis de ciclo de vida (ECV) es la compilación de entradas, salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema de producto durante su ciclo de vida. Este análisis tiene sus inicios cuando la compañía Coca-Cola prescindía de un estudio comparativo sobre las diferentes opciones para contenedores, en aquel entonces, se estudiaron los requerimientos de recursos, la carga de emisiones y los desechos para determinar la mejor alternativa para la empresa [1]. Con el pasar de los años, los reportes y los métodos para el estudio de ciclo de vida de un producto han evolucionado hasta que los procesos de análisis de ciclo de vida estén regulados bajo normas internacionales como la ISO 14040.

El enfoque de ciclo de vida en el Ecuador ha sido considerado por las autoridades competentes debido a la necesidad de contar con estudios que faciliten la toma de decisiones y que permita el establecimiento de políticas nacionales mediante el estudio y cuantificación de los efectos ambientales de un sistema de producto de manera íntegra [2]. Esta iniciativa se ha evidenciado en el sector energético, con la finalidad de dar cumplimiento al plan de extensión energético nacional: sin embargo, existen otros sectores altamente productivos en los que aún no existe la demanda de estudio de ciclo de vida.

A nivel nacional, el sector de las bebidas ha presentado en el mercado una acogida favorable por décadas, y en especial con la industria cervecera. El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) estimó que en el año 2014 el consumo promedio anual de cerveza de un ecuatoriano es de 27 litros y que el consumo mensual de los ecuatorianos en cerveza es de 2'859.193 dólares [3], cifras que demuestran que la industria cervecera es un sector altamente productivo y que además, esta bebida forma parte de la cultura nacional.

En la actualidad, la industria de bebidas alcohólicas en el Ecuador no cuenta con estudios referenciales públicos que cuantifique el impacto ambiental de la elaboración de una cerveza tipo lager, por lo que este proyecto propone utilizar la metodología del análisis de ciclo de vida para identificar y cuantificar los procesos con mayor contribución de impacto ambiental asociados a la producción de una cerveza lager envasada en una botella de 330 cm³ en la ciudad de Guayaquil.

El propósito del proyecto es dotar a los directivos de las cervecerías del Ecuador, a los responsables del proceso productivo industrial y, a las cervecerías artesanales de una base de resultados referencial para futuros estudios de ciclo de vida aplicable en otras marcas de cerveza u otras cervecerías, con la finalidad de comparar las contribuciones ambientales que faciliten la toma de decisiones o implementación de políticas sostenibles.

CAPÍTULO 2

2.1. CERVEZA

2.1.1. Definición de la cerveza

La cerveza es una bebida obtenida a través de tres fases: la primera es la formación de enzimas en el grano germinado, la segunda fase es la degradación del almidón en azúcar y la última fase es la fermentación del azúcar en alcohol y en CO₂ (dióxido de carbono) [4].

A partir de esta mezcla resultante, existen muchos tipos de cerveza que se podrían clasificar por diversos criterios; sin embargo, si se clasifica al producto por tipo de fermentación se tiene a las cervezas de fermentación baja “lager”, y a las cervezas de fermentación alta “ale”. Esta clasificación de cerveza se distingue en el uso de la temperatura utilizada en el proceso de fermentación [5].

Las principales materias primas utilizadas para la elaboración de la cerveza son: malta de cebada, adjuntos cerveceros (como arroz y maíz), levadura, agua y lúpulo.

2.1.2. Historia de la cerveza

Según los historiadores, la cerveza es uno de los productos más antiguos de la civilización ya que se cree que ya existía en Mesopotamia y Sumeria en el año 10.000 a.C. Sin embargo, la primera evidencia del producto como tal fue encontrada en una escritura del año 2.800 a.C. la cual describe la entrega de una porción diaria de cerveza y pan para los trabajadores en Mesopotamia y, en el año 1.760 a.C. ya existía el Código de Hamurabi en el que se establecían normas precisas para la fabricación y venta de cerveza [6].

Los hindúes y los chinos también elaboraban cerveza, así como las civilizaciones precolombinas de América que utilizaban maíz en lugar de cebada, algo similar sucedía en la antigua Britania en donde se elaboraba cerveza a base de trigo malteado [4].

En Europa, la cerveza era una bebida muy popular elaborada por las mujeres, como en todas las culturas primitivas y era considerado como un alimento esencial apodado como el ‘pan líquido’ por su alto contenido de nutrientes; en el siglo XIV se realiza el pase de la elaboración de cerveza casera a una fabricación industrial y elaborada en su mayoría por hombres, en esta época, se asienta la fabricación y el consumo monetario de esta bebida como un privilegio soberano [4].

El clima norte de Europa es frío y más propicio para el cultivo y conservación de la bebida, los países nórdicos como Alemania o Inglaterra favorecieron la producción y conservación de cerveza frente a la del vino, y estas regiones se convirtieron en renombradas productoras de cervezas [7].

La materia prima principal en la elaboración de la cerveza es la cebada, cuya existencia de este cereal se remonta a al año 3.000 a.C.; otro de los componentes en la elaboración de la cerveza es el lúpulo, este ingrediente fue añadido a la receta en la Edad Media cuando la vida urbana giraba en torno a la iglesia católica, las abadías, monasterios y conventos, estas agrupaciones fomentaban la elaboración, perfeccionamiento y popularidad sustituyendo una gran cantidad de hierbas por el lúpulo [7].

2.1.3. Cerveza en América Latina

La historia de la cerveza en América Latina se remonta hace más de 7.000 años atrás en México desde que los amerindios cultivaban maíz. Se desconoce la fecha exacta en la que comenzaron a fermentar este grano pero, en las cartas de viaje de Cristóbal Colón se documenta que los indígenas le ofrecieron al conquistador una bebida fermentada a base de maíz, ya que como en la historia europea, la cerveza era símbolo de tradición y elogio hacia los invitados [7].

De acuerdo con un sondeo realizado por el portal web Opina América Latina, el 35% de los encuestados prefieren a la cerveza sobre otras bebidas y, de la población ecuatoriana encuestada, el 46% de los usuarios seleccionaron a la cerveza como su bebida favorita [8].

En otro estudio elaborado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2015 América Latina y el Caribe consumió 2,2 litros de alcohol puro más que el promedio mundial. Los países que más consumen en la Región son Chile, Argentina y Venezuela mientras que el país con menos consumo es El Salvador. Ecuador ocupa el noveno lugar en este estudio [9].

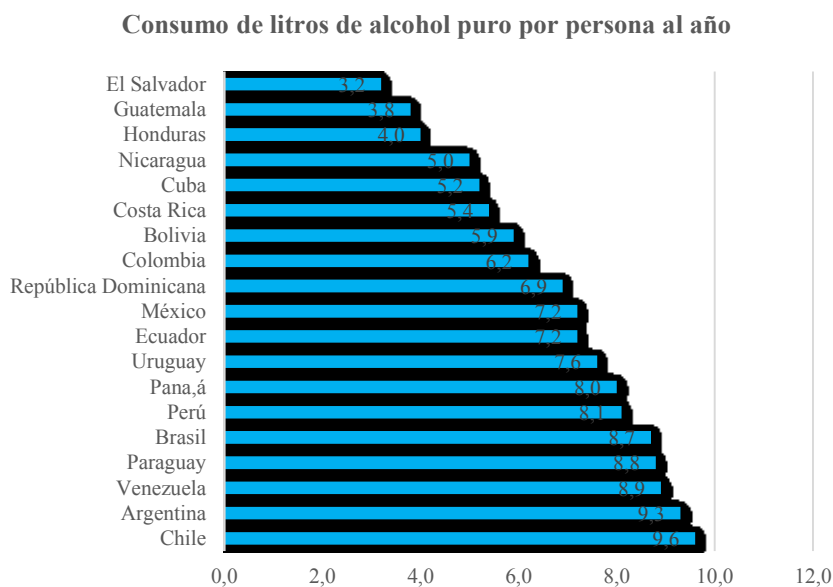


Figura 1 Consumo de litros de alcohol puro/cápita al año
Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS)
Elaborado por: Autor

La figura 1 muestra que el consumo de los ecuatorianos según estudio de la OMS es de 7,2 litros de alcohol puro per cápita al año.

2.1.4. Cerveza en el Ecuador

La cervecería más antigua en el Ecuador fue instalada en el Convento de San Francisco, en el Centro Histórico de Quito y fue fundada en el año 1566, con el paso de los años se instaló la primera empresa de fabricación de cervezas en Guayaquil en el año 1887. Desde entonces, la cerveza se ha convertido en la bebida predilecta entre los ecuatorianos [10].

Según la Superintendencia de Compañías y la Asociación Nacional de Cervecías del Ecuador, el consumo nacional de cerveza está dividido por la producción industrial y la producción artesanal. El consumo del mercado ecuatoriano con respecto a esta bebida está dividido en un 99,48% y 0,52% entre la producción industrial y artesanal respectivamente [11].

A nivel local, la provincia del Guayas es la que más consumo presenta según estudio del INEC en el 2014, con 278.367 familias consumidoras de esta bebida, seguido por la provincia que Pichincha y Manabí [12].

2.2. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

El Análisis del Ciclo de Vida (ACV), también conocido como análisis de la cuna a la tumba, es una herramienta de diseño y evaluación que investiga los impactos ambientales potenciales de un sistema de producto durante su ciclo de vida [13].

El ciclo de vida de un producto está comprendido por las etapas de un sistema de producto, desde la extracción y procesado de materias primas, producción, transporte y distribución, uso, reutilización y mantenimiento, reciclado y/o disposición final (ISO 14044:2006) [14].

El sistema de producto es la colección de procesos unitarios con flujos elementales (naturales) y flujos de producto (flujos económicos), que desempeñan uno o más

funciones definidas, y que modelan el ciclo de vida de un producto (ISO 14040:2006) [15].

En síntesis, el análisis de ciclo de vida es un balance ambiental [13] que examina los posibles puntos críticos de un proceso para la ejecución de medidas correctivas y opciones de mejora en el sistema de producto.

Las fases del análisis de ciclo de vida están comprendidas por cuatro fases: la definición del objetivo y alcance, el análisis de inventario, evaluación de impacto e interpretación (ISO 14040:2006) [15].

2.2.1. Definición del objetivo y alcance

La definición del objetivo establece la aplicación, las razones para llevar a cabo el estudio, a quién va dirigido el análisis, y la especificación de si los resultados del análisis en cuestión son aptos para ser comparado o compartidas con el público.

El alcance especifica los límites del estudio y especifica los procesos que serán considerados para el análisis de ciclo de vida, este alcance debe estar bien delimitado para asegurar que la amplitud, profundidad y si los detalles del estudio son compatibles y suficientes para alcanzar el objetivo (ISO 14040:2006) [15].

2.2.1.1. Unidad funcional

Es una medida cuantitativa en la cual está basado el sistema de un producto para su uso como unidad de referencia [15]. Esta unidad debe ser medible y comparable, en especial esta última cuando el estudio trata de comparar productos o materiales.

La finalidad de la unidad funcional es proporcionar una noción cuantitativa sobre el flujo de referencia de las entradas y salidas normalizadas que se encuentran descritos en el estudio de ciclo de vida del sistema [16].

2.2.1.2. Límites de sistema

Los límites del sistema especifican los procesos que se incluirán dentro del sistema del producto y con ello, la especificación del inventario a incluir y el aseguramiento de que los resultados finales estarán sujetos a la definición del alcance del análisis.

Los límites definidos en el sistema deben estar soportados bajo criterios razonables para el grado de confianza de los usuarios y audiencia a quien se dirige el estudio. Los límites de la evaluación deben estar acorde a la definición de objetivos sin perjudicar la razón de ser del estudio.

2.2.2. Análisis de inventario del Ciclo de Vida

El análisis de inventario inicia con el levantamiento y recolección de las entradas y salidas de los procesos, en este punto de la investigación, se detalla el procedimiento del cálculo que se utilizó para cuantificar y normalizar los datos obtenidos a la unidad funcional.

El levantamiento de inventario consiste en la cuantificación de energía, materias primas, químicos del proceso, emisiones al aire, desechos, descargas al agua, salidas (producto) y subproductos.

En este proceso, el análisis es continuo y es donde se aprende más acerca del sistema, límites y se verifica el cumplimiento de los objetivos antes definidos (ISO 14040:2006) [15].

2.2.3. Evaluación del Impacto de Ciclo de Vida

La evaluación de impacto recoge los datos del inventario y los agrupa por impactos ambientales potenciales, esta agrupación, facilitará la interpretación de los resultados y las conclusiones del proyecto.

La evaluación del impacto del ciclo de vida incluye la selección de categorías de impacto, clasificación y caracterización (ISO 1402:2000) [17].

2.2.3.1. Categorías de impacto

Las categorías de impacto son clasificaciones que representan las cuestiones ambientales de interés a las que se le pueden asignar los resultados del análisis de inventario del ciclo de vida (ISO 14040:2006) [15]. Los resultados por categoría proporcionan datos de relevancia en relación a las entradas y salidas del sistema del producto.

Algunos de las categorías de impacto utilizadas dependen del ámbito geográfico al que el estudio se encuentra referenciado, algunas categorías utilizadas están relacionadas al calentamiento global, agotamiento de ozono estratosférico, formación de oxidantes fotoquímicos, acidificación, enriquecimiento de nutrientes, efectos del agua de calor residual, eco toxicidad, toxicidad humana, ambiente de trabajo, olor, ruido, radiación, consumo de recursos, uso de suelo, residuos, efectos sobre los ecosistemas.

El resultado del cálculo por categoría de impacto implica la conversión de los datos del inventario de ciclo de vida en unidades comunes, utilizando un factor de caracterización y cuyo resultado es un indicador numérico expresado en emisiones de la caracterización (ISO 14044:2006) [15].

Agotamiento abiótico

El agotamiento abiótico se refiere al agotamiento de los recursos y con ello, el consumo de los recursos que podría conducir a la disminución de la disponibilidad de estos recursos para las generaciones futuras [18].

El consumo de recursos puede considerarse de diferentes ángulos, sin embargo la forma más común de categorizarlos puede ser según la lista Nórdica o Leiden, la cuales dividen los recursos materiales y los energéticos y, la lista predeterminada SETAC la cual divide los recursos en recursos bióticos y abióticos.

Otra característica común de las metodologías es utilizar un índice de escasez, teniendo en cuenta la oferta de los recursos [16].

Calentamiento Global

El calentamiento global, también conocido como “efecto invernadero”, es el aumento de la temperatura en la atmósfera inferior debido a la absorción de radiación infrarroja [18].

Los gases causantes del cambio climático son el dióxido de carbono, metano, clorofluorocarbonos, óxido nitroso y otros gases traza que absorben radiación infrarroja, así como otras sustancias como aerosoles formados a partir de SO₂; sin embargo, el CO₂ es mucho más eficaz en la absorción de radiación infrarroja [16].

Este efecto es considerado de importancia global, debido a que las emisiones generadas en cualquier lugar del mundo contribuyen al calentamiento global y, por ende, el aumento de temperatura en la atmósfera inferior a un nivel por encima de lo normal podría conducir a cambios climáticos que afectaría a grandes escalas [18].

La contribución del potencial de calentamiento global está definido como la relación entre el aumento de la absorción de infrarrojos causado por 1 kg de CO₂ [16].

Agotamiento de la Capa de Ozono

El agotamiento del ozono se refiere al adelgazamiento de la capa de ozono estratosférico dado por la entrada estratosférica de varias sustancias cloradas y bromadas, tales como CFC y halones que se descomponen bajo la influencia de la radiación UV.

La importancia del cuidado de la capa de ozono se debe a que esta capa filtra las radiaciones ultravioletas peligrosas provenientes del sol en un 99% [18]; por lo que el agotamiento de la capa de ozono es considerado como un efecto global y cuyos productos se encuentran regulados por el Protocolo de Montreal (PNUMA, 1987) [19].

La disminución de la capa de ozono conduce a impactos en los seres humanos y a organismos y ecosistemas naturales. Los potenciales de agotamiento de ozono de las sustancias relevantes están dados como equivalentes de CFC-11.

Oxidación Fotoquímica

La formación de ozono fotoquímico es causada por la degradación de compuestos orgánicos volátiles (COV) en presencia de luz y óxido de nitrógeno (NOx). "Smog" como impacto local y "ozono troposférico" como impacto regional [18]. Este último ha sido reconocido como un importante impacto ambiental a escala regional ya que es transfronterizo y puede ser producido o consumido durante el transporte a largas distancias.

El ozono fotoquímico tiene efectos en humanos a nivel de problemas respiratorios, irritación ocular, entre otros y en las plantas puede llegar a deteriorar la superficie de la hoja y finalmente toda la planta. El Potencial de creación de oxidantes fotoquímicas se expresa en kg equivalentes de etileno.

Acidificación

La acidificación es un efecto local y regional y es causada por liberaciones de protones en los ecosistemas terrestres o acuáticos. Los principales contaminantes acidificantes son SO₂, NO_x, HCl y NH₃. La sustancia de referencia es el SO₂ y su potencial para la formación de ácido [15].

En los ecosistemas terrestres se puede evidenciar a través del crecimiento ineficiente y o por la degradación de los bosques debido a la lluvia ácida por ejemplo, mientras que en los ecosistemas acuáticos se puede presentar por medio de lagos ácidos, claros y sin fauna.

Eutrofización

La eutrofización se considera como el enriquecimiento de los ecosistemas acuáticos con nutrientes que generan una mayor producción de plancton, algas y plantas acuáticas superiores, lo que conduce a que la calidad del agua se deteriore y que se reduzca el nivel de reutilización de un sistema acuático [18].

Cuando en los ecosistemas acuáticos existe un excesivo enriquecimiento de nutrientes, el oxígeno que se encuentra en el fondo se agota y los organismos que viven en el fondo se alejan o mueren.

2.2.4. Interpretación del Ciclo de Vida

La interpretación del ciclo de vida es donde se enlaza la información obtenida de los dos procesos anteriores (inventario y evaluación), los resultados que se presenten del proyecto deberá cubrir con el objetivo general y el alcance descrito.

Los resultados obtenidos por el estudio, pueden facilitar en la toma de decisiones para la audiencia específica y puede contribuir a la mejora de procesos según la finalidad de la

empresa o como contribución hacia fines generales según lo especificado en el objetivo de la evaluación.

2.3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE APLICACIÓN DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA EN LA CERVEZA.

A nivel global, se han realizado varios estudios que evalúan los impactos ambientales más importantes relacionados a la producción de cerveza, como el estudio de Cordella et al. (2008) realizado en una pequeña cervecería de Italia en donde se llevó a cabo el ACV de una cerveza tipo lager comparadas en dos presentaciones: barril retornable de acero inoxidable de 20 L y botella de cerveza no retornable de 33 cL. El alcance del estudio comprendió los procesos desde la adquisición de materiales y energía hasta la distribución, consumo y eliminación de residuos [20].

Los resultados del análisis de ciclo de vida concluyeron que las emisiones inorgánicas, el uso del suelo y los consumos de combustibles fósiles resultaron ser los problemas ambientales más críticos en ambos ciclos de vida de la cerveza; sin embargo, la cerveza envasada en 20 L de barril retornable de tiene una menor contribución ambiental a lo largo de su ciclo de vida que la cerveza envasada en vidrio no retornable debido a un mayor consumo energético asociado a las botellas de vidrio. Por otra parte, la fase de consumo de cerveza, la producción de botellas de vidrio y el cultivo de cebada se encontraron como las etapas críticas del ciclo de vida de la cerveza [20].

Otro estudio de Italia realizado por Cimini y Moresi (2016) determinó la huella de carbono de 1-hL de cerveza lager envasada en diferentes formatos (botellas de vidrio de 66-cL, botellas de vidrio de 33-cL en cartones o en racimos, latas de aluminio de 33-cL y barriles de acero de 30-L). La huella de carbono asociada a productos es básicamente el resultado de un ACV que considera únicamente la categoría de impacto calentamiento global. Se consideraron los procesos desde la extracción de materias primas hasta el traslado del producto empaquetado a los centros de distribución. Los resultados del

cálculo de la huella de carbono fluctuaron desde 25 kg de CO₂e hasta 74 kg de CO₂e de acuerdo a los diferentes formatos, siendo el barril de acero el que presenta la menor contribución y la botella de vidrio el material que más aporta a las emisiones de CO₂. Los autores concluyeron que la diversidad de resultados se debe a las contribuciones de los materiales de envasado y el transporte [21].

Koroneos et al. (2005), realizó un estudio de ACV de la producción de cerveza en Grecia considerando los procesos desde la adquisición de las materias primas hasta el consumo y la gestión de residuos. Las categorías de impacto más afectadas por la producción de cerveza son la toxicidad de la tierra, metales pesados, y la categoría de formación de smog. Entre las fases más representativas que contribuyen a la mayor parte de las emisiones son la producción de botellas, el empaque y la producción de cerveza [22].

El estudio realizado por Hospido et al. (2005), en el que analiza el impacto medio ambiental de la producción de cerveza, señala que aunque se ha comprobado que la producción de cervezas es responsable de una pequeña parte del comportamiento medioambiental del ciclo de vida de la cerveza, la producción y la fabricación de los elementos de embalaje, así como la recolección y el transporte de cereales son responsables para que las contribuciones ambientales aumenten. Entre sus resultados, la producción agrícola presenta la contribución más relevante perteneciente a la categoría de impacto de eutrofización debido a la fuga de compuestos ricos en nitrógeno y fósforo de los campos agrícolas, la producción de fertilizantes, etc. [23] Conclusión a la que Talve (2001) concuerda en su estudio de ACV básico de una cerveza tipo lager [24].

Eriksson et al. (2016) evaluó el ACV del whisky de malta sueco de una botella de 70 cl. Las actividades de producción de “botella y corcho” y “cebada y malta” presentaron contribuciones ambientales similares debido al uso de combustibles fósiles en la producción de botellas y el uso de diésel en la agricultura el cual contribuye a la categoría de impacto de calentamiento global. Las emisiones de SO₂ derivadas de la producción, transporte y cultivo de cebada contribuyen a la categoría de acidificación, mientras que la producción de cebada contribuye mayoritariamente a la categoría de eutrofización [25].

El estudio de Pascualino et al. (2011), evaluó la huella de carbono y consumo de energía de diferentes tipos de envase para agua, jugo y cerveza; considerando latas de aluminio, vidrio y HDPE como opciones para el envasado de cerveza. Los resultados mostraron que el HDPE presenta un menor impacto ambiental aunque esta presentación no es muy comercializada; por otra parte, los envases de vidrio y aluminio mostraron impactos similares, sin embargo, si se considera que el aluminio presenta un mayor índice de reutilización esta opción se convierte en la mejor para envase de cerveza [26].

Una de las finalidades de Análisis de Ciclo de vida es la posibilidad de comparar, en la medida de lo posible, diferentes productos tal como lo realizó Mattila et al. (2012), análisis que compara el ACV entre la producción de una botella de cerveza y una botella de vino. Los resultados en este estudio determinan en primera instancia que la producción de cerveza en promedio tiene un valor más alto de CF que el vino; sin embargo, el autor especifica que las diferencias entre estos dos productos no son significativas y que debe prestarse mayor atención en el análisis de incertidumbre, por ejemplo de las emisiones de N₂O, ya que podrían influir en el resultado final [27].

Los estudios anteriores de análisis de ciclo de vida de cerveza concuerdan que la mayor contribución ambiental está generada por el envase de botella de vidrio a diferencia de la cerveza envasada en barriles u otras formas de presentación y, que la fase de consumo, producción de cebada y transporte afectan en los resultados finales del ACV.

CAPÍTULO 3

3.1. OBJETIVO Y ALCANCE

3.1.1. Objetivos del ACV

- Cuantificar el impacto ambiental de la elaboración de una cerveza tipo lager envasada en una botella de 330 cm³ mediante la metodología del análisis de ciclo de vida.
- Identificar las fases y procesos de mayor contribución de impacto ambiental asociados a la producción y envasado de una cerveza lager.

3.2. ALCANCE DEL SISTEMA

3.2.1. Unidad funcional

La unidad funcional es “330 cm³ de cerveza lager elaborada y envasada en una botella no retornable”; lo cual supone que todos los datos de inventario y evaluación corresponden a la unidad de una botella con cerveza elaborada y envasada disponible para la distribución.

3.2.2. Límites del sistema

Los procesos que se consideran para el análisis de ciclo de vida son: producción de materias primas (cebada y arroz), maltería, cocción, fermentación, maduración, filtración y envasado tal como se muestra en la figura 2:

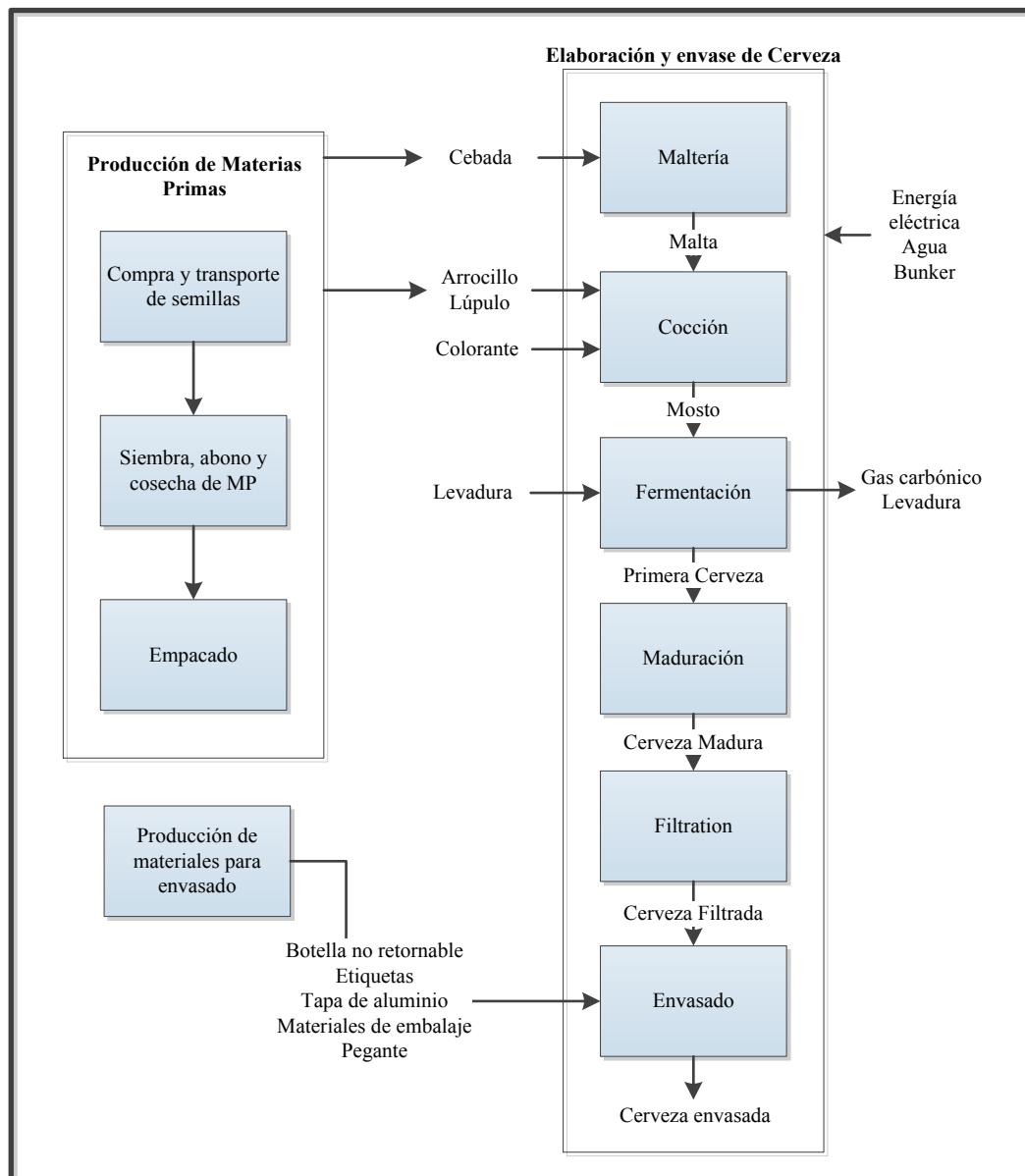


Figura 2 Límites del sistema de ACV

Fuente: Planta Guayaquil

Elaborado por: Autor

El análisis también incluye el inventario de materiales de limpieza y utilidades tales como agua potable, energía eléctrica y búnker, los cuales se encuentran presentes dentro de los procesos de elaboración y envasado de cerveza.

Dentro del análisis de ciclo de vida no se consideraron los co-productos resultantes de los procesos de elaboración de cerveza; así como el transporte de las materias primas a la cervecería; el ciclo de vida las maquinarias e infraestructura de la planta; los procesos de

distribución y consumo del producto terminado tales como refrigeración, dispensación, pérdidas por manipuleo luego de la producción, desplazamiento de los consumidores y el tratamiento de aguas residuales post-venta.

3.2.3. Descripción del proceso general de la elaboración de cerveza

El proceso de producción de cerveza abarca las etapas de maltería, cocción, fermentación, maduración, filtración y envasado tal como se muestra en la figura 3.



Figura 3 Proceso de la elaboración de cerveza

Fuente: Planta Guayaquil

Elaborado por: Autor

Los principales insumos para la elaboración de cerveza son: malta, arrozillo, lúpulo y agua, mientras que el proceso de envasado tiene como insumo principal las botellas, tapas y etiquetas.

Recepción de materias primas

Los granos de malta y arrozillo son receptados a granel y descargados en el pozo de acopio, para luego ser elevados mediante canguilones a los respectivos silos de almacenamiento.

Los granos recibidos pasan por un proceso de limpieza en donde la malta y los adjuntos son dosificados en los sistemas de limpieza y se extraen materiales extraños como granos partidos, piedras, ramas, u otros; para luego ser pesados y llevados a la molienda.

3.2.3.1. Maltería

El maltaje de cebada es el proceso por el cual los granos de cebada se convierten en malta por medio de la germinación controlada para que el grano tenga mayor concentración de azúcares fermentables y otros nutrientes.

El proceso inicia luego de que los granos de cebada han sido limpiados y pesados para luego ser almacenados en los silos por aproximadamente 160 días con ventilación, temperatura y humedad controlada.

Los granos de cebada (con humedad inicial del 12-13%) son sumergidos en un tanque con agua temperada y oxigenación; en este punto los granos de cebada alcanzan el 43-44% de humedad.

Posteriormente, inicia la etapa de germinación cuyo objetivo es permitir el desarrollo de enzimas. El proceso de germinación termina cuando el largo del acróspiro o tallo embrionario de la cebada es aproximadamente equivalente a las tres cuartas partes del largo del grano.

Los granos humedecidos son llevados a los contenedores de germinación o saladines en donde son sometidos a corrientes de aire de 12 a 16°C de temperatura y agua para mantener constante la humedad; los saladines disponen de agitadores que remueven los granos y evitan que cuando se formen las raicillas, se enreden. En esta etapa los granos de cebada toman el nombre de malta verde.



Figura 4 Malteado de Cebada
Fuente: Planta Guayaquil
Elaborado por: Autor

Mediante el secado y tostación se retira el agua absorbida por el grano en los procesos previos por medio de un flujo constante de aire seco desde los 60°C hasta los 85°C reduciendo el porcentaje de humedad en el grano hasta el 5% y desgerminando el grano, lo que favorece la conservación del mismo.

Las raicillas formadas en la geminación son extraídas por medio de frotación en zarandas las cuales son vendidas como insumos agrícolas a terceros para alimentación de animales. La malta ya procesada tiene un aspecto dorado, seco, y frágil.

3.2.3.2. Cocción

Molienda

El proceso de producción del mosto inicia cuando la malta y los adjuntos son enviados a la molienda para ser triturados y reducir su tamaño. El producto de este proceso es la harina resultante o sémola y el desprendimiento de la cascarilla de la malta.

La malta pasa por un proceso de tamizado en el que se selecciona las partículas de acuerdo al tamaño del tamiz y la harina que ha pasado a través del tamiz es direccionada a la olla de cereales. El arroz triturado pasa directamente a la olla de crudos.

El objetivo de la molienda, es permitir el aumento de la superficie de contacto de la sémola o harina con el agua para facilitar la digestión del almidón del modo más rápido y eficiente posible, lo cual se traduce en un aumento del rendimiento del extracto [5].

Maceración

En la olla de crudos, el arrocillo y una porción de la harina de malta de entre el 8 al 15% es calentado con agua hasta obtener una mezcla uniforme. El resto de la harina tamizada es pasada a la olla de mezclas en donde se añade agua y se prepara para mezclarse con el contenido de la olla de crudos, una vez homogenizado el contenido, los almidones de dichos granos se convierten en azúcar dando como resultado un líquido azucarado.

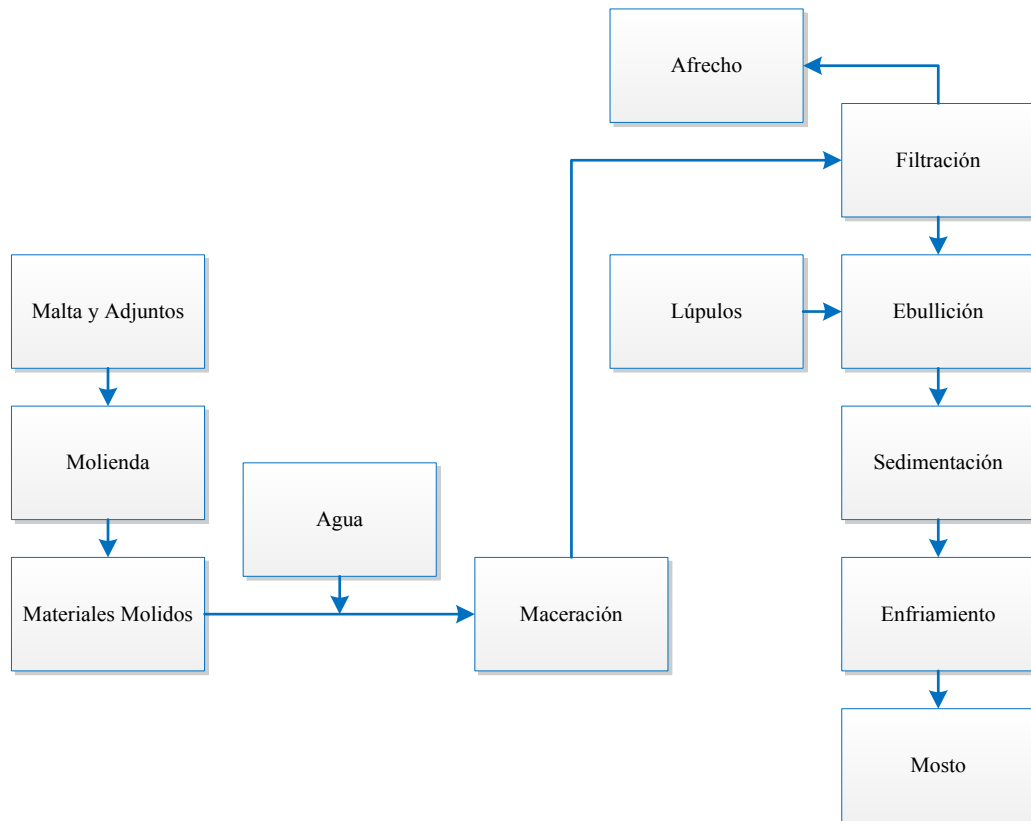


Figura 5 Elaboración del mosto
Fuente: Manual de buenas prácticas [5]
Elaborado por: Autor

Filtración del mosto

El líquido azucarado es pasado a través de un filtro prensa en las cuales se inyecta agua des-alcalinizada para facilitar el prensado de la mezcla y retirar material orgánico presente. En este proceso se separan los sólidos o bagazo presentes del mosto cervecero obteniendo un líquido azucarado denominado mosto.

La mayor parte de los sólidos lo conforman la cáscara o afrecho húmedo de la malta que es direccionado al secador para luego venderlos como alimento para animales.

Cocción

El mosto filtrado es llevado a ebullición en la caldera de cocción en donde se destruyen los microorganismos y se desactivan las enzimas. El mosto contiene básicamente

azúcares y dextrinas, proteínas, vitaminas, minerales, melanoidinas (color), ácidos grasos y ácidos alfa.

En esta etapa se agrega el lúpulo en donde el mosto adquiere sus amargos y el olor característico.

Clarificación

El mosto cocinado es dejado en reposo en el tanque de sedimentación para que las sustancias que se hayan formado en el proceso de cocción se aglutinen en el fondo y se retenga el precipitado proteínico, consiguiendo la clarificación del mosto.

Enfriamiento de mosto

Una vez clarificado el mosto y libre de material en suspensión, se procede a bombear el líquido clarificado al tanque de fermentación pasando primero por un intercambiador de calor hasta bajar la temperatura del líquido hasta los 10 °C; y se añade aire estéril mediante un sistema de inyección para agregar oxígeno al mosto.

3.2.3.3. Fermentación

Una vez enfriado el mosto cocinado, se añaden las levaduras para la multiplicación celular y se deja reposar la mezcla en un tanque a 12 °C durante 7 días aproximadamente, permitiendo que el metabolismo de las levaduras cambie de respiración aerobia inicial a la fase de respiración anaerobia en donde los azúcares del mosto (glucosa) se transforman en alcohol (etanol) y gas carbónico (dióxido de carbono). El resultado de esta fase es un líquido que se denomina cerveza no madura.

El gas carbónico y la levadura formada en exceso en este proceso pueden ser extraídos y reutilizada en otros procesos. El gas carbónico es enviado a la planta de tratamiento de gas y la levadura es enviada al secador.

3.2.3.4. Maduración

La cerveza producida es transferida a los tanques de maduración para reposo de aproximadamente 20-28 días, con temperaturas cerca de los 0°C, logrando una estabilización química y un enfriamiento del sabor. La finalidad del reposo es la decantación de las levaduras aun presentes en la cerveza.

3.2.3.5. Filtración

Este proceso consiste en retirar las levaduras por medio de un sistema capilar que retenga la mayor cantidad de materias insolubles aún en suspensión como levaduras y proteínas presentes en la cerveza para que la cerveza consiga el brillo y transparencia característica.

En la planta, se puede realizar el proceso de filtración mediante velas utilizando tierra diatomácea (el cual es el proceso más antiguo para la elaboración de cerveza) o, el filtrado de membrana, proceso que permite ahorrar energía en una cuantía aproximada de 10,000 MJ por hectolitro producido.

La cerveza filtrada es enviada a los tanques de gobierno o BBTs (Bright Beer Tanks) para ser analizada por los sistemas de control de calidad. Durante este proceso, se ajusta el contenido de CO₂ (inyección de CO₂ recuperado del proceso anterior), la concentración de la cerveza (mediante dilución con agua cervecera des-oxigenada), y su estabilidad coloidal (tratamiento con sílices o PVPP) para darle la adecuada vida de anaquel.

Pasteurizado

La cerveza filtrada es enviada a un Pasteurizador Flash con la finalidad de que la cerveza se pueda conservar hasta el consumo. La pasteurización consiste en calentar la cerveza de 72 - 85°C por un intervalo de 15 a 40 segundos previo al envasado.

Una vez que la cerveza cumple con todos los parámetros establecidos, es enviada a las líneas de envase para que el producto sea embotellado, enlatado, embarrilado o colocado en auto-tanques. Para fines del análisis de ciclo de vida de este estudio se considerará sólo el embotellado de cerveza en envases no retornables.

3.2.3.6. Envasado

Para el envasado de botellas no retornables, el proceso inicia con el despaletizado del vidrio nuevo. Como la recepción de estas botellas proveniente del fabricante son casi estériles y sin etiquetas, las botellas receptadas pasan por un proceso rápido de limpieza por soplado de aire comprimido estéril y un baño de agua estéril.



*Figura 6 Proceso de envasado de cerveza
Fuente: Planta Guayaquil
Elaborado por: Autor*

Las botellas en buen estado son transportadas por tuberías hacia la línea de envasado para ser llenadas con el producto pasteurizado y frío y selladas con tapas metálicas previamente esterilizadas mediante rayos UV.

Las botellas con cerveza pasan por un filtro de calidad antes de ser etiquetadas y el proceso culmina con el producto envasado que regresa a los pallets para su posterior agrupación según las distintas presentaciones para la venta y almacenamiento. La cervecería en estudio vende sus productos hacia un tercero, el mismo que es responsable de la etapa de distribución de las botellas hacia los respectivos puntos de venta.

3.2.4. Requerimiento de calidad de datos

Los análisis y resultados que se muestran en este estudio corresponden específicamente a la producción industrial de una empresa cervecera líder en el mercado ecuatoriano y, por lo tanto, los cálculos se referencian específicamente a los procedimientos específicos para la planta en Guayaquil.

El tiempo referencial utilizado para el análisis de ciclo de vida comprende el periodo de marzo del 2015 a abril del 2016, periodo en el cual la empresa subsidiaria acostumbra a trabajar.

CAPÍTULO 4

4.1. ANÁLISIS DE INVENTARIO DE CICLO DE VIDA

Para la determinación del inventario por procesos del análisis de ciclo de vida fue necesario el levantamiento y requerimiento de información a la empresa en estudio para cuantificar el flujo de materiales y emisiones del sistema, tomando como referencia el diagrama de los límites del sistema presentado en la figura 2 del capítulo 3, en donde se especifican los procesos que incluye el sistema de producto “Cradle-to-Gate”.

Para determinar las entradas y salidas de las materias primas se utilizó las bases de datos del sistema Ecoinvent [28], debido a que algunas de las materias primas utilizadas en la receta son importadas tal como se muestra en la tabla 1 a continuación:

Tabla 1 Origen de los insumos generales

PAÍS	DESCRIPCIÓN
Argentina	Malta Scarlett HF
Colombia	Malta Scarlett MF
Argentina	Malta MF
Colombia	Malta HF
Chile	Malta Nacional Copeland
Colombia	Color Para Cerveza
Colombia	Sulfato Zinc USP Grado Alimenticio
Usa	Lúpulo Extracto Al 50 %
Alemania	Lúpulo Pellets T90
Brasil	Hydrogel
Colombia	Pegante Henkel

Fuente: Planta Guayaquil

Elaborado por: Autor

Luego de la recopilación de datos de materias primas e insumos del proceso, se realizó la validación y balance de masas de las materias por procesos y se referenció el flujo de entradas y salidas a la unidad funcional cuyo producto final procesado y terminado incluye una pieza completa con botella, cerveza envasada, tapa, etiquetas y la envoltura que se utilizaría en la distribución, en proporción a la unidad de una botella.

4.1.1. Descripción de los datos de inventario

En esta etapa del procedimiento de ACV, todas las entradas como insumos y materiales, así como la energía, utilidades y materiales de limpieza del maltaje de cebada, cocción, fermentación, maduración, filtración y envasado fueron recolectadas como se muestra a continuación.

Las entradas y salidas fueron cuantificadas en kilogramos por litros, la electricidad en kilovatio hora y el calor fue expresado en Mega Jules.

Maltaje de Cebada

Los tipos e materiales para el maltaje de cebada se han considerado a partir de las bases de datos Ecoinvent y las cantidades de materiales en el proceso fueron basados en el estudio de la huella de carbono de una cervecería belga, sin embargo, la energía eléctrica seleccionada en las bases de datos corresponden a un estudio de Electricidad en Ecuador por Ramírez et al. [29] para reflejar, en la medida de lo posible, las condiciones de Guayaquil.

La tabla 2 muestra el detalle del inventario del proceso mencionado.

Tabla 2 Inventario del maltaje de cebada en base a 0,10 kg de malta

DETALLE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Materiales/Combustibles			
	Granos de Cebada	493333333,3	kg
Electricidad/Calor			
	Energía Eléctrica	66000000	kWh
	Gas Natural	1160561438	MJ

Fuente: The Climate Conservacy [30]

Elaborado por: Autor

El resultado de este proceso es un grano de cebada germinado denominado malta, el cual es insumo principal de la siguiente fase.

Cocción

La etapa de cocción incluye el inventario de materias primas, agua, calor, materiales para la limpieza de equipos y electricidad. Como se especifica en detalle en el capítulo 3, la fase de cocción incluye los procesos e molienda, maceración, filtración, ebullición, sedimentación y enfriamiento. Los materiales de la fase de cocción se muestran en la tabla 3.

Tabla 3 Inventario de cocción en base a 0,60 kg de mosto

DETALLE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Materiales/Combustibles			
Receta	Malta	0,100352	kg
Receta	Arroz	0,03953	kg
Receta	Agua cervecera	0,405509	kg
Concentrados	Ácido fosfórico grado alimenticio	0,000143	kg
Concentrados	Cloruro de calcio	0,000269	kg
Receta	Agua des alcalinizada	0,315959	kg
Receta	Lúpulo	0,00031	kg
Concentrados	Color para cerveza	0,000124	kg
Concentrados	Sulfato zinc usp grado alimenticio	0,000001	kg
Otros	Meta silicato de sodio	0,000025	kg
Otros	Hexametafosfato de sodio	0,000012	kg
CIP	Sosa cáustica	0,000217	kg
CIP	Ácido nítrico	0,000014	kg
Utilidades	Agua potable	0,01328	kg
Electricidad/Calor			
Utilidades	Energía Eléctrica	0,007048	kWh
Utilidades	Búnker	0,389669	MJ

Fuente: Planta Guayaquil

Elaborado por: Autor

El resultado de este proceso es un líquido azucarado denominado mosto el cual contiene agua, extracto de malta y adjuntos, sales, minerales, etc.

Fermentación

En la fermentación se consideró los materiales e insumo que forman parte de la receta, tales como sales para la cerveza, insumos de limpieza (Clean In Place, CIP) y utilidades como el agua potable y energía eléctrica mostrados en la tabla 4.

Tabla 4 Inventario de fermentación en base a 0,55 kg de primera cerveza

DETALLE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Materiales/Combustibles			
Receta	Mosto	0,607072	kg
Receta	Levadura	0,000141	kg
Otros	Hipoclorito de sodio	0,000007	kg
CIP	Sosa cáustica	0,000936	kg
CIP	Rimazon oxo	0,000011	kg
CIP	Rimazon sauer	0,000012	kg
CIP	Ácido para cético	0,000002	kg
CIP	Detergente alcalino clorado	0,000006	kg
CIP	Ácido nítrico	0,000007	kg
Utilidades	Agua potable	0,000713	kg
Electricidad/Calor			
Utilidades	Energía Eléctrica	0,007159	kWh

Fuente: Planta Guayaquil

Elaborado por: Autor

El resultado del proceso es conocido como primera cerveza, la cual es una cerveza que contiene el olor y amargor característico.

Maduración

La maduración consiste en la guarda o reposo de la primera cerveza. El resultado de este proceso es la cerveza cocinada lista para ser filtrada en el siguiente proceso. La tabla 5 presenta el ICV del proceso.

Tabla 5 Inventario de la maduración en base a 0,52 kg de cerveza madura

DETALLE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Materiales/Combustibles			
Receta	Primera cerveza	0,555036	kg
Estabilizador	Gel de sílice	0,000758	kg
CIP	Ácido nítrico	0,000083	kg
CIP	Sosa cáustica	0,00104	kg
CIP	Ácido para cético	0,000002	kg
CIP	Rimazon oxo	0,000011	kg
CIP	Rimazon sauer	0,000011	kg
CIP	Hipoclorito de sodio	0,000008	kg
Utilidades	Agua potable	0,000832	kg
Electricidad/Calor			

Utilidades	Energía Eléctrica	0,007415	kWh
Salidas Evitadas			
Reutilizable	CO2	0,027736	kg
Reutilizable	Levadura	0,000002	kg

Fuente: Planta Guayaquil

Elaborado por: Autor

Las salidas a la tecnosfera están conformados por el CO2 y la levadura, los cuales se pueden formar en exceso en este proceso y este exceso es retirada y reutilizada en otros procesos. Este estudio considera que en este lote de cocción se ha comprado y utilizado los insumos sin ser provenientes de otro proceso (reutilización).

Filtración

Este proceso consiste en retirar todos los sedimentos decantados provenientes del proceso de maduración o guarda. Los materiales más importantes de este proceso son los equipos de la planta como los sistemas de filtración (no incluidos en este ACV), agua potable, búnker por el pasteurizado y la energía eléctrica. El resultado de este proceso es una cerveza fría y clarificada, libre de sedimentos.

Tabla 6 Inventario de la fermentación en base a 0,35 kg de cerveza filtrada

DETALLE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Materiales/Combustibles			
Receta	Cerveza madura	0,526744	kg
CIP	Ácido nítrico	0,000041	kg
CIP	Sosa cáustica	0,000527	kg
CIP	Trimetaduo	0,000017	kg
CIP	Ácido para cético	0,000013	kg
CIP	Divosan OHDG	0,000034	kg
CIP	Hipoclorito de sodio	0,000003	kg
Utilidades	Agua potable	0,003909	kg
Electricidad/Calor			
Utilidades	Búnker	0,036494	MJ
Utilidades	Energía Eléctrica	0,008989	kWh

Fuente: Planta Guayaquil

Elaborado por: Autor

Envasado

El inventario del envasado considera la entrada del proceso anterior (cerveza filtrada) y la adquisición de materiales para el empaqueo tales como botellas, tapas, etiquetas y envolturas.

La cuantificación de los materiales de empaque en el sistema fue ingresado en unidades de kilogramos por pieza, considerando además un porcentaje de pérdida o merma resultante de productos defectuosos.

Tabla 7 Inventario de la fermentación en base a 0,33 kg de cerveza envasada

DETALLE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Materiales/Combustibles			
Receta	Cerveza filtrada	0,35	kg
No retornable	Botella verde de 330cc	0,204221	kg
Materiales de empaque	Tapa de aluminio	0,001768	kg
Materiales de empaque	Etiquetas	0,000631	kg
Materiales de empaque	Envolturas	0,00013	kg
Utilidades	Agua potable	0,476248	kg
Materiales de empaque	Pegante Henkel	0,000287	kg
Materiales de empaque	Lubricante semiseco Dryexx	0,000041	kg
CIP	P3-alcodes	0,000003	kg
CIP	Desinfectante vortex ES	0,000003	kg
CIP	Rimazon oxo	0,00001	kg
CIP	Rimazon sauer	0,00001	kg
CIP	Biocida dantobrom rw	0,0000004	kg
CIP	Oxiona active	0,000038	kg
CIP	Desinfectante topax 66	0,000081	kg
CIP	Desinfectante topax 58	0,000007	kg
CIP	Ac55-5	0,000021	kg
CIP	Inhibidor de corrosión wes 7611 p	0,00005	kg
Electricidad/Calor			
Utilidades	Búnker	0,357196	MJ
Utilidades	Energía eléctrica	0,060722	kWh
Residuos de tratamiento			
	Agua para tratamiento	0,424810394	kg

	Envase nr 330cc twist off	0,00952083	kg
	Tapa aluminio twist off	0,00001750	kg
	Etiquetas	0,00000625	kg

Fuente: Planta Guayaquil

Elaborado por: Autor

El resultado de este proceso es una pieza de producto que contiene botella de vidrio no retornable, cerveza con contenido de 330 cc., tapa de aluminio, etiquetas y envolturas para el consumo.

Cabe destacar que todos los datos expuestos en el análisis de inventario de ciclo de vida del proyecto se encuentran especificados de acuerdo al tipo de cerveza lager en la que se analiza en este estudio y su unidad funcional.

4.1.2. Fuentes de datos utilizadas

Cada uno de los materiales e insumos provenientes de los distintos procesos de la elaboración y envasado de cerveza fueron asignados a un ítem proveniente de las distintas bases de datos del software SimaPro 8.0.4.30 [31] que refleja lo más cercano a las condiciones de la planta en Guayaquil.

Las fuentes de bases de datos utilizadas en este análisis se detallan a continuación desde la tabla 8 hasta la tabla 13.

Tabla 8 Fuente de datos para el maltaje de cebada

DESCRIPCIÓN	NOMBRE DE ÍTEM UTILIZADO	FUENTE
Materiales/Combustibles		
Granos de Cebada	Barley grain {GLO} market for Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Electricidad/Calor		
Energía Eléctrica	Electricity, at supply, 2012 average loss	Electricity Ecuador
Gas Natural	Heat, natural gas, at industrial furnace >100kW/RER U	Ecoinvent unit processes

Fuente: Ecoinvent 3- allocation, Electricity Ecuador, Ecoinvent unit processes,

Elaborado por: Autor

Tabla 9 Fuente de datos para la cocción

DESCRIPCIÓN	NOMBRE DE ÍTEM UTILIZADO	FUENTE
Materiales/Combustibles		
Malta	Malta	Electricity Ecuador
Arroz	Rice {GLO} market for Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Agua cervecera	Tap water {CA-QC} market for Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Ácido fosfórico grado alimenticio	Phosphoric acid, industrial grade, 85% in H ₂ O, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Cloruro de calcio	Calcium chloride, CaCl ₂ , at regional storage/CH U	Ecoinvent unit processes
Agua des alcalinizada	Water, completely softened, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Lúpulo	Celery {GLO} market for Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Color para cerveza	Chemicals inorganic, at plant/GLO U	Ecoinvent unit processes
Sulfato zinc usp grado alimenticio	Chemicals inorganic, at plant/GLO U	Ecoinvent unit processes
Meta silicato de sodio	Sodium silicate, without water, in 48% solution state {GLO} market for Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Hexametafosfato de sodio	Sodium phosphate {GLO} market for Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Sosa cáustica	Sodium hydroxide, 50% in H ₂ O, production mix, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Ácido nítrico	Nitric acid, 50% in H ₂ O, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Agua potable	Tap water, at user/ECUADOR U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Electricidad/Calor		
Energía Eléctrica	Electricity, at supply, 2012 average loss	Electricity Ecuador
Búnker	Heavy fuel oil, burned in industrial furnace 1MW, non-modulating/RER U	Ecoinvent unit processes

Fuente: Electricity Ecuador, Ecoinvent 3- allocation, Ecoinvent unit processes

Elaborado por: Autor

Tabla 10 Fuente de datos para la fermentación

DESCRIPCIÓN	NOMBRE DE ÍTEM UTILIZADO	FUENTE
Materiales/Combustibles		
Mosto	Mosto	Electricity Ecuador
Levadura	Fodder yeast {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3 - allocation, recycled content - unit
Hipoclorito de sodio	Sodium hypochlorite, 15% in H2O, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Sosa cáustica	Sodium hydroxide, 50% in H2O, production mix, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Rimazon oxo	Sodium chloride, powder {GLO} market for Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Rimazon sauer	Chlorine dioxide {GLO} market for Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Ácido para cético	Benzoic acid {GLO} market for Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Detergente alcalino clorado	Sodium hypochlorite, 15% in H2O, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Ácido nítrico	Nitric acid, 50% in H2O, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Agua potable	Tap water, at user/ECUADOR U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Electricidad/Calor		
Energía Eléctrica	Electricity, at supply, 2012 average loss	Electricity Ecuador

Fuente: Electricity Ecuador, Ecoinvent 3- allocation, Ecoinvent unit processes

Elaborado por: Autor

Tabla 11 Fuente de datos para la maduración

DESCRIPCIÓN	NOMBRE DE ÍTEM UTILIZADO	FUENTE
Materiales/Combustibles		
Primera cerveza	Primera cerveza	Electricity Ecuador
Gel de sílice	Silica sand {GLO} market for Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Ácido nítrico	Nitric acid, 50% in H2O, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Sosa cáustica	Sodium hydroxide, 50% in H2O, production mix, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Ácido para cético	Benzoic acid {GLO} market for Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Rimazon oxo	Sodium chloride, powder {GLO} market for Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Rimazon sauer	Chlorine dioxide {GLO} market for Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Hipoclorito de sodio	Sodium hypochlorite, 15% in H2O, at plant/RER S	Ecoinvent system processes
Agua potable	Tap water, at user/ECUADOR U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Electricidad/Calor		
Energía Eléctrica	Electricity, at SNI, 2012, average loss	Electricity Ecuador
Salidas		
CO2	Carbon dioxide, liquid {RER} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Levadura	Fodder yeast {GLO} market for Alloc Rec, U	Ecoinvent 3 - allocation, recycled content - unit

Fuente: Electricity Ecuador, Ecoinvent 3- allocation, Ecoinvent unit processes

Elaborado por: Autor

Tabla 12 Fuente de datos para la filtración

DESCRIPCIÓN	NOMBRE DE ÍTEM UTILIZADO	FUENTE
Materiales/Combustibles		
Cerveza madura	Cerveza madura	Electricity Ecuador
Ácido nítrico	Nitric acid, 50% in H2O, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Sosa cáustica	Sodium hydroxide, 50% in H2O, membrane cell, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Trimetaduo	Phosphoric acid, industrial grade, 85% in H2O, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Ácido para cético	Benzoic acid {GLO} market for Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Divosan OHD G	Nitric acid, 50% in H2O, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Hipoclorito de sodio	Sodium hypochlorite, 15% in H2O, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Agua potable	Tap water, at user/ECUADOR U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Electricidad/Calor		
Energía Eléctrica	Electricity, at supply, 2012 average loss	Electricity Ecuador
Búnker	Heavy fuel oil, burned in industrial furnace 1MW, non-modulating/RER U	Ecoinvent unit processes

Fuente: Electricity Ecuador, Ecoinvent unit processes, Ecoinvent 3- allocation

Elaborado por: Autor

Tabla 13 Fuente de datos para el envasado

DESCRIPCIÓN	NOMBRE DE ÍTEM UTILIZADO	FUENTE
Materiales/Combustibles		
Cerveza filtrada	Cerveza filtrada	Electricity Ecuador
Botella verde de 330cc	Packaging glass, green {GLO} market for Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Tapa de aluminio	Aluminium, primary, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Etiquetas	Linerboard {CA-QC} linerboard production, kraftliner Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Envolturas	Packaging film, low density polyethylene {RER} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit

Agua potable	Tap water, at user/ECUADOR U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Pegante Henkel	Butene, mixed {GLO} market for Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Lubricante semiseco Dryexx	Lubricating oil {RER} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
P3-alcodes	Ethanol from ethylene, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Desinfectante vortex ES	Hydrogen peroxide, 50% in H2O, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Rimazon oxo	Sodium chloride, powder {GLO} market for Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Rimazon sauer	Chlorine dioxide {GLO} market for Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Biocida dantobrom rw	Iodine {RER} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Oxiona active	Hydrogen peroxide, 50% in H2O, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Desinfectante topax 66	Sodium hydroxide, 50% in H2O, production mix, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Desinfectante topax 58	Sodium hypochlorite, 15% in H2O, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Ac55-5	Nitric acid, 50% in H2O, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes
Inhibidor de corrosión wcs 7611 p	Sodium phosphate {GLO} market for Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit
Electricidad/Calor		
Búnker	Heavy fuel oil, burned in industrial furnace 1MW, non-modulating/CH U	Ecoinvent unit processes
Energía eléctrica	Electricity, at supply, 2012 average loss	Electricity Ecuador

Fuente: Electricity Ecuador, Ecoinvent 3- allocation, Ecoinvent unit processes

Elaborado por: Autor

CAPÍTULO 5

5.1. EVALUACIÓN DE IMPACTO DE CICLO DE VIDA

La fase de evaluación del impacto de ciclo de vida (EICV), evaluará la magnitud de los impactos ambientales seleccionados, a partir del inventario de ciclo de vida (ICV) mostrado en el capítulo 4.

Lo que se presentará a continuación, en resumen, es la selección de categorías de impacto asociadas a la elaboración de cerveza, asignación del ICV a categorías ambientales específicas e indicadores de categoría y los resultados de los principales impactos asociados al producto.

5.1.1. Selección de categorías de impacto

Las categorías de impacto seleccionadas en este estudio fueron escogidas de manera que los resultados expresaran las categorías de interés asociadas al inventario de ciclo de vida de la cerveza. Las categorías de impacto seleccionadas en este análisis son: agotamiento abiótico, agotamiento abiótico (combustibles fósiles), calentamiento global (GW100a), agotamiento de la capa de ozono (PAO), oxidación fotoquímica, acidificación y eutrofización.

Para la selección, asignación y cálculo de flujos se utilizó el software SimaPro 8.0.4.30 y, la evaluación de impacto se realizó de acuerdo al método CML-IA baseline V3.02 / EU25. La tabla 14 muestra las categorías de impacto y los factores de caracterización que utiliza el software mencionado.

Tabla 14 Factores de caracterización y unidades de impacto

Categoría de Impacto	Factor de Caracterización	Unidad de Indicador
Agotamiento Abiótico	Potencial de Agotamiento Abiótico	kg Sb eq
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	Potencial de Agotamiento Abiótico por Combustibles Fósiles	MJ
Calentamiento Global (GWP100a)	Potencial de Calentamiento Global	kg CO2 eq
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	Potencial de Agotamiento del Ozono	kg CFC-11 eq
Oxidación Fotoquímica	Potencial de creación de Oxidantes Fotoquímicas	kg C2H4 eq
Acidificación	Potencial de Acidificación	kg SO2 eq
Eutrofización	Eutrofización	kg PO4--- eq

Fuente: CML-IA, versión 3.02

Elaboración: Autor

Las categorías de impacto precisan de una cuantificación numérica a través de un indicador de categoría, tal como se muestra en la tabla 14. La suma de diferentes contribuciones ambientales para una misma categoría se hará en la unidad del indicador de la categoría [32]. Para ello es necesario el uso de modelos o sistemas informáticos que faciliten la cuantificación de los mismos.

5.1.2. Resultados de la caracterización por categoría de impacto

5.1.2.1. Resultados de la caracterización global del ACV

En la tabla 15 se muestran los resultados de caracterización, de acuerdo a las categorías de impacto seleccionadas para el presente estudio, sobre todos los procesos contemplados en este estudio desde las fases desde la extracción de materias primas hasta el envasado del producto.

Tabla 15 Resultados de caracterización global del ACV

Categoría de impacto	Unidad	Total
Agotamiento Abiótico	kg Sb eq	8,30071E-07
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	MJ	4,248911658
Calentamiento Global (GWP100a)	kg CO2 eq	0,502121127
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	kg CFC-11 eq	5,16558E-08
Oxidación Fotoquímica	kg C2H4 eq	0,000151586
Acidificación	kg SO2 eq	0,003816896
Eutrofización	kg PO4--- eq	0,001669137

Fuente: CML-IA, versión 3.02

Elaboración: Autor

La figura número 7 muestra los resultados consolidados sobre las categorías de impacto por procesos para la elaboración y envase de cerveza de 330 cm³.

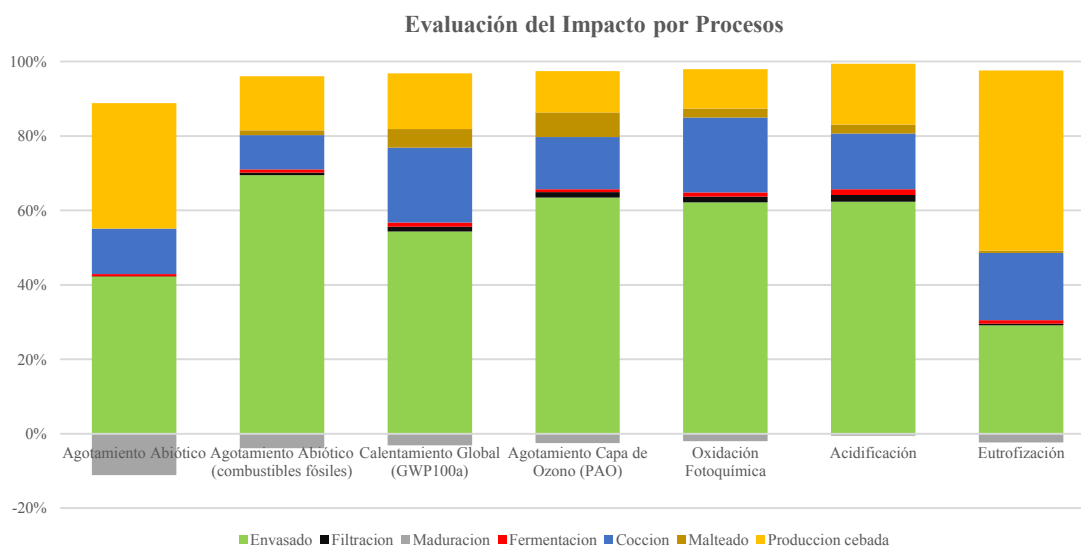


Figura 7 Resultados de la contribución de impactos por procesos

Fuente: Planta Guayaquil

Elaborado por: Autor

Los tres procesos con mayor contribución hacia todas las categorías de impacto es el proceso de envasado con aportaciones porcentuales del 30,55% al 75,38% en las categorías de eutrofización y agotamiento abiótico por combustibles fósiles, respectivamente; el proceso que le sigue es el de producción de cebada con contribuciones desde el 11,02% al 50,84% en las categorías de oxidación fotoquímica y eutrofización, respectivamente y; el proceso de cocción con distribución del 10,01% al 21,50% en agotamiento abiótico por combustibles fósiles y calentamiento global, respectivamente.

El proceso de malteado contribuye a las categorías de impacto del 0,00% al 10,00% en agotamiento de la capa de ozono y agotamiento abiótico, respectivamente; el proceso de filtración contribuye del 0,01% al 1,10% en agotamiento abiótico y acidificación, respectivamente; el proceso de fermentación contribuye del 0,80% al 1,55% en las categorías de agotamiento abiótico y acidificación, respectivamente; mientras que el proceso de maduración presenta contribuciones negativas del -14,34% al -0,55% en las categorías de agotamiento abiótico y acidificación.

El proceso con menor contribución a las categorías de impacto, y con aportaciones negativas es la maduración, debido a que las salidas del proceso pueden ser reutilizadas, reduciendo el material de entradas para los próximos procesos.

5.1.2.1.1. Análisis de contribución para el indicador de impacto Agotamiento Abiótico

En la figura 8 se presenta la contribución de los materiales que aportaron en la categoría de agotamiento abiótico durante el proceso de elaboración y envase de cerveza.

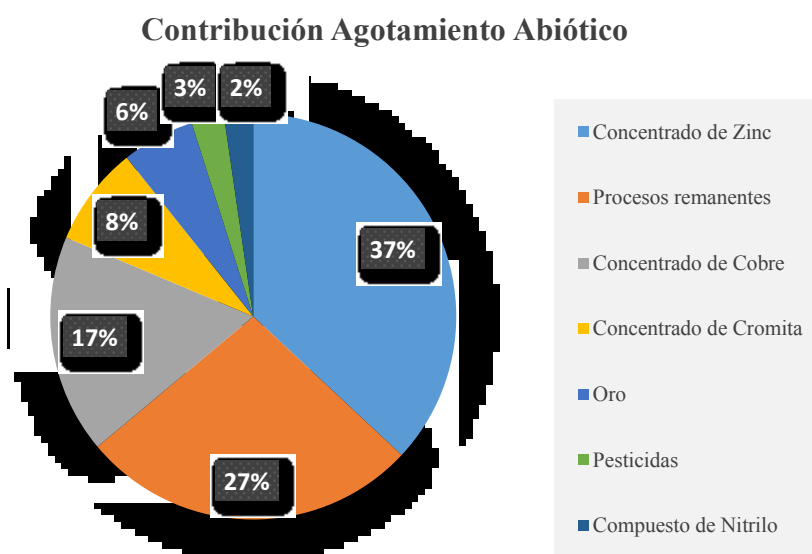


Figura 8 Análisis por contribución de la categoría: agotamiento abiótico del ACV

Fuente: CML-IA, versión 3.02

Elaborado por: Autor

Las contribuciones a este impacto están representadas mayoritariamente por el concentrado de zinc en un 37% el cual es utilizado en el proceso de cocción, producción de concentrado de cobre 17%, producción de concentrado de cromita 8%, extracción de oro 6%, producción de pesticidas 3% y compuesto de nitrito 2%. Estos procesos en provienen de la elaboración de botellas de cerveza en un 55,04% y de la cerveza filtrada en un 45,6% debido a la producción de arroz y cebada.

5.1.2.1.2. Análisis de contribución para el indicador de impacto Agotamiento Abiótico (Combustibles Fósiles)

La figura 9 presenta la distribución de los procesos que contribuyen a la categoría de agotamiento abiótico (combustibles fósiles) durante el proceso de elaboración y envase de cerveza.

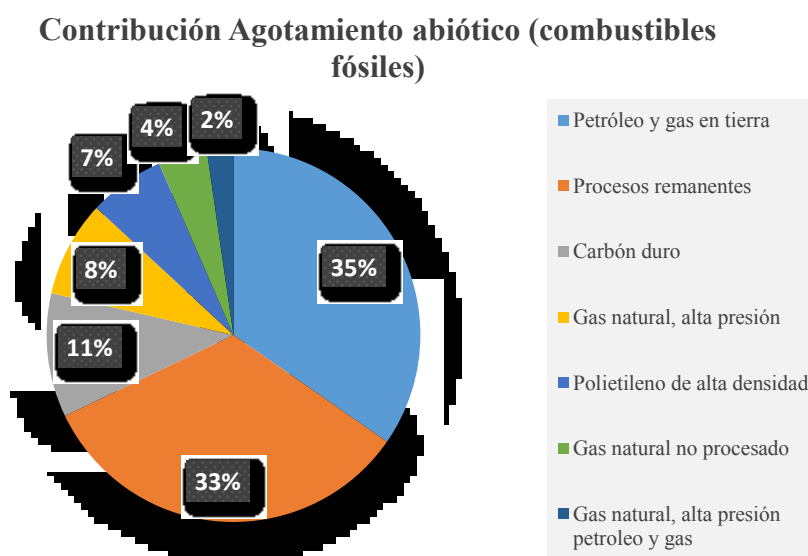


Figura 9 Análisis por contribución de la categoría: agotamiento abiótico (combustibles fósiles)

Fuente: CML-IA, versión 3.02

Elaborado por: Autor

Las contribuciones a este impacto están representadas mayoritariamente por la producción de petróleo y gas natural, combustión de diésel, combustión de búnker,

producción de polietileno, y otros combustibles fósiles que contribuyen en el 72,8% al indicador de agotamiento abiótico (combustibles fósiles) debido a la producción de botellas de vidrio debido a los procesos de fundición de vidrio a temperaturas de 1.500 °C.

La producción de arroz y cebada contribuyen en el 24,6% a las emisiones y la generación de energía eléctrica aporta con el 8,53%.

5.1.2.1.3. Análisis de contribución para el indicador de impacto Calentamiento Global

En la figura 10 se presenta la contribución de los materiales que clasificaron para la categoría de calentamiento global durante el proceso de elaboración y envase de cerveza.

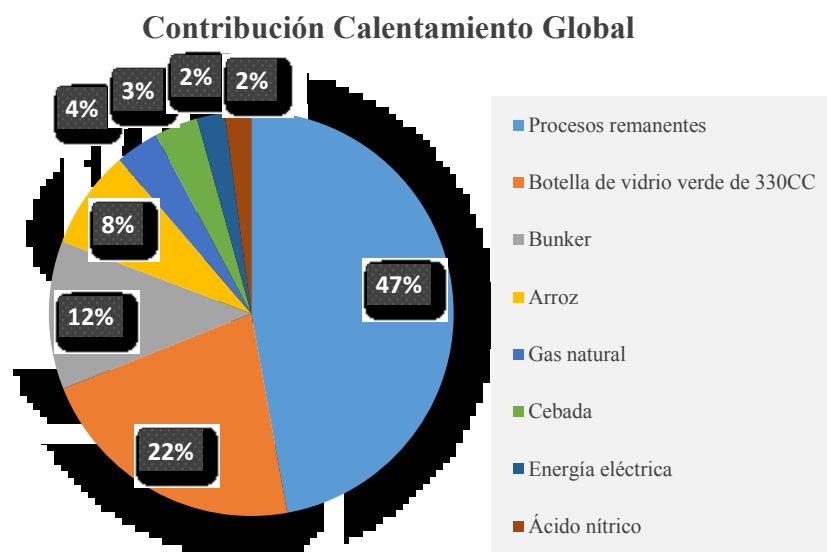


Figura 10 Análisis por contribución de la categoría: Calentamiento Global del ACV

Fuente: CML-IA, versión 3.02

Elaborado por: Autor

Las contribuciones a este impacto están representadas mayoritariamente por procesos remanentes que son la suma de contribuciones minoritarias de proceso provenientes de diferentes fases, desde la extracción de materias primas hasta el envasado de cerveza. Estos procesos aportan por menos del 2% de manera individual.

Entre los procesos que aportan significativamente al calentamiento global se encuentra la producción de botella de vidrio con el 22%, la combustión del búnker para la generación de vapor en la planta 12%, la producción de arroz 8%, combustión de gas natural para la generación de calor para la producción de malta 4%, la producción de cebada 3%, la generación de energía eléctrica y la producción de ácido nítrico con el 2%.

La contribución de estos procesos se refleja principalmente en las fases de envasado con el 57,93% debido a la elaboración de botellas y tapas de aluminio, cocción en un 21,50% por la combustión de búnker y, producción de cebada con el 16,02% debido a la producción de arroz.

5.1.2.1.4. Análisis de contribución para el indicador de impacto Agotamiento de la Capa de Ozono

En la figura 11 se presenta la contribución de los materiales que aportaron en la categoría de agotamiento de la capa de ozono, durante el proceso de elaboración y envase de cerveza.

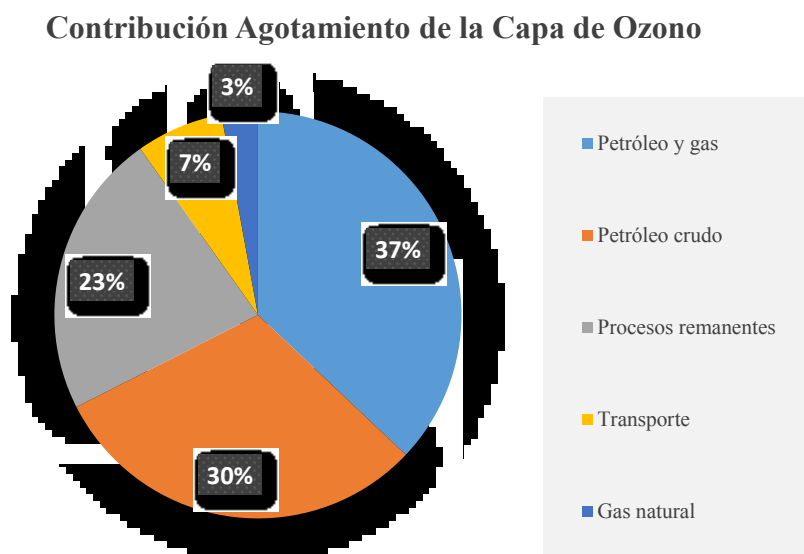


Figura 11 Análisis por contribución de la categoría: agotamiento de la capa de ozono
Fuente: CML-IA, versión 3.02
Elaborado por: Autor

Las contribuciones a este impacto están representadas mayoritariamente por la producción del petróleo y gas en un 37%, producción de petróleo crudo 30%, transporte 7% y combustión de gas natural en un 3%. Estos procesos provienen principalmente de los procesos de producción de botella de cerveza en un 49,1%, cerveza filtrada en un 33,1% y generación de energía eléctrica en un 7,59%.

5.1.2.1.5. Análisis de contribución para el indicador de impacto Oxidación Fotoquímica

En la figura 12 se presenta la contribución de los materiales que aportaron en la categoría de oxidación fotoquímica, durante el proceso de elaboración y envase de cerveza.

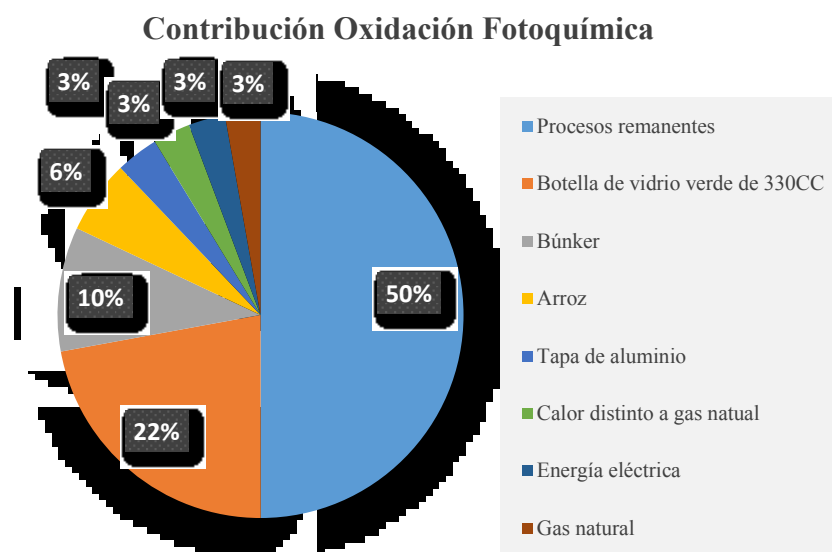


Figura 12 Análisis por contribución de la categoría: oxidación fotoquímica
Fuente: CML-IA, versión 3.02
Elaborado por: Autor

Entre los procesos que aportan significativamente a la oxidación fotoquímica se encuentra la producción de botella de vidrio con el 22%, combustión de búnker 10%, producción de arroz 6%, elaboración de tapas de aluminio 3%, calor distinto al gas natural 3%, generación de energía eléctrica 3% y combustión de gas natural 3%.

La contribución de estos procesos se refleja principalmente en las fases de envasado con el 64,73% debido a la elaboración de botellas y tapas de aluminio, la fase de cocción contribuye el 20,97% del indicador por la generación de energía eléctrica y combustión de búnker en la planta, y producción de cebada contribuye con el 11,02%.

5.1.2.1.6. Análisis de contribución para el indicador de impacto Acidificación

En la figura 13 se presenta la contribución de los materiales que aportaron en la categoría de acidificación, durante el proceso de elaboración y envase de cerveza.

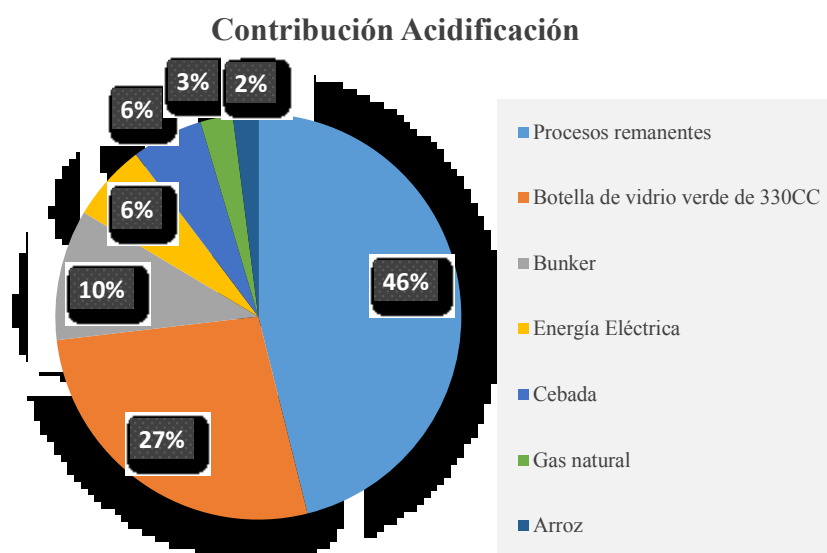


Figura 13 Análisis por contribución de la categoría: acidificación

Fuente: CML-IA, versión 3.02

Elaborado por: Autor

Entre los procesos que aportan significativamente a la acidificación se encuentra la producción de botella de vidrio con el 27%, combustión de búnker 10%, generación de energía eléctrica 6%, producción de cebada 6%, combustión de gas natural 3% y producción de arroz en un 2%.

La contribución de estos materiales se refleja principalmente en la fase de envasado con el 63,03% debido a la elaboración de botellas y tapas de aluminio, producción de cebada

contribuye al indicador con el 16,59% y la fase de cocción contribuye al impacto en un 15,13% debido a la generación de electricidad y combustión de búnker generado en la planta.

5.1.2.1.7. Análisis de contribución para el indicador de impacto Eutrofización

En la figura 14 se presenta la contribución de los materiales que aportaron en la categoría de eutrofización, durante el proceso de elaboración y envase de cerveza.

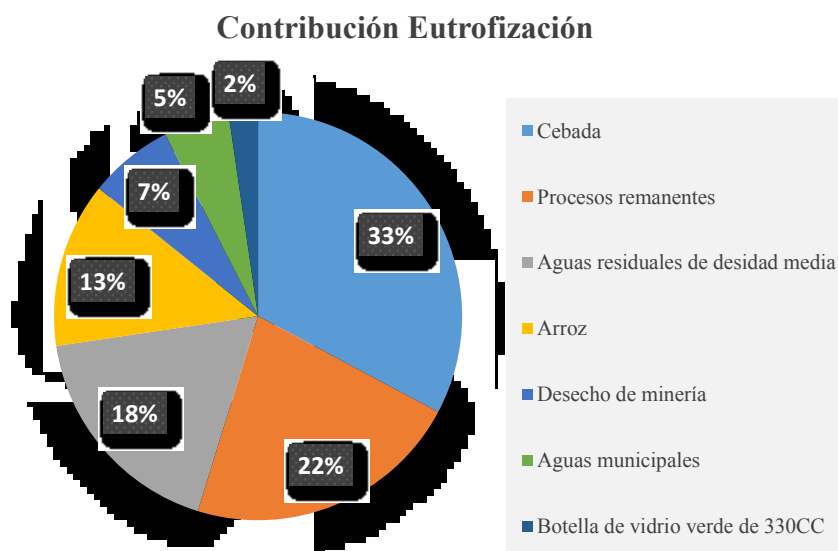


Figura 14 Análisis por contribución de la categoría: eutrofización
Fuente: CML-IA, versión 3.02
Elaborado por: Autor

Las contribuciones a este impacto están representadas mayoritariamente por los procesos de producción de cebada en un 33%, generación de aguas residuales 18%, producción de arroz 13%, generación de desechos de minería 7%, descargas a aguas municipales 7% y producción de botella 2%. La contribución de estos procesos se reflejan principalmente en los procesos de producción de cebada y arroz debido a al uso agrícola de fertilizantes con contenido de nitrógeno y fosfato.

5.1.2.2. Resultados de la caracterización por procesos

5.1.2.2.1. Resultados de la caracterización de la producción de cebada

La producción de cebada es uno de los procesos incluidos dentro de los límites del sistema especificado en el capítulo tres. En la tabla 16 se muestra el resultado de la contribución por categoría de impacto del proceso.

Tabla 16 Resultados de caracterización para 0,12 kg de cebada

Categoría de impacto	Unidad	Total
Agotamiento Abiótico	kg Sb eq	3,60147E-07
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	MJ	0,668596705
Calentamiento Global (GWP100a)	kg CO2 eq	0,08046409
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	kg CFC-11 eq	6,03748E-09
Oxidación Fotoquímica	kg C2H4 eq	1,67049E-05
Acidificación	kg SO2 eq	0,000633322
Eutrofización	kg PO4--- eq	0,000848634

Fuente: CML-IA, versión 3.02

Elaboración: Autor

La producción de cebada presenta una contribución significativa hacia todas las categorías de impacto seleccionadas en este estudio. La producción de cebada contribuye en especial a la categoría de eutrofización debido al uso de fertilizantes que contienen nitrógeno y fosfatos para la producción de cebada y por las aguas residuales de mediana densidad que estos fertilizantes generan.

La contribución del agotamiento abiótico es la segunda categoría con mayor contribución debido a que la producción del grano supuso la utilización de fertilizantes con contenido de fosfato, nitrógeno y urea en un menor porcentaje; así como también contribuye al agotamiento abiótico por combustibles fósiles debido al uso de diésel para transporte del proceso, irrigación, fertilizantes a base de nitrógeno, nitrato de amonio y pesticidas.

La contribución de los materiales hacia la categoría de acidificación, está dada principalmente por el ácido nítrico contenido en el nitrato de amonio y fertilizantes de nitrógeno en la producción de cebada. Estos químicos también contribuyen a las demás

categorías de impacto como calentamiento global, agotamiento de la capa de ozono y oxidación fotoquímica.

5.1.2.2.2. Resultados de la caracterización del proceso de maltaje

En la tabla 17 se muestran los resultados de caracterización del proceso de maltaje de cebada por la producción de 0.100352 kg de malta según las categorías de impacto seleccionadas para el presente estudio.

Tabla 17 Resultados de caracterización para 0.10 kg de cebada malteada

Categoría de impacto	Unidad	Total
Agotamiento Abiótico	kg Sb eq	3,60147E-07
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	MJ	0,728600185
Calentamiento Global (GWP100a)	kg CO2 eq	0,106877192
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	kg CFC-11 eq	9,65386E-09
Oxidación Fotoquímica	kg C2H4 eq	2,05421E-05
Acidificación	kg SO2 eq	0,000725804
Eutrofización	kg PO4--- eq	0,000859525

Fuente: CML-IA, versión 3.02

Elaboración: Autor

En la figura 15 se presenta el análisis de contribución del proceso, en el cual la actividad que más contribuye a todas las categorías es la producción de cebada, el cual contribuye a todas las categorías de impacto con variaciones desde el 62,54% al 100,00%, siendo la menor contribución en la categoría de agotamiento de la capa de ozono y la mayor contribución en el agotamiento abiótico por la producción de cebada.

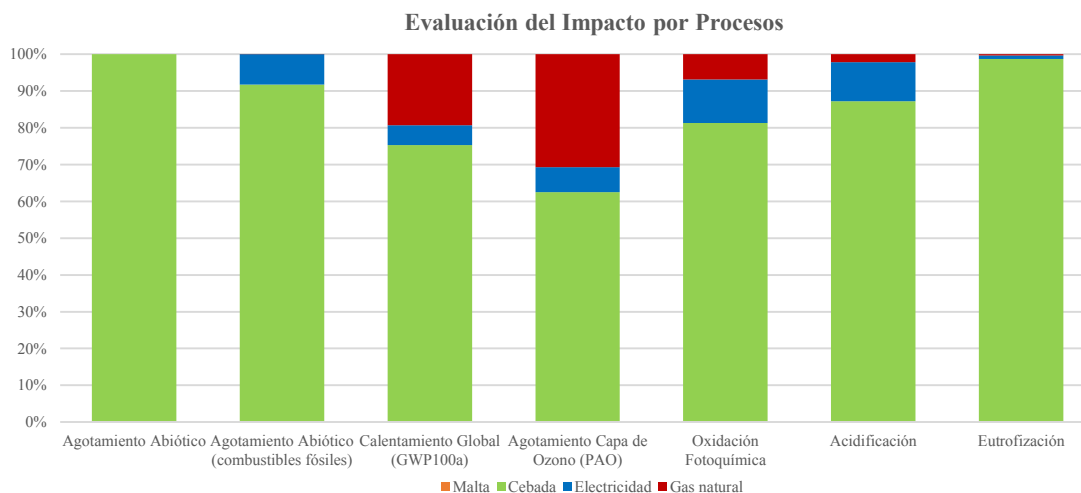


Figura 15 Contribución de impactos del Maltaje

Fuente: CML-IA, versión 3.02

Elaboración: Autor

La contribución del deterioro de la capa de ozono está dado por el consumo de diésel para la producción de cebada, el uso de calor y gas natural para el maltaje de cebada.

5.1.2.2.3. Resultados de la caracterización del proceso de cocción

En la tabla 18 se muestran los resultados de caracterización del proceso de cocción para la producción de 0,607072 kg de mosto de acuerdo a las categorías de impacto seleccionadas para el presente estudio.

Tabla 18 Resultados de caracterización para 0.60 kg de mosto

Categoría de impacto	Unidad	Total
Agotamiento Abiótico	kg Sb eq	4,90537E-07
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	MJ	1,153781716
Calentamiento Global (GWP100a)	kg CO2 eq	0,214854875
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	kg CFC-11 eq	1,72669E-08
Oxidación Fotoquímica	kg C2H4 eq	5,23242E-05
Acidificación	kg SO2 eq	0,001303451
Eutrofización	kg PO4--- eq	0,001175685

Fuente: CML-IA, versión 3.02

Elaboración: Autor

En la figura 16 se presenta el análisis de contribución del proceso, en el cual la actividad que más contribuye a todas las categorías es la producción de malta que contribuye a

todas las categorías de impacto entre el 39,26% y el 73,42%, el segundo material que contribuye en esta fase es el arroz con porcentajes del 18,56% al 38,66% y el tercer material que contribuye en todas las categorías exceptuando el agotamiento abiótico es el búnker con variaciones del 23,45% al 0,00%.

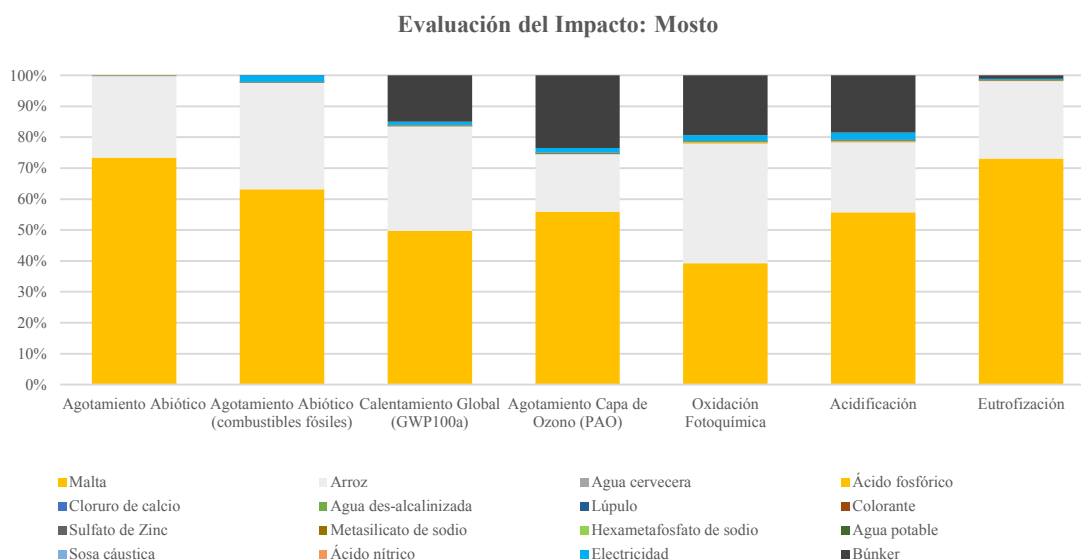


Figura 16 Contribución de impactos de la Cocción

Fuente: CML-IA, versión 3.02

Elaboración: Autor

Los procesos o fases que contribuyen al calentamiento global en la producción de mosto son la producción de malta (cebada, gas natural), arrozillo (irrigación), y el búnker para la cocción del mosto.

5.1.2.2.4. Resultados de la caracterización del proceso de fermentación

En la tabla 19 se muestran los resultados de caracterización del proceso de fermentación para la producción de 0,55 kg de primera cerveza.

Tabla 19 Resultados de caracterización de 0.55 kg de primera cerveza

Categoría de impacto	Unidad	Total
Agotamiento Abiótico	kg Sb eq	4,9722E-07
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	MJ	1,1941905
Calentamiento Global (GWP100a)	kg CO2 eq	0,22086597
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	kg CFC-11 eq	1,7715E-08

Oxidación Fotoquímica	kg C2H4 eq	5,4157E-05
Acidificación	kg SO2 eq	0,00136271
Eutrofización	kg PO4--- eq	0,00119256

Fuente: CML-IA, versión 3.02

Elaboración: Autor

En la figura 17 se presenta el análisis de contribución del proceso, en el cual los materiales que contribuyen a todas las categorías son el mosto con porcentajes del 59,65% al 98,66%, la levadura con contribuciones del 0,65% al 1,66% y el rimazon sauer (material de limpieza) con porcentajes del 0,02% al 0,09%.

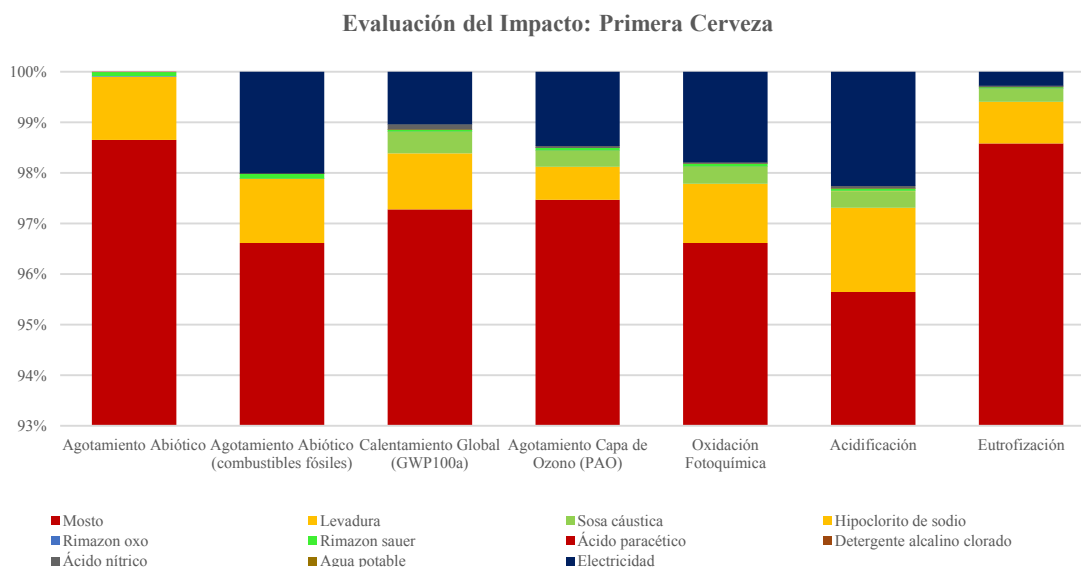


Figura 17 Contribución de impactos de la Fermentación

Fuente: CML-IA, versión 3.02

Elaboración: Autor

Los materiales que contribuyen a la acidificación son mayoritariamente por la producción del mosto (malta, arroz, búnker) y en un menor porcentaje contribuye el cloruro de sodio utilizado en los procesos de Clean In Place (CIP), correspondiente a la limpieza.

5.1.2.2.5. Resultados de la caracterización del proceso de maduración

En la tabla 20 se muestran los resultados de caracterización del proceso de maduración para la producción de 0.52 kg de cerveza madura, de acuerdo a las categorías de impacto seleccionadas para el presente estudio.

Tabla 20 Resultados de caracterización para 0.52 kg de cerveza madura

Categoría de impacto	Unidad	Total
Agotamiento Abiótico	kg Sb eq	3,78216E-07
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	MJ	1,013413675
Calentamiento Global (GWP100a)	kg CO2 eq	0,204111367
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	kg CFC-11 eq	1,63176E-08
Oxidación Fotoquímica	kg C2H4 eq	5,09993E-05
Acidificación	kg SO2 eq	0,001341733
Eutrofización	kg PO4--- eq	0,001150919

Fuente: CML-IA, versión 3.02

Elaboración: Autor

En la figura 18 se presenta el análisis de contribución del proceso, en el cual la actividad que más contribuye a todas las categorías es la elaboración de primera cerveza con porcentajes sobre el 80,00% en todas las categorías de impacto y en un menor porcentaje, el rimazon sauer el cual contribuye con aportaciones por debajo del 1,00%. La contribución por acidificación se debe al arrastre de los procesos anteriores tales como producción de cebada, arroz, malta, mosto y primera cerveza, sin embargo, esta contribución es pequeña en relación a los otros procesos.

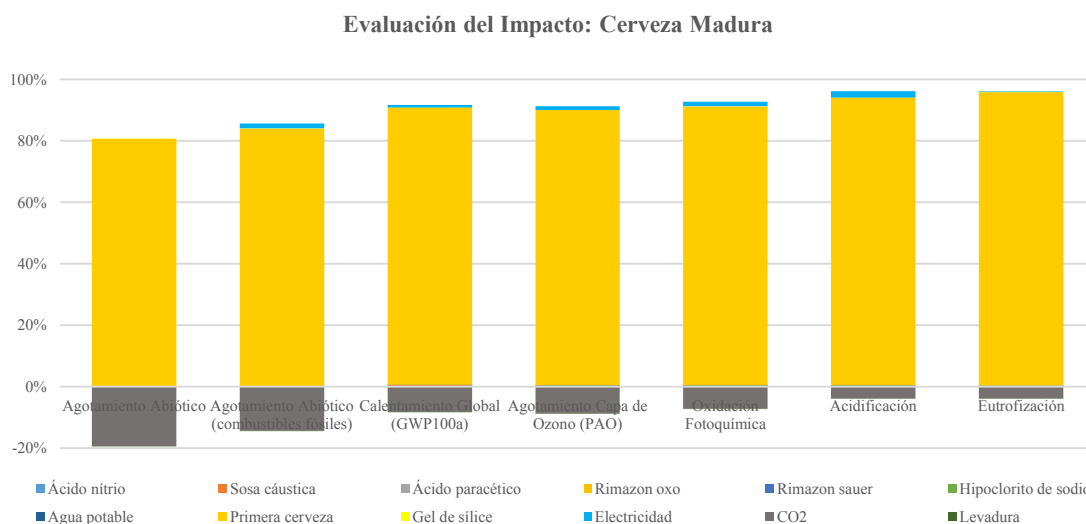


Figura 18 Contribución de impactos de la Maduración

Fuente: CML-IA, versión 3.02

Elaboración: Autor

En el gráfico anterior se puede evidenciar que existen materiales que aportan negativamente a las categorías de impacto como es el caso del dióxido de carbono y la levadura, esto se debe a que la formación en exceso formada en este proceso es extraído

y reutilizado en otros elaboraciones de cerveza, disminuyendo la contribución de las categorías de impacto en otros procesos, adicionalmente, la levadura puede ser reutilizada hasta en 8 diferentes procesos de maduración.

5.1.2.2.6. Resultados de la caracterización del proceso de filtración

En la tabla 21 se muestran los resultados de caracterización del proceso de filtración para la producción de 0,35 kg de cerveza filtrada según las categorías de impacto seleccionadas para el presente estudio.

Tabla 21 Resultados de caracterización para 0.35 kg de cerveza filtrada

Categoría de impacto	Unidad	Total
Agotamiento Abiótico	kg Sb eq	3,78258E-07
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	MJ	1,046127592
Calentamiento Global (GWP100a)	kg CO2 eq	0,211221366
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	kg CFC-11 eq	1,71138E-08
Oxidación Fotoquímica	kg C2H4 eq	5,34641E-05
Acidificación	kg SO2 eq	0,001410941
Eutrofización	kg PO4--- eq	0,001159176

Fuente: CML-IA, versión 3.02

Elaboración: Autor

En la figura 19 se presenta el análisis de contribución del proceso, en el cual la actividad que más contribuye a todas las categorías es la cerveza madura con porcentajes del 95,09% al 99,98%, por otro lado, el ácido para cético utilizado como material de limpieza también aporta en todas las categorías pero en cantidades mínimas con respecto al proceso.

La categoría de impacto que más sobresale es la de acidificación debido a la producción de materias primas, electricidad y búnker.

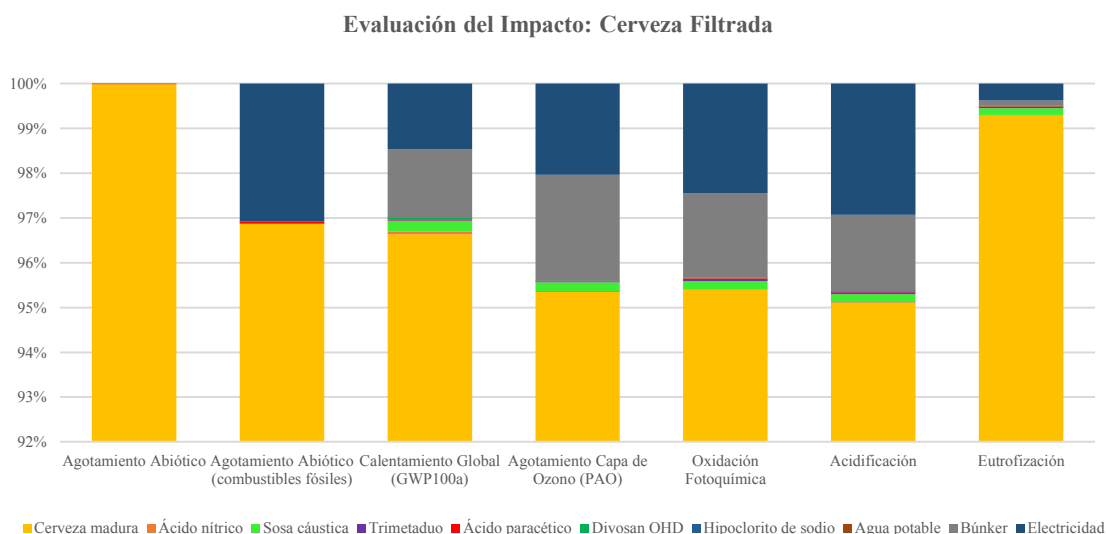


Figura 19 Contribución de impactos de la Filtración
 Fuente: CML-IA, versión 3.02
 Elaboración: Autor

5.1.2.2.7. Resultados de la caracterización del proceso de envasado

En la tabla 22 se muestran los resultados de caracterización de las categorías de impacto seleccionadas para el presente estudio correspondiente al envasado de 0,33 cm³ de cerveza en una botella lista para la distribución.

Tabla 22 Resultados de caracterización para 0.33 kg de cerveza envasada

Categoría de impacto	Unidad	Total
Agotamiento Abiótico	kg Sb eq	8,30071E-07
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	MJ	4,248911658
Calentamiento Global (GWP100a)	kg CO2 eq	0,502121127
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	kg CFC-11 eq	5,16558E-08
Oxidación Fotoquímica	kg C2H4 eq	0,000151586
Acidificación	kg SO2 eq	0,003816896
Eutrofización	kg PO4--- eq	0,001669137

Fuente: CML-IA, versión 3.02
 Elaboración: Autor

En la figura 20 se presenta el análisis de contribución del proceso, en el cual se observa que el proceso que contribuye más al proceso de envasado es la producción de botella verde, esta aporta porcentualmente desde el 21,60% en eutrofización y el 72,83% en agotamiento abiótico por combustibles fósiles; el segundo proceso que aporta a todas las

categorias de impacto es la cerveza filtrada con contribuciones porcentuales entre el 24,62% y el 69,45%.

Otros materiales que aportan a todas las categorias de impacto en menor proporcion son las etiquetas, envolturas, pegante, lubricante para botellas, inhibidores de corrosión y materiales de limpieza.

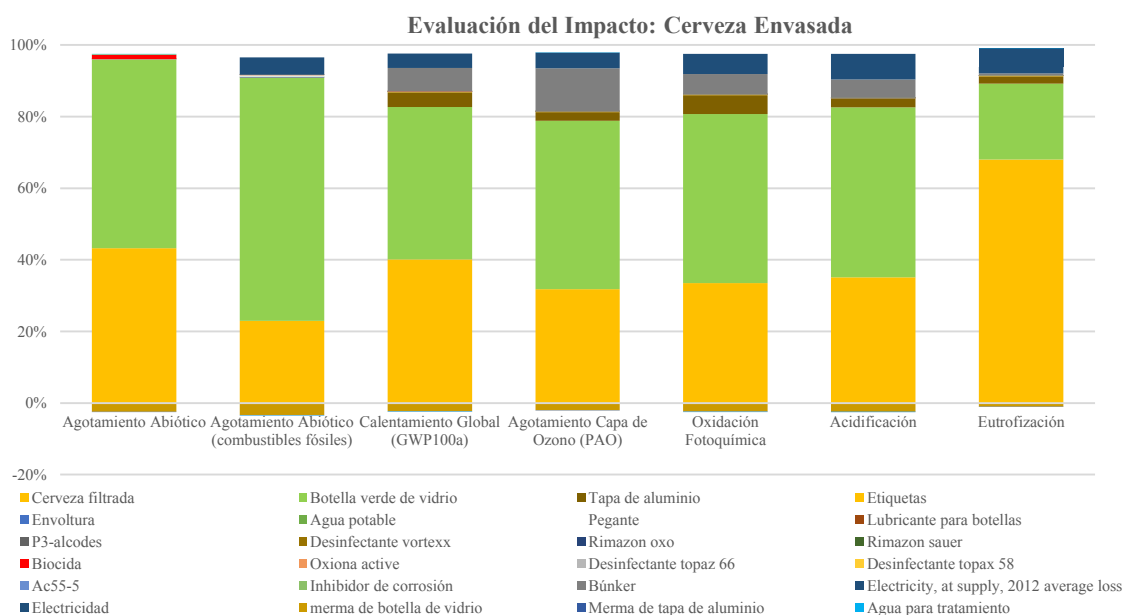


Figura 20 Contribución de impactos del Envasado
 Fuente: CML-IA, versión 3.02
 Elaboración: Autor

Las contribuciones que se encuentran en negativo corresponde a los materiales mermados como botellas de vidrio fuera de especificaciones, tapas de aluminio, y cerveza y agua para tratamiento, los cuales pueden reutilizarse o tratarse para otros procesos u otros fines.

El factor de contribución e agotamiento abiótico por combustibles fósiles resalta en este gráfico debido que la mayor contribución de esta categoría resalta en la producción de botella seguido de la elaboración de cerveza filtrada, electricidad, lubricantes y etiquetas.

Los materiales que contribuyen al agotamiento de la capa de ozono están dados por la producción de botella de vidrio, seguido de la cerveza filtrada, búnker, electricidad, lubricante para tapas y etiquetas; mientras que los materiales de contribuyen a las contribución de oxidación fotoquímica está dado por la producción de botella de vidrio, seguido de la cerveza filtrada, electricidad, búnker, tapas de aluminio y una contribución positiva menor por las mermas de vidrio.

CAPÍTULO 6

6.1. CONCLUSIONES

Se realizó la un análisis de ciclo de vida para la producción industrial de una cerveza de tipo lager envasada en una botella de 330 cm³ en la ciudad de Guayaquil.

- Se cuantificó los impactos ambientales asociados al producto mediante la metodología CML-IA baseline V3.02 / EU25, en donde se obtuvieron los siguientes resultados: 8,30E-07 kg Sb eq para agotamiento abiótico; 4,25E+00 MJ para agotamiento abiótico (combustibles fósiles); 5,02E-01 kg CO₂ eq para calentamiento global; 5,17E-08 kg CFC-11 eq para agotamiento de la capa de ozono, 1,52E-04 kg C₂H₄ eq para oxidación fotoquímica, 3,82E-03 kg SO₂ eq para acidificación y 1,67E-03 kg PO₄--- eq para eutrofización.
- La combustión de búnker, gas natural y polietileno generada en el proceso fundición de botellas de vidrio es el mayor contribuyente del impacto Agotamiento Abiótico (Combustibles Fósiles).
- El uso de fertilizantes con contenido de nitrógeno y fosfatos y las descargas de aguas residuales generadas dentro de la producción de cebada y arroz son los mayores contribuyentes a la categoría de impacto de Eutrofización.
- Los procesos de producción agrícola de cebada y arroz, la combustión de bunker para producción de botellas de vidrio y la generación de energía eléctrica son los mayores contribuyentes al resultado de la categoría de impacto Calentamiento Global, debido a la emisión de CO₂ durante esos procesos.

- Los resultados en este análisis determinaron que la producción de botella de vidrio es el principal proceso crítico dentro del ciclo de vida de la cerveza ya que presenta contribuciones por encima del 54,43% al 75,38% en todas las categorías de impacto, excepto en la eutrofización en la cual la producción agrícola de cebada tiene el 50,84% de contribución.
- Los procesos de malteado, cocción, fermentación, maduración y filtración, no presentan contribuciones significativas al análisis de ciclo de vida.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] N. R. Mazahua, «Historia y Análisis del Ciclo de Vida de Producto ACV», *GestioPolis - Conocimiento en Negocios*, 08-abr-2016. [En línea]. Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/historia-analisis-del-ciclo-vida-producto-acv/>. [Accedido: 08-feb-2017].
- [2] I. N. de E. E. y E. Renovables, «INER presentó evaluación de Ciclo de vida en Ecuador», *Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables*. .
- [3] «alcohol.jpg (1002×3491)», *Ecuador en Cifras*. [En línea]. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias/alcohol.jpg>. [Accedido: 08-feb-2017].
- [4] Wolfgang Kunze, *Tecnología para Cerveceros y Malteros*. VLB BERLÍN.
- [5] Ministerio de Medio Ambiente, España, «Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector cervecero». Centro de Publicaciones Secretaría Técnica Ministerio de Medio Ambiente, 2005.
- [6] Sociedad Ecuatoriana de Cerveceros Artesanales, «HISTORIA DE LA CERVEZA», *secaecuador*. [En línea]. Disponible en: <http://secaecuador.es.tl/HISTORIA-DE-LA-CERVEZA.htm>. [Accedido: 08-feb-2017].
- [7] Cerveceros Latinoamericanos, «La Cerveza en América Latina». [En línea]. Disponible en: <http://www.cerveceroslatinoamericanos.com/index.php/es/la-cerveza-en-america-latina>. [Accedido: 08-feb-2017].
- [8] «Opina América Latina - La voz de la gente». [En línea]. Disponible en: <http://www.opinaamericalatina.com/>. [Accedido: 21-feb-2017].
- [9] J. M. B. Mundo, «Los países que más beben en América Latina: la dramática radiografía del consumo de alcohol en la región», *BBC Mundo*. [En línea]. Disponible en: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/07/150723_consumo_alcohol_latinoamerica_muertes_paises_jm. [Accedido: 08-feb-2017].
- [10] El Comercio, «La bebida alcohólica favorita de los ecuatorianos es la cerveza», *El Comercio*. [En línea]. Disponible en:

- <http://www.elcomercio.com/tendencias/cerveza-consumo-ecuador-bebidasalcoholicas-historia.html>. [Accedido: 08-feb-2017].
- [11] Revista Líderes, «Las ventas en el sector de la cerveza bajan». [En línea]. Disponible en: <http://www.revistalideres.ec/lideres/produccion-ventas-cerveza-mercado.html>. [Accedido: 08-feb-2017].
- [12] E. Telégrafo, «Guayaquil y Quito, las ciudades que más gastan al mes en bebidas alcohólicas», *El Telégrafo*, 05:00:00 -05:00. [En línea]. Disponible en: <http://www.letelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/4/37-millones-se-gastan-al-mes-en-alcohol-en-el-pais>. [Accedido: 08-feb-2017].
- [13] «Análisis de ciclo de vida», *Wikipedia, la enciclopedia libre*. 10-ene-2017.
- [14] ISO 14044:2006, «Environmental Management - Life Cycle Assessment - Requirements and Guidelines (ISO 14044:2006)». NSAI 2006, 2006.
- [15] ISO 14040:2006, «Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework». 2006.
- [16] H. Baumann A.-M. Tillman, *The Hitch Hiker's Guide to LCA: An Orientation in Life Cycle Assessment Methodology and Application*. Professional Pub Serv, 2004.
- [17] ISO 14042:2000, «Environmental management -- Life cycle assessment -- Life cycle impact assessment». ISO.
- [18] Serietitel, *LCA technical report: Impact categories, normalisation and weighting in LCA. Update on selected EDIP97-data*, H. K. Stranddorf, L. Hoffmann, Y A. Schmidt. .
- [19] Ribeiro, W. C, «A ordem ambiental internacional». Editora Contexto, 2001.
- [20] M. Cordella, A. Tugnoli, G. Spadoni, F. Santarelli, y T. Zangrando, «LCA of an Italian lager beer», *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 13, n.º 2, p. 133, mar. 2008.
- [21] A. Cimini y M. Moresi, «Carbon footprint of a pale lager packed in different formats: assessment and sensitivity analysis based on transparent data», *J. Clean. Prod.*, vol. 112, Part 5, pp. 4196-4213, ene. 2016.
- [22] C. Koroneos, G. Roumbas, Z. Gabari, E. Papagiannidou, y N. Moussiopoulos, «Life cycle assessment of beer production in Greece», *J. Clean. Prod.*, vol. 13, n.º 4, pp. 433-439, mar. 2005.
- [23] A. Hospido, M. T. Moreira, y G. Feijoo, «Environmental analysis of beer production», *Int. J. Agric. Resour. Gov. Ecol.*, vol. 4, n.º 2, pp. 152-162, ene. 2005.
- [24] S. Talve, «Life cycle assessment of a basic lager beer», *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 6, n.º 5, p. 293, sep. 2001.

- [25] O. Eriksson, D. Jonsson, y K. Hillman, «Life cycle assessment of Swedish single malt whisky», *J. Clean. Prod.*, vol. 112, Part 1, pp. 229-237, ene. 2016.
- [26] J. Pasqualino, M. Meneses, y F. Castells, «The carbon footprint and energy consumption of beverage packaging selection and disposal», *J. Food Eng.*, vol. 103, n.º 4, pp. 357-365, abr. 2011.
- [27] T. Mattila, P. Leskinen, S. Soimakallio, y S. Sironen, «Uncertainty in environmentally conscious decision making: beer or wine?», *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 17, n.º 6, pp. 696-705, jul. 2012.
- [28] «ecoinvent». [En línea]. Disponible en: <http://www.ecoinvent.org/>. [Accedido: 09-feb-2017].
- [29] A. Ramírez, B. Rivela, A. M. Melendres, y S. Espinoza, «Life cycle assessment of Ecuadorian electricity», presentado en VI Conferencia Internacional de Análisis de Ciclo de Vida en Latinoamérica, Lima, Perú, 2015.
- [30] Conservancy, C., «The Carbon Footprint of Fat Tire® Amber Ale.» The Climate Conservancy, Palo Alto, 2008.
- [31] «SimaPro, the world's leading LCA software», *SimaPro*. [En línea]. Disponible en: <https://simapro.com/>. [Accedido: 09-feb-2017].
- [32] MA Antón Vallejo, «Metodología del Análisis de Ciclo de Vida», en *Utilización del análisis del ciclo de vida en la evaluación del impacto ambiental del cultivo bajo invernadero mediterráneo*, Universitat Politècnica de Catalunya., 2004.

ANEXOS

Anexo 1 Contribución por Agotamiento Abiótico

SimaPro 8.0.4.30 Contribución de proceso Fecha: 25/01/2017 Período: 20:46
 Proyecto Electricity Ecuador

Calculation: Analizar
 Results: Contribución proceso
 Product: 1 p Cerveza envasada (of project Electricity Ecuador)
 Método: CML-IA baseline V3.02 / EU25
 Indicador: Caracterización
 Categoría: Abiotic depletion
 Cortar: 2%
 Excluir procesos de infraestructura: N°
 Excluir emisiones a largo plazo: N°
 Sorted on item: Total
 Sort order: Descendente

N°	Proceso	Proyecto	Unidad	Total	Cerveza envasada	Cerveza filtrada	Packaging glass, green {GLO} market for Alloc Def, U	Aluminium, primary, at plant/RER U	Linerboard {CA-QC} linerboard production, kraftliner Alloc Def, U	Packaging film, low density polyethylene {RER} production Alloc Def, U	Tap water, at user/ECUADOR U	Butene, mixed {GLO} market for Alloc Def, U	Lubricating oil {RER} production Alloc Def, U	Ethanol from ethylene, at plant/RER U	Hydrogen peroxide, 50% in H2O, at plant/RER U	Sodium chloride, powder {GLO} market for Alloc Def, U	Chlorine dioxide {GLO} market for Alloc Def, U
	El total de todos los procesos		kg Sb eq	8,3007E-07	0	3,7826E-07	4,59908E-07	0	1,14713E-09	1,49162E-10	0	1,72887E-11	2,01457E-10	0	0	4,64378E-11	3,94199E-10
	Procesos remanentes		kg Sb eq	2,2376E-07	0	1,1253E-07	1,05964E-07	0	3,32634E-10	5,70745E-11	0	7,3185E-12	6,93609E-11	0	0	1,60734E-11	1,0807E-10
1	Zinc concentrate {GLO} zinc-lead mine operation Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg Sb eq	2,1464E-07	0	8,8522E-08	1,3227E-07	0	2,46073E-10	3,9941E-11	0	1,73895E-12	4,20349E-11	0	0	9,3226E-12	5,2155E-11
2	Lead concentrate {GLO} zinc-lead mine operation Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg Sb eq	9,213E-08	0	5,2221E-08	4,01469E-08	0	1,28979E-10	1,42851E-11	0	3,88006E-12	2,76744E-12	0	0	5,95233E-13	1,07952E-10

3	Copper concentrate {RoW} copper mine operation Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg Sb eq	7,3678E- 08	0	2,852E-08	4,73482E- 08	0	1,15706E-10	8,93243E-12	0	1,51726E-12	2,12448E- 11	0	0	4,86883E- 12	3,23903E- 11
4	Chromite ore concentrate {GLO} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg Sb eq	6,5851E- 08	0	1,9633E- 08	4,66974E- 08	0	6,66148E-11	1,21514E-11	0	5,79989E-13	8,27151E- 12	0	0	1,71244E- 12	1,25549E- 11
5	Copper {RoW} gold-silver- zinc-lead-copper mine operation and refining Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg Sb eq	5,3213E- 08	0	2,0226E- 08	3,45881E- 08	0	8,27285E-11	6,0193E-12	0	1,10543E-12	1,55595E- 11	0	0	3,59744E- 12	2,33571E- 11
6	Gold {RoW} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg Sb eq	4,8193E- 08	0	9,1246E- 09	4,12345E- 08	0	1,44687E-10	8,70788E-12	0	7,76192E-13	3,69844E- 11	0	0	9,05854E- 12	4,98472E- 11
7	Pesticide, unspecified {RoW} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg Sb eq	2,1549E- 08	0	2,1526E- 08	2,26554E- 11	0	7,60874E-13	2,53955E-14	0	8,51558E-16	5,93998E- 15	0	0	6,34272E- 16	2,44086E- 14
8	Nitrile-compound {RoW} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg Sb eq	1,9178E- 08	0	1,9163E- 08	1,47087E- 11	0	1,15159E-12	2,47274E-15	0	1,41852E-17	8,07343E- 17	0	0	9,13422E- 18	2,35824E- 16
9	Copper concentrate {RAS} copper mine operation Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg Sb eq	1,7879E- 08	0	6,7955E- 09	1,16211E- 08	0	2,77956E-11	2,02245E-12	0	3,71407E-13	5,22776E- 12	0	0	1,20868E- 12	7,8477E- 12

Anexo 2 Contribución por Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)

SimaPro 8.0.4.30 Contribución de proceso Fecha: 25/01/2017 Período: 20:47
 Proyecto Electricity Ecuador

Calculation: Analizar
 Results: Contribución proceso
 Product: 1 p Cerveza envasada (of project Electricity Ecuador)
 Método: CML-IA baseline V3.02 / EU25
 Indicador: Caracterización
 Categoría: Abiotic depletion (fossil fuels)
 Cortar: 2%
 Excluir procesos de infraestructura: N°
 Excluir emisiones a largo plazo: N°
 Sorted on item: Total
 Sort order: Descendente

N°	Proceso	Proyecto	Unidad	Total	Cerveza envasada	Cerveza filtrada	Packaging glass, green {GLO} market for Alloc Def, U	Aluminium, primary, at plant/RER U	Linerboard {CA-QC} linerboard production, kraftliner Alloc Def, U	Packaging film, low density polyethylene {RER} production Alloc Def, U	Tap water, at user/ECUADOR U	Butene, mixed {GLO} market for Alloc Def, U	Lubricating oil {RER} production Alloc Def, U	Ethanol from ethylene, at plant/RER U	Hydrogen peroxide, 50% in H2O, at plant/RER U	Sodium chloride, powder {GLO} market for Alloc Def, U	Chlorine dioxide {GLO} market for Alloc Def, U
	El total de todos los procesos		MJ	4,24891166	0	1,046127592	3,094589016	0,001407415	0,004522148	0,010494662	0,000682395	0,018548813	0,003328998	4,63836E-08	9,58924E-08	3,20096E-05	0,001027433
	Procesos remanentes		MJ	1,41120092	0	0,313945328	0,882808278	0,001407415	0,001314942	0,009800157	0,000682395	0,018477021	0,000681917	4,63836E-08	9,58924E-08	1,06639E-05	0,000385448
1	Petroleum {RoW} petroleum and gas production, on-shore Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,52088507	0	0,132090622	0,404685564	0	0,000549565	7,67905E-05	0	2,10398E-05	0,000896381	0	0	3,21141E-06	6,17583E-05
2	Petroleum {RME} production, onshore Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,51483015	0	0,130555161	0,399981377	0	0,000543177	7,58978E-05	0	2,07952E-05	0,000885961	0	0	3,17408E-06	6,10404E-05
3	Petroleum {RU} production, onshore Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,22475119	0	0,056994385	0,174613492	0	0,000237126	3,31335E-05	0	9,07823E-06	0,00038677	0	0	1,38566E-06	2,66474E-05

4	Petroleum {RoW} petroleum and gas production, off-shore Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,212503	0	0,05388838	0,165097636	0	0,000224203	3,13278E-05	0	8,5835E-06	0,000365692	0	0	1,31014E-06	2,51952E-05
5	Hard coal {CN} mine operation Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,18776175	0	0,080383878	0,115752412	0	0,00019	0,000122883	0	4,3422E-06	1,59026E-05	0	0	3,83895E-06	0,0001245
6	Polyethylene, high density, granulate {RoW} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,18759493	0	0,065658996	0,127858536	0	7,71892E-06	1,23974E-06	0	2,93347E-07	3,05914E-07	0	0	8,94932E-08	6,29829E-07
7	Natural gas, high pressure {RoW} natural gas production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,184577	0	0,026389136	0,169268747	0	0,000371271	3,88814E-05	0	6,27905E-07	8,75639E-06	0	0	7,63054E-07	3,26979E-05
8	Natural gas, unprocessed, at extraction {GLO} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,17992142	0	0,025724827	0,164997855	0	0,000361904	3,79006E-05	0	6,12154E-07	8,53618E-06	0	0	7,43984E-07	3,18739E-05
9	Natural gas, high pressure {RU} natural gas production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,16785911	0	-0,00541903	0,180503125	0	0,000244531	4,97077E-05	0	6,50093E-07	3,91085E-05	0	0	8,6333E-07	3,87122E-05
10	Hard coal {RoW} mine operation Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,15288822	0	0,079049936	0,078121756	0	0,000107075	8,98196E-05	0	2,47911E-06	2,61196E-05	0	0	2,538E-06	9,31784E-05
11	Hard coal {RNA} mine operation Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,1148588	0	0,038042805	0,081452438	0	0,000174593	0,000100266	0	2,51794E-06	9,57134E-06	0	0	2,55886E-06	0,00010946
12	Natural gas, high pressure {US} petroleum and gas production, on-shore Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,09706743	0	0,016398252	0,086306371	0	0,00019223	3,60462E-05	0	6,27798E-07	3,82445E-06	0	0	8,24533E-07	3,59798E-05
13	Polyethylene, high density, granulate {RER} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,09221267	0	0,03242492	0,063141428	0	3,8119E-06	6,12232E-07	0	1,44866E-07	1,51072E-07	0	0	4,41951E-08	3,11033E-07

N°	Proceso	Proyecto	Unidad	Total	Cerveza envasada	Iodine {RER} production Alloc Def, U	Hydrogen peroxide, 50% in H2O, at plant/RER U	Sodium hydroxide, 50% in H2O, production mix, at plant/RER U	Sodium hypochlorite, 15% in H2O, at plant/RER U	Nitric acid, 50% in H2O, at plant/RER U	Sodium phosphate {GLO} market for Alloc Def, U	Heavy fuel oil, burned in industrial furnace 1MW, non-modulating/CH U	Electricity, at supply, 2012 average loss	Waste water treatment, chemical reduction/oxidation process, municipal waste water, at waste water treatment plant RER	Packaging glass, white (waste treatment) {GLO} recycling of packaging glass, white Alloc Def, U	Aluminium (waste treatment) {GLO} recycling of aluminium Alloc Def, U	PE (waste treatment) {GLO} recycling of PE Alloc Def, U
	El total de todos los procesos		MJ	4,24891166	0	3,04313E-05	1,21464E-06	6,64331E-06	4,12315E-07	1,64395E-07	0,001740117	5,73896E-05	0,221948548	0	-0,15205161	-0,00318749	-0,00039479
	Procesos remanentes		MJ	1,41120092	0	1,62799E-05	1,21464E-06	6,64331E-06	4,12315E-07	1,64395E-07	0,000577583	5,73896E-05	0,221948548	0	-0,04005182	-0,00089502	2,58243E-05
1	Petroleum {RoW} petroleum and gas production, on-shore Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,52088507	0	2,1069E-06	0	0	0	0	0,000281699	0	0	0	-0,01762949	-0,00015643	2,25857E-06

2	Petroleum {RME} production, onshore Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,51483015	0	2,0824E-06	0	0	0	0	0,000278424	0	0	0	-0,01742456	-0,00015461	2,23232E-06
3	Petroleum {RU} production, onshore Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,22475119	0	9,09082E-07	0	0	0	0	0,000121547	0	0	0	-0,00760676	-6,7496E-05	9,74528E-07
4	Petroleum {RoW} petroleum and gas production, off-shore Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,212503	0	8,5954E-07	0	0	0	0	0,000114923	0	0	0	-0,00719222	-6,3818E-05	9,2142E-07
5	Hard coal {CN} mine operation Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,18776175	0	6,78706E-07	0	0	0	0	0,000113126	0	0	0	-0,007609	-0,00134101	1,87396E-07
6	Polyethylene, high density, granulate {RoW} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,18759493	0	7,16671E-09	0	0	0	0	2,23003E-06	0	0	0	-0,00593377	-1,3603E-06	7,42151E-09
7	Natural gas, high pressure {RoW} natural gas production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,184577	0	7,29205E-07	0	0	0	0	2,98091E-05	0	0	0	-0,01152563	-3,8903E-05	1,16633E-07
8	Natural gas, unprocessed, at extraction {GLO} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,17992142	0	7,10811E-07	0	0	0	0	2,90608E-05	0	0	0	-0,01123478	-3,7934E-05	1,13754E-07
9	Natural gas, high pressure {RU} natural gas production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,16785911	0	4,63468E-06	0	0	0	0	5,00407E-05	0	0	0	-0,00759952	-5,4753E-05	1,04757E-06
10	Hard coal {RoW} mine operation Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,15288822	0	5,91627E-07	0	0	0	0	6,4608E-05	0	0	0	-0,00445483	-0,00021513	8,59837E-08
11	Hard coal {RNA} mine operation Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,1148588	0	5,63095E-07	0	0	0	0	5,40198E-05	0	0	0	-0,00495377	-0,00013638	1,58934E-07
12	Natural gas, high pressure {US} petroleum and gas production, on-shore Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,09706743	0	2,74609E-07	0	0	0	0	2,19444E-05	0	0	0	-0,00590512	-2,3969E-05	1,44452E-07
13	Polyethylene, high density, granulate {RER} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	MJ	0,09221267	0	3,5392E-09	0	0	0	0	1,10127E-06	0	0	0	-0,00293032	-6,7177E-07	-0,00042886

Anexo 3 Contribución por Calentamiento Global

SimaPro 8.0.4.30 Contribución de proceso Fecha: 25/01/2017 20:47
 Proyecto Electricity Ecuador
 Calculation: Analizar
 Results: Contribución proceso
 Product: 1 p Cerveza envasada (of project Electricity Ecuador)
 Método: CML-IA baseline V3.02 / EU25
 Indicador: Caracterización
 Categoría: Global warming (GWP100a)
 Cortar: 2%
 Excluir procesos de infraestructura: N°
 Excluir emisiones a largo plazo: N°
 Sorted on item: Total
 Sort order: Descendente

N°	Proceso	Proyecto	Unidad	Total	Cerveza envasada	Cerveza filtrada	Packaging glass, green {GLO} market for Alloc Def, U	Aluminium, primary, at plant/RER U	Linerboard {CA-QC} linerboard production, kraftliner Alloc Def, U	Packaging film, low density polyethylene {RER} production Alloc Def, U	Tap water, at user/ECUADOR U	Butene, mixed {GLO} market for Alloc Def, U	Lubricating oil {RER} production Alloc Def, U	Ethanol from ethylene, at plant/RER U	Hydrogen peroxide, 50% in H2O, at plant/RER U	Sodium chloride, powder {GLO} market for Alloc Def, U	Chlorine dioxide {GLO} market for Alloc Def, U
	El total de todos los procesos		kg CO2 eq	0,502121127	0	0,211221366	0,224755595	0,021625916	0,000323582	0,000366541	0,000117768	0,000445214	4,64779E-05	3,73634E-06	3,37175E-06	2,72363E-06	8,1093E-05
	Procesos remanentes		kg CO2 eq	0,236774265	0	0,09258375	0,106419656	0,021208841	0,000310164	0,000357244	0,000116905	0,000445203	4,55956E-05	3,33797E-06	1,99749E-06	2,46937E-06	7,07592E-05
1	Botella de vidrio verde de 330CC	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CO2 eq	0,081806565	0	0	0,081806565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Arroz	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CO2 eq	0,039713416	0	0,039713416	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Heavy fuel oil, burned in industrial furnace 1MW, non-modulating/RER U	Ecoinvent unit processes	kg CO2 eq	0,031206318	0	0,030994461	0	3,38E-05	0	0	3,21941E-07	0	0	2,3428E-09	3,00415E-07	0	0

4	Heavy fuel oil, burned in industrial furnace 1MW, non-modulating/CH U	Ecoinvent unit processes	kg CO2 eq	0,028337127	0	6,49324E-06	0	8,30649E-08	0	0	2,25676E-08	0	0	1,29797E-10	5,08955E-11	0	0
5	Packaging glass, green {RER w/o CH+DE} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CO2 eq	0,027583948	0	0	0,027583948	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Natural gas, burned in industrial furnace >100kW/RER U	Ecoinvent unit processes	kg CO2 eq	0,017538297	0	0,017112021	0	0,000383192	0	0	5,18168E-07	0	0	3,95905E-07	1,07379E-06	0	0
7	Barley grain {RoW} barley production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CO2 eq	0,017404294	0	0,017404291	2,96856E-09	0	3,00833E-11	2,88506E-12	0	9,34021E-14	1,29162E-12	0	0	1,06402E-13	3,24615E-12
8	Electricity, high voltage {CN} electricity production, hard coal Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CO2 eq	0,011230065	0	0,004099099	0,007666688	0	1,31044E-05	9,26745E-06	0	1,89051E-07	8,60009E-07	0	0	2,51685E-07	1,02927E-05
9	Nitric acid, without water, in 50% solution state {RoW} nitric acid production, product in 50% solution state Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CO2 eq	0,010526831	0	0,009307834	0,001278735	0	3,13939E-07	2,97471E-08	0	1,72002E-09	2,22809E-08	0	0	2,57731E-09	4,11436E-08

N°	Proceso	Proyecto	Unidad	Total	Cerveza envasada	Iodine {RER} production Alloc Def, U	Hydrogen peroxide, 50% in H2O, at plant/RER U	Sodium hydroxide, 50% in H2O, production mix, at plant/RER U	Sodium hypochlorite, 15% in H2O, at plant/RER U	Nitric acid, 50% in H2O, at plant/RER U	Sodium phosphate {GLO} market for Alloc Def, U	Heavy fuel oil, burned in industrial furnace 1MW, non-modulating/CH U	Electricity, at supply, 2012 average loss	Waste water treatment, chemical reduction/oxidation process, municipal waste water, at waste water treatment plant RER	Packaging glass, white (waste treatment) {GLO} recycling of packaging glass, white Alloc Def, U	Aluminium (waste treatment) {GLO} recycling of aluminium Alloc Def, U	PE (waste treatment) {GLO} recycling of PE Alloc Def, U
	El total de todos los procesos		kg CO2 eq	0,502121127	0	2,12423E-06	4,27088E-05	8,88101E-05	6,20669E-06	6,66493E-05	0,000151426	0,033896804	0,021327667	0	0,012106618	0,000338925	9,11144E-06
	Procesos remanentes		kg CO2 eq	0,236774265	0	2,07116E-06	2,53016E-05	8,82988E-05	5,72206E-06	6,65351E-05	0,000145736	0,005446388	0,021247544	0	0,011579556	0,000230391	9,12797E-06
1	Botella de vidrio verde de 330CC	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CO2 eq	0,081806565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Arroz	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CO2 eq	0,039713416	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Heavy fuel oil, burned in industrial furnace 1MW, non-modulating/RER U	Ecoinvent unit processes	kg CO2 eq	0,031206318	0	0	3,80526E-06	1,78905E-07	1,52108E-08	4,20863E-08	0	0,000110066	6,33245E-05	0	0	0	0
4	Heavy fuel oil, burned in industrial furnace 1MW, non-modulating/CH U	Ecoinvent unit processes	kg CO2 eq	0,028337127	0	0	6,44676E-10	1,80956E-09	2,05429E-10	4,07565E-10	0	0,028330476	4,91802E-08	0	0	0	0
5	Packaging glass, green {RER w/o CH+DE} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CO2 eq	0,027583948	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Natural gas, burned in industrial furnace >100kW/RER U	Ecoinvent unit processes	kg CO2 eq	0,017538297	0	0	1,36013E-05	3,30556E-07	4,69216E-07	7,16914E-08	0	9,87391E-06	1,67491E-05	0	0	0	0

7	Barley grain {RoW} barley production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CO2 eq	0,017404294	0	2,51008E- 14	0	0	0	0	3,32837E-12	0	0	0	-1,37214E- 10	-4,8121E-12	3,9053E- 14
8	Electricity, high voltage {CN} electricity production, hard coal Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CO2 eq	0,011230065	0	5,27032E- 08	0	0	0	0	5,60228E-06	0	0	0	- 0,000466951	- 0,000108407	1,6111E- 08
9	Nitric acid, without water, in 50% solution state {RoW} nitric acid production, product in 50% solution state Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CO2 eq	0,010526831	0	3,63737E- 10	0	0	0	0	8,8283E-08	0	0	0	-6,01114E- 05	-1,27199E- 07	4,16094E- 10

Anexo 4 Contribución Agotamiento de la Capa de Ozono

SimaPro 8.0.4.30 Contribución de proceso Fecha: 25/01/2017 Período: 20:47
 Proyecto Electricity Ecuador

Calculation: Analizar
 Results: Contribución proceso
 Product: 1 p Cerveza envasada (of project Electricity Ecuador)
 Método: CML-IA baseline V3.02 / EU25
 Indicador: Caracterización
 Categoría: Ozone layer depletion (ODP)
 Cortar: 2%
 Excluir procesos de infraestructura: N°
 Excluir emisiones a largo plazo: N°
 Sorted on item: Total
 Sort order: Descendente

N°	Proceso	Proyecto	Unidad	Total	Cerveza envasada	Cerveza filtrada	Packaging glass, green {GLO} market for Alloc Def, U	Aluminium, primary, at plant/RER U	Linerboard {CA-QC} linerboard production, kraftliner Alloc Def, U	Packaging film, low density polyethylene {RER} production Alloc Def, U	Tap water, at user/ECUADOR U	Butene, mixed {GLO} market for Alloc Def, U	Lubricating oil {RER} production Alloc Def, U	Ethanol from ethylene, at plant/RER U	Hydrogen peroxide, 50% in H2O, at plant/RER U	Sodium chloride, powder {GLO} market for Alloc Def, U	Chlorine dioxide {GLO} market for Alloc Def, U
1	El total de todos los procesos		kg CFC-11 eq	5,17E-08	0	1,7114E-08	2,5384E-08	1,31509E-09	3,87667E-11	7,74601E-12	1,01789E-11	1,04097E-12	3,95851E-11	1,16874E-13	3,63807E-13	2,58741E-13	7,50234E-12
2	Procesos remanentes		kg CFC-11 eq	1,17E-08	0	4,231E-09	7,4183E-09	1,92756E-10	1,43891E-11	3,81976E-12	1,09387E-12	2,51809E-13	5,96812E-12	3,34561E-14	1,62839E-13	1,19204E-13	4,271E-12
3	Petroleum {RoW} petroleum and gas production, on-shore Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CFC-11 eq	7,93E-09	0	2,0121E-09	6,1644E-09	0	8,37128E-12	1,16971E-12	0	3,2049E-13	1,36542E-11	0	0	4,89179E-14	9,40736E-13
4	Petroleum {RME} production, onshore Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CFC-11 eq	7,85E-09	0	1,9908E-09	6,0993E-09	0	8,28285E-12	1,15736E-12	0	3,17104E-13	1,35099E-11	0	0	4,84012E-14	9,30799E-13
5	Crude oil, at production onshore/RAF U	Ecoinvent unit processes	kg CFC-11 eq	5,3E-09	0	1,134E-09	0	2,45667E-10	0	0	1,91251E-12	0	0	8,14396E-15	1,33239E-14	0	0

6	Crude oil, at production onshore/RME U	Ecoinvent unit processes	kg CFC-11 eq	4,6E-09	0	2,7317E-09	0	3,54885E-10	0	0	3,57133E-12	0	0	1,55506E-14	2,77785E-14	0	0
7	Petroleum {RU} production, onshore Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CFC-11 eq	3,36E-09	0	8,5201E-10	2,6103E-09	0	3,54478E-12	4,95311E-13	0	1,3571E-13	5,7818E-12	0	0	2,07141E-14	3,9835E-13
8	Crude oil, at production/NG U	Ecoinvent unit processes	kg CFC-11 eq	2,98E-09	0	3,6546E-10	0	1,16233E-10	0	0	7,79325E-13	0	0	3,27553E-15	4,97417E-15	0	0
9	Crude oil, at production onshore/RU U	Ecoinvent unit processes	kg CFC-11 eq	2,86E-09	0	1,8947E-09	0	2,35717E-10	0	0	2,42694E-12	0	0	1,05386E-14	1,90539E-14	0	0
10	Transport, natural gas, pipeline, long distance/RU U	Ecoinvent unit processes	kg CFC-11 eq	2,16E-09	0	1,9612E-09	0	1,69833E-10	0	0	3,94936E-13	0	0	4,59089E-14	1,35837E-13	0	0
11	Natural gas, high pressure {US} petroleum and gas production, on-shore Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CFC-11 eq	1,49E-09	0	2,5091E-10	1,3206E-09	0	2,9413E-12	5,51541E-13	0	9,60591E-15	5,85177E-14	0	0	1,26162E-14	5,50526E-13
12	Transport, pipeline, long distance, natural gas {RU} processing Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CFC-11 eq	1,43E-09	0	-3,102E-10	1,771E-09	0	1,23746E-12	5,52329E-13	0	6,24893E-15	6,12595E-13	0	0	8,88747E-15	4,10929E-13

Nº	Proceso	Proyecto	Unidad	Total	Cerveza envasada	Iodine {RER} production Alloc Def, U	Hydrogen peroxide, 50% in H2O, at plant/RER U	Sodium hydroxide, 50% in H2O, production mix, at plant/RER U	Sodium hypochlorite, 15% in H2O, at plant/RER U	Nitric acid, 50% in H2O, at plant/RER U	Sodium phosphate {GLO} market for Alloc Def, U	Heavy fuel oil, burned in industrial furnace 1MW, non-modulating/CH U	Electricity, at supply, 2012 average loss	Waste water treatment, chemical reduction/oxidation process, municipal waste water, at waste water treatment plant RER	Packaging glass, white (waste treatment) {GLO} recycling of packaging glass, white Alloc Def, U	Aluminium (waste treatment) {GLO} recycling of aluminium Alloc Def, U	PE (waste treatment) {GLO} recycling of PE Alloc Def, U
1	El total de todos los procesos		kg CFC-11 eq	5,17E-08	0	4,0035E-13	4,6082E-12	5,4219E-12	4,52195E-13	2,17268E-12	1,69608E-11	6,424E-09	2,40118E-09	0	-1,1034E-09	-1,45508E-11	3,24137E-13
2	Procesos remanentes		kg CFC-11 eq	1,17E-08	0	2,4366E-13	2,0626E-12	2,669E-12	1,72944E-13	4,8553E-13	5,63996E-12	2,13442E-11	1,3682E-10	0	-3,26511E-10	-7,79121E-12	2,21387E-13
3	Petroleum {RoW} petroleum and gas production, on-shore Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CFC-11 eq	7,93E-09	0	3,2093E-14	0	0	0	0	4,29099E-12	0	0	0	-2,68542E-10	-2,38281E-12	3,44038E-14
4	Petroleum {RME} production, onshore Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CFC-11 eq	7,85E-09	0	3,1754E-14	0	0	0	0	4,24567E-12	0	0	0	-2,65706E-10	-2,35764E-12	3,40404E-14
5	Crude oil, at production onshore/RAF U	Ecoinvent unit processes	kg CFC-11 eq	5,3E-09	0	0	1,6877E-13	3,46926E-13	4,00604E-14	1,72937E-13	0	3,49496E-09	4,20455E-10	0	0	0	0
6	Crude oil, at production onshore/RME U	Ecoinvent unit processes	kg CFC-11 eq	4,6E-09	0	0	3,5186E-13	5,7501E-13	6,02056E-14	3,93621E-13	0	5,0947E-10	1,00181E-09	0	0	0	0
7	Petroleum {RU} production, onshore Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CFC-11 eq	3,36E-09	0	1,359E-14	0	0	0	0	1,817E-12	0	0	0	-1,13713E-10	-1,00899E-12	1,45682E-14

8	Crude oil, at production/NG U	Ecoinvent unit processes	kg CFC-11 eq	2,98E-09	0	0	6,3006E-14	1,53133E-13	1,87174E-14	5,94028E-14	0	2,35847E-09	1,37247E-10	0	0	0	0
9	Crude oil, at production onshore/RU U	Ecoinvent unit processes	kg CFC-11 eq	2,86E-09	0	0	2,4135E-13	3,84776E-13	3,95533E-14	2,71633E-13	0	2,96567E-11	6,94257E-10	0	0	0	0
10	Transport, natural gas, pipeline, long distance/RU U	Ecoinvent unit processes	kg CFC-11 eq	2,16E-09	0	0	1,7206E-12	1,29306E-12	1,20714E-13	7,89561E-13	0	1,0104E-11	1,05913E-11	0	0	0	0
11	Natural gas, high pressure {US} petroleum and gas production, on-shore Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CFC-11 eq	1,49E-09	0	4,2018E-15	0	0	0	0	3,3577E-13	0	0	0	-9,0354E-11	-3,66756E-13	2,21026E-15
12	Transport, pipeline, long distance, natural gas {RU} processing Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg CFC-11 eq	1,43E-09	0	7,5052E-14	0	0	0	0	6,3137E-13	0	0	0	-3,85744E-11	-6,4334E-13	1,75272E-14

3	Rice {RoW} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg C2H4 eq	8,9028E-06	0	8,9E-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	Heavy fuel oil, burned in industrial furnace 1MW, non-modulating/RER U	Ecoinvent unit processes	kg C2H4 eq	7,9653E-06	0	7,91E-06	0	8,62731E-09	0	0	8,2174E-11	0	0	5,9799E-13	7,66797E-11	0	0
5	Heavy fuel oil, burned in industrial furnace 1MW, non-modulating/CH U	Ecoinvent unit processes	kg C2H4 eq	7,0515E-06	0	1,62E-09	0	2,067E-11	0	0	5,6158E-12	0	0	3,22989E-14	1,26649E-14	0	0
6	Aluminium, primary, liquid, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes	kg C2H4 eq	5,1423E-06	0	8E-09	0	5,13211E-06	0	0	3,4304E-11	0	0	2,38785E-12	3,80618E-12	0	0
7	Heat, central or small-scale, other than natural gas {RoW} heat production, anthracite, at stove 5-15kW Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg C2H4 eq	4,5189E-06	0	4,35E-06	1,748E-07	0	5,5738E-10	8,298E-10	0	8,19526E-10	1,73E-10	0	0	3,21592E-12	3,17722E-11
8	Electricity, high voltage {CN} electricity production, hard coal Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg C2H4 eq	4,4327E-06	0	1,62E-06	3,026E-06	0	5,1725E-09	3,658E-09	0	7,46215E-11	3,395E-10	0	0	9,93442E-11	4,06269E-09
9	Natural gas, high pressure {RoW} natural gas production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg C2H4 eq	4,2573E-06	0	6,09E-07	3,904E-06	0	8,5634E-09	8,968E-10	0	1,44827E-11	2,02E-10	0	0	1,76E-11	7,54183E-10

N°	Proceso	Proyecto	Unidad	Total	Cerveza envasada	Iodine {RER} production Alloc Def, U	Hydrogen peroxide, 50% in H2O, at plant/RER U	Sodium hydroxide, 50% in H2O, production mix, at plant/RER U	Sodium hypochlorite, 15% in H2O, at plant/RER U	Nitric acid, 50% in H2O, at plant/RER U	Sodium phosphate {GLO} market for Alloc Def, U	Heavy fuel oil, burned in industrial furnace 1MW, non-modulating/CH U	Electricity, at supply, 2012 average loss	Waste water treatment, chemical reduction/oxidation process, municipal waste water, at waste water treatment plant RER	Packaging glass, white (waste treatment) {GLO} recycling of packaging glass, white Alloc Def, U	Aluminium (waste treatment) {GLO} recycling of aluminium Alloc Def, U	PE (waste treatment) {GLO} recycling of PE Alloc Def, U
	El total de todos los procesos		kg C2H4 eq	0,00015159	0	3,87E-10	6,688E-09	1,73575E-08	1,2115E-09	2,528E-09	6,0797E-08	8,86699E-06	9,006E-06	0	-3,7997E-06	-1,64776E-07	-3,0514E-09
	Procesos remanentes		kg C2H4 eq	7,5772E-05	0	3,49E-10	5,668E-09	1,71657E-08	1,1911E-09	2,485E-09	5,7626E-08	1,78826E-06	8,989E-06	0	3,33932E-06	-1,20906E-07	3,02003E-09
1	Packaging glass, green {RoW} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg C2H4 eq	2,445E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Packaging glass, green {RER w/o CH+DE} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg C2H4 eq	9,0927E-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Rice {RoW} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg C2H4 eq	8,9028E-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Heavy fuel oil, burned in industrial furnace 1MW, non-modulating/RER U	Ecoinvent unit processes	kg C2H4 eq	7,9653E-06	0	0	9,713E-10	4,56646E-11	3,8825E-12	1,074E-11	0	2,8094E-08	1,616E-08	0	0	0	0

5	Heavy fuel oil, burned in industrial furnace 1MW, non-modulating/CH U	Ecoinvent unit processes	kg C2H4 eq	7,0515E-06	0	0	1,604E-13	4,50295E-13	5,1119E-14	1,014E-13	0	7,04981E-06	1,224E-11	0	0	0	0
6	Aluminium, primary, liquid, at plant/RER U	Ecoinvent unit processes	kg C2H4 eq	5,1423E-06	0	0	4,821E-11	1,45665E-10	1,6447E-11	3,216E-11	0	8,2427E-10	1,064E-09	0	0	0	0
7	Heat, central or small-scale, other than natural gas {RoW} heat production, anthracite, at stove 5-15kW Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg C2H4 eq	4,5189E-06	0	5,45E-13	0	0	0	0	2,7186E-10	0	0	0	-1,0225E-08	-1,82177E-10	-4,04114E-11
8	Electricity, high voltage {CN} electricity production, hard coal Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg C2H4 eq	4,4327E-06	0	2,08E-11	0	0	0	0	2,2113E-09	0	0	0	1,84313E-07	-4,279E-08	6,35926E-12
9	Natural gas, high pressure {RoW} natural gas production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg C2H4 eq	4,2573E-06	0	1,68E-11	0	0	0	0	6,8755E-10	0	0	0	2,65841E-07	-8,97302E-10	2,69015E-12

Anexo 6 Contribución Acidificación

SimaPro 8.0.4.30 Contribución de proceso Fecha: 25/01/2017 Periodo: 20:48
 Proyecto Electricity Ecuador
 Calculation: Analizar
 Results: Contribución proceso
 Product: 1 p Cerveza envasada (of project Electricity Ecuador)
 Método: CML-IA baseline V3.02 / EU25
 Indicador: Caracterización
 Categoría: Acidification
 Cortar: 2%
 Excluir procesos de infraestructura: N°
 Excluir emisiones a largo plazo: N°
 Sorted on item: Total
 Sort order: Descendente

N°	Proceso	Proyecto	Unidad	Total	Cerveza envasada	Cerveza filtrada	Packaging glass, green {GLO} market for Alloc Def, U	Aluminium, primary, at plant/RER U	Linerboard {CA-QC} linerboard production, kraftliner Alloc Def, U	Packaging film, low density polyethylene {RER} production Alloc Def, U	Tap water, at user/ECUADOR U	Butene, mixed {GLO} market for Alloc Def, U	Lubricating oil {RER} production Alloc Def, U	Ethanol from ethylene, at plant/RER U	Hydrogen peroxide, 50% in H2O, at plant/RER U	Sodium chloride, powder {GLO} market for Alloc Def, U	Chlorine dioxide {GLO} market for Alloc Def, U
	El total de todos los procesos		kg SO2 eq	0,0038169	0	0,00141	0,001907	9,95E-05	2,1E-06	1,6E-06	1,07E-06	1,17E-06	3,7E-07	1,07079E-08	1,08487E-08	1,93635E-08	6,33629E-07
	Procesos remanentes		kg SO2 eq	0,0017598	0	0,0008	0,000693	9,93E-05	1,8E-06	1,5E-06	8,9E-07	1,16E-06	3,6E-07	1,06912E-08	8,81873E-09	1,59626E-08	4,93751E-07
1	Packaging glass, green {RoW} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg SO2 eq	0,0007467	0	0	0,000747	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Packaging glass, green {RER w/o CH+DE} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg SO2 eq	0,0002851	0	0	0,000285	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Barley grain {RoW} barley production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg SO2 eq	0,0002172	0	0,00022	3,7E-11	0	3,8E-13	3,6E-14	0	1,17E-15	1,6E-14	0	0	1,32792E-15	4,05125E-14
4	Heavy fuel oil, burned in industrial furnace IMW, non-modulating/RER U	Ecoinvent unit processes	kg SO2 eq	0,0002108	0	0,00021	0	2,28E-07	0	0	2,18E-09	0	0	1,58278E-11	2,02959E-09	0	0
5	Heavy fuel oil, burned in industrial furnace IMW, non-modulating/CH U	Ecoinvent unit processes	kg SO2 eq	0,0001868	0	4,3E-08	0	5,48E-10	0	0	1,49E-10	0	0	8,55591E-13	3,35492E-13	0	0
6	Electricity, high voltage {CN} electricity production, hard coal Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg SO2 eq	0,0001335	0	4,9E-05	9,12E-05	0	1,6E-07	1,1E-07	0	2,25E-09	1E-08	0	0	2,99249E-09	1,22378E-07
7	Electricity, generation at power plant, MCI, FO, Otros MCI, FO-Residuo-Crudo (Santa Elena II)	Electricity Ecuador	kg SO2 eq	0,000101	0	4,3E-05	0	0	0	0	1,78E-07	0	0	0	0	0	0

4	Waste water treatment, chemical reduction/oxidation process, municipal waste water, at waste water treatment plant RER	ELCD	kg PO4--- eq	8,68473E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	Spoil from hard coal mining {GLO} treatment of, in surface landfill Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg PO4--- eq	7,2044E-05	0	3,01E-05	4,47E-05	0	7,503E-08	5,238E-08	0	3,362E-09	8,79E-09	0	0	1,428E-09	5,209E-08
6	Barley grain {FR} barley production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg PO4--- eq	5,04087E-05	0	5,04E-05	8,6E-12	0	8,713E-14	8,356E-15	0	2,705E-16	3,74E-15	0	0	3,0818E-16	9,402E-15
7	Wastewater from medium density board production {RER} treatment of wastewater from medium density fibreboard production, capacity 5E9/year Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg PO4--- eq	4,02965E-05	0	2,49E-05	1,6E-05	0	1,036E-07	2,916E-08	0	1,571E-10	5,26E-09	0	0	2,5554E-10	1,084E-08
8	Spoil from lignite mining {GLO} treatment of, in surface landfill Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg PO4--- eq	4,0216E-05	0	6,31E-06	3,53E-05	0	3,942E-08	4,415E-08	0	7,513E-10	1,88E-08	0	0	1,0925E-09	4,863E-08
9	Barley grain {ES} barley production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg PO4--- eq	4,01467E-05	0	4,01E-05	6,85E-12	0	6,939E-14	6,655E-15	0	2,155E-16	2,98E-15	0	0	2,4544E-16	7,488E-15
10	Packaging glass, green {RoW} production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg PO4--- eq	3,85073E-05	0	0	3,85E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

N°	Proceso	Proyecto	Unidad	Total	Cerveza envasada	Iodine {RER} production Alloc Def, U	Hydrogen peroxide, 50% in H2O, at plant/RER U	Sodium hydroxide, 50% in H2O, production mix, at plant/RER U	Sodium hypochlorite, 15% in H2O, at plant/RER U	Nitric acid, 50% in H2O, at plant/RER U	Sodium phosphate {GLO} market for Alloc Def, U	Heavy fuel oil, burned in industrial furnace 1MW, non-modulating/CH U	Electricity, at supply, 2012 average loss	Waste water treatment, chemical reduction/oxidation process, municipal waste water, at waste water treatment plant RER	Packaging glass, white (waste treatment) {GLO} recycling of packaging glass, white Alloc Def, U	Aluminium (waste treatment) {GLO} recycling of aluminium Alloc Def, U	PE (waste treatment) {GLO} recycling of PE Alloc Def, U
	El total de todos los procesos		kg PO4--- eq	0,001669137	0	2,18E-09	6,41E-08	3,004E-07	1,822E-08	9,255E-08	6,08E-07	9,595E-06	3,04E-05	8,68473E-05	-1,689E-05	-5,029E-07	1,901E-09
	Procesos remanentes		kg PO4--- eq	0,000367035	0	6,28E-10	6,41E-08	3,004E-07	1,822E-08	9,255E-08	5,22E-07	9,595E-06	3,04E-05	0	-7,678E-06	-2,073E-07	-1,67E-09
1	Barley grain {RoW} barley production Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg PO4--- eq	0,000456613	0	6,59E-16	0	0	0	0	8,73E-14	0	0	0	-3,6E-12	-1,262E-13	1,025E-15
2	Wastewater from medium density board production {RoW} treatment of wastewater from medium density fibreboard production, capacity 5E9/year Alloc Def, U	Ecoinvent 3 - allocation, default - unit	kg PO4--- eq	0,000258277	0	5,51E-10	0	0	0	0	2,63E-08	0	0	0	-4,297E-06	-1,977E-08	9,929E-10

Anexo 8 Evaluación Malta

SimaPro 8.0.4.30	Análisis de impacto	Fecha:	42760	Período:	0,8621537
Proyecto	Electricity Ecuador				
Calculation:	Analizar				
Results:	Evaluación del impacto				
Product:	0,100352 kg Malta (of project Electricity Ecuador)				
Método:	CML-IA baseline V3.02 / EU25				
Indicador:	Caracterización				
Skip categories:	Nunca				
Excluir procesos de infraestructura:	Nº				
Excluir emisiones a largo plazo:	Nº				
Sorted on item:	Categoría de impacto				
Sort order:	Ascendente				

Malteado

Categoría de impacto	Unidad	Total	Malta	Cebada	Electricidad	Gas natural
Agotamiento Abiótico	kg Sb eq	3,6015E-07	0	3,601E-07	0	0
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	MJ	0,72860019	0	0,6685967	0,059967705	3,578E-05
Calentamiento Global (GWP100a)	kg CO2 eq	0,10687719	0	0,0804641	0,005762467	0,0206506
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	kg CFC-11 eq	9,6539E-09	0	6,037E-09	6,48769E-10	2,968E-09
Oxidación Fotoquímica	kg C2H4 eq	2,0542E-05	0	1,67E-05	2,43337E-06	1,404E-06
Acidificación	kg SO2 eq	0,0007258	0	0,0006333	7,69525E-05	1,553E-05
Eutrofización	kg PO4--- eq	0,00085952	0	0,0008486	8,2065E-06	2,685E-06

Anexo 9 Evaluación Mosto

SimaPro 8.0.4.30 Análisis de impacto Fecha: 25/01/2017 Período: 20:39

Proyecto Electricity Ecuador

Calculation: Analizar

Results: Evaluación del impacto

Product: 0,607072 kg Mosto (of project Electricity Ecuador)

Método: CML-IA baseline V3.02 / EU25

Indicador: Caracterización

Skip categories: Nunca

Excluir procesos de
infraestructura: N°

Excluir emisiones a
largo plazo: N°

Sorted on item: Categoría de impacto

Sort order: Ascendente

Categoría de impacto	Unidad	Total	Mosto	Malta	Arroz	Agua cervecera	Ácido fosfórico	Cloruro de calcio	Agua des- alcalinizada	Lúpulo	Colorante
Agotamiento Abiótico	kg Sb eq	4,905E-07	0	3,601E-07	1,29E-07	3,6285E-10	0	0	0	4,7E-10	0
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	MJ	1,1537817	0	0,7286002	0,39837	0,00069678	6,27E-06	3,069E-05	3,862E-07	0,0017159	7,221E-06
Calentamiento Global (GWP100a)	kg CO2 eq	0,2148549	0	0,1068772	0,0723095	6,2452E-05	0,0001857	0,000221	7,047E-06	0,0001487	0,0002111
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	kg CFC-11 eq	1,727E-08	0	9,654E-09	3,205E-09	6,3304E-12	1,71E-11	6,213E-12	6,712E-13	1,413E-11	3,132E-11
Oxidación Fotoquímica	kg C2H4 eq	5,232E-05	0	2,054E-05	2,023E-05	2,7573E-08	2,117E-07	6,602E-08	1,293E-09	4,723E-08	6,671E-08
Acidificación	kg SO2 eq	0,0013035	0	0,0007258	0,0002949	3,6812E-07	5,114E-06	1,968E-06	1,929E-08	9,799E-07	1,711E-06
Eutrofización	kg PO4--- eq	0,0011757	0	0,0008595	0,0002942	1,4226E-07	2,696E-06	5,989E-07	8,566E-09	5,165E-07	5,107E-07

Categoría de impacto	Unidad	Total	Mosto	Sulfato de Zinc	Metasilicato de sodio	Hexametáfosfato de sodio	Agua potable	Sosa cáustica	Ácido nítrico	Electricidad	Búnker
Agotamiento Abiótico	kg Sb eq	4,905E-07	0	0	1,607E-10	4,234E-10	0	0	0	0	0
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	MJ	1,1537817	0	5,823E-08	0,0002252	0,00038277	1,744E-05	1,631E-05	1,004E-07	0,023611	0,0001014
Calentamiento Global (GWP100a)	kg CO2 eq	0,2148549	0	1,703E-06	1,835E-05	3,3308E-05	3,01E-06	0,0002181	4,072E-05	0,0022689	0,0322481
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	kg CFC-11 eq	1,727E-08	0	2,526E-13	8,239E-12	3,7308E-12	2,601E-13	1,331E-11	1,328E-12	2,554E-10	4,049E-09
Oxidación Fotoquímica	kg C2H4 eq	5,232E-05	0	5,379E-10	5,29E-09	1,3373E-08	1,419E-09	4,262E-08	1,545E-09	9,581E-07	1,011E-05
Acidificación	kg SO2 eq	0,0013035	0	1,38E-08	1,231E-07	3,1871E-07	2,736E-08	1,047E-06	1,107E-07	3,03E-05	0,0002406
Eutrofización	kg PO4--- eq	0,0011757	0	4,119E-09	4,384E-08	1,3379E-07	4,643E-09	7,375E-07	5,655E-08	3,231E-06	1,324E-05

Anexo 10 Evaluación Primera Cerveza

SimaPro 8.0.4.30 Análisis de impacto Fecha: 25/01/2017 Período: 20:37
 Proyecto Electricity Ecuador

 Calculation: Analizar
 Results: Evaluación del impacto
 Product: 0,555036 kg Primera cerveza (of project Electricity Ecuador)
 Método: CML-IA baseline V3.02 / EU25
 Indicador: Caracterización
 Skip categories: Nunca
 Excluir procesos de infraestructura: N°
 Excluir emisiones a largo plazo: N°
 Sorted on item: Categoría de impacto
 Sort order: Ascendente

Categoría de impacto	Unidad	Total	Primera cerveza	Mosto	Levadura	Sosa cáustica	Hipoclorito de sodio	Rimazon oxo
Agotamiento Abiótico	kg Sb eq	4,972E-07	0	4,9054E-07	6,1914E-09	0	0	4,6817E-11
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	MJ	1,1941905	0	1,15378172	0,01512043	7,0359E-05	3,779E-07	3,2271E-05
Calentamiento Global (GWP100a)	kg CO2 eq	0,220866	0	0,21485488	0,00245719	0,00094058	5,6886E-06	2,7459E-06
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	kg CFC-11 eq	1,772E-08	0	1,7267E-08	1,1545E-10	5,7423E-11	4,1445E-13	2,6086E-13
Oxidación Fotoquímica	kg C2H4 eq	5,416E-05	0	5,2324E-05	6,3478E-07	1,8383E-07	1,1104E-09	8,6292E-10
Acidificación	kg SO2 eq	0,0013627	0	0,00130345	2,2638E-05	4,5163E-06	2,6191E-08	1,9522E-08
Eutrofización	kg PO4--- eq	0,0011926	0	0,00117568	9,8103E-06	3,1812E-06	1,6695E-08	8,7582E-09

Categoría de impacto	Unidad	Total	Rimazon sauer	Ácido paracético	Detergente alcalino clorado	Ácido nítrico	Agua potable	Electricidad
Agotamiento Abiótico	kg Sb eq	4,972E-07	4,3355E-10	6,1298E-12	0	0	0	0
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	MJ	1,1941905	0,00113	7,0691E-05	3,2391E-07	5,0224E-07	9,3634E-07	0,02398289
Calentamiento Global (GWP100a)	kg CO2 eq	0,220866	8,9188E-05	2,4613E-06	4,8759E-06	0,00020362	1,6159E-07	0,00230458
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	kg CFC-11 eq	1,772E-08	8,2513E-12	9,7751E-14	3,5524E-13	6,6377E-12	1,3967E-14	2,5946E-10
Oxidación Fotoquímica	kg C2H4 eq	5,416E-05	2,8714E-08	1,441E-09	9,5173E-10	7,7244E-09	7,6177E-11	9,7318E-07
Acidificación	kg SO2 eq	0,0013627	6,9688E-07	1,0129E-08	2,2449E-08	5,5338E-07	1,4689E-09	3,0776E-05
Eutrofización	kg PO4--- eq	0,0011926	2,6392E-07	1,5871E-08	1,431E-08	2,8275E-07	2,4931E-10	3,282E-06

Anexo 11 Evaluación Cerveza Madura

SimaPro 8.0.4.30 Análisis de impacto Fecha: 25/01/2017 Período: 20:33
 Proyecto Electricity Ecuador
 Calculation: Analizar
 Results: Evaluación del impacto
 Product: 0,5626744 kg Cerveza madura (of project Electricity Ecuador)
 Método: CML-IA baseline V3.02 / EU25
 Indicador: Caracterización
 Skip categories: Nunca
 Excluir procesos de infraestructura: N°
 Excluir emisiones a largo plazo: N°
 Sorted on item: Categoría de impacto
 Sort order: Ascendente

Categoría de impacto	Unidad	Total	Cerveza madura	Ácido nítrico	Sosa cáustica	Ácido paracético	Rimazon oxo	Rimazon sauer	Hipoclorito de sodio
Agotamiento Abiótico	kg Sb eq	3,78216E-07	0	0	0	6,12984E-12	4,68174E-11	3,97422E-10	0
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	MJ	1,013413675	0	5,95511E-07	7,81764E-05	7,06914E-05	3,22713E-05	0,001035832	4,31895E-07
Calentamiento Global (GWP100a)	kg CO2 eq	0,204111367	0	0,000241434	0,001045089	2,46127E-06	2,74589E-06	8,17559E-05	6,50117E-06
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	kg CFC-11 eq	1,63176E-08	0	7,87043E-12	6,38032E-11	9,77507E-14	2,60856E-13	7,56366E-12	4,73651E-13
Oxidación Fotoquímica	kg C2H4 eq	5,09993E-05	0	9,15893E-09	2,04258E-07	1,44095E-09	8,62918E-10	2,63208E-08	1,26898E-09
Acidificación	kg SO2 eq	0,001341733	0	6,56156E-07	5,01814E-06	1,0129E-08	1,95218E-08	6,38808E-07	2,99322E-08
Eutrofización	kg PO4--- eq	0,001150919	0	3,35262E-07	3,53463E-06	1,58713E-08	8,75816E-09	2,41923E-07	1,90798E-08

Categoría de impacto	Unidad	Total	Cerveza madura	Agua potable	Primera cerveza	Gel de sílice	Electricidad	CO2	Levadura
Agotamiento Abiótico	kg Sb eq	3,78216E-07	0	0	4,97215E-07	4,57117E-11	0	-1,19408E-07	-8,78213E-11
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	MJ	1,013413675	0	1,09262E-06	1,194190497	0,000360082	0,02271407	-0,204855591	-0,000214474
Calentamiento Global (GWP100a)	kg CO2 eq	0,204111367	0	1,88564E-07	0,220865968	3,04587E-05	0,00218266	-0,020313042	-3,48537E-05
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	kg CFC-11 eq	1,63176E-08	0	1,6298E-14	1,77153E-08	2,8912E-12	2,45735E-10	-1,72471E-09	-1,63759E-12
Oxidación Fotoquímica	kg C2H4 eq	5,09993E-05	0	8,88904E-11	5,41569E-05	1,01541E-08	9,21693E-07	-4,32381E-06	-9,00402E-09
Acidificación	kg SO2 eq	0,001341733	0	1,7141E-09	0,001362711	2,16701E-07	2,91474E-05	-5,63957E-05	-3,21111E-07
Eutrofización	kg PO4--- eq	0,001150919	0	2,90917E-10	0,001192561	4,20881E-08	3,10839E-06	-4,88091E-05	-1,39154E-07

Anexo 12 Evaluación Cerveza Filtrada

SimaPro 8.0.4.30 Análisis de impacto Fecha: 25/01/2017 Período: 20:28
 Proyecto Electricity Ecuador

Calculation: Analizar
 Results: Evaluación del impacto
 Product: 0,35 kg Cerveza filtrada (of project Electricity Ecuador)
 Método: CML-IA baseline V3.02 / EU25
 Indicador: Caracterización
 Skip categories: Nunca
 Excluir procesos de infraestructura: N°
 Excluir emisiones a largo plazo: N°
 Sorted on item: Categoría de impacto
 Sort order: Ascendente

Categoría de impacto	Unidad	Total	Cerveza filtrada	Cerveza madura	Ácido nítrico	Sosa cáustica	Trimetaduo	Ácido paracético
Agotamiento Abiótico	kg Sb eq	3,78258E-07	0	3,78216E-07	0	0	0	4,25618E-11
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	MJ	1,046127592	0	1,013413672	3,14234E-07	3,83512E-05	7,96261E-07	0,000490837
Calentamiento Global (GWP100a)	kg CO2 eq	0,211221366	0	0,204111367	0,000127397	0,000515488	2,35818E-05	1,70895E-05
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	kg CFC-11 eq	1,71138E-08	0	1,63176E-08	4,153E-12	3,22818E-11	2,17172E-12	6,7872E-13
Oxidación Fotoquímica	kg C2H4 eq	5,34641E-05	0	5,09993E-05	4,8329E-09	1,01279E-07	2,68849E-08	1,00051E-08
Acidificación	kg SO2 eq	0,001410941	0	0,001341733	3,46235E-07	2,4817E-06	6,49461E-07	7,03293E-08
Eutrofización	kg PO4--- eq	0,001159176	0	0,001150919	1,76908E-07	1,74467E-06	3,4236E-07	1,102E-07

Categoría de impacto	Unidad	Total	Cerveza filtrada	Divosan OHD	Hipoclorito de sodio	Agua potable	Búnker	Electricidad
Agotamiento Abiótico	kg Sb eq	3,78258E-07	0	0	0	0	0	0
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	MJ	1,046127592	0	2,60584E-07	1,73003E-07	5,48364E-06	1,01428E-05	0,03216756
Calentamiento Global (GWP100a)	kg CO2 eq	0,211221366	0	0,000105647	2,60426E-06	9,46366E-07	0,003226173	0,003091072
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	kg CFC-11 eq	1,71138E-08	0	3,44395E-12	1,89736E-13	8,17964E-14	4,05099E-10	3,48009E-10
Oxidación Fotoquímica	kg C2H4 eq	5,34641E-05	0	4,00777E-09	5,08326E-10	4,46123E-10	1,01151E-06	1,3053E-06
Acidificación	kg SO2 eq	0,001410941	0	2,87121E-07	1,19902E-08	8,60271E-09	2,40743E-05	4,12784E-05
Eutrofización	kg PO4--- eq	0,001159176	0	1,46704E-07	7,64289E-09	1,46005E-09	1,32506E-06	4,40209E-06

Anexo 13 Evaluación Cerveza Envasada

SimaPro 8.0.4.30 Análisis de impacto Fecha: 25/01/2017 Período: 7 20:21
 Proyecto Electricity Ecuador

Calculation: Analizar
 Results: Evaluación del impacto
 1 p Cerveza envasada (of project Electricity
 Product: Ecuador)
 Método: CML-IA baseline V3.02 / EU25
 Indicador: Caracterización
 Skip categories: Nunca
 Excluir procesos de
 infraestructura: N°
 Excluir emisiones a largo
 plazo: N°
 Sorted on item: Categoría de impacto
 Ascendente
 Sort order: e

Categoría de impacto	Unidad	Total	Cerveza envasada	Cerveza filtrada	Botella verde de vidrio	Tapa de aluminio	Etiquetas	Envoltura	Agua potable	Pegante	Lubricante para botellas	P3-alcodes	Desinfectante vortexx	Rimazon oxo
Agotamiento Abiótico	kg Sb eq	8,3007E-07	0	3,7826E-07	4,5991E-07	0	1,1471E-09	1,4916E-10	0	1,7289E-11	2,0146E-10	0	0	4,6438E-11
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	MJ	4,24891166	0	1,04612759	3,09458902	0,00140741	0,00452215	0,01049466	0,00068239	0,01854881	0,003329	4,6384E-08	9,5892E-08	3,201E-05
Calentamiento Global (GWP100a)	kg CO2 eq	0,50212113	0	0,211222137	0,2247556	0,02162592	0,00032358	0,00036654	0,00011777	0,00044521	4,6478E-05	3,7363E-06	3,3717E-06	2,7236E-06
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	kg CFC-11 eq	5,1656E-08	0	1,7114E-08	2,5384E-08	1,3151E-09	3,8767E-11	7,746E-12	1,0179E-11	1,041E-12	3,9585E-11	1,1687E-13	3,6381E-13	2,5874E-13
Oxidación Fotoquímica	kg C2H4 eq	0,00015159	0	5,3464E-05	7,5309E-05	8,4215E-06	1,3053E-07	8,0084E-08	5,5516E-08	7,7575E-08	2,1663E-08	4,338E-09	5,2796E-10	8,5592E-10
Acidificación	kg SO2 eq	0,0038169	0	0,00141094	0,00190703	9,9511E-05	2,1349E-06	1,6074E-06	1,0705E-06	1,1669E-06	3,7177E-07	1,0708E-08	1,0849E-08	1,9363E-08

Eutrofización	kg PO4--- eq	0,0016691 4	0	0,0011591 8	0,00036057	3,5614E-05	2,1537E- 06	4,5629E- 07	1,8169E- 07	1,0737E- 07	1,0844E- 07	5,1271E- 09	5,0586E-09	8,6872E- 09
Categoría de impacto	Unidad	Rimazon sauer	Biocida	Oxiona active	Desinfectan te topaz 66	Desinfectan te topaz 58	Ac55-5	Inhibidor de corrosión	Búnker	Electricity , at supply, 2012 average loss	Electricida d	merma de botella de vidrio	Merma de tapa de aluminio	Agua para tratamient o
Agotamiento Abiótico	kg Sb eq	3,942E-10	1,0003E- 08	0	0	0	0	1,9248E- 09	0	0	0	-2,187E- 08	-1,088E-10	8,2096E- 13
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	MJ	0,0010274 3	3,0431E- 05	1,2146E- 06	6,6433E-06	4,1232E-07	1,6439E- 07	0,0017401 2	5,739E-05	0,2219485 5	0	0,152051 6	-0,0031875	0,000394 8
Calentamiento Global (GWP100a)	kg CO2 eq	8,1093E- 05	2,1242E- 06	4,2709E- 05	8,881E-05	6,2067E-06	6,6649E- 05	0,0001514 3	0,0338968	0,0213276 7	0	0,012106 6	-0,0003389	-9,111E- 06
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	kg CFC- 11 eq	7,5023E- 12	4,0035E- 13	4,6082E- 12	5,4219E-12	4,5219E-13	2,1727E- 12	1,6961E- 11	6,424E-09	2,4012E- 09	0	-1,103E- 09	-1,455E-11	3,2414E- 13
Oxidación Fotoquímica	kg C2H4 eq	2,6107E- 08	3,8692E- 10	6,6875E- 09	1,7357E-08	1,2115E-09	2,5284E- 09	6,0797E- 08	8,867E-06	9,0062E- 06	0	-3,8E-06	-1,648E-07	-3,051E- 09
Acidificación	kg SO2 eq	6,3363E- 07	7,8104E- 09	1,3742E- 07	4,2643E-07	2,8576E-08	1,8114E- 07	1,4489E- 06	0,0002057 5	0,0002848 1	0	-9,728E- 05	-3,096E-06	-2,358E- 08
Eutrofización	kg PO4--- eq	2,3996E- 07	2,1817E- 09	6,4075E- 08	3,0037E-07	1,8215E-08	9,2551E- 08	6,0824E- 07	9,5948E- 06	3,0373E- 05	8,6847E- 05	-1,689E- 05	-5,029E-07	1,9014E- 09

Categoría de impacto	Unidad	Rimazon sauer	Biocida	Oxiona active	Desinfectante topaz 66	Desinfectante topax 58	Ac55-5	Inhibidor de corrosión	Búnker	Electricity, at supply, 2012 average loss	Electricidad	merma de botella de vidrio	Merma de tapa de aluminio	Agua para tratamiento
Agotamiento Abiótico	kg Sb eq	3,942E-10	1,0003E-08	0	0	0	0	1,9248E-09	0	0	0	-2,187E-08	-1,088E-10	8,2096E-13
Agotamiento Abiótico (combustibles fósiles)	MJ	0,00102743	3,0431E-05	1,2146E-06	6,6433E-06	4,1232E-07	1,6439E-07	0,00174012	5,739E-05	0,22194855	0	0,1520516	0,0031875	0,0003948
Calentamiento Global (GWP100a)	kg CO2 eq	8,1093E-05	2,1242E-06	4,2709E-05	8,881E-05	6,2067E-06	6,6649E-05	0,00015143	0,0338968	0,02132767	0	0,0121066	0,0003389	-9,111E-06
Agotamiento Capa de Ozono (PAO)	kg CFC-11 eq	7,5023E-12	4,0035E-13	4,6082E-12	5,4219E-12	4,5219E-13	2,1727E-12	1,6961E-11	6,424E-09	2,4012E-09	0	-1,103E-09	-1,455E-11	3,2414E-13
Oxidación Fotoquímica	kg C2H4 eq	2,6107E-08	3,8692E-10	6,6875E-09	1,7357E-08	1,2115E-09	2,5284E-09	6,0797E-08	8,867E-06	9,0062E-06	0	-3,8E-06	-1,648E-07	-3,051E-09
Acidificación	kg SO2 eq	6,3363E-07	7,8104E-09	1,3742E-07	4,2643E-07	2,8576E-08	1,8114E-07	1,4489E-06	0,00020575	0,00028481	0	-9,728E-05	-3,096E-06	-2,358E-08
Eutrofización	kg PO4--- eq	2,3996E-07	2,1817E-09	6,4075E-08	3,0037E-07	1,8215E-08	9,2551E-08	6,0824E-07	9,5948E-06	3,0373E-05	8,6847E-05	-1,689E-05	-5,029E-07	1,9014E-09