



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**"Análisis de ciclo de vida de un ascensor electrónico "tipo  
montaplatos" construido por una empresa ecuatoriana en la  
ciudad de Guayaquil."**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del Título de:**

**MAGÍSTER EN ECOEFICIENCIA INDUSTRIAL**

**Presentada por:**

**Hamilton Manuel Torres Gavilanes**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año: 2021**

## **AGRADECIMIENTO**

Primero a Jesús, luego a mis  
padres, hermano, Mary,  
Mayito, todos quienes han  
hecho posible este trabajo,  
Dios les pague.

## DEDICATORIA

Mamá, papá y hermano,  
con mucho afecto, los amo  
montón.

# TRIBUNAL DE TITULACIÓN

---

**Ángel Ramírez M., Ph.D.**  
**DECANO DE LA FIMCP**  
**PRESIDENTE**

---

**Ángel Ramírez M., Ph.D.**  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**Jorge Amaya R., Ph.D.**  
**VOCAL**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

Hamilton Manuel Torres Gavilanes

## RESUMEN

Como muestra de los compromisos globales sobre objetivos de desarrollo sostenible que hacen los países, se presenta un estudio que aporte al mantenimiento de un planeta sostenible y la reciprocidad de convivencia con la naturaleza. Los estudios y herramientas que permiten a los ingenieros y las industrias evaluar las cargas ambientales negativas de los productos y servicios durante su ciclo de vida, deberían convertirse en un uso común, para hacer que las soluciones de ingeniería sean más sostenibles. La evaluación del ciclo de vida (LCA) es un método que se puede utilizar para lograr lo anterior. El ciclo de vida de un producto o servicio son todas las etapas asociadas con ese producto, como la extracción de materias primas, el procesamiento de materiales, la fabricación, distribución, uso y final de la vida del producto. La integración de la economía circular en estos estudios representa un cambio sistemático, genera resiliencia a largo plazo, brinda oportunidades comerciales y beneficios socio ambientales.

Los elevadores de carga del tipo dumbwaiter son equipos que permiten levantar cargas de menor peso, no utilizados para pasajeros. Los objetivos de este estudio son utilizar la metodología de análisis de ciclo de vida (ACV) para: (i) identificar los puntos críticos ambientales en el ciclo de vida del elevador, (ii) y evaluar diferentes estrategias de final de vida. La unidad funcional, que sirve de base para el análisis, es “un ascensor con una capacidad de carga de 200 kg que permite dar servicio a dos paradas en cuanto a altura (seis metros), con una vida útil de 20 años”. Este sistema se ensambla y opera en Ecuador. Los componentes y materiales se importan de varias partes del mundo. Los escenarios de final de vida útil que se evaluarán son (a) todas las partes y piezas se reutilizan, (b) todas las partes y piezas se reciclan y, (c) una combinación realista de escenarios (a) y (b).

Tomando como referencia el potencial de calentamiento global del sistema, los resultados muestran que la etapa de uso es la de mayor carga ambiental, representando entre el 74% y el 82% de la huella de carbono para todo el ciclo de vida. En cuanto a la fabricación de componentes, los rieles y la cabina generan el impacto más negativo con el 4,24% y el 3,43%, respectivamente, de la huella de carbono. Todos los escenarios de final de vida proporcionan créditos al sistema, ya que compensan la producción de nuevos materiales. La opción (a) proporciona la mayor compensación con 20%, seguida de (c) y (b), con 15% y 8%, respectivamente.

A partir de la identificación de los puntos críticos, queda claro que reducir el uso de energía en el sistema es fundamental para mitigar el impacto ambiental. Con respecto al final de la vida útil, una estrategia de economía circular es aplicar el reuso de los componentes y reciclaje, de tal forma que se disminuya el consumo de material primario. El diseño para la reutilización de los sistemas mecánicos es fundamental para mitigar los recursos y el impacto ambiental en cuanto a soluciones de ingeniería.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	VI
ÍNDICE GENERAL .....	VIII
ABREVIATURAS .....	XII
SIMBOLOGÍA .....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XV
ÍNDICE DE TABLAS .....	XVI
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>18</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>18</b>
1.1. Planteamiento del problema .....	18
1.2. Objetivos .....	18
1.2.1. Objetivo General .....	18
1.2.2. Objetivos específicos .....	18
1.3. Justificación .....	19
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>20</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
2.1. Análisis de ciclo de vida.....	20
2.1.1. Etapas del Ciclo de Vida.....	21
2.1.2. Análisis de ciclo de vida y las norma ISO .....	22
2.1.3. El ACV como herramienta en la industria y su administración .....	23
2.1.4. Aplicaciones del ACV para el sector industrial. ....	23
2.1.5. Etapas de desarrollo de un ACV .....	24
2.1.6. Sistema de producto, funciones y unidad funcional.....	24

2.1.7.	Límites del sistema.....	24
2.1.8.	Tipos y fuentes de datos .....	25
2.1.9.	Análisis de inventario de ciclo de vida (ICV) .....	25
2.2.	Evaluación de impacto de ciclo de vida (EICV) .....	26
2.2.1	Clasificación.....	28
2.2.2	Interpretación del ACV .....	28
2.3.	Estudios de ACV de ascensores eléctricos .....	29
2.4.	Estudios de ACV de equipos de manejo de cargas.....	30
2.4.1.	Equipos manejadores de carga.....	31
2.5.	Final de vida de materiales.....	31
2.5.1.	Reuso.....	32
2.5.2.	Reciclaje .....	32
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>		<b>34</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL ELEVADOR ANALIZADO Y DEFINICIÓN DE OBJETIVO Y ALCANCE .....</b>		<b>34</b>
3.1.	Descripción del elevador analizado.....	34
3.2.	Objetivo .....	36
3.3.	Alcance del estudio .....	37
3.3.1.	Unidad funcional.....	37
3.3.2.	Límites del sistema.....	37

<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>41</b>
<b>4. ANÁLISIS DE INVENTARIO DE CICLO DE VIDA</b> .....	<b>41</b>
<b>4.1. Construcción de análisis de inventario</b> .....	<b>41</b>
<b>4.1.1. Procesos tomados de base de datos</b> .....	<b>42</b>
<b>4.1.2. Procesos tomados de referencia bibliográfica</b> .....	<b>43</b>
<b>4.1.3. Inventarios creados para el estudio</b> .....	<b>43</b>
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>61</b>
<b>5. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CICLO DE VIDA</b> .....	<b>61</b>
<b>5.1. Metodología de evaluación de impacto de ciclo de vida</b> .....	<b>61</b>
<b>5.2. Resultados de caracterización de impactos ambientales</b> .....	<b>62</b>
<b>5.3. Análisis de contribución</b> .....	<b>63</b>
<b>5.3.1. Contribuciones GWP100 en partes y piezas del elevador</b> .....	<b>73</b>
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>75</b>
<b>6. INTERPRETACIÓN</b> .....	<b>75</b>
<b>6.1. Análisis de alternativas de mejora</b> .....	<b>75</b>
<b>6.2. Análisis de puntos críticos</b> .....	<b>79</b>
<b>6.3. Comparación con estudios similares</b> .....	<b>80</b>

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>83</b>
<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>83</b>
<b>7.1. Conclusiones .....</b>	<b>83</b>
<b>7.2. Recomendaciones .....</b>	<b>84</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ABREVIATURAS

<b>ACV</b>	Análisis de ciclo de vida
<b>ISO</b>	International Standard Organization
<b>GWP</b>	Global Warming Potential
<b>MAE</b>	Ministerio de Ambiente del Ecuador
<b>BPA</b>	Buenas Prácticas Ambientales
<b>ICV</b>	Inventario de ciclo de vida
<b>EICV</b>	Evaluación de impactos de ciclo de vida
<b>LCA</b>	Life Cycle Assessment
<b>ROW</b>	Rest of the world
<b>GLO</b>	Global
<b>N/A</b>	No aplica
<b>GEI</b>	Gases de efecto invernadero

## SIMBOLOGÍA

<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>N<sub>2</sub>O</b>	óxido nitroso
<b>CH<sub>4</sub></b>	metano
<b>CFC's</b>	clorofluorocarbonos
<b>HCFCs</b>	hidroclorofluorocarbonos
<b>CH<sub>3</sub>Br</b>	bromuro de metilo
<b>SO<sub>3</sub></b>	Óxido de azufre
<b>NO<sub>x</sub></b>	Óxidos de nitrógeno
<b>HCl</b>	Ácido clorhídrico
<b>HF</b>	Ácido fluorhídrico
<b>NH<sub>4</sub></b>	Amonio
<b>PO<sub>4</sub></b>	Fosfato
<b>NO</b>	Óxido de nitrógeno
<b>NO<sub>2</sub></b>	Dióxido de nitrógeno
<b>NH<sub>4</sub></b>	Amonio
<b>NMHC</b>	Hidrocarburo no metano
<b>Km</b>	Kilometro
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>%</b>	Porcentaje

<b>®</b>	Marca Registrada
<b>Ton</b>	Tonelada
<b>&amp;</b>	And (y)
<b>m</b>	metro
<b>KWh</b>	Kilowatt hora
<b>MWh</b>	Megawatt hora
<b>Ton</b>	Tonelada
<b>MJ</b>	Megajoules
<b>m<sup>3</sup></b>	metros cúbicos
<b>Fe</b>	Hierro
<b>N</b>	Nitrógeno
<b>SO<sub>2</sub></b>	Dióxido de azufre
<b>PM10</b>	Material particulado entre 2.5 y 10 micras

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1 Límites del sistema .....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 2.2 Estructura de ACV según ISO 14040.....</b>	<b>23</b>
<b>FIGURA 2.3 MARCO DE REFERENCIA DEL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA.....</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA 3.4 COMPONENTES DE UN ELEVADOR DUMBWAITER .....</b>	<b>35</b>
<b>FIGURA 3.5 LÍMITES DEL SISTEMA .....</b>	<b>39</b>
<b>FIGURA 4.6 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS .....</b>	<b>41</b>
<b>FIGURA 4.7 MEDIDOR DE CONSUMO ELÉCTRICO SCHNEIDER.....</b>	<b>51</b>
<b>FIGURA 4.8 ESQUEMA DE ALTERNATIVAS DE FIN DE VIDA.....</b>	<b>58</b>
<b>FIGURA 5.9 CONTRIBUCIONES POR FASES DEL SISTEMA DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA PARA CARGADOR TIPO DUMBWAITER. ....</b>	<b>65</b>
<b>FIGURA 5.10 CONTRIBUCIONES SOBRE AGOTAMIENTO DE METALES.....</b>	<b>66</b>
<b>FIGURA 5.11. CONTRIBUCIONES SOBRE AGOTAMIENTO DE FÓSILES.....</b>	<b>68</b>
<b>FIGURA 5.12 CONTRIBUCIONES SOBRE MATERIAL PARTICULADO .....</b>	<b>69</b>
<b>FIGURA 5.13 CONTRIBUCIONES SOBRE ACIDIFICACIÓN TERRESTRE .....</b>	<b>70</b>
<b>FIGURA 5.14 AGOTAMIENTO DEL OZONO .....</b>	<b>71</b>
<b>FIGURA 5.15 CONTRIBUCIONES SOBRE EUTROFICACIÓN MARINA.....</b>	<b>72</b>
<b>FIGURA 5.16 CONTRIBUCIONES SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO.....</b>	<b>73</b>
<b>FIGURA 5. 17 CONTRIBUCIONES EN LA FASE DE PRODUCCIÓN DEL ELEVADOR ELÉCTRICO, TIPO DUMBWAITER, CONSIDERANDO LA CATEGORIZACIÓN GWP 100. ....</b>	<b>74</b>
<b>FIGURA 6.18 COMPARACIÓN RELATIVA DE FIN DE VIDA DE SISTEMAS .....</b>	<b>76</b>
<b>FIGURA 6.19 COMPARACIÓN PORCENTUAL DE FIN DE VIDA DE SISTEMAS INCLUYENDO ALTERNATIVAS DE ECONOMÍA CIRCULAR.....</b>	<b>79</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CATEGORÍA DE IMPACTOS AMBIENTALES .....	26
TABLA 2. CARACTERÍSTICA ELEVADOR ELÉCTRICO .....	34
TABLA 3. LÍMITES DEL SISTEMA - ACV DUMBWAITER 200 KG .....	38
TABLA 4. PROCESOS TOMADOS DE ECOINVENT 3.7.1 .....	42
TABLA 5. PROCESOS TOMADOS DE REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....	43
TABLA 6. INVENTARIO DE PRODUCCIÓN DE COMPONENTES Y PARTES DEL ELEVADOR ELÉCTRICO .....	44
TABLA 7. INVENTARIO ETAPA DE INSTALACIÓN.....	48
TABLA 8. CONSIDERACIONES MEDICIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO EN ETAPA DE USO.....	50
TABLA 9. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO NO FRECUENTES.....	52
TABLA 10. INVENTARIO ETAPA DE MANTENIMIENTO FRECUENTE Y NO FRECUENTE.....	52
TABLA 11. INVENTARIO ETAPA DE DESMONTAJE. ....	53
TABLA 12. INVENTARIO ETAPA DE OBTENCIÓN DE 1KG DE ACERO SECUNDARIO (ADAPTADO DE REFERENCIA: (PONTÓN, 2017) .....	54
TABLA 13. INVENTARIO ETAPA DE OBTENCIÓN DE 1KG DE COBRE SECUNDARIO (ADAPTADO CHEN ET AL., 2019) .....	56
TABLA 14. LISTADO DE COMPONENTES PARA REUSO Y RECICLAJE.....	59
TABLA 15. CATEGORÍA DE IMPACTO Y FACTORES DE CARACTERIZACIÓN DEL MÉTODO RECIPE .....	61
TABLA 16. RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS CON BASE A LA UNIDAD FUNCIONAL PARA LOS 3 ESCENARIOS.....	62
TABLA 17. CATEGORÍA DE IMPACTOS AMBIENTALES GLOBALES EN LAS FASES DE PRODUCCIÓN, INSTALACIÓN, USO, MANTENIMIENTO, DESMONTAJE Y FIN DE VIDA DEL ELEVADOR DUMBWAITER.....	64

<b>Tabla 18. TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN EL MIX ECUATORIANO DE 2012 A 2018.....</b>	<b>67</b>
<b>TABLA 19. COMPARACIÓN PORCENTUAL DE MÉTODOS DE REUSO, RECICLAJE, USO Y RECICLAJE REFERENTE A LOS SISTEMAS DE FIN DE VIDA .....</b>	<b>77</b>
<b>TABLA 20. EMISIONES A LA ATMÓSFERA DE CO<sub>2</sub>, NO<sub>X</sub>, Y SO<sub>X</sub> DURANTE EL CICLO DE VIDA DE UN ELEVADOR .....</b>	<b>81</b>

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

Las actuales prácticas de producción y servicio en la industria mundial, mayormente, se identifican como lineales, es decir, destinar un modelo económico continuado desde la revolución industrial, el cual tiene como principio base el desecho de los productos después de su utilización. Este tipo de sistemas de producción generan problemáticas ambientales, entre las cuales se puede mencionar: el calentamiento global, reducción de la capa de ozono, reducción de tierra disponible, entre otros (Matthews, 2016), los mismos que preocupan a los gobiernos de cada país. Este tipo de prácticas carecen de principios de sustentabilidad, debido a que el recurso de las actuales generaciones empieza a consumir lo que le pertenece a las venideras, ocasionando una problemática ambiental aún no abordada (Paz, 2010).

En el presente estudio se ha seleccionado un caso de estudio de la industria del transporte vertical (ascensores y escaleras eléctricas) del cual se desconocen los impactos ambientales asociados a consumo de materiales, energía y contaminación generada, a lo largo de su ciclo de vida. Este tema preocupa a los directivos de la empresa, puesto que sus esfuerzos actualmente están orientados en cumplir su política social empresarial, donde el cuidado ambiental es uno de los pilares fundamentales para ofrecer productos y servicios de buena calidad.

### 1.2. Objetivos

#### 1.2.1. Objetivo General

Cuantificar los impactos ambientales que se generan en la producción, instalación, mantenimiento y uso de los ascensores tipo montaplatos, mediante el uso de la metodología de análisis de ciclo de vida en una empresa nacional que tiene como sucursal la ciudad de Guayaquil.

#### 1.2.2. Objetivos específicos

- Cuantificar entradas y salidas de materiales y energía ambientalmente relevantes en el ciclo de vida del ascensor de carga tipo dumbwaiter.
- Determinar los impactos ambientales y las contribuciones, acorde a problemáticas ambientales de carácter global.

- Cuantificar indicadores de impacto ambiental de ciclo de vida del sistema ascensor de carga tipo dumbwaiter.
- Identificar puntos críticos del sistema.
- Comparar alternativas de fin de vida del sistema desde una perspectiva ambiental.

### 1.3. Justificación

En la actualidad el cuidado medioambiental forma un pilar fundamental en la gestión integral en las empresas por su intensa búsqueda de ser productivos y sostenibles. Es así que, para la empresa seleccionada, los proyectos que vayan asociados en buenas prácticas ambientales, son de gran aporte para sus políticas corporativas.

Adicional, que este tipo de proyectos contribuyen al cuidado medioambiental, es importante destacar lo siguiente:

Los productos y servicios de la empresa deben destacarse por su buena calidad, lo cual es una de las exigencias marcadas en su política de responsabilidad social. Es decir, que sus clientes queden satisfechos porque estos cumplan con un buen funcionamiento y servicio, cuenten con confiabilidad y seguridad, adicional **que en sus operaciones exista el mínimo de impactos ambientales.**

La empresa actualmente cuenta con un certificado ambiental otorgado por el Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE), este **certificado la obliga a implementar buenas prácticas ambientales (BPA)**, que entre sus requisitos enfatiza gestionar los desechos ambientales generados en sus procesos. Es de notar que la empresa actualmente no conoce cuál es el punto crítico desde una perspectiva ambiental de los productos que ponen en el mercado.

Por último, será una **referencia de diseño, para nuevos productos que planifique la compañía**, en los que se involucre el análisis de ciclo de vida, de tal forma que se pueda identificar los potenciales impactos que pueda generar un equipo previo a su lanzamiento al mercado, incluso podría resultar en una ventaja competitiva, al evidenciar que son productos con análisis ambiental anticipado.

## CAPÍTULO 2

### 2. MARCO TEÓRICO

Referente a la revisión bibliográfica y en concordancia con los objetivos que se busca en el presente estudio se ha definido 4 pilares fundamentales de búsqueda de información, detallados a continuación:

- Conceptualización del análisis del ciclo de vida.
- Información sobre equipos de transporte vertical.
- Información sobre equipos de manejo de cargas.
- Final de vidas de productos que incorpore el acero y el cobre.

#### 2.1. Análisis de ciclo de vida

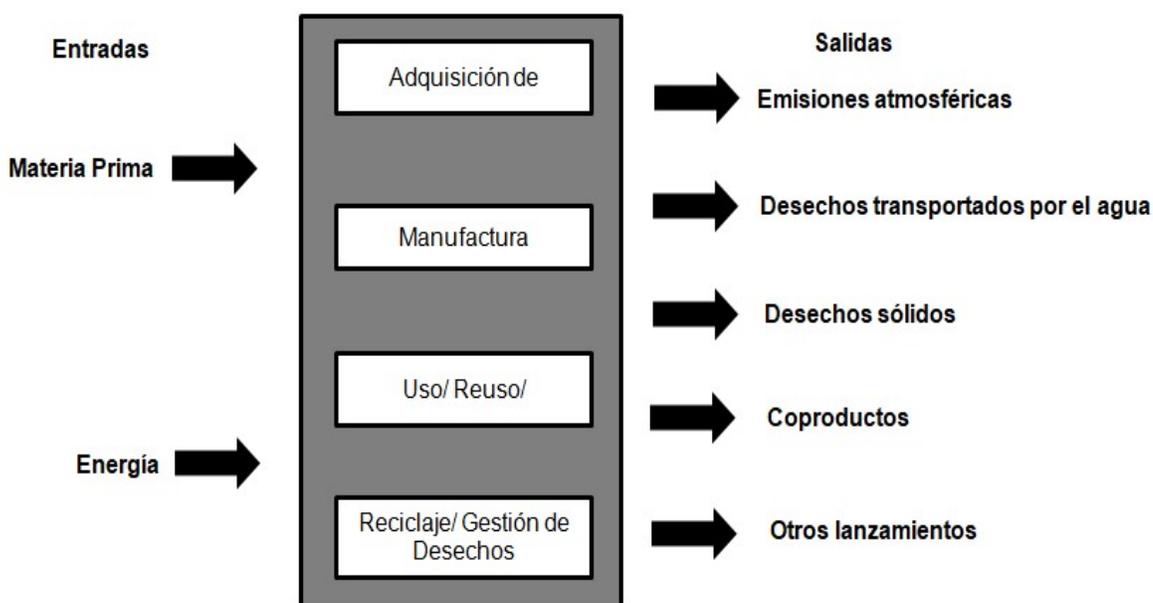
Uno de los mecanismos más utilizados para la evaluación de impactos ambientales es el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), esta metodología tiene como objetivo estudiar de forma sistemática, metódica y científica los impactos ambientales que se generan a lo largo del ciclo de vida del producto o gestión de un servicio. Existen tres tipos de ACV, dependiendo los objetivos que cada uno tenga (Matthews, 2016):

- **ACV conceptual:** En este tipo de estudio se utilizan datos cualitativos de forma general, es el más sencillo, y tiene como objetivo identificar los potenciales impactos de mayor significancia (Matthews, 2016).
- **ACV simplificado:** Se utilizan datos genéricos abarcando el ACV de forma superficial y centrándose en las etapas más importantes (Matthews,2016).
- **ACV completo:** Es el ACV más completo, considera un inventario detallado tanto cualitativo como cuantitativo, de la misma forma los impacto ambientales generados (Matthews,2016).

En el presente estudio se ha seleccionado utilizar el análisis de ciclo de vida completo debido a que uno de los objetivos de este proyecto es conocer las entradas y salidas de los inventarios existentes, de forma cualitativa y cuantitativa, de tal manera que puedan ser evaluados para determinar los impactos ambientales y las contribuciones, acorde a problemáticas ambientales de carácter global.

### 2.1.1. Etapas del Ciclo de Vida

La cuantificación de los impactos ambientales de un producto están incluidos en el contexto del Análisis del Ciclo de Vida. El término de la cuna a la tumba involucra desde la extracción de materias primas, producción, logística, operación y fin de vida. Las etapas antes mencionadas considera las entradas y salidas que involucran materiales y energía junto con las emisiones y residuos, respectivamente, En la figura 2.1 se muestra un esquema del sistema (Matthews, 2016)



**Figura 2.1** Límites del sistema

Fuente: (Leiva, 2016)

La figura 2.1 muestra los límites de un sistema donde se detallan las materias primas y consumo de energía eléctrica que requieren los procesos, y que una vez que se realizan sus transformaciones, generan las salidas respectivas mostradas como productos, coproductos y residuos.

Sobre las etapas del análisis de ciclo de vida se detallan las más usadas frecuentemente (Leiva, 2016).

**De la puerta a la puerta (Gate to gate):** Implica solamente las actividades que realiza la empresa donde se realiza el estudio.

**De la cuna a la puerta (Cradle to gate):** Considera desde la explotación y distribución de la materia prima hasta las actividades que realiza la empresa donde se centra el estudio.

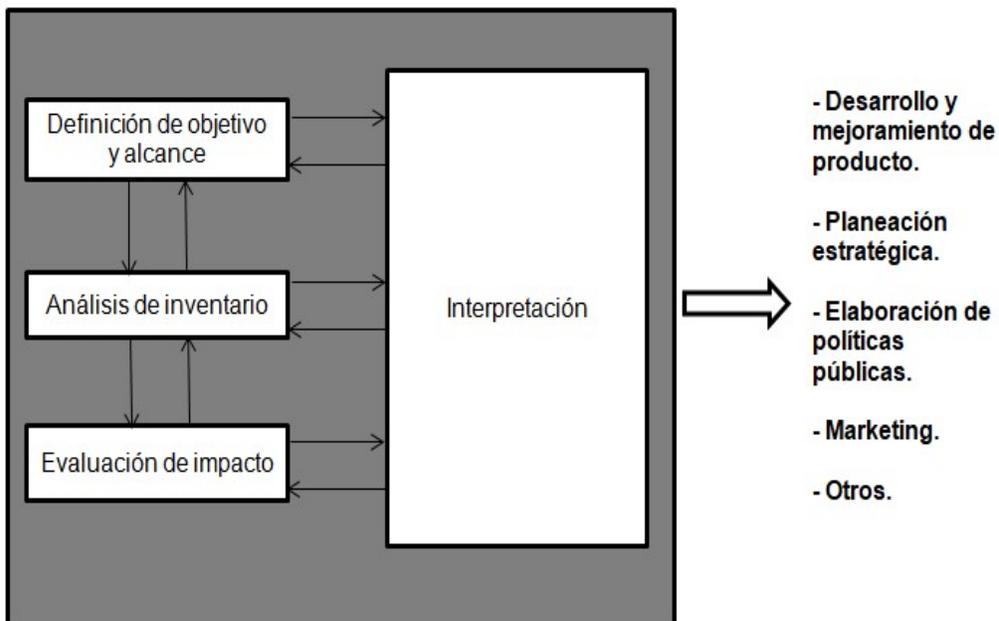
**De la puerta a la tumba (Gate to grave):** Abarca desde los procesos productivos que realiza la empresa donde se centra el estudio hasta el fin de vida del producto o servicio.

**De la cuna a la tumba (Cradle to grave):** Considera desde la extracción de materia prima hasta el fin de vida del producto o servicio.

**De la cuna a la cuna (Cradle to cradle):** Comprende desde la extracción de materiales hasta la reinserción de los productos fuera de uso, en el mismo procesos productivo.

### 2.1.2. Análisis de ciclo de vida y las norma ISO

La norma ISO 14040:2006 es una metodología de evaluación ambiental que permite analizar y cuantificar los aspectos e impactos potenciales de un producto o servicio a lo largo de su ciclo de vida, es decir en cada una de las etapas que se establezcan como límites del sistema de análisis (ISO 14040, 2007).



## Figura 2.2 Estructura de ACV según ISO 14040

Fuente: (ISO 14040, 2007)

En la figura 2.2 se muestra la estructura de la elaboración de un análisis de ciclo de vida, según lo establecido por la norma ISO 14040:2006 (Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia) en la que sistemáticamente se realiza la definición de los objetivos y alcance del estudio a realizar, para luego dar paso al análisis de inventario, finalizando con la evaluación de impactos y la interpretación de los resultados obtenidos, es de notar que las flechas se muestran en ambos sentidos debido a que los procesos son iterativos. Los resultados que se derivan del estudio, podrían generar diversas estrategias, tales como: Desarrollo y mejoramiento de productos, elaboración de políticas públicas, estrategias de marketing, entre otros.

### 2.1.3. El ACV como herramienta en la industria y su administración

Para tomar decisiones de carácter ambiental, tanto en empresas públicas y privadas, es importante la elaboración de análisis de ciclo de vida. Contar con este tipo de estudios justifica la asignación de recursos para la implementación de proyectos relacionados a este ámbito (Matthews, 2016).

Con la elaboración de ACV se puede obtener los siguientes resultados:

- Revisar el comportamiento de un mismo producto entre dos procesos distintos de manufactura.
- Comparar dos productos diferentes con funcionalidad semejante.
- Revisar el comportamiento de las diferentes etapas que se asocian a un producto.

En el presente estudio se establece la comparación de las diferentes etapas de un mismo producto, de tal forma que se pueda establecer una línea base de la versión actual del producto en análisis, consiguiendo así que las futuras versiones sean comparables y puedan mejorarse en cuanto a la generación de impactos ambientales.

### 2.1.4. Aplicaciones del ACV para el sector industrial.

Los estudios ACV tienen diferentes aplicaciones, ya sea de carácter interno o externo a la empresa. Como uso interno se detalla lo siguiente (Leiva, 2016):

- Elaboración de procedimientos internos, políticas y demás estrategias aplicables.
- Identificación de adecuadas prácticas de gestión de residuos.
- Identificar nuevas prácticas para diseñar los productos, considerando el cuidado medioambiental.

- Benchmarking de productos.
- Consideración de la eficiencia ambiental entre los procesos instalados.

Como usos externos del ACV en la industria, se pueden mencionar los siguientes (Leiva, 2016):

- Repotenciación de la marca de la empresa.
- Mejorar la investigación y desarrollo de nuevos productos.
- Mejorar la calificación de proveedores que interviene en la cadena de suministros.

### **2.1.5. Etapas de desarrollo de un ACV**

Acorde a la norma UNE ISO 14040 el proceso de ACV debe cumplir con las siguientes etapas (ISO 14040, 2007):

**Etapas 1. Definición del Objetivo y Alcance del ACV.** El objetivo y alcance refieren las razones por la cual el estudio se lo va a realizar y las etapas que se van a abarcar, respectivamente.

**Etapas 2. Análisis de Inventario de Ciclo de Vida.** En esta parte se debe detallar las entradas y salidas de los inventarios identificados.

**Etapas 3. Evaluación de Impacto de Ciclo de Vida.** Acorde a los resultados de los inventarios analizados se evalúan los impactos ambientales asociados a las entradas y salidas de los diferentes procesos.

**Etapas 4. Interpretación.** Con base a los objetivos y alcance del estudio, adicional a los resultados del análisis de inventario y la evaluación de impactos ambientales, se realiza la toma de decisiones, a esta parte se la conoce como interpretación de resultados.

### **2.1.6. Sistema de producto, funciones y unidad funcional**

Al conjunto de etapas que conforman el sistema se la conoce como sistema de productos. La unidad funcional es la medida en cómo se presentan los resultados del análisis de ciclo de vida, de la misma forma los datos de entrada y salida de cada proceso (Matthews, 2016).

### **2.1.7. Límites del sistema**

Las etapas a considerarse en el estudio dan como resultado los límites del sistema, que frecuentemente son los detallados a continuación (Leiva, 2016):

**Adquisición de materias primas:** Se refiere a la extracción y distribución de materias primas utilizadas en el proceso productivo.

**Manufactura, procesado y formulación:** En esta etapa se considera la transformación de materias primas, teniendo como resultado el producto o co-producto del proceso.

**Distribución y Transporte:** La logística que recorre un material en cada proceso productivo es considerada como distribución y transporte.

**Uso/Reutilización/Mantenimiento:** La operación y conservación del producto es considerado en esta etapa, de tal forma que pueda cumplir con su vida útil.

**Reciclaje:** Gestión de los residuos generados para volver a producir la materia prima del producto.

**Gestión de Residuos:** Son las diferentes alternativas de disposición final de residuos existentes para otorgarle un fin de vida a un producto.

### 2.1.8. Tipos y fuentes de datos

Los datos utilizados en una ACV pueden ser de fuentes bibliográficas, levantamiento de información existente en la empresa, bases de datos de tal forma que permita evaluar las entradas y salidas de los diferentes procesos que involucran el alcance del sistema determinado (Matthews, 2016).

### 2.1.9. Análisis de inventario de ciclo de vida (ICV)

Refiere a la cuantificación de las entradas y salidas de un sistema, lo cual permite evaluar las materias primas y energía consumida, de la misma forma las emisiones y descargas que se generan en el proceso productivo, para la obtención de la información antes mencionado es importante tener en cuenta lo siguiente (Leiva, 2016):

- Levantamiento de información in situ.
- Información existente en base de datos.
- Bibliografía existente.

## 2.2. Evaluación de impacto de ciclo de vida (EICV)

Con los resultados obtenidos en los diferentes inventarios identificados se procede a la evaluación de los impactos ambientales asociados a sus entradas y salidas. En la tabla 1 se puede observar las categorías de impacto ambiental y su escala, adicional se detallan algunos de los contaminantes existentes por cada categorización (Leiva, 2016).

**TABLA 1. CATEGORÍA DE IMPACTOS AMBIENTALES**

<b>Categoría de impacto</b>	<b>Escala</b>	<b>Ejemplos de datos de impactos de ciclo de vida (Esto es clasificación)</b>
Calentamiento global	Global	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), óxido nitroso (N <sub>2</sub> O), metano (CH <sub>4</sub> ), clorofluorocarbonos (CFC's), hidroclorofluorocarbonos (HCFCs), bromuro de metilo (CH <sub>3</sub> Br)
Agotamiento de ozono estratosférico	Global	Clorofluorocarbonos (CFC's), hidroclorofluorocarbonos (HCFCs), halones, bromuro de metilo (CH <sub>3</sub> Br)
Acidificación	Regional, local	Óxido de azufre (SO <sub>3</sub> ), óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ), ácido corhídrico (HCl), ácido fluorhídrico (HF), Amonio (NH <sub>4</sub> )
Eutroficación	Local	Fosfato (PO <sub>4</sub> ), Óxido de nitrógeno (NO), Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ), Nitratos, Amonio (NH <sub>4</sub> )
Smog fotoquímico	Local	Hidrocarburo no metano (NMHC)
Toxicidad terrestre	Local	Químicos tóxicos con concentraciones letales reportadas para roedores
Toxicidad acuática	Local	Químicos tóxicos con concentraciones letales reportadas para pescados
Salud humana	Global, regional, local	Liberaciones totales para agua, aire y suelo.
Agotamiento de recursos	Global, regional, local	Cantidad de minerales usados, cantidad de combustible fósil usado.
Uso del suelo	Global, regional, local	Cantidad eliminada en vertedero, u otras modificaciones en el suelo

Uso de agua	Regional, local	Agua usada o consumida
-------------	--------------------	------------------------

Fuente: (Leiva, 2016)

Para el caso del presente estudio se analizarán los citados a continuación, información que ha sido tomada del reporte 2017 de ReciPe (National Institute for Public Health and the Environment, 2017):

### **Material particulado**

El viento puede transportar las partículas a través de largas distancias y luego, estas pueden instalarse en el suelo o en el agua. Según la composición química, los efectos de sedimentación pueden provocar: acidificación de lagos y arroyos, cambio en el balance nutricional de las aguas costeras y de las grandes cuencas fluviales, reducción de los nutrientes del suelo, daño de los bosques sensibles y cultivos agrícolas, efectos perjudiciales sobre la diversidad de ecosistemas, contribución a los efectos de la lluvia ácida.

### **Agotamiento del ozono**

Deficiencia de la capacidad protectora sobre las radiaciones ultravioletas en la capa de ozono.

### **Cambio climático**

Aumento de la temperatura terrestre y océanos, lo cual genera efectos adversos sobre la biosfera.

### **Acidificación terrestre**

Debido a la presencia de óxidos de azufre y nitrógeno presentes en la atmósfera se provoca la deficiencia en la capacidad neutralizante del suelo, conociendo a este efecto como acidificación terrestre.

### **Agotamiento de fósiles**

Las reservas de combustible fósiles no son ilimitadas, se consume a un ritmo mucho mayor del que se produce, y en este caso, producirlo ha tardado millones de años.

### **Eutroficación marina**

Crecimiento excesivo de la población de algas originado por el enriquecimiento artificial de las algas de ríos y embalses como consecuencia del empleo masivo de fertilizantes y detergentes que provocan un alto consumo de oxígeno del agua.

### **Agotamiento de metales**

Los minerales son necesarios para proporcionar alimentos, ropa, tecnología y vivienda, su agotamiento perjudica el balance normal de vida, incluso desestabiliza la economía mundial, causando grandes efectos perjudiciales en los seres humanos. Algunos de los metales que sus reservas están próximas a finalizar son: diamantes (16 años), plata (20 años), cobre (28 años), etc.

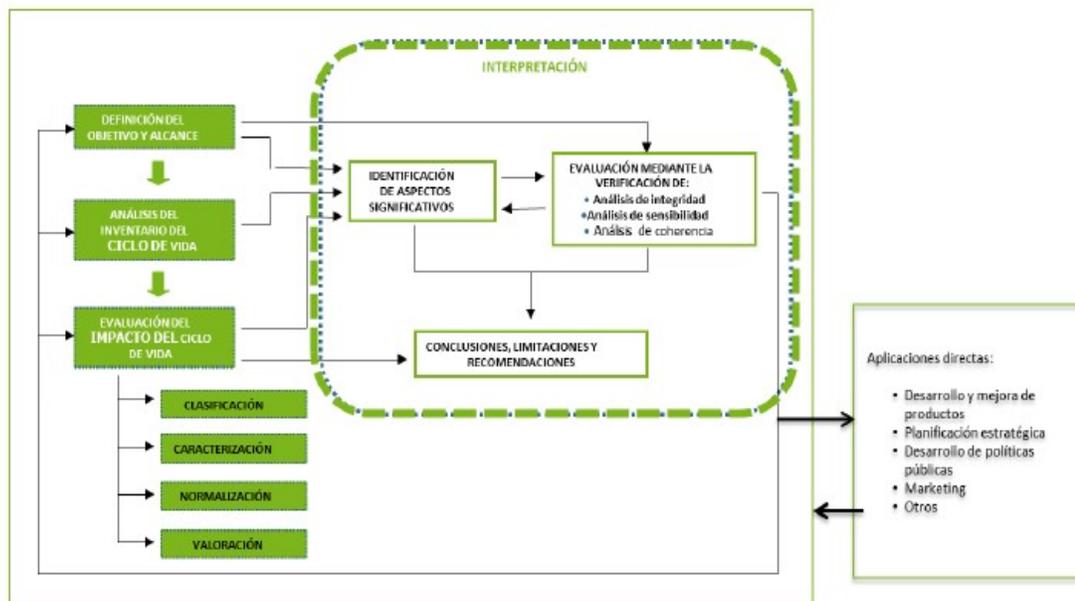
#### **2.2.1 Clasificación**

Debido al potencial de contaminación se realiza la clasificación de impactos ambientales, es decir, según el contaminante se realiza la agrupación con un impacto ambiental de carácter global (Matthews, 2016).

#### **2.2.2 Interpretación del ACV**

Habiendo obtenido todos los datos sobre ingresos y salidas que interactúan en los inventarios, adicionalmente la clasificación de los potenciales de contaminación en impactos ambientales de carácter global, se procede a la interpretación de resultados, de tal forma que permitan realizar controles y estrategias que mitiguen la contaminación evaluada (Leiva, 2016).

En la figura 2.3 se presenta la interpretación de los resultados a forma de esquema con base a lo descrito en el párrafo anterior:



**FIGURA 2.3 MARCO DE REFERENCIA DEL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

Fuente: (Leiva, 2016)

### 2.3. Estudios de ACV de ascensores eléctricos

Dos empresas de fabricación de ascensores eléctricos a nivel internacional han integrado a su estrategia empresarial el análisis de ciclo de vida de sus productos. Es el caso de la empresa Kone de Finlandia, quienes realizan el análisis de ciclo de vida para el ascensor eléctrico Kone MonoSpace® para un edificio residencial de cinco pisos y capacidad de 630 Kg (8 personas), teniendo como alcance desde la etapa de manufactura hasta su disposición final. Este estudio concluye que el mayor impacto ambiental se genera en la etapa de uso, específicamente por el consumo de energía eléctrica. La generación de CO<sub>2</sub> durante su tiempo de vida alcanza caso las 32 Ton. (Corporation et al., 2002.).

El segundo caso de estudio nombrado en el párrafo anterior y que permite dar información sobre comparativas de modelos de ascensores eléctricos con algunas características similares usando la metodología de análisis de ciclo de vida, es el realizado por la empresa suiza Schindler, en la que establece el alcance en el análisis de ciclo de vida desde la extracción de materiales hasta su disposición final. Por un lado el modelo antiguo S100 y por otro lado, el moderno S1300. Los resultados son claramente beneficiosos para el medio ambiente en la nueva versión, puesto que los impactos relativos hacia el medio ambiente alcanzan un 58% en comparación del

modelo S100, en ambos casos coinciden que la operación del equipo es lo que más impacto negativos al medio ambiente genera (Dinkel, 2015).

No obstante, se ha tomado como información complementaria sistemas transportados mediante motor, poleas y cables, que no son específicamente ascensores eléctricos, sin embargo conservan algunas características similares de funcionamiento, de tal forma que se cuente con datos sobre ciertos componentes que intervienen en el sistema del presente estudio que permitan establecer cierto tipo de comparaciones. Es así que se presenta el caso de estudio sobre los impactos ambientales generados por introducir teleféricos en el paisaje Andino de la parte del Perú, específicamente en el complejo arqueológico de Kuelap, mediante la aplicación del análisis de ciclo de vida, en la que se incluyen análisis tanto del acceso al teleférico y la instalación del sistema de cables. En esta parte se determina que la mayor contaminación es generada por la construcción del acceso hasta el teleférico que la misma instalación del sistema. (Biberos-Bendezú & Vázquez-Rowe, 2020).

El presente estudio está centrado sobre un proceso semiautomático, donde la protección de la mano de obra se vuelve muy importante, así como la comunidad en general; concretamente por los impactos ambientales negativos que se generan. Cabe recalcar que un estudio de las características antes mencionadas realizado en ascensores eléctricos no se ha evidenciado, sin embargo, se hace referencia un estudio sobre los impactos en la salud ocupacional con el análisis de ciclo de vida de elevadores de grúas instalados en alta mar por parte de la offshore O&G, en este estudio se muestra que los impactos ambientales generados en este tipo de procesos con respecto a las tecnologías que se usan en las perforaciones y sus procesos transversales, influyen directamente en la causa de accidentes y enfermedades ocupacionales de los trabajadores expuestos. (Pettersen & Hertwich, 2008).

#### **2.4. Estudios de ACV de equipos de manejo de cargas**

Ciertos equipos de elevación de cargas tienen mayores ventajas sobre otros debido a su tamaño, promedio de número de elevaciones, etc. Sin embargo, el tema de sustentabilidad es importante insertarlo en la selección de equipos, ya que es necesario determinar soluciones o equipos que tengan la menor huella medioambiental que otros (Zrnić & Vujičić, 2012). En cuanto a las herramientas para cuantificar los impactos ambiental de productos o procesos, existen metodologías que tienen ventajas sobre otras, sin embargo el método más adecuado es realizar un ACV (Aramcharoen & Chuan, 2014). La metodología LCA descrita en ISO 14040 es una herramienta cuantitativa para la evaluación de los impactos ambientales de productos y servicios. Es

un enfoque sistemático para analizar la totalidad etapas del ciclo de vida desde la extracción del material hasta fabricación, uso y eventual eliminación o (preferiblemente) reciclaje. Por lo tanto, a menudo se le llama Análisis "de la cuna a la tumba" (International organization for standarization, 2004).

Desafortunadamente existe poca literatura acerca de los equipos de manejo de cargas (Kim, Rahimi, & Newell, 2012). Sin embargo, la aplicación de estudios de análisis de ciclo de vida en el campo ha llamado la atención de muchos investigadores de ingeniería en estos últimos años (Chester & Horvath, 2009).

#### **2.4.1. Equipos manejadores de carga**

La actividad económica en diferentes ciudades costeras requiere para su desarrollo el funcionamiento de puertos que sirvan para la importación y exportación de productos. Sin embargo, mucho de los puertos en el mundo son considerados lugares de alta polución requiriendo acciones inmediatas para dar solución a este tema ambiental (Cannon, 2008). El estudio a continuación es de dos equipos elevadores de contenedores, por un lado un elevador eléctrico fijo tipo grúa y por el otro un camión elevador móvil. Son los equipos más modernos utilizados en este tipo de industria, sin embargo es de gran utilidad revisar la huella ambiental entre ambos. El método de análisis de impacto ambiental es el análisis de ciclo de vida (ACV). Las fases de análisis se han definido desde la extracción a la puerta, de la puerta hasta el fin de vida y finalmente el tratamiento final. La etapa intermedia que es desde la extracción a la puerta, donde está considerado el uso, es la que mayor contribución conlleva con valores que pueden alcanzar los 825000 kg de CO<sub>2</sub> eq durante 10 años. (Vujičić, Zrnić, & Jerman, 2013).

#### **2.5. Final de vida de materiales**

El análisis de ciclo de vida es una metodología ampliamente usada para evaluar impactos ambientales de productos y materiales (Van Genderen, Wildnauer, Santero, & Sidi, 2016). Los sistemas de productos y servicios que crean valor extendiendo su uso tienen expectativas de mejorar el desempeño ambiental de los ofertantes (Amaya, Lelah, & Zwolinski, 2014). Los impactos ambientales por unidad de kilogramo producido de materiales, tales como: acero, aluminio, plomo, zinc y otros, ha sido analizado por varios autores, basados en las entradas y salidas de los procesos de producción (Davidson, Binks, & Gediga, 2016). La producción de los principales materiales (acero, hierro, cemento, aluminio, productos químicos y pulpa) representó el 26 % y 18% de uso global de energía y emisiones de CO<sub>2</sub> por combustibles fósiles en cuanto a

procesos industriales, respectivamente, para el año 2014 (“Energy Technology Perspectives 2017 – Analysis - IEA,” 2021).

A continuación se detallan alternativas de mejora referente al fin de vida de los productos por cuanto se ha elegido la industria del automóvil, donde se han presentados escenarios respecto a economía circular:

### **2.5.1. Reuso**

Siempre ha sido una práctica común reutilizar piezas de automóviles, a veces requiriendo reparación, renovación o remanufactura (Nasr et al., 2018). La refabricación de un motor diesel puede ahorrar el 69% de las emisiones de GEI, en comparación con la producción de un motor diesel nuevo (Liu, Jiang, & Zhang, 2013). Del mismo modo, se puede mencionar que se encuentra una reducción del 90% en el uso de energía para la refabricación de un motor diesel (McKenna, Reith, Cail, Kessler, & Fichtner, 2013). La refabricación de componentes como neumáticos puede resultar en ahorros de energía del orden del 80% en comparación con las piezas nuevas (Hertwich et al., 2019). La remanufactura a menudo puede restaurar el rendimiento a como nuevo (Nasr et al., 2018), pero no es siempre igual a una pieza recién fabricada que se han beneficiado del progreso tecnológico (Gutowski, Cooper, & Sahni, 2017). Para un producto que utiliza energía, es necesario sopesar las operaciones y el uso de energía de fabricación para encontrar el estrategia de reemplazo óptima (Lenski, Keoleian, & Bolon, 2010).

### **2.5.2. Reciclaje**

Los vehículos al final de vida se suelen reciclar, lo que resulta una recuperación del 85 % de la utilización térmica en los materiales (Duranceau & Spangenberg, 2011). Los metales de desechos suelen sufrir reciclajes, debido a que los vehículos son productos complejos que contienen muchas aleaciones, lo que puede resultar una mezcla de elementos incompatibles (Nakajima, Ohno, Kondo, Matsubae, & Takeda, 2013) & (Ciacci, Harper, Nassar, Reck, & Graedel, 2016). Por ejemplo, el surtido de acero de alta calidad en un automóvil se convierte en acero de construcción. En el proceso, la funcionalidad de los elementos se ven afectadas por las aleaciones, tal reciclaje constituye una pérdida de energía, la producción de acero secundario provoca emisiones 1.5 kg de CO<sub>2</sub> eq por kilogramo de hierro (Nuss & Eckelman, 2014). Además, los elementos de aleación y otros metales mezclados como parte del proceso

de trituración, se convierten en contaminantes que comprometen la calidad del producto, es importante conocer el uso que se le dará al producto que se acople a las nuevas características (Løvik, Modaresi, & Müller, 2014)&(Daehn, Cabrera Serrenho, & Allwood, 2017).

## CAPÍTULO 3

### 3. DESCRIPCIÓN DEL ELEVADOR ANALIZADO Y DEFINICIÓN DE OBJETIVO Y ALCANCE

#### 3.1. Descripción del elevador analizado

Convencionalmente existen dos tipos de ascensores, diferenciados entre pasajeros y de cargas. En el presente estudio se ha seleccionado un elevador de carga tipo Dumbwaiter, con una capacidad de 200 kg de elevación y un alcance de servicio de 2 paradas (aproximadamente 7 metros de altura). La información general del equipo se puede observar en la tabla 2:

**TABLA 2. CARACTERÍSTICA ELEVADOR ELÉCTRICO**

Descripción	Característica
Nombre común	Elevador eléctrico de carga
Tipo	Dumbwaiter
Energía	Eléctrica
Carga/pasajeros	Carga
Capacidad	200Kg
Altura	6 metros
Niveles de servicio	2 niveles
Vida útil	20 años
Mecanismo de accionamiento	Motor – cable de tracción

Fuente: Empresa en estudio

En la figura 3.4 se puede apreciar los componentes del equipo, los mismos que conforman el sistema de elevación, cada una de sus partes cumplen con funciones específicas. Los lugares donde se ubican estos componentes son la sala de máquina (espacio superior del cubo o pozo de elevador), pozo (espacio central donde se ubica principalmente la cabina del elevador) y pie de pozo (espacio inferior donde se ubica el amortiguador y otras partes).



**FIGURA 3.4 COMPONENTES DE UN ELEVADOR DUMBWAITER**

Fuente: Empresa de estudio

**Motor de tracción.**

Conjunto tractor que produce el movimiento y la parada del elevador, compuesto por la máquina propiamente dicha y el freno, lo cual produce el movimiento de la cabina.

### **Cabina**

Es una caja para el transporte vertical, debe ser resistente a los impactos, ignífugo, luminoso, aireado, y seguro, de dimensiones variables.

### **Amortiguador o buffer**

Existe de dos tipos y se los coloca en el pie de pozo, los de acumulación de energía o de resorte y los hidráulicos, están diseñados para compensar o disminuir el efecto de choque de la cabina, absorbiendo y disipando la energía cinética.

### **Control**

Es el comando central electrónico del elevador, controla todo el funcionamiento del equipo, está compuesto por dispositivos eléctricos, electromecánicos y/o electrónicos, tiene múltiples funciones de accionamiento, interpreta la información solicitada por el usuario, controla los elementos de seguridad, pone en marcha y detiene la cabina, direcciona el movimiento, aceleración, desaceleración y velocidad de la misma, abre y cierra puertas.

### **Guías o riel**

Son vigas de acero por donde se desliza y se guía la cabina.

### **Cables de tracción**

Ubicados entre la cabina y el motor, pasan por la polea interna que tiene la máquina de tracción permitiendo la elevación y/o descenso de la cabina.

### **Cable viajero**

Provee conexión entre el control y la cabina, es un cable especial que dispone de conductores eléctricos debidamente protegidos.

## **3.2. Objetivo**

Sobre el principio de análisis de ciclo de vida del presente estudio, se citan tres objetivos fundamentales:

- Identificar y cuantificar la utilización de los materiales necesarios, la energía empleada, emisiones generadas y los residuos que se generan durante todas las etapas del ciclo de vida del producto.

- Conocer y cuantificar la repercusión sobre el medio ambiente de los procesos identificados en el alcance del estudio, utilizando la caracterización de impactos ambientales de carácter global del ciclo de vida del elevador.
- Describir alternativas para la disminución de los impactos ambientales identificados, mediante metodologías existentes y aplicables a la naturaleza de la empresa.

### **3.3. Alcance del estudio**

#### **3.3.1. Unidad funcional**

Para el presente estudio se ha definido la siguiente unidad funcional: *“Elevador tipo dumbwaiter de 200 kg de capacidad de carga y dos 2 paradas (6 m de altura) de servicio con una vida útil de 20 años de utilidad”*.

La vida útil se ha considerado de 20 años debido a que las partes y piezas se empiezan a discontinuar y el equipo pueda permanecer, en reiteradas ocasiones, mucho tiempo fuera de servicio hasta realizar una importación especial, siempre y cuando exista en stock.

#### **3.3.2. Límites del sistema**

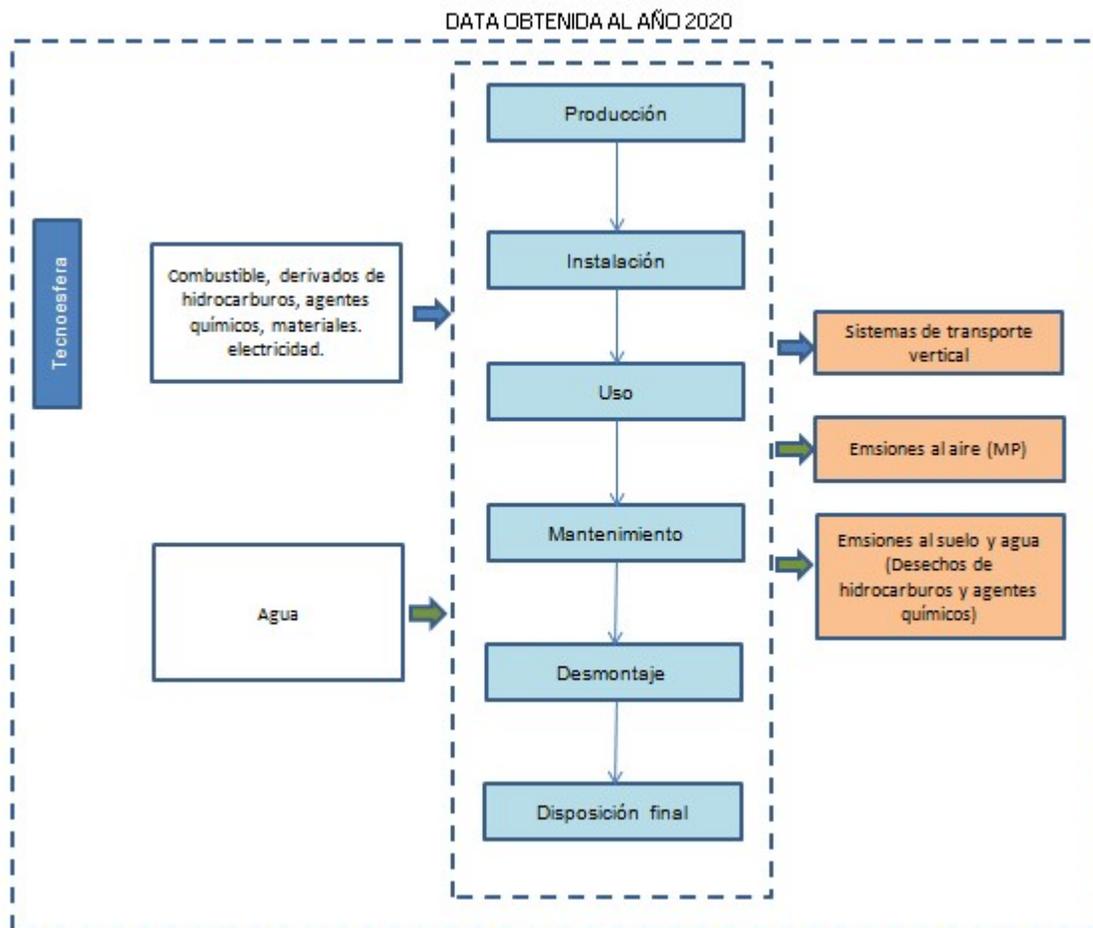
Para el presente estudio se ha definido el sistema de la cuna a la tumba, empezando desde la producción de partes y piezas hasta la disposición final. Las entradas y salidas que se asignarán en los inventarios están compuestas por los materiales, insumos y energía utilizados en cada etapa del sistema.

**TABLA 3. LÍMITES DEL SISTEMA - ACV DUMBWAITER 200 KG**

Sistema a estudiar:	Ciclo de vida de un elevador tipo dumbwaiter con una capacidad de carga de 200 kg.
Etapas:	Producción, instalación, uso, mantenimiento, desmontaje y disposición final
Límites del sistema:	De la cuna a la tumba (cradle-to-grave)
Límites demográfico:	Logística de partes e insumos (EEUU y China). Ecuador (Instalación, mantenimiento, uso y disposición final)
Límite temporal:	Datos obtenidos entre julio 2020 y enero 2021
Método de evaluación de impactos:	ReCiPe midpoint (H) V 1.13

Fuente: Autor

En la tabla 3 se define el alcance del presente estudio, considerando todas las etapas que se van a analizar. El análisis de ciclo de vida se lo ha considerado desde la cuna a la tumba, debido a que se lo desarrolla desde la extracción de las materias primas de los componentes del elevador eléctrico hasta las alternativas de disposición final que se recomiendan en el estudio.



**FIGURA 3.5 LÍMITES DEL SISTEMA**

Fuente: Autor

En la figura 3.5 se puede visualizar las etapas que se analizan en el presente estudio, los recursos y energía provenientes de la tecnósfera y la naturaleza, que luego de un proceso de transformación en las diferentes etapas, resultan las salidas como productos y emisiones. El límite temporal del estudio es determinado en el año 2020, tiempo que se recopiló los datos necesarios.

Ampliando las etapas del sistema que se detalla en la figura 3.5, se puede explicar lo siguiente:

**Producción:**

Se refiere a la fabricación de las diferentes partes y piezas que componen el elevador eléctrico, en esta etapa se incluye la extracción de materiales. La fabricación no es realizada localmente, por lo cual el equipo llega importado hasta las instalaciones del cliente. En esta etapa el mayor consumo refiere a la utilización de acero y cobre.

**Instalación:**

En esta etapa se realiza el montaje, ajuste eléctrico y pruebas de calidad del equipo, quedando listo para la entrega al cliente e inicio de su operación. El lugar de trabajo de esta actividad es directamente las instalaciones del cliente donde ha designado que funcione el elevador.

**Uso:**

Refiere a la operación del elevador eléctrico por parte del usuario. El equipo funciona con energía eléctrica, registrándose como su principal consumo.

**Mantenimiento:**

Todos los equipos brindan garantías de funcionamiento, sin embargo para su efectividad deben realizarse los mantenimientos frecuentes y no frecuentes por parte de la empresa proveedora. Los mantenimientos frecuentes se realizan 1 vez por mes, donde se revisan las diferentes partes y componentes que conforman el elevador eléctrico, mientras que los no frecuentes, se ejecutan por recomendaciones del fabricante, en un tiempo determinado, para el cambio de un componente o agente que permite el funcionamiento del equipo. El principal consumo en esta etapa son los paños hidrofílicos, paños de limpieza profunda y aceite lubricante.

**Desmontaje:**

El proceso de desmontaje determina la desmaterialización del equipo que estuvo en operación. Similar a la producción, en esta etapa la mayor cantidad de materiales que se obtienen es acero y cobre.

**Disposición final:**

En esta etapa se establece el destino final de todas las partes y piezas que son desmontadas. Entre las alternativas que se tienen en esta parte son el reciclaje y el reuso.

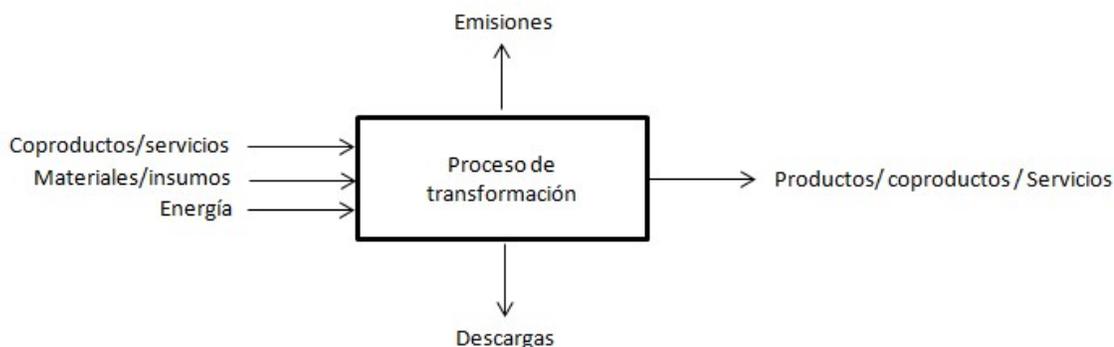
## CAPÍTULO 4

### 4. ANÁLISIS DE INVENTARIO DE CICLO DE VIDA

#### 4.1. Construcción de análisis de inventario

En esta parte del estudio se analizan las entradas y salidas correspondientes a todas las etapas de ciclo de vida del elevador eléctrico tipo Dumbwaiter, para el efecto se cuantifican todos los materiales, insumos y energía obtenidos en cada fase junto con los residuos y emisiones que allí se generan. Para la elaboración de los inventarios se utiliza el software Open LCA, versión 1.10.3. Los datos fueron tomados de las siguientes fuentes: Ecoinvent database 3.7.1, literatura científica e información existente en el sitio de estudio.

A continuación se detallan los procesos que intervienen en la elaboración de los diferentes inventarios que se han elaborado. Se ha definido como procesos al conjunto de actividades al que se somete un material, sub-producto o servicio para que sea transformado, con el objetivo de otorgarle una utilidad, producto de la transformación se pueden generar emisiones y/o descargas al ambiente, ver figura 4.6. Acorde al inventario que se desarrolle por cada etapa, se mostrarán los materiales, valores y unidades correspondientes.



**FIGURA 4.6 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS**

Fuente: (Niebel, 2016)

#### 4.1.1. Procesos tomados de base de datos

En la tabla 4 se describen los procesos tomados de la base de datos de Ecoinvent 3.7.1 en los cuales se detallan los diferentes materiales que se utilizan en el proceso de fabricación de las partes y componentes del equipo. Estos procesos seleccionados consideran el transporte hasta las instalaciones del cliente.

**TABLA 4. PROCESOS TOMADOS DE ECOINVENT 3.7.1**

Flujo de entrada/salida	Ecoinvent database 3.7.1
<b>Producción de componentes y partes</b>	
Acero	steel production, converter, low-alloyed   steel, low-alloyed   APOS, U – RoW
Madera	market for door, outer, wood-aluminium   door, outer, wood-aluminium   APOS, U - GLO
Acero inoxidable	market for selective coat, stainless steel sheet, black chrome   selective coat, stainless steel sheet, black chrome   APOS, U - GLO
Aluminio	market for sheet rolling, aluminium   sheet rolling, aluminium   APOS, U - GLO
Yute	market for textile, jute   textile, jute   APOS, U - GLO
Cobre	market for copper   copper   APOS, U - GLO
Polipropileno	market for textile, non woven polypropylene   textile, non-woven polypropylene   APOS, U - GLO
Zinc	market for zinc coat, pieces   zinc coat, pieces   APOS, U - GLO
Caucho	market for synthetic rubber   synthetic rubber   APOS, U - GLO
Vidrio	market for glass fibre reinforced plastic, polyester resin, hand lay-up   glass fibre reinforced plastic, polyester resin, hand lay-up   APOS, U - GLO

Fuente: Open LCA

#### 4.1.2. Procesos tomados de referencia bibliográfica

En la tabla 5 se describen los procesos tomados de referencia bibliográfica. La electricidad es el principal suministro de energía en la etapa de uso, acorde a las mediciones realizadas, en promedio se consume 3 kWh diario.

En la etapa de disposición final se ha determinado que una de las alternativas es el reciclaje, es decir, la obtención de productos secundarios. Principalmente los materiales que pueden obtenerse son acero y cobre.

**TABLA 5. PROCESOS TOMADOS DE REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA**

<b>Flujo entrada/salida</b>	<b>Referencia bibliográfica</b>
Electricidad	(A. D. Ramirez et al., 2020).
Producción de cobre secundario	(Chen et al., 2019).
Producción de acero secundario	(Pontón, 2017).

Fuente: Autor

#### 4.1.3. Inventarios creados para el estudio

Los inventarios creados para el presente estudio se realizaron a partir de información existente en la empresa, algunas de la documentación tomada son: lista de partes y piezas, notas de pedidos, fichas técnicas (ver anexo A) y datos obtenidos por equipos de medición instalados en el sitio

##### 4.1.3.1. Fabricación de componentes y partes

Para la etapa de producción del elevador eléctrico se ha considerado desde la extracción de la materia prima y la fabricación de los componentes que la integran. El tipo de flujo ingresado en el software open LCA (base de datos Ecoinvent) se la ha seleccionado como ítems, es decir, todos los materiales y energía a emplearse para la obtención de 1 elevador eléctrico.

Los procesos seleccionados de la base de datos del software Open LCA han sido seleccionados acorde a los proveedores que sean del país donde se desarrolle el proceso, o a su vez de carácter global.

**TABLA 6. INVENTARIO DE PRODUCCIÓN DE COMPONENTES Y PARTES DEL ELEVADOR ELÉCTRICO**

<b>Componentes</b>	<b>Subcomponentes</b>	<b>Material</b>	<b>Peso</b>	<b>Unidad</b>
<b>Entradas</b>				
Arnés eléctrico (9 metros)	Cable eléctrico	Polipropileno	2.27	Kg
Arnés eléctrico (9 metros)	Cable eléctrico	Cobre	13.59	Kg
Botonera de hall	Placas indicadoras	Fibra de vidrio	0.045	Kg
Botonera de hall	Intercomunicador	Polipropileno	0.453	Kg
Botonera de hall	Bocina	Polipropileno	0.005	Kg
Botonera de hall	Bocina	Cobre	0.020	Kg
Botonera de hall	Bocina	Neodimio	0.020	Kg
Botonera de hall	Micrófono	Polipropileno	0.005	Kg
Botonera de hall	Micrófono	Cobre	0.020	Kg
Botonera de hall	Micrófono	Neodimio	0.020	Kg
Botonera de hall	Botones	Polipropileno	0.045	Kg
Botonera de hall	Pernos de botonera	Acero	0.453	Kg
Brazo de límite 30 y 60	Brazo	Acero	4.53	Kg
Buffer	Espiral de buffer	Acero	6.80	Kg
Buffer	Pernos de expansión	Acero	0.45	Kg
Cabina	Paños de cabina	Acero inoxidable	6.80	Kg

Cabina	Puertas de cabina	Acero inoxidable	9.06	Kg
Cabina	Sistema de riel de puertas	Acero	3.17	Kg
Cabina	Cam de puertas	Acero	1.36	Kg
Cabina	Cam de cabina	Acero	1.36	Kg
Cabina	Techo de cabina	Acero	18.12	Kg
Cabina	Plataforma	Acero	18.12	Kg
Cabina	Plancha antideslizante	Acero	9.06	Kg
Cabina	Ojos de buey	Aluminio	0.45	Kg
Cable viajero	Cable viajero	Polipropileno	3.60	Kg
Cable viajero	Cable viajero	Cobre	2.12	Kg
Cable viajero	Brazo de cable viajero	Acero	0.36	Kg
Cables de tracción (9 metros)	Cable	Acero	13.59	Kg
Cables de tracción (9 metros)	Alma de cable de tracción	Yute	0.91	Kg
Cables de tracción (9 metros)	Grillete tipo prensa	Acero	0.45	Kg
Cajas de unión	Caja	Acero	0.45	Kg
Cajas de unión	Tapa de caja de unión	Acero	0.23	Kg
Cajas de unión	Tornillos de ajuste	Acero	0.05	Kg
Cajas de unión	Cable templador de arnés	Acero galvanizado	1.10	Kg
Chasis	Armazon de estructura	Acero	36.24	Kg
Chasis	Zapatas de cabina	Acero	1.11	Kg
Chasis	Zapatas de cabina	Polipropileno	0.70	Kg
Chasis	Pernos de acople	Acero	0.91	Kg
Chasis	Micro de sobrecarga	Polipropileno	0.45	Kg
Chasis	Caucho de micro de sobrecarga	Caucho	0.45	Kg
Control completo	Carcasa de control eléctrico	Acero	6.80	Kg

Control completo	Tarjetas de fibra de vidrio	Fibra de vidrio	0.91	Kg
Control completo	Condensadores	Acero	0.09	Kg
Control completo	Selenoide	Cobre	0.09	Kg
Control completo	Fuente para el freno	Cobre	0.91	Kg
Control completo	Microswitch	Cobre	0.09	Kg
Máquina de tracción	Motor	Acero	14.21	Kg
Máquina de tracción	Motor	Cobre	7.23	Kg
Máquina de tracción	Caja reductora	Acero	18.12	Kg
Máquina de tracción	Polea tipo tambor	Acero	6.80	Kg
Máquina de tracción	Caucho de máquina	Acero	1.14	Kg
Máquina de tracción	Caucho de máquina	Caucho	0.91	Kg
Máquina de tracción	Pernos de caucho de máquina	Acero	0.45	Kg
Micro de sobre carga	Micro de sobre carga	Polipropileno	0.05	Kg
Pitch switch	Pitch switch	Acero	0.23	Kg
Pitch switch	Pitch switch	Polipropileno	0.12	Kg
Puertas de hall	Puerta de hall	Acero inoxidable	9.06	Kg
Puertas de hall	Sistema de riel de puertas	Acero	9.06	Kg
Puertas de hall	Pesas de puertas	Acero	4.53	Kg
Puertas de hall	Cam de puertas	Acero	2.27	Kg
Puertas de hall	Marco de puertas de hall	Acero	9.06	Kg
Rieles (20 metros)	Rieles (20 metros)	Acero	60.00	Kg
Rieles (20 metros)	Empalmes de guías	Acero	13.50	Kg
Rieles (20 metros)	Pernos de emplames de guías	Acero	0.34	Kg
Rolletes	Rolletes	Acero	0.09	Kg
Tarrinas recolectoras de aceite	Tarrinas recolectoras de aceite	Polipropileno	0.20	Kg

Variador de frecuencia	Bobina de cobre	Cobre	5.44	Kg
Variador de frecuencia	Carcasa de control eléctrico	Acero	3.17	Kg
Viga en "G" (2 metros)	Viga en "G" (2 metro)	Acero	3.62	Kg
Vigas de máquina (3 metros)	Vigas de máquina (3 metros)	Acero	9.06	Kg
<b>Salidas</b>				
Elevador completo	Elevador completo	---	---	ítem

Fuente: Empresa de estudio

En la tabla 6 se muestran todos los componentes del elevador eléctrico, de la misma forma los materiales con los que están producidos y los pesos correspondientes.

#### 4.1.3.2. Instalación

Para la etapa de instalación, se ha considerado los insumos y materiales que se emplea en la instalación del equipo en el edificio del cliente. Hay herramientas que no se eliminan en la primera instalación, por el contrario, son utilizadas en algunas más, para estos casos se realiza una estimación de utilidad, conociendo así las veces que se pueda reutilizar dicha herramienta. Dos ejemplos, son el caso de las extensiones eléctricas y las protecciones provisionales (material de plywood) de las entradas de piso, por las cuales se han estimado 20 y 4 veces de reutilización, respectivamente.

La tabla 7 refiere a las entradas y salidas para el proceso de instalación, detallando el tipo de material, valores unitarios y totales de consumo, hasta obtener las salidas que se producen en esta actividad.

TABLA 7. INVENTARIO ETAPA DE INSTALACIÓN

Unidades	Material/Energía	Tipo de material / energía	Cons . Unit.	Unid.	Cons . Total	Un id.
<b>Entradas</b>						
10	Cotoplos	Polipropileno	0.010	Kg	0.10	Kg
1	Pliero de lija fina	Cartón	0.212	Kg	0.21	Kg
1	Pliero de lija gruesa	Papel	0.176	Kg	0.18	Kg
0.5	Plywood triplex	Madera	9	Kg	2.25	Kg
2	Cinta masking de 5 centímetros	Papel	0.068	Kg	0.14	Kg
15	tornillos autoperforantes M4 * 15	Acero	0.014	Kg	0.20	Kg
15	Metros de tubo flex de 1 1/2	Acero	1.197	Kg	17.96	Kg
15	Metros de tubo flex de 1/2	Acero	0.405	Kg	6.08	Kg
4	Disco de corte de 4 1/2 * 1/8	Cartón	0.038	Kg	0.15	Kg
3	Kilos de electrodos 6013	Acero	1.000	Kg	3.00	Kg
20	Expansiones de 3/8	Acero	0.113	Kg	2.25	Kg
40	Expansiones de 5/8	Acero	0.084	Kg	3.38	Kg
2	Litros de pintura gris	Pintura	0.920	Kg	1.84	Kg
1	Litro de pintura amarilla	Pintura	0.920	Kg	0.92	Kg
0.4	Litros de spray metalizado	Pintura	0.920	Kg	0.37	Kg
20	Tacos Fisher F 6	Polipropileno	0.002	Kg	0.05	Kg
20	Tornillos para tacos Fisher F 6	Acero	0.004	Kg	0.08	Kg
1	Víscera para foco	Acero	0.113	Kg	0.11	Kg
1	Templador de 3/8	Acero	0.810	Kg	0.81	Kg
1	Base para arnés eléctrico	Acero	2.124	Kg	2.12	Kg
1	Metro de cinta hiltin	Acero	0.743	Kg	0.74	Kg
2	Desengrasante	Butoxietanol	1.045	Kg	0.02	Kg
2	Desengrasante	Sulfonato de alquinbencen o lineal	1.060	Kg	0.40	Kg
2	Desengrasante	Agua	1.000	Kg	1.60	Kg
3	Focos Verbatim de 6400	Vidrio	0.068	Kg	0.20	Kg

6	Abrazaderas de 1 1/2	Acero	0.011	Kg	0.07	Kg
10	Abrazaderas de 1/2	Acero	0.008	Kg	0.08	Kg
10	Metros de alambre galvanizado para templador	Acero	0.113	Kg	1.13	Kg
1	Rollo de alambre acerado 0.5 mm	Acero	0.450	Kg	0.45	Kg
20	Arandelas de presión de 1/2	Acero	0.005	Kg	0.09	Kg
40	Arandelas de presión de 5/8	Acero	0.004	Kg	0.14	Kg
1	Boquilla colgante	Caucho	0.050	Kg	0.05	Kg
2	Boquillas de plafón	Polipropileno	0.063	Kg	0.13	Kg
30	Metros de cable concéntricos de 3 * 16	Cobre	202.50	Kg	10.13	Kg
3	Cajetín mixto conmutador complete	Acero	0.150	Kg	0.45	Kg
1	Cinta aislante	Polipropileno	0.056	Kg	0.06	Kg
1	Metro de cinta elecoidal	Polipropileno	0.083	Kg	0.08	Kg
1	Libra de clavos de 2 pulgadas	Acero	0.450	Kg	0.45	Kg
8	Conectores BX de 1/2 con tapa	Acero	0.056	Kg	0.45	Kg
8	Conectores BX de 1 1/2 con tapa	Acero	0.113	Kg	0.90	Kg
50	Correas plásticas de 250 mm	Polipropileno	0.005	Kg	0.23	Kg
2	Brocas HSS de 1/8	Acero	0.009	Kg	0.02	Kg
2	Brocas HSS de 5/32	Acero	0.009	Kg	0.02	Kg
2	Brocas HSS de 1/4	Acero	0.009	Kg	0.02	Kg
1	Disco Flax de 4 1/2	Cartón	0.158	Kg	0.16	Kg
2	Aceite para guías	Aceite mineral	0.850	Kg	1.70	Kg
4	Thinner	Thinner	0.790	Kg	3.16	Kg
8	Taladro eléctrico (0.65 Kwatt) (8 horas)	Energía eléctrica	0.65	KW	5.2	Kw h
80	Reflector eléctrico(0.03 Kwatt) (80 horas)	Energía eléctrica	0.03	KW	2.4	Kw H
<b>Salidas</b>						
----	Equipo instalado	----	----	----	---	ítem
----	Residuo peligroso (envases	----	----	----	0.7	Kg

	de pintura, diluyente).					
----	Residuo sólidos (lijas, adhesivos)	----	----	----	0.68	Kg
----	Chatarra metálica	----	----	----	0.68	Kg

Fuente: Empresa de estudio

#### 4.1.3.3. Uso

En la etapa de uso, se ha seleccionado un equipo instalado en un edificio de la ciudad de Guayaquil – Ecuador. En la tabla 8 se puede observar las características generales del equipo de medición de consumo de energía eléctrica, considerando una vida útil del elevador de 20 años. Las mediciones se iniciaron en septiembre del 2020 y culminaron en enero 2021. El consumo promedio diario del equipo es 3 KWh, teniendo un consumo total en toda su vida útil de 2.1900E04 KWh.

**TABLA 8. CONSIDERACIONES MEDICIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO EN ETAPA DE USO**

Marca del equipo de medición	Schneider Electronic
Modelo:	EasyLogic™ PM2100
Tiempo de medición:	Septiembre 2020 – Enero 2021
Presentación de datos:	Panel de selección

Fuente: Equipo de medición Schneider



**FIGURA 4.7 MEDIDOR DE CONSUMO ELÉCTRICO SCHNEIDER**

Fuente: Empresa de estudio

En la figura 4.7 se muestra el panel digital de resultados, los datos estaban configurados para que se presenten en MWh. La lectura indicada es de un acumulado existente, entre los meses que duró la medición.

#### **4.1.3.4. Mantenimiento**

Para la etapa de mantenimiento del equipo se ha considerado los trabajos frecuentes y no frecuentes, es decir los trabajos de mantenimiento preventivos, mismo que son realizados una vez por mes, con un total de doce ingresos en el año, y los no frecuentes que básicamente son por ocasiones especiales como se muestra a continuación:

**TABLA 9. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO NO FRECUENTES**

Actividad	Frecuencia	Material	Observaciones
Cambio de aceite	Cada 5 años	Aceite lubricante WD40	Se utiliza 2 litros por cambio.
Cable	N/A	N/A	Duran vida útil
Polea	N/A	N/A	Duran vida útil
Retenedores de aceite	N/A	N/A	Duran vida útil

Fuente: Empresa de estudio

En la tabla 9 se detallan las actividades de mantenimiento no frecuentes, es decir las que el fabricante determina que se debe realizar luego de un largo periodo de tiempo. En este caso se programa que cada cinco años de debe realizar el cambio de aceite en la máquina de tracción, sin embargo los cables, polea y retenedores de aceite solo se cambian si es que presentaren desgastes. Para estos últimos tres elementos no se registran desgastes en toda la vida útil del equipo, acorde a información que se lleva en la empresa donde se realiza el estudio.

En la tabla 10 se muestra el inventario correspondiente al mantenimiento frecuente del elevador eléctrico, de izquierda a derecha se puede observar los productos que se utilizan junto con el material correspondiente y sus cantidades. Se debe explicar que el aceite mineral que se detalla en la tabla 10 es por recambio cada 5 años, mientras que el paño hidrofílico y el vileda es por cantidad de uso anual. La obtención de los pesos de estos productos se los obtuvo acorde a las densidades de sus fichas técnicas (ver anexo A).

**TABLA 10. INVENTARIO ETAPA DE MANTENIMIENTO FRECUENTE Y NO FRECUENTE.**

Materia/Energía	Tipo	Consumo	Unidades
<b>Entradas</b>			
Paño hidrofílico	Polipropileno	0.0156	Kg
Aceite lubricante	Aceite mineral	2.12	Kg
Vileda	Polyester	0.00376	Kg
Vileda	Polyamida	0.000394	Kg
<b>Salidas</b>			
Mantenimiento	---	---	ítem
Residuo peligrosos	Aceite utilizado	2.12	Kg

Residuo peligroso	Paños de limpieza con hidrocarburos	0.0197	Kg
-------------------	-------------------------------------	--------	----

Fuente: Empresa de estudio

#### 4.1.3.5.Desmontaje

Una vez que el equipo ha sido utilizado por el tiempo de su vida útil (20 años), se procede a realizar el desmontaje de todas sus partes. En esta etapa el equipo es desmontado y se lo ubica en las instalaciones que ordene el cliente, razón por la cual debe cumplir un proceso administrativo para que se de paso a la disposición final. En la tabla 11 se presenta las entradas y salidas, junto con el consumo que representa el inventario de la etapa de desmontaje:

**TABLA 11. INVENTARIO ETAPA DE DESMONTAJE.**

Material/Energía	Tipo de material / energía	Consumo	Unidades
<b>Entradas</b>			
Discos de corte 4 ½ * 1/8	Cartón	0.1512	Kg
Extensión cable concéntrico	Cobre	10.12	Kg
Disco flax de 4 ½	Cartón	0.4725	Kg
Uso amoladora (0.8 Kwatt * 8 horas)	Energía eléctrica	6.4	Kwh
Uso reflector (0.03 Kwatt * 40 horas)	Energía eléctrica	1.2	Kwh
<b>Salidas</b>			
Desmontaje de equipo	---	---	ítem
Residuos no peligrosos	Desechos sólidos	0.623	Kg

Fuente: Empresa de estudio

#### 4.1.3.6. Disposición final

Una vez que se han cumplido los acuerdos comerciales producto de la desmaterialización y segregación de partes y piezas se realiza la disposición final del equipo. En esta etapa los materiales recuperables son el acero y el cobre, de esta manera se puede obtener acero secundario con las partes y piezas desmontadas, a su vez reusar los componentes que puedan servir para otros equipos. A continuación, se detalla el inventario para la etapa de reciclaje como la opción más utilizada en la disposición final:

La tabla 12 detalla las entradas y salidas para la producción de 1 Kg de acero secundario a partir de chatarra de acero en el Ecuador. Las unidades varían dependiendo el tipo de material o energía utilizada.

**TABLA 12. INVENTARIO ETAPA DE OBTENCIÓN DE 1KG DE ACERO SECUNDARIO (ADAPTADO DE REFERENCIA: (PONTÓN, 2017))**

Material/Energía	Tipo de material / energía	Consumo	Unidades
<b>Entradas</b>			
Scrap acero	---	1.2	kg
Diesel	---	0.130813611	MJ
Gas propano	---	5.09286E-05	kg
Oxígeno líquido industrial	---	0.000978443	kg
Energía eléctrica	---	0.008814489	KWh
Ferrosilicio	---	0.001875968	kg
Ferrosilicio manganeso	---	0.013808155	kg
Antracita	---	0.002286818	kg
Electrodos de grafito	---	0.003552886	kg
Argón industrial	---	0.000424268	kg
Nitrógeno industrial	---	0.000110633	kg
Oxígeno líquido industrial	---	0.049101386	kg
Espato flúor	---	0.000237913	kg
Antracita M-20	---	0.0092103	kg
Cal dolomita	---	0.026108655	kg
Cal viva	---	0.028092082	kg
Desulfurante	---	0.001152763	kg

Carburo de calcio	---	0.00036692	kg
Lingote de aluminio	---	3.75828E-05	kg
Estrella de aluminio	---	0.00014198	kg
Lubricantes	---	0.000785398	kg
Agua tratada	---	0.97337866	kg
Consumo energía eléctrica	---	0.586564045	kwh
Bunker	---	1.333722038	MJ
Aceite	---	0.000186862	kg
Agua tratada	---	0.278183853	kg
Energía eléctrica	---	0.143387314	kwh
<b>Salidas</b>			
Material no metálico	---	0.032551933	kg
Óxidos de nitrógeno	---	0.0001	kg
Partículas totales	---	0.0065	kg
Dióxido de carbono	---	0.069934683	kg
Polvos capturados	---	0.021193934	kg
Escoria más laminilla	---	0.129401757	kg
Laminilla	---	0.005388122	kg
Varilla acero	---	1	kg

Fuente: (PONTÓN, 2017)

En la tabla 13 se detalla las entradas y salidas para la producción de 1 Kg cobre secundario a partir de chatarra de cobre en China. Se ha utilizado esta información por disponibilidad de datos. Las unidades varían dependiendo el tipo de material o energía utilizada.

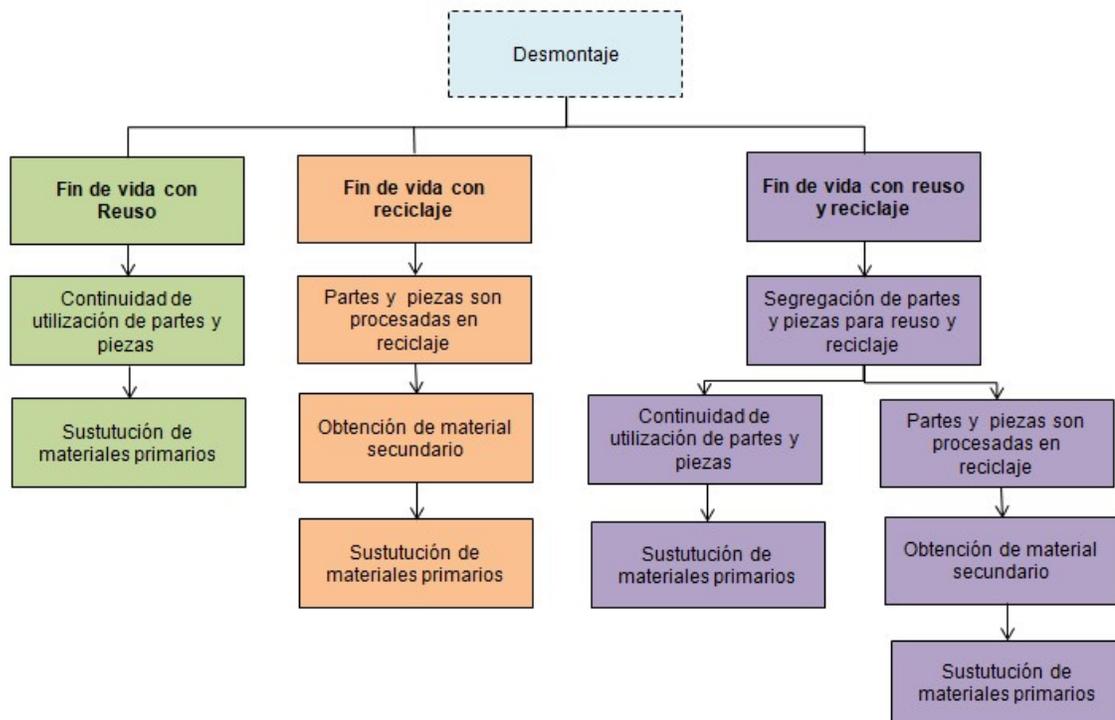
**TABLA 13. INVENTARIO ETAPA DE OBTENCIÓN DE 1KG DE COBRE SECUNDARIO (ADAPTADO CHEN ET AL., 2019)**

<b>Material/Energía</b>	<b>Tipo de material / energía</b>	<b>Consumo</b>	<b>Unidades</b>
<b>Entradas</b>			
Agente de limpieza	---	0.00508	Kg
Carbón	---	0.1620	Kg
Caliza	---	0.0084	Kg
GLP	---	0.4920	m <sup>3</sup>
Oxígeno industrial	---	0.0914	Kg
Búnker	---	0.0087	Kg
Material refractario	---	0.0076	Kg
Chatarra de cobre	---	1.86	Kg
Cloruro de sodio	---	0.00045	Kg
Hidróxido de sodio	---	0.0004	Kg
Hipoclorito de sodio	---	0.00037	Kg
Ácido sulfúrico	---	0.00680	Kg
Agua	---	1.4000	Kg
<b>Salidas</b>			
Amonio	---	1.64E-10	Kg
Arsénico	---	1.36E-07	Kg
DBO 5	---	2.41E-06	Kg
Dióxido de carbono	---	0.27800	Kg
Monóxido de carbono	---	0.00037	Kg
DQO	---	0.00023	Kg
Cobre	---	1	Kg
Hidracina	---	1.01E-06	Kg
Plomo	---	1.10E-06	Kg
Mercurio	---	1.42E-06	Kg
Metano	---	0.00132	Kg
Residuo sólido	---	1.3300	Kg
Níquel	---	5.93E-07	Kg

Óxido de nitrógeno	---	8.91E-05	Kg
NMVOG	---	2.02E-05	Kg
Material particulado	---	0.00262	Kg
Dióxido de azufre	---	0.00078	Kg
Ácido sulfúrico	---	3.40E-07	Kg
Sólidos suspendidos	---	0.00018	Kg
Agua de tratamiento	---	0.00547	m <sup>3</sup>

Fuente: (Chen et al., 2019)

Es importante mencionar que las alternativas de fin de vida que se han propuesto en el presente estudio para todas las partes y piezas que se desmontan se identifican en el esquema indicado en la figura 4.8:



**FIGURA 4.8 ESQUEMA DE ALTERNATIVAS DE FIN DE VIDA**

Fuente: Autor

### Reuso de partes y piezas

Es la alternativa ideal, con esta práctica lo que se pretende es que todas las partes y piezas que se desmontan puedan ser utilizadas en otros equipos, de tal forma que se extienda su esperanza de vida, sin embargo podría no ser totalmente aplicable, puesto que está condicionada a los nuevos modelos de equipos que puedan llegar con partes y piezas de diferentes dimensiones y especificaciones. En la actualidad esta práctica no se realiza, de tal forma que las modernizaciones solicitadas por los clientes culminan en el desmontaje del equipo antiguo y la instalación del equipo nuevo, embodegando todas las partes y piezas en las bodegas que el cliente designe para su posterior reciclaje/reuso.

### Reuso y reciclaje de partes y piezas

Esta alternativa es la más realista, puesto que algunas de las partes del equipo si pueden ser reutilizadas para nuevos elevadores, o a su vez modificables para su nuevo uso. Entre las partes que pueden ser reutilizadas están: los rieles, vigas y cabina, otra

alternativa de reuso es que sirvan como accesorios en la etapas de instalación o mantenimiento para la ejecución de sus actividades. En esta alternativa es importante mencionar que todas las partes no pueden ser reutilizadas, el motor y el control es altamente probable que en 20 años, que se ha definido el tiempo de uso del elevador, sufra discontinuidad y deban salir del mercado, en este caso su destino será el reciclaje para la obtención de materiales secundarios.

**TABLA 14. LISTADO DE COMPONENTES PARA REUSO Y RECICLAJE**

#.	COMPONENTE	ESTAD O	MATERIA L	PESO (Kg)
1	Botonera de hall	Reuso	Acero	1.087
2	Cabina	Reuso	Acero	67.5
3	Cajas de unión	Reciclaje	Acero	1.82
4	Chasis	Reuso	Acero	39.86
5	Brazo metálico 30 y 60	Reciclaje	Acero	4.53
6	Buffer	Reuso	Acero	7.25
7	Cable de tracción	Reciclaje	Acero	14.95
8	Cable vijero	Reciclaje	Acero	0.36
8.1	Cable viajero	Reciclaje	Cobre	2.12
9	Control	Reciclaje	Acero	6.89
9.1	Control	Reciclaje	Cobre	1.09
10	Máquina de tracción	Reciclaje	Acero	40.72
10. 1	Máquina de tracción	Reciclaje	Cobre	7.23
11	Rieles 60 m	Reuso	Acero	60
11. 1	Rieles 60 m (Accesorios)	Reciclaje	Acero	13.84
12	Rolletes	Reciclaje	Acero	0.09
13	Variador de frecuencia	Reciclaje	Acero	3.17
13. 1	Variador de frecuencia	Reciclaje	Cobre	5.44
14	Viga de máquina (3m)	Reciclaje	Acero	9.06
15	Vigas en G (2m)	Reciclaje	Acero	3.62
16	Micro de sobrecarga	Reciclaje	Acero	0.05
17	Pitch switch	Reciclaje	Acero	0.35
18	Puertas de hall	Reciclaje	Acero	3.68
19	Extensión eléctrica 3x16 AWG concéntrica	Reciclaje	Cobre	10.13

Peso reciclaje acero	103.13
Peso reciclaje cobre	26.01

Fuente: Empresa de estudio

En la tabla 14 se muestra la cantidad de componentes que se pueden reusar y reciclar, teniendo el 26% de las piezas que se pueden reusar y el 74% restante al reciclaje. Sin embargo, en cuanto a peso, se puede evidenciar que en reuso se estaría abarcando 175.69 Kg de acero, por otro lado se estaría reciclando 103.13 Kg de acero y 26.01 Kg de cobre. El criterio de selección para reuso son los componentes que tienen menor variabilidad de diseño en los diferentes equipos y que cumplan con las especificaciones de calidad para su continuidad de uso, de tal forma que puedan ser reutilizados, los restantes son considerados para el reciclaje.

### **Reciclaje de partes y piezas**

El reciclaje completo de las partes y piezas desmontadas es visualizar que se conviertan en chatarra y sirvan de materia prima para la obtención de material secundario. Es una alternativa factible, por cuanto se puede obtener varilla SAE 1029, lo cual es realizado por una empresa conocida de la localidad (Pontón, 2017).

## CAPÍTULO 5

### 5. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CICLO DE VIDA

Para la evaluación de impacto ambiental se ha utilizado el software Open LCA 1.10.3 el cual cuenta con una base de datos de Ecoinvent, versión 3.7. El método de aplicación es ReCiPe (H), lo cual permite evaluar los impactos ambientales de carácter global, mediante la asignación de flujos de entrada y salida, acorde a los límites del sistema establecido. El método ReCiPe (H) fue escogido debido a que es el más actualizado, siendo sus predecesores el CML 200 y el Ecoindicator 99. Los indicadores ambientales analizados para este estudio son de análisis de punto medio (Midpoint) y se ha escogido la perspectiva H (jerarquista), puesto que es un modelo de consenso científico respecto al marco temporal. identificada como la opción predeterminada ("LCIA: the ReCiPe model | RIVM," 2021.).

#### 5.1. Metodología de evaluación de impacto de ciclo de vida

Para este estudio se ha considerado los impactos globales ambientales, mostrados a continuación:

**TABLA 15. CATEGORÍA DE IMPACTO Y FACTORES DE CARACTERIZACIÓN DEL MÉTODO RECIPE**

<b>Categoría de impacto</b>	<b>Factor de categorización</b>	<b>Unidad del indicador</b>
Material particulado	Potencial de formación de material particulado	Kg PM10-Eq
Agotamiento del ozono	Potencial de agotamiento del ozono	Kg CFC-11-Eq
Cambio climático	Potencial de calentamiento global	Kg CO2-Eq
Acidificación terrestre	Potencia de acidificación terrestre	Kg SO2-Eq
Agotamiento de fósiles	Potencial de agotamiento fósil	Kg oil-Eq
Eutroficación marina	Potencial de eutroficación marina	Kg N-Eq
Agotamiento de metales	Potencial de agotamiento de metales	Kg Fe-Eq

Fuente: Open LCA

En la tabla 15 se muestran las categorías de impacto global que van a evaluarse, seguido de su factor de categorización y las unidades que se muestran para cada uno.

## 5.2. Resultados de caracterización de impactos ambientales

En la tabla 16 se muestra los resultados de los sistemas de fin de vida con las alternativas de tratamiento de los residuos que se generan. Se han planteado tres escenarios: a) Sistema de fin de vida aplicando el reuso de las partes del equipo, b) Sistema de fin de vida aplicando el reciclaje de los residuos generados y la alternativa c) que corresponde a reusar y reutilizar ciertas partes y componentes del elevador. La mejor alternativa es aquella que menores valores representa por cada categoría. El sistema de fin de vida con reuso es la mejor alternativa, puesto que tienen menor calificación en el 71% (5 de 7) de las categorías evaluadas.

**TABLA 16. RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS CON BASE A LA UNIDAD FUNCIONAL PARA LOS 3 ESCENARIOS**

Categoría de impacto	Unidad del indicador	Sistema de fin de vida con Reuso	Sistema de fin de vida con Reciclaje	Sistema de fin de vida con reuso y reciclaje
Material particulado	Kg PM10-Eq	4047.39	4479.9	4212.72
Agotamiento del ozono	Kg CFC-11-Eq	0.000567723	0.000584619	0.000566999
Cambio climático	Kg CO2-Eq	44.2576	45.9094	43.1513
Acidificación terrestre	Kg SO2-Eq	2	2.16	2.06
Agotamiento de fósiles	Kg oil-Eq	15.57	23.63	18.05
Eutroficación marina	Kg N-Eq	1333.1	1429.01	1373.4
Agotamiento de metales	Kg Fe-Eq	1397.66	2049.01	1487.84

Fuente: Open LCA

### **5.3. Análisis de contribución**

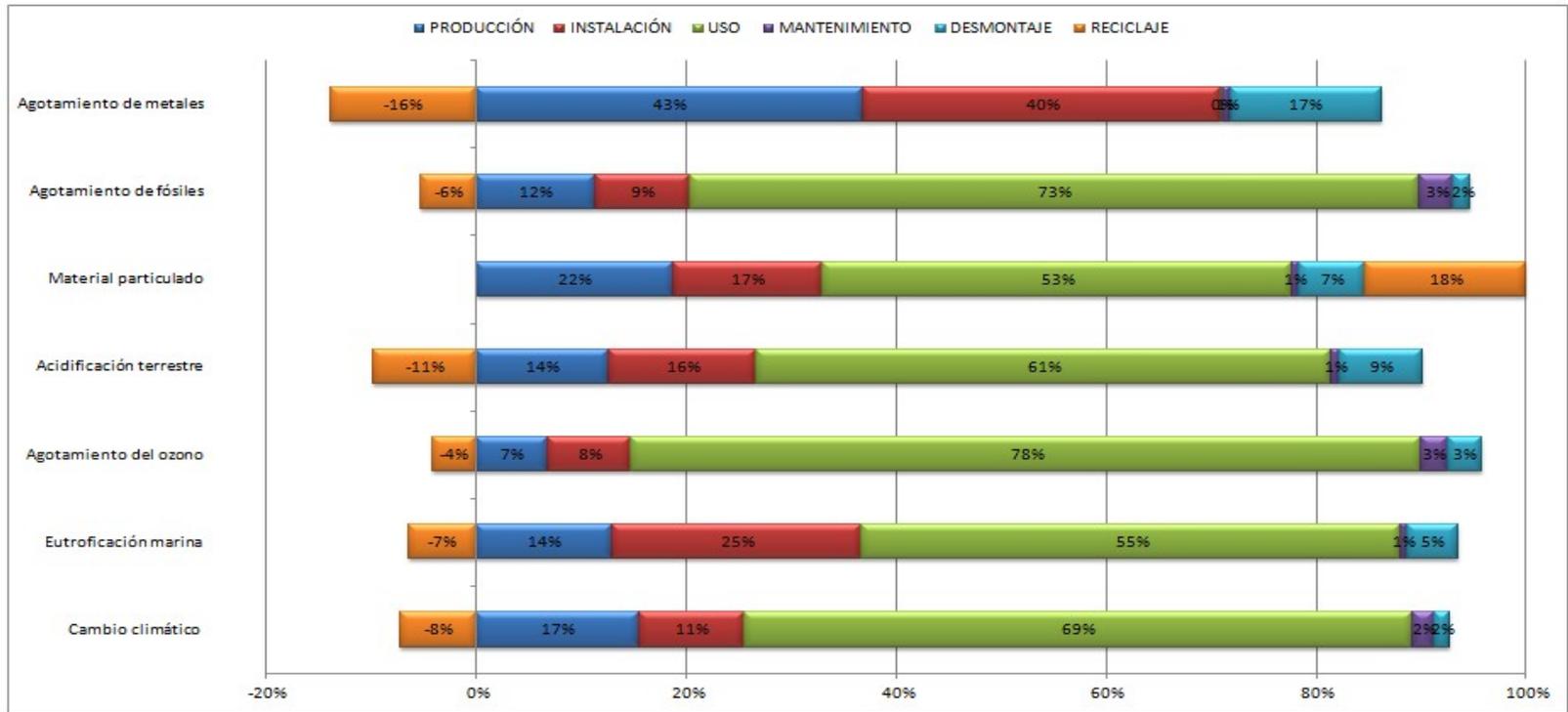
La tabla 17 muestra los resultados de las contribuciones por cada categoría de impacto ambiental en las fases del sistema analizado con la siguiente descripción:

- Producción (PROD.).
- Instalación (INST).
- Uso (USO).
- Mantenimiento (MANT.).
- Desmontaje (DESM.).
- Fin de vida con reciclaje (REC).
- Fin de vida con reuso (RE).
- Fin de vida con reciclaje y reuso (REC y RE).

**TABLA 17. CATEGORÍA DE IMPACTOS AMBIENTALES GLOBALES EN LAS FASES DE PRODUCCIÓN, INSTALACIÓN, USO, MANTENIMIENTO, DESMONTAJE Y FIN DE VIDA DEL ELEVADOR DUMBWAITER**

<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PROD.</b>	<b>INST.</b>	<b>USO</b>	<b>MANT.</b>	<b>DESM.</b>	<b>REC.</b>	<b>RE.</b>	<b>REC Y RE</b>
Cambio climático	kg CO2-Eq	810.75	528.07	3330.12	105.82	81.64	-376.51	- 814.52	- 643.69
Eutroficación marina	Kg N-Eq	0.32	0.59	1.27	0.015	0.12	-0.16	-0.33	-0.26
Agotamiento del ozono	Kg CFC -1-Eq	0.0000437	0.0000508	0.00048	0.0000166	0.0000205	-2.67E-05	- 4.41E-05	- 4.43E-05
Acidificación terrestre	Kg SO2-Eq	7.25	7.99	31.25	0.49	4.5	-5.59	-7.29	-8.35
Material particulado	Kg PM10-Eq	4.43	3.35	10.56	0.18	1.47	3.62	-4.45	-1.95
Agotamiento de fósiles	Kg oil-Eq	181	143.55	1111.34	50.97	26.28	-84.15	- 182.66	- 139.75
Agotamiento de metales	Kg Fe-Eq	1041.98	965.46	4.81	20.78	406.01	-390.05	- 1044.95	- 951.22

Fuente: Open LC



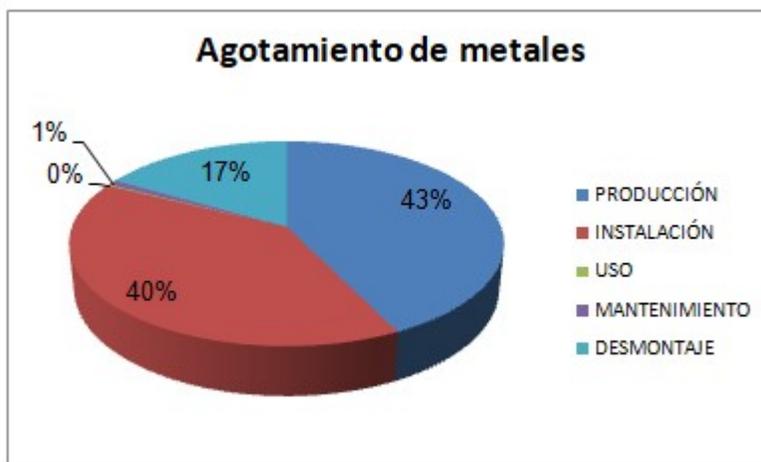
**FIGURA 5.9 CONTRIBUCIONES POR FASES DEL SISTEMA DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA PARA CARGADOR TIPO DUMBWAITER.**

Fuente: Open LCA

Con los resultados obtenidos en la tabla 17 se puede observar gráficamente los porcentajes acumulados de contribuciones por cada fase en la figura 5.9. Como fin de vida en esta ilustración se ha considerado el reciclaje. Acorde a la figura 5.10 se puede mostrar las siguientes interpretaciones en cuanto a las categorías de impacto ambiental analizadas:

### Agotamiento de metales

Referente al impacto ambiental sobre el agotamiento de metales sobresale la etapa de producción del equipo con un 43%, debido a que la mayoría de las partes que constituyen el equipo son de acero y cobre, posterior a esta etapa se encuentra la fase de instalación con un 40% de representatividad debido a los componentes metálicos que se fabrican en el taller de la empresa, mismo que son utilizados como bases, anclajes y soportería del equipo. La etapa de desmontaje ocupa la tercera posición en esta jerarquía con un 17% de representatividad y finalmente con porcentajes menores las fases de mantenimiento y uso, con valores de 1% y 0%, respectivamente.



**FIGURA 5.10 CONTRIBUCIONES SOBRE AGOTAMIENTO DE METALES**

Fuente: Autor

Como se puede observar en la figura 5.10, este indicador conlleva la mayor contribución referente a la extracción de cobre, manganeso, oro y níquel, ver anexo B, metales muy utilizados para los procesos de producción e instalación.

### Agotamiento de fósiles

Sobre la categoría de agotamiento de recursos fósiles, la etapa de uso es la que mayor representatividad tiene, debido a la generación de energía eléctrica por el cual funciona el equipo, esta fase representa el 73% del total de la contribución. En el Ecuador existe una representatividad del 16% de generación de energía eléctrica por uso de plantas térmicas y el 82% por hidroeléctricas (Ramírez et al., 2020).

**Tabla 18. TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN EL MIX ECUATORIANO DE 2012 A 2018**

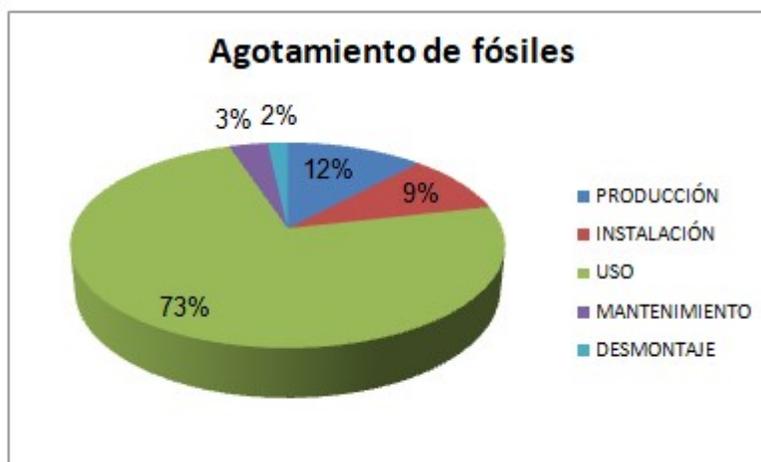
Nomenclatura	Combustible	Tecnología de generación	Contribución al sistema interconectado nacional
			2018
Tecnología basadas en hidroeléctricas			
H-D	-	Presa hidroeléctrica	30.40%
H-ROR	-	Corriente del río	51.90%
Tecnología de combustibles fósiles			
NG-GT	Gas natural	Turbina a gas	3.60%
FO-ST	Bunker	Turbina de vapor	6.20%
FO-ICE	Bunker	Motores de combustión interna	3.90%
D-GT	Diesel	Turbina de gas	0.40%
O-ICE	Otros combustibles fósiles		1.50%
Otras tecnologías			

BG-ICE	Biogas	Motores de combustión interna	0.20%
B-ST	Biomasa (Bagazo de caña de azúcar)	Turbina de vapor	1.20%
W	-	Poder del viento	0.30%
PV	-	Solar fotovoltaica	0.10%
IC-P	-	Interconexión (Desde Perú)	0.00%
IC-C	-	Interconexión (Desde Colombia)	0.30%

Fuente: (A. D. Ramirez et al., 2020)

En la tabla 18 se puede observar las diferentes tecnologías de generación eléctrica que existe en el Ecuador y sus contribuciones al sistema interconectado nacional, denotando que aún se utiliza tecnología de combustibles fósiles.

La producción y la instalación del equipo representan el 12% y 9%, respectivamente, siendo estas tres fases las que mayor contribuyen en esta categoría de impacto.



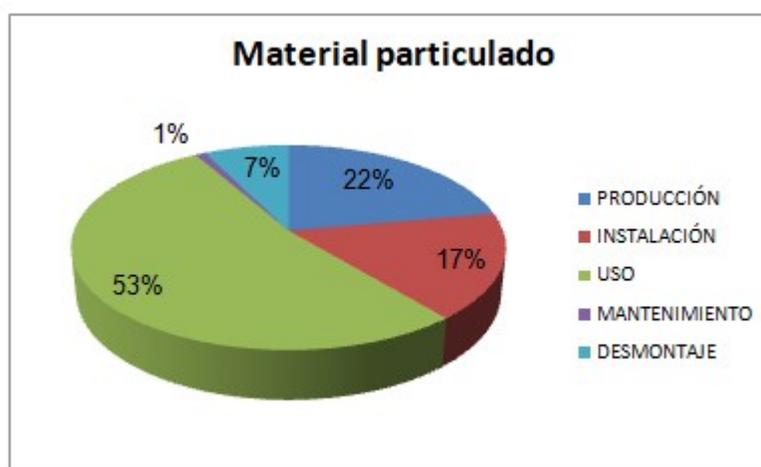
**FIGURA 5.11. CONTRIBUCIONES SOBRE AGOTAMIENTO DE FÓSILES**

Fuente: Autor

Como se puede observar en la figura 5.11, este indicador conlleva la mayor contribución referente al uso de aceite mineral, gas natural y carbón, ver anexo B, materiales muy utilizados sobre todo en el proceso de uso.

### Material particulado

Referente a la categoría de material particulado continúa prevaleciendo la etapa de uso como mayor contribuyente, con un valor de 53% de representatividad. La producción y la instalación representan el 22% y 17%, respectivamente, finalizando con los de menor contribución que son el desmontaje el 7% y el mantenimiento con 1%.



**FIGURA 5.12 CONTRIBUCIONES SOBRE MATERIAL PARTICULADO**

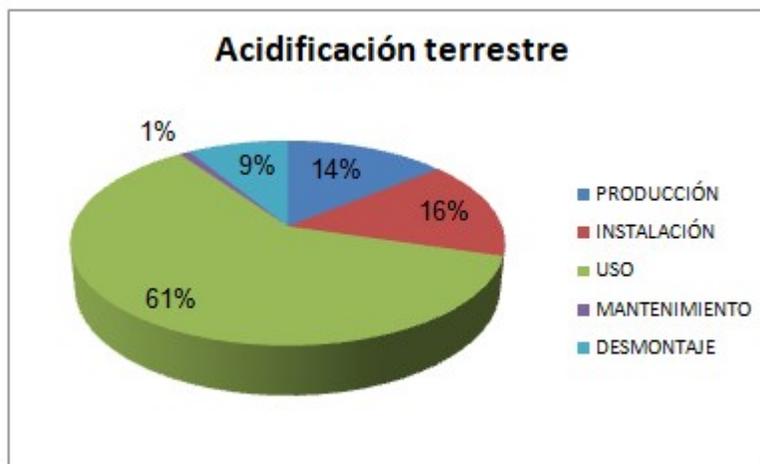
Fuente: Open LCA

Como se puede observar en la figura 5.12, este indicador conlleva la mayor contribución referente a la generación de material particulado (partículas entre 2.5 y 10 micras), óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre, ver anexo B, precisamente por la producción de energía eléctrica que se utiliza en la etapa de uso.

### Acidificación terrestre

Respecto a la categoría de acidificación terrestre la etapa de uso es el mayor contribuyente, con un valor de 61% de representatividad. La instalación y la producción

representan el 16% y 14%, respectivamente, finalizando con los de menor contribución que son el desmontaje el 9% y el mantenimiento con 1%.



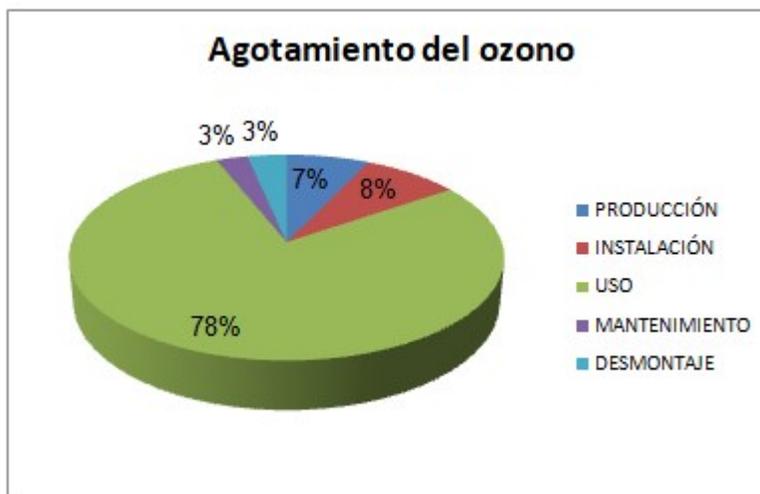
**FIGURA 5.13 CONTRIBUCIONES SOBRE ACIDIFICACIÓN TERRESTRE**

Fuente: Open LCA

Como se puede observar en la figura 5.13, este indicador conlleva la mayor contribución referente a la generación de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, ver anexo B, precisamente por la producción de energía eléctrica que se utiliza en la etapa de uso.

### **Agotamiento del ozono**

En la categoría del agotamiento del ozono, la etapa de uso es el mayor contribuyente, con un valor de 78% de representatividad. La instalación y la producción representan el 8% y 7%, respectivamente, finalizando con los de menor contribución que son el desmontaje y el mantenimiento con un valor de 3% cada uno.



**FIGURA 5.14 AGOTAMIENTO DEL OZONO**

Fuente: Autor

Como se puede observar en la figura 5.14, este indicador conlleva la mayor contribución referente a la generación de metano, ver anexo B, precisamente por la producción de energía eléctrica que se utiliza en la etapa de uso.

### **Eutroficación marina**

Referente a la categoría de eutroficación marina, la etapa de uso es el mayor contribuyente, con un valor de 55% de representatividad. La instalación y la producción representan el 25% y 14%, respectivamente, finalizando con los de menor contribución que son el desmontaje con un 5% y el mantenimiento con un valor de 1%.



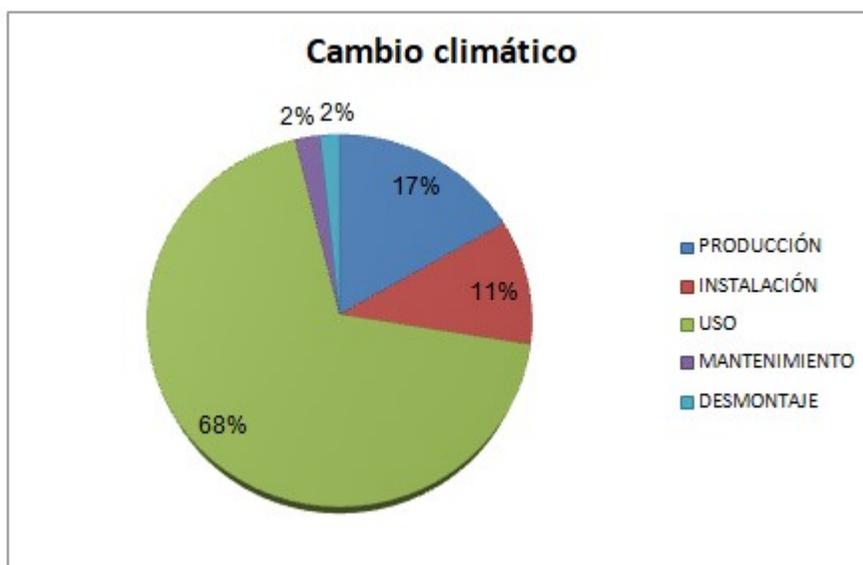
**FIGURA 5.15 CONTRIBUCIONES SOBRE EUTROFICACIÓN MARINA**

Fuente: Open LCA

Como se puede observar en la figura 5.15, este indicador conlleva la mayor contribución referente a la generación de óxidos de nitrógeno y nitratos, ver anexo B, precisamente por la producción de energía eléctrica que se utiliza en la etapa de uso.

### **Cambio climático**

En la categoría de cambio climático, la etapa de uso es el mayor contribuyente, con un valor de 69% de representatividad. La producción e instalación representan el 17% y 11%, respectivamente, finalizando con los de menor contribución que son el desmontaje y el mantenimiento con un valor de 2% cada uno.



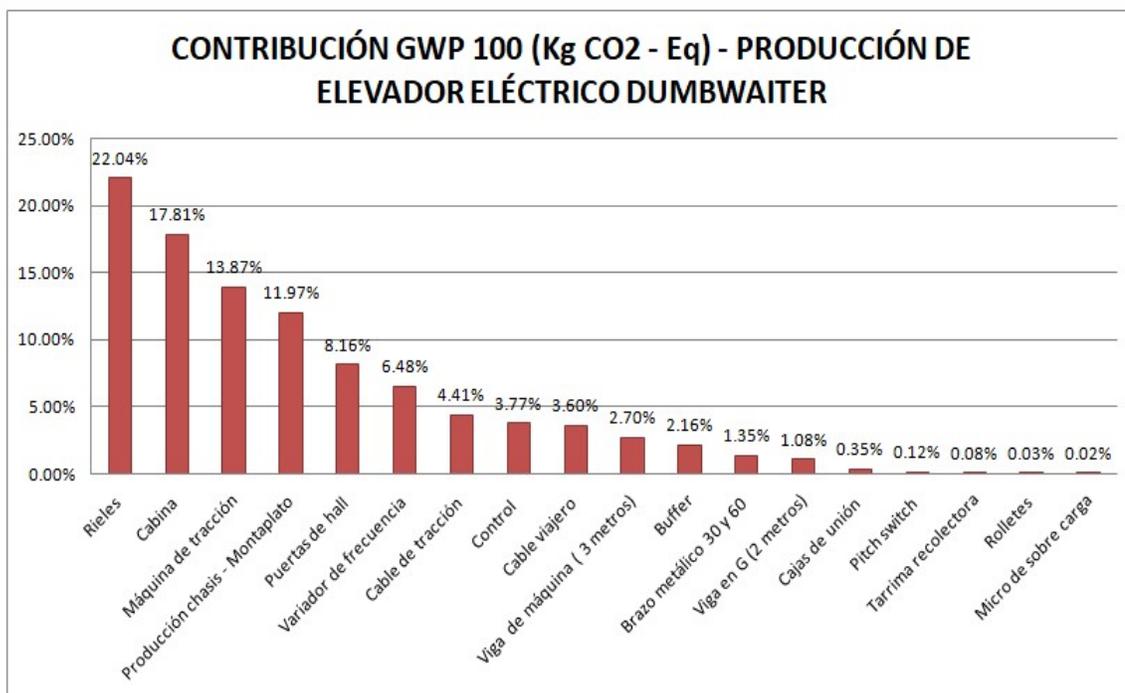
**FIGURA 5.16 CONTRIBUCIONES SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO**

Fuente: Open LCA

Como se puede observar en la figura 5.16, este indicador conlleva la mayor contribución referente a la generación de dióxido de carbono, ver anexo B, precisamente por la producción de energía eléctrica que se utiliza en la etapa de uso.

### 5.3.1. Contribuciones GWP100 en partes y piezas del elevador

El cambio climático ocupa hoy uno de los primeros lugares entre los problemas que afectan a la humanidad, por sus efectos medioambientales y, sobre todo, porque su principal determinante es el incremento de los gases de efecto invernadero, resultantes de las actividades humanas, razón por la cual se ha seleccionado la categoría GWP 100 para analizar las contribuciones de las partes del equipo. Como se puede observar en la figura 5.8, los componentes: rieles, cabina y máquina de tracción suman el 53.72% de los 18 componentes que conforman el equipo, es decir que en estos tres componentes se puede observar que existe más de la mitad del total de CO<sub>2</sub> Eq generado por la producción del equipo. La mayor cantidad de material existente en estos tres elementos es acero.



**FIGURA 5. 17 CONTRIBUCIONES EN LA FASE DE PRODUCCIÓN DEL ELEVADOR ELÉCTRICO, TIPO DUMBWAITER, CONSIDERANDO LA CATEGORIZACIÓN GWP 100.**

Fuente: Open LCA

Como se puede observar en la figura 5.17, este indicador conlleva la mayor contribución referente a la generación de dióxido de carbono, ver anexo B, precisamente por la producción de acero, material más usado en las diferentes partes y piezas de este proceso productivo.

## CAPÍTULO 6

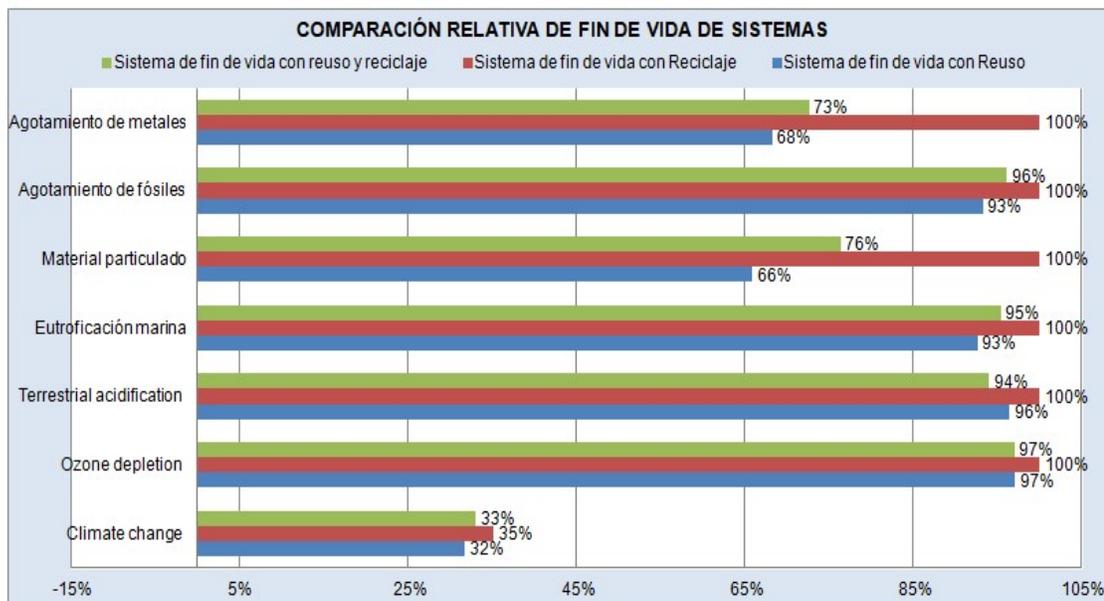
### 6. INTERPRETACIÓN

Con los datos obtenidos en la categorización de impactos ambientales, referenciados en el capítulo 5, se puede hacer la comparación de resultados con otros estudios similares, a su vez se puede realizar propuestas de mejoras con el objetivo de disminuir las contribuciones de cargas ambientales negativas referente a los impactos ambientales globales.

#### 6.1. Análisis de alternativas de mejora

Las propuestas de mejoras del presente estudio están orientadas al análisis de fin de vida, de tal forma que se pueda aplicar los principios de economía circular donde el reciclaje y el reuso se puedan implementar. Es de notar que intentos de lograr economía circular en el país ya han sido documentados, tal es el caso del sector del plástico (Hidalgo-Crespo, Jervis, Moreira, Soto, & Amaya, 2020). Es así que se han hecho tres escenarios, el primero donde todos los componentes se puedan utilizar, otro escenario donde todos los componentes se deban reciclar (específicamente acero y cobre) y un tercer escenario más realista, donde una parte de los componentes se puedan reciclar y otra reusar. A continuación se presentan los resultados con las propuestas antes mencionadas:

En la figura 6.18 se muestra los resultados de los indicadores de impacto ambiental, representados de forma porcentual, en donde la alternativa de mayor impacto representa el 100%. Como se puede observar la alternativa de reuso es la mejor opción, debido a que presenta los menores porcentajes para cada categoría de impacto. La alternativa de implementar uso y reciclaje es la más aplicable, puesto que no todos las partes y piezas se van a reusar, la misma que representa un valor intermedio entre las tres opciones.



**FIGURA 6.18 COMPARACIÓN RELATIVA DE FIN DE VIDA DE SISTEMAS**

Fuente: Open LCA

En la tabla 19 se puede observar los valores evitados en todo el ciclo de vida del elevador eléctrico, considerando las tres alternativas de fin de vida. Evitado se refiere que de acuerdo al fin de vida especificado en los escenarios de la tabla 18, numeral 5.3 del presente estudio, se sustituye la producción de material primario por la obtención de material secundario.

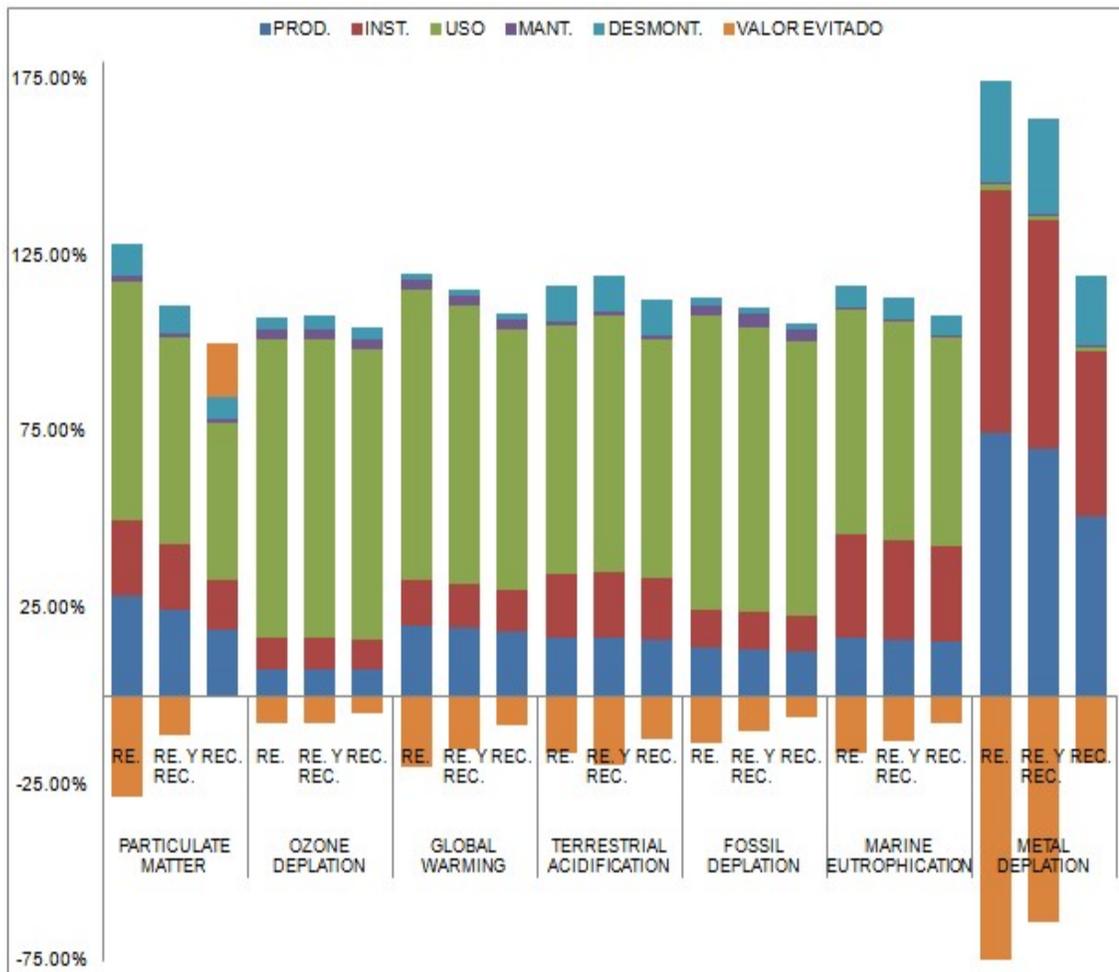
**TABLA 19. COMPARACIÓN PORCENTUAL DE MÉTODOS DE REUSO, RECICLAJE, USO Y RECICLAJE REFERENTE A LOS SISTEMAS DE FIN DE VIDA**

IMPACTO	FIN DE VIDA	PROD.	INST.	USO	MANT	DESM	VALOR EVITADO
MATERIAL PARTICULADO	RE.	28.45%	21.51%	67.79%	1.17%	9.49%	-28.42%
	RE. Y REC.	24.55%	18.56%	58.49%	1.01%	8.19%	-10.81%
	REC.	18.75%	14.18%	44.68%	0.77%	6.26%	15.36%
AGOTAMIENTO DEL OZONO	RE.	7.70%	8.95%	84.48%	2.93%	3.26%	-7.69%
	RE. Y REC.	7.71%	8.97%	84.59%	2.93%	3.62%	-7.83%
	REC.	7.48%	8.70%	82.04%	2.84%	3.51%	-4.58%
CALENTAMIENTO GLOBAL	RE.	20.03%	13.05%	82.28%	2.61%	2.02%	-19.99%
	RE. Y REC.	19.25%	12.54%	79.05%	2.51%	1.94%	-15.28%
	REC.	18.10%	11.79%	74.33%	2.36%	1.82%	-8.40%
ACIDIFICACIÓN TERRESTRE	RE.	16.40%	18.06%	70.61%	1.13%	10.18%	-16.38%
	RE. Y REC.	16.82%	18.52%	72.42%	1.16%	10.44%	-19.37%
	REC.	15.81%	17.41%	68.07%	1.09%	9.82%	-12.19%
AGOTAMIENTO DE FÓSILES	RE.	13.58%	10.77%	83.37%	3.28%	1.97%	-13.51%
	RE. Y REC.	13.18%	10.45%	80.92%	3.71%	1.91%	-10.18%
	REC.	12.67%	10.05%	77.77%	3.57%	1.84%	-5.89%
EUTROFICACIÓN MARINA	RE.	16.42%	29.47%	63.77%	0.79%	5.96%	-16.40%
	RE. Y REC.	15.92%	28.56%	61.80%	0.76%	5.77%	-12.81%
	REC.	15.20%	27.28%	59.02%	0.73%	5.51%	-7.73%
AGOTAMIENTO	RE.	74.55%	69.08%	1.49%	0.34%	29.05	-74.55%

DE METALES						%	
	RE. Y REC.	70.03%	64.89%	1.40%	0.32%	27.29 %	-63.93%
	REC.	50.85%	47.12%	1.01%	0.23%	19.82 %	-19.04%

Fuente: Open LCA

En la figura 6.19 se puede observar que la mejor opción en el sistema de fin de vida sería si todas las partes se reutilicen, sin embargo es una opción idealizada, puesto que como se pudo observar en la tabla 15, no todas las partes y piezas se pueden reutilizar debido a que las versiones futuras de elevadores eléctricos no se adaptan a versiones anteriores en su totalidad. Por tal razón la alternativa de reuso y reciclaje es la opción práctica con el sistema actual, la cual se ubica en una posición intermedia de disminución de impactos.



**FIGURA 6.19 COMPARACIÓN PORCENTUAL DE FIN DE VIDA DE SISTEMAS INCLUYENDO ALTERNATIVAS DE ECONOMÍA CIRCULAR.**

Fuente: Open LCA

## 6.2. Análisis de puntos críticos

Con los resultados mostrados en las diferentes fases del sistema analizado, se determina que el uso es considerado la etapa que mayor contribución de carga ambiental genera, esto debido a la utilización de energía eléctrica para la operación del elevador eléctrico. Es altamente crítico en la huella de carbono, agotamiento de fósiles, eutroficación marina, agotamiento de recursos fósiles y agotamiento del ozono, en concordancia con los materiales, insumos y energía que se requiere para la generación

de este recurso energético. Alternativas de alivianar partes y piezas del equipo y el incremento de la eficiencia energética en los motores de tracción de las nuevas series, son opciones para disminuir las cargas ambientales en esta etapa, sin descartar programaciones en el equipo para evitar viajes innecesarios.

### **6.3. Comparación con estudios similares**

Sobre la comparación de resultados, se han escogido dos estudios detallados a continuación. La hipótesis que se presenta en este apartado es que si el proceso de uso es la etapa que mayor contribución genera en los sistemas de transporte vertical. Se utiliza el término vertical debido a que los dos casos de comparación son para elevadores de pasajeros, debido a que no se ha encontrado estudios de ciclo de vida para elevadores de carga tipo dumbwaiter, como es el caso del presente estudio.

El primer caso de estudio es el realizado por la empresa Kone, en el cual se utiliza un equipo con capacidad de 630Kg (8 personas), velocidad de 1 m/s y como unidad funcional es la distancia de 1 km que viaja el elevador, cabe recalcar que el resultado de ciclo de vida está calculado para 25 años, con una frecuencia de encendidos de 150000 veces por año y un promedio de viaje de 9 metros de altura. El alcance del estudio considera desde la producción de materiales, elaboración de componentes, entrega, uso, mantenimiento y fin de vida. Los resultados representan que la mayor contribución en todas las fases de estudio determina el uso, teniendo los siguientes valores: 80% CO<sub>2</sub>, 71% de emisiones de óxido de nitrógeno y alrededor de 82% de óxido de azufre (Corporation et al., 2012.)

En la tabla 20 se muestran los resultados del estudio anteriormente descrito y su prevalencia en cuanto a la generación de CO<sub>2</sub> y demás contaminantes. Para la elaboración de los distintos inventarios, se utilizó la base de datos de Sima Pro 5.0, Idemat 98, Asociación Europea de Aluminio, información propia de la empresa, entre otros.

**TABLA 20. EMISIONES A LA ATMÓSFERA DE CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, Y SO<sub>x</sub> DURANTE EL CICLO DE VIDA DE UN ELEVADOR**

		<b>Producción de material</b>	<b>Manufactura de componentes</b>	<b>Entrega</b>	<b>Uso</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b>Fin de vida</b>	<b>Total</b>
CO <sub>2</sub>	kg	5129.6	1125.3	176.1	28075	406.4	32	34944.4
CO <sub>2</sub>	kg/ 1km	0.16	0.03	0.005	0.83	0.01	0.0009	1.036
No <sub>x</sub>	kg	11.5	11.9	2.2	64.5	1	0.3	91.400
No <sub>x</sub>	kg/ 1km	0.0003	0.0004	6.38E-05	0.002	3.07E-05	7.89E-06	0.003
So <sub>x</sub>	kg	14.3	11.3	0.019	121.3	0.5	0.03	147.449
So <sub>x</sub>	kg/ 1km	0.0004	0.0003	5.67E-07	0.0036	1.34E-05	9.87E-07	0.004

Fuente: (Corporation et al., 2012.)

El segundo caso observado es el de la empresa Schindler en la que definen la comparación de dos equipos, el S100 y S300, esperanza de vida de 30 años. Los límites del sistema refieren desde la obtención de materia prima, elaboración de materiales, ensamble, logística e instalación, uso y disposición final. Los resultados reflejan impactos ambientales relativos del 78% S100 y 28% S300 en la etapa de uso, siendo mayor que el resto de las etapas. El método de evaluación de impactos utilizado para este estudio es UBP 97 (Dinkel, 2015).

Finalmente se menciona que en los dos estudios comparados sobre elevadores eléctricos se puede observar la similitud sobre la etapa que mayor contribución aporta en análisis de ciclo de vida es el uso o conocido también como operación. De la misma forma, en el presente estudio se observa el mismo comportamiento, lo cual resulta que la etapa de uso es la que mayor contribución genera.

## CAPÍTULO 7

### 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conforme al estudio realizado se realizan las siguientes conclusiones y recomendaciones:

#### 7.1. Conclusiones

- Las entradas y salidas son cuantificadas en todas las etapas del sistema, utilizando la base de datos de Ecoinvent, fuente bibliográfica e inventarios creados conforme a cada etapa, verificando que los principales materiales que intervienen es acero y cobre, con pesos de 278.82 Kg y 26.01 Kg, respectivamente.
- Respecto a las etapas del sistema se puede observar que la fase que mayor contribución genera en la categorización de impactos ambientales, es el uso, representando los mayores valores porcentuales sobre los otros analizados. Esto debido al consumo de energía eléctrica a lo largo de la esperanza de vida del elevador eléctrico.
- Las alternativas de fin de vida propuestas fueron reuso, reciclaje y la combinación de ambas, observando que el método que mayor evita cargas es el reuso. Sin embargo, se conoce que entre todos las partes y piezas se pueden reusar solamente el 26% y el resto reciclar, pero en el porcentaje del reuso se encuentran los componentes que mayor masa presentan en cuanto a acero, considerando el 63% del total. Respecto al cobre su totalidad está considerada al reciclaje.
- En cuanto a la fabricación de componentes, los rieles, la cabina y la máquina de tracción representan más del 50% de la huella de carbono, con valores del 22.4%, 17.81% y 13.87%, respectivamente.
- Referente al indicador GWP 100 se puede observar que todos los escenarios de final de vida proporcionan créditos al sistema, ya que compensan la producción de nuevos materiales. La opción del reuso proporciona la mayor compensación con 20%, seguida de la combinación de reuso y reciclaje y finalmente el reciclaje, con 15% y 8%, respectivamente.

## 7.2. Recomendaciones

- Un desafío importante es extender el presente estudio a elevadores eléctricos que transporten verticalmente pasajeros cuya altura sea determinada en función de un promedio representativo de los que mayormente se comercialicen.
- Conociendo que la etapa de uso es la que mayor aportación representa, dentro de la categoría de impactos ambientales, es importante aplicar proyectos de eficiencia energética en los motores que permiten el funcionamiento de los elevadores eléctricos, de la misma forma extender esta propuesta a los clientes, para que lo puedan implementar en los sitios donde operan los equipos, consiguiendo un efecto multiplicador en todos los procesos que se realicen en el sitio, teniendo como resultados mejorar la huella de carbono en este sector.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amaya, J., Lelah, A., & Zwolinski, P. (2014). Design for intensified use in product–service systems using life-cycle analysis. *Journal of Engineering Design*, 25(December), 280–302. <https://doi.org/10.1080/09544828.2014.974523>
- Aramcharoen, A., & Chuan, S. K. (2014). An experimental investigation on cryogenic milling of inconel 718 and its sustainability assessment. *Procedia CIRP*, 14, 529–534. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.03.076>
- Cannon, J. (2008). U.S. Container Ports and Air Pollution: a Perfect Storm. *Energy Futures, Inc. Boulder, CO*. Retrieved from <http://www.greenbiz.com/sites/default/files/document/CustomO16C45F97225.pdf>
- Chen, J., Wang, Z., Wu, Y., Li, L., Li, B., Pan, D., & Zuo, T. (2019). Environmental benefits of secondary copper from primary copper based on life cycle assessment in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 146(October 2018), 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.020>
- Chester, M. V., & Horvath, A. (2009). Environmental assessment of passenger transportation should include infrastructure and supply chains. *Environmental Research Letters*, 4(2). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/4/2/024008>
- Ciacchi, L., Harper, E. M., Nassar, N. T., Reck, B. K., & Graedel, T. E. (2016). Metal Dissipation and Inefficient Recycling Intensify Climate Forcing. *Environmental Science and Technology*, 50(20), 11394–11402. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b02714>
- Corporation, K., Technical, V. T. T., Systems, V. T. T. I., Technical, V. T. T., Systems, V. T. T. I., & Environmental, I. (n.d.). *Life Cycle Assessment of an Elevator*.
- Daehn, K. E., Cabrera Serrenho, A., & Allwood, J. M. (2017). How Will Copper Contamination Constrain Future Global Steel Recycling? *Environmental Science and Technology*, 51(11), 6599–6606. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00997>
- Davidson, A. J., Binks, S. P., & Gediga, J. (2016). Lead industry life cycle studies: environmental impact and life cycle assessment of lead battery and architectural

- sheet production. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(11), 1624–1636. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-1021-5>
- Dinkel, F. (2015). *Lca for lift systems*. (September 2013).
- Duranceau, C., & Spangenberg, J. (2011). *All Auto Shredding: Evaluation of Automotive Shredder Residue Generated by Shredding Only Vehicles*. Retrieved from <https://publications.anl.gov/anlpubs/2011/09/70931.pdf>
- Energy Technology Perspectives 2017 – Analysis - IEA. (n.d.). Retrieved March 27, 2021, from <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2017>
- Gutowski, T., Cooper, D., & Sahni, S. (2017). Why we use more materials. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 375(2095). <https://doi.org/10.1098/rsta.2016.0368>
- Hertwich, E. G., Ali, S., Ciacci, L., Fishman, T., Heeren, N., Masanet, E., ... Wolfram, P. (2019). Material efficiency strategies to reducing greenhouse gas emissions associated with buildings, vehicles, and electronics - A review. *Environmental Research Letters*, 14(4). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab0fe3>
- Hidalgo-Crespo, J., Jervis, F. X., Moreira, C. M., Soto, M., & Amaya, J. L. (2020). Introduction of the circular economy to expanded polystyrene household waste: A case study from an Ecuadorian plastic manufacturer. *Procedia CIRP*, 90, 49–54. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.01.089>
- International organization for standardization. (2004). Environmental Management - Life Cycle Assessment - Principles and Framework (ISO 14040:2006). *Environmental Management System Requirements*, 44(0).
- ISO 14040. (2007). Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia. *Icontec*, 2(571), 1–24. Retrieved from [http://files.control-ambiental5.webnode.com.co/200000127-a0991a28c5/NTC-ISO14040-2007 Analisis\\_CicloVida.pdf](http://files.control-ambiental5.webnode.com.co/200000127-a0991a28c5/NTC-ISO14040-2007 Analisis_CicloVida.pdf)
- Kim, J., Rahimi, M., & Newell, J. (2012). Life-Cycle Emissions from Port Electrification: A Case Study of Cargo Handling Tractors at the Port of Los Angeles. *International Journal of Sustainable Transportation*, 6(6), 321–337. <https://doi.org/10.1080/15568318.2011.606353>

- La, P. A., & Del, O. (2017). “ *Análisis De Ciclo De Vida De La Varilla De Acero Sae 1029 Producida En Guayaquil .*”
- LCIA: the ReCiPe model | RIVM. (n.d.). Retrieved March 6, 2021, from <https://www.rivm.nl/en/life-cycle-assessment-lca/recipe>
- Leiva, E. H. (2016). *Análisis de Ciclo de Vida*. 43. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2207.3689>
- Lenski, S. M., Keoleian, G. A., & Bolon, K. M. (2010). The impact of “Cash for Clunkers” on greenhouse gas emissions: A life cycle perspective. *Environmental Research Letters*, 5(4). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/5/4/044003>
- Liu, Z. C., Jiang, Q. H., & Zhang, H. C. (2013). LCA-based comparative evaluation of newly manufactured and remanufactured diesel engine. *Re-Engineering Manufacturing for Sustainability - Proceedings of the 20th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering*, 663–667. [https://doi.org/10.1007/978-981-4451-48-2\\_108](https://doi.org/10.1007/978-981-4451-48-2_108)
- Løvik, A. N., Modaresi, R., & Müller, D. B. (2014). Long-term strategies for increased recycling of automotive aluminum and its alloying elements. *Environmental Science and Technology*, 48(8), 4257–4265. <https://doi.org/10.1021/es405604g>
- Matthews H. Scott, Hendrickson Chris T., Matthews Deanna H. Life Cycle Assessment: Quantitative Approaches for Decisions That Matter. P.494
- McKenna, R., Reith, S., Cail, S., Kessler, A., & Fichtner, W. (2013). Energy savings through direct secondary reuse: An exemplary analysis of the German automotive sector. *Journal of Cleaner Production*, 52, 103–112. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.032>
- Nakajima, K., Ohno, H., Kondo, Y., Matsubae, K., & Takeda, O. (n.d.). *Supporting Information ( SI ) Simultaneous MFA of nickel , chromium and molybdenum used in alloy steel by means of input-output analysis*. (c).
- Nasr, N., Russell, J., Bringezu, S., Hellweg, S., Hilton, B., Kreiss, C., & Gries, N. von. (2018). *Redefining Value - The Manufacturing Revolution. Remanufacturing, Refurbishment, Repair and Direct Reuse in the Circular Economy - Key insights for Policy Makers*.

- National Institute for Public Health and the Environment. (2017). ReCiPe 2016 v1.1. *RIVM Report 2016-0104*, 201. Retrieved from [www.rivm.nl/en](http://www.rivm.nl/en)
- Nuss, P., & Eckelman, M. J. (2014). Life cycle assessment of metals: A scientific synthesis. *PLoS ONE*, *9*(7), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101298>
- Niebel Benjamin W., Freivalds Andris (2016). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. McGrawHill. P.586
- Paz, R. (2010). *Desarrollo Sustentable. Formando Líderes* (p. 88). p. 88.
- Ramirez, A. D., Boero, A., Rivela, B., Melendres, A. M., Espinoza, S., & Salas, D. A. (2020). Life cycle methods to analyze the environmental sustainability of electricity generation in Ecuador: Is decarbonization the right path? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *134*(September), 110373. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110373>
- Ramirez, Angel D., Rivela, B., Boero, A., & Melendres, A. M. (2019). Lights and shadows of the environmental impacts of fossil-based electricity generation technologies: A contribution based on the Ecuadorian experience. *Energy Policy*, *125*, 467–477. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.11.005>
- Van Genderen, E., Wildnauer, M., Santero, N., & Sidi, N. (2016). A global life cycle assessment for primary zinc production. *International Journal of Life Cycle Assessment*, *21*(11), 1580–1593. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1131-8>
- Vujičić, A., Zrnić, N., & Jerman, B. (2013). Ports sustainability: A life cycle assessment of zero emission cargo handling equipment. *Strojniski Vestnik/Journal of Mechanical Engineering*, *59*(9), 547–555. <https://doi.org/10.5545/sv-jme.2012.933>
- Zrnić, N., & Vujičić, A. (2012). Evaluation of environmental benefits of CHE emerging technologies by using LCA. *Proceedings of the 12th International Material Handling Research Colloquium*, 16–28.

## **ANEXOS**

# ANEXO A

## FICHAS TÉCNICAS DE PRODUCTOS

(EXTRACTO) HOJA DE SEGURIDAD DE PINTURA ANTICORROSIVA

**U** DESTIBOL S. A. S    **HOJA DE SEGURIDAD PRODUCTO TERMINADO**    **F59-02**

<b>Límites de Inflamabilidad:</b>	% w/v	<b>LEL:</b> 2.15	<b>UEL:</b> 9.5
<b>Método para Extinguir:</b>	<i>Espuma, polvo químico seco, niebla de agua, dióxido de carbono.</i>		
<b>Precauciones Particulares:</b>	<i>Producto inflamable, los envases de aerosol pueden explotar si son calentados por encima de 48 °C.</i>		

### Sección 6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

- > *Evacuar la zona de peligro*
- > *Ubíquese en dirección del viento y no se acerque si no cuenta con elementos de protección personal apropiados.*
- > *Evisar que la fuga o derrame penare en las alcantarillas y desagües o corrientes de agua potable.*
- > *Evisar zonas bajas*
- > *Elimine toda fuente de ignición como llamas, cigarrillos o chispas*
- > *Desenja o controle la fuga, si esta capacitado para hacerlo*
- > *Pequeños derrames: Limpiar con material absorbente y el líquido restante lavarlo con abundante agua y jabón.*
- > *Derrames Grandes: contener con un dique y bombear a contenedores de metal cerrados y adecuadamente etiquetados y por último traslade a un lugar seguro*

### Sección 7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

<b>Precauciones a Tomarse en Manipulación y Almacenaje:</b>	<i>Almacenar en un recipiente herméticamente cerrado, en un lugar fresco y seco alejado de materiales incompatibles.</i>
<b>Precauciones a Tomarse en caso de Derrame:</b>	<i>Recoger con tierra o material absorbente para su posterior eliminación, limpiar el área contaminada con abundante agua.</i>

### Sección 8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

<b>Vías Respiratorias:</b>	<i>Respirador con filtro para vapores orgánicos.</i>
<b>Guantes:</b>	<i>Guantes protectores químicos</i>
<b>Ojos y Rostro:</b>	<i>Gafas de seguridad con protección lateral o máscara facial</i>
<b>Otras Protecciones:</b>	<i>Botas y delantal de caucho</i>

### PRODUCTO LIBRE DE PROPELENTE

#### Sección 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

<b>Gravedad Específica:</b>	<i>0.92 Kg/L</i>	<b>Presión de Vapor: mmHg a 20 °C</b>	<i>97</i>
<b>Punto de Ebullición:</b>	<i>77 °C</i>	<b>% Volátiles:</b>	<i>85</i>
<b>Punto de Congelación:</b>	<i>N.A</i>	<b>Rata de Evaporación:</b>	<i>ND</i>
<b>Apariencia y Olor:</b>	<i>Líquido coloreado con olor a disolvente</i>	<b>Densidad del Vapor:</b>	<i>0.88</i>
<b>PH:</b>	<i>ND</i>	<b>Solubilidad:</b>	<i>Insoluble en agua</i>

### Sección 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

(EXTRACTO) HOJA DE SEGURIDAD DE ACEITE MINERAL

	MANUAL DE PROCESOS DE APOYO	MPA-02-F-09-15	
	GESTION ADMINISTRATIVA	FECHA 01/09/11	VERSIÓN 1
	BIENESTAR SOCIAL, SALUD OCUPACIONAL Y CAPACITACION	Página 4 de 6	

**HOJA DE SEGURIDAD**

**Equipos de protección personal:**

- **Protección respiratoria:** El producto es poco volátil a temperatura ambiente y no presenta riesgos especiales. En presencia de aceites calientes usar protección respiratoria.
- **Protección ocular:** Si existe la posibilidad de contacto del producto con los ojos por salpicadura, se debe considerar el uso de gafas de seguridad.
- **Protección cutánea:** Guantes de nitrilo.
- **Prácticas higiénicas en el trabajo:** La ropa impregnada de producto no debe lavarse junto con otras prendas. Seguir las medidas de cuidado e higiene de la piel, lavando con agua y jabón y aplicando cremas protectoras.

**9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**

- **Color:** Ambar a café brillante
- **Estado físico:** Líquido aceitoso de viscosidad media
- **Olor:** Característico a aceite mineral
- **Valor pH:** Datos no disponibles.
- **Presión de vapor:** Se supone que es menor que 0,5 Pa a 20° C.
- **Punto de ebullición inicial:** Se supone que sea > 260° C.
- **Solubilidad en Agua:** No soluble
- **Densidad:** 882 kg/m<sup>3</sup> a 15°C.
- **Punto de inflamación:** 210°C (COC).
- **Límite superior de explosión:** (LSE) 10% (v/v).
- **Límite inferior de explosión:** (LIE) 1% (v/v).
- **Temperatura de autoignición:** Se supone que sea > 320° C.
- **Viscosidad cinemática:** 17,8 mm<sup>2</sup>/s a 100°C. 128,5 mm<sup>2</sup>/s a 40°C.
- **Relación de Evaporación:** Datos no disponibles.
- **Densidad del vapor (Aire=1):** Mayor que 1.
- **Coefficiente de reparto: n-octanol / agua** Se supone que el log Pow es mayor que 6.
- **Punto de congelación:** -27°C.

**10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**

- **Estabilidad:** ES ESTABLE, Aunque se debe mantener alejado del calor extremo, chispas, llamas abiertas y de las condiciones que fuertemente oxidan (Oxidantes Fuertes)
- **Condiciones que deben evitarse:** Temperaturas extremas y luz solar directa.
- **Materiales que deben evitarse:** Agentes oxidantes fuertes.
- **Productos de descomposición peligrosos:** Se supone que no se forman productos de descomposición peligrosos durante el almacenamiento normal.

**11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA:**

- **Bases para la evaluación:** Los datos toxicológicos de este producto no han sido específicamente determinados. La información dada se basa en el conocimiento de los componentes y la toxicología de productos similares.

## (EXTRACTO) HOJA DE SEGURIDAD DE THINNER

**Derrames grandes:** Evacue y aisle el área 300 metros en todas direcciones. Utilice agua en forma de rocío para enfriar y dispersar los vapores. Evite que el material derramado caiga en fuentes de agua, desagües o espacios confinados. Contacte organismos de ayuda de emergencias.

**Vertimiento en agua:** Utilice absorbentes apropiados tipo espaguetti para retirar el hidrocarburo de la superficie. Si las autoridades lo permiten, considere el uso de agentes dispersantes o de hundimiento en aguas no confinadas.

### SECCION 7: MANEJO Y ALMACENAMIENTO

**Manipulación:** Evite toda fuente de ignición (chispa, llama, calor). Use sistemas a prueba de chispas y/o explosión. Evite acumulación de cargas, conecte a tierra los contenedores; aumente la conductividad con aditivo especial; reduzca la velocidad del flujo en las operaciones de transferencia; incremente el tiempo en que el líquido permanezca en las tuberías; manipúelo a temperaturas bajas. Evite generar vapores o neblinas. Lávese completamente las manos después de su manipulación. Evite el contacto con los ojos, la piel y la ropa.

**Almacenamiento:** Almacene bien cerrado en lugar bien ventilado, alejado de materiales incompatibles y calor, a temperatura ambiente (entre 15 y 25°C). Disponga de las medidas generales para las áreas de almacenamiento de líquidos inflamables. Almacene los contenedores vacíos separados de los llenos.

### SECCION 8: CONTROLES DE EXPOSICION Y PROTECCION PERSONAL

#### ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL SUGERIDOS

<b>Protección Manos:</b>	>8hr: Nitrilo, viton, 4H (Silver Shield) >4hr: Alcohol polivinílico (PVA)
<b>Protección Respiratoria:</b>	Hasta 1000 ppm: Respirador APR con cartucho para vapores orgánicos Hasta 5000 mg/m <sup>3</sup> : Respirador con línea de aire Concentraciones superiores: Equipo de respiración autocontenido
<b>Protección Ojos:</b>	Gafas de seguridad contra salpicaduras químicas.
<b>Protección cuerpo:</b>	Contacto prolongado a repetido: >8hr: Viton Riesgo leve o moderado de salpicaduras: Traje en Tyvek Riesgo alto: Tyvek-Saranex laminado. CPF1 a 4. Responder. Reflector >8hr: Botas de caucho de nitrilo
<b>Otras precauciones:</b>	Instalar duchas y estaciones lavaojos en el lugar de trabajo.

### SECCION 9: PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

<b>Apariencia, olor y estado físico:</b>	
<b>Gravedad Especifica (Agua = 1):</b>	0.79 a 15.5 °C (agua=1)
<b>Punto de Ebullición °C:</b>	Inicial: 98°C - Final: 105 °C
<b>Densidad de Vapor:</b>	4.8 (aire=1)
<b>Velocidad de evaporación:</b>	0.1 (acetato de butilo=1)
<b>Presión de vapor:</b>	<0.3 kPa a 20 °C
<b>Temperatura de inflamación:</b>	Mínimo 43 °C
<b>Temperatura de Autoignición:</b>	229 °C
<b>Viscosidad:</b>	1.14 cST a 25 °C

## FICHA TÉCNICA VILEDA



# PVAmicro

Limpieza en mojado rápida y sin rastros







**Área de aplicación**  
 PVAmicro es una bayeta multiusos ideal para cualquier superficie: mobiliario de oficinas, superficies acristaladas, acero inoxidable y muchas más. Su recubrimiento de PVA facilita el escurrido en áreas con mucha agua.

**Descripción de producto**  
 Su estructura en 3D de bayeta tejida formada 100% por microfibras ofrece una gran capacidad de limpieza, y el volumen para retirar la suciedad. Su recubrimiento único en PVA (polivinilo de alcohol) reduce la fricción e incrementa su capacidad de absorción cuando se necesita trabajar con mucha agua, y bien escurrida deja la superficie seca y sin rastros.

**Composición:**

- 80% Poliéster
- 20% Poliamida

**Recubrimiento:**

- 100% Polivinilo de alcohol

**Datos técnicos:**

- Gramaje 245 g/m<sup>2</sup>
- Grosor 1,4 mm
- Absorción en seco 550 %

**Cómo utilizar**

- Aclarar bien con abundante agua antes del primer uso.
- Utilizar siempre humedecida, escurrida sucesivamente a medida que vaya quedando saturada de agua.
- Lavar la bayeta una vez que se ensucie. Una vez seca, basta volver a humedecerla para recuperar su manejabilidad original.
- No utilizar productos clorados como la lejía.
- No es recomendable dejarlas expuestas al sol u otra fuente de calor.
- PVAmicro está disponible en cuatro colores, que permiten diferenciar áreas de trabajo y evitar el riesgo de contaminación de una zona a otra.

**Beneficios para el usuario**

- ✓ **Capacidad de limpieza:** la combinación de microfibra y su recubrimiento de PVA asegura resultados perfectos en todas las superficies, incluso acristaladas y brillantes. No deja rastros y limpia en mojado y seco con una sola pasada.
- ✓ **Rendimiento:** puede ser lavada hasta 100 veces ofreciendo los mismos resultados de limpieza e higiene.
- ✓ **Comfort:** el PVA la hace más manejable y más fácil de escurrir, eliminando todas las partículas de suciedad.

TSU	Descripción	Color	Medidas	Uds. / Pack	Packs / Caja
143.585	PVAmicro	Azul	38cm x 35cm	5	20
143.586	PVAmicro	Rojo	38cm x 35cm	5	20
143.588	PVAmicro	Verde	38cm x 35cm	5	20
143.587	PVAmicro	Amarillo	38cm x 35cm	5	20

Vileda Professional  
 Freudenberg Home and Cleaning Solutions Bahía, S.L.U., C/ Can Barri, 18 - Pol. Ind. Can Vides 08130/Puente del Salto - Barcelona (Spain),  
 Tel: +3490233900, Fax: +3490233911, e-mail: vileda.professional.spain@freudenberg.com, www.vileda.professional.es

a brand of  
 **FREUDENBERG**

## (EXTRACTO) FICHA TÉCNICA PAÑO HIDROFÍLICO



BETTER SOLUTIONS + EXPANDED SERVICES

**Hoja de Datos del Producto** Sep. 2015

**Número de Artículo:** 2MBWPB1719

**Nombre del Artículo:** Meltblown paño color blanco de unión sónica solo-aceite – Paño de Polipropileno – Peso medio

**Absorbencia:** 24 gal.\*(aceite)



Artículo	Tamaño	Color	Contenido Reciclado	Cantidad	Largo	Ancho	Peso Aprox.	Cantidad/Paleta
2MBWPB	17" x 19"	Blanco	/	100 paños/bolsa	17"	19"	11 lbs.	36

**Color:** Blanco

### Descripción

Paño de polipropileno de peso medio de unión sónica para aceite. Paños solo-aceite repelen el agua, pero absorben fluidos a base de petróleo, tales como aceites, gasolina, queroseno y combustible diésel.

### Aplicación

Excelente para mantenimiento o reparación cuando se quiere evitar recoger fluidos a base de agua, absorción de derrames.

### Principales Características del Producto

- Paño bajo en pelusa.
- Flota en agua por extensos periodos de tiempo.
- La unión sónica acelera el proceso de absorción.
- Los paños son ideales para capturar goteos y absorber derrames.

## ANEXO B

### ANÁLISIS DE IMPACTOS – OPEN LCA

(EXTRACTO) AGOTAMIENTO DE METALES

#### P Impact analysis: Ciclo de vida Dumbwaiter C

Impact assessment method ReCiPe Midpoint (H) V1.13  Exclude zero values

Name	Category	Amount	Result
>  agricultural land occupation - /			821.75588 m2a
>  climate change - GWP100			4479.89709 kg CO2-Eq
>  fossil depletion - FDP			1429.01327 kg oil-Eq
>  freshwater ecotoxicity - FETPinf			1324.04899 kg 1,4-DCB-Eq
>  freshwater eutrophication - FEF			1.71487 kg P-Eq
>  human toxicity - HTPinf			3704.46447 kg 1,4-DCB-Eq
>  ionising radiation - IRP_HE			262.95255 kg U235-Eq
>  marine ecotoxicity - METPinf			1222.45873 kg 1,4-DB-Eq
>  marine eutrophication - MEP			2.16367 kg N-Eq
▼  metal depletion - MDP			2049.01522 kg Fe-Eq
Copper, in ground	Resource/in ground	17.97670 kg	767.60488 kg Fe-Eq
Manganese, in ground	Resource/in ground	8.95943 kg	686.29198 kg Fe-Eq
Gold, in ground	Resource/in ground	0.00741 kg	518.27069 kg Fe-Eq
Nickel, in ground	Resource/in ground	4.47622 kg	55.95274 kg Fe-Eq
Tin, in ground	Resource/in ground	0.00622 kg	7.90016 kg Fe-Eq
Zinc, in ground	Resource/in ground	3.26226 kg	7.34008 kg Fe-Eq
Platinum, in ground	Resource/in ground	1.83308E-5 kg	2.98792 kg Fe-Eq
Lead, in ground	Resource/in ground	0.71374 kg	1.26332 kg Fe-Eq
Silver, in ground	Resource/in ground	0.00192 kg	0.54939 kg Fe-Eq
Aluminium, in ground	Resource/in ground	4.11020 kg	0.37033 kg Fe-Eq
Uranium, in ground	Resource/in ground	0.00262 kg	0.32210 kg Fe-Eq
Palladium, in ground	Resource/in ground	3.18968E-5 kg	0.12153 kg Fe-Eq
Rhodium, in ground	Resource/in ground	1.95595E-6 kg	0.03971 kg Fe-Eq
Cobalt, in ground	Resource/in ground	0.00038 kg	0.00039 kg Fe-Eq
>  natural land transformation - N			-0.11981 m2

## (EXTRACTO) AGOTAMIENTO DE FÓSILES

### P Impact analysis: Ciclo de vida Dumbwaiter



Impact assessment method ReCiPe Midpoint (H) V1.13  Exclude zero values

Name	Category	Amount	Result
>  agricultural land occupation - /			821.75588 m2a
>  climate change - GWP100			4479.89709 kg CO2-Eq
▼  fossil depletion - FDP			1429.01327 kg oil-Eq
Oil, crude, in ground	Resource/in ground	895.04455 kg	930.84634 kg oil-Eq
Gas, natural, in ground	Resource/in ground	333.66747 m3	370.37090 kg oil-Eq
Coal, hard, unspecified, in g	Resource/in ground	272.40289 kg	118.22286 kg oil-Eq
Coal, brown, in ground	Resource/in ground	31.86780 kg	7.17025 kg oil-Eq
Gas, mine, off-gas, process,	Resource/in ground	2.24573 m3	2.40293 kg oil-Eq
>  freshwater ecotoxicity - FETPinf			1324.04899 kg 1,4-DCB-Eq
>  freshwater eutrophication - FEF			1.71487 kg P-Eq
>  human toxicity - HTPinf			3704.46447 kg 1,4-DCB-Eq
>  ionising radiation - IRP_HE			262.95255 kg U235-Eq
>  marine ecotoxicity - METPinf			1222.45873 kg 1,4-DB-Eq
>  marine eutrophication - MEP			2.16367 kg N-Eq
>  metal depletion - MDP			2049.01522 kg Fe-Eq
>  natural land transformation - N			-0.11981 m2
>  ozone depletion - ODPinf			0.00058 kg CFC-11-Eq
>  particulate matter formation - I			23.63671 kg PM10-Eq
>  photochemical oxidant format			29.51671 kg NMVOC-Eq
>  terrestrial acidification - TAP100			45.90941 kg SO2-Eq
>  terrestrial ecotoxicity - TETPinf			2.19249 kg 1,4-DCB-Eq
>  urban land occupation - ULOP			3099.18449 m2a
>  water depletion - WDP			21.14466 m3 water-Eq

## (EXTRACTO) MATERIAL PARTICULADO

### P Impact analysis: Ciclo de vida Dumbwaiter

Impact assessment method ReCiPe Midpoint (H) V1.13  Exclude zero values

Name	Category	Amount	Result
>  agricultural land occupation - ALOP			821.75588 m2
>  climate change - GWP100			4479.89709 kg CO2-E
>  fossil depletion - FDP			1429.01327 kg oil-E
>  freshwater ecotoxicity - FETPinf			1324.04899 kg 1,4-DCB-E
>  freshwater eutrophication - FEP			1.71487 kg P-E
>  human toxicity - HTPinf			3704.46447 kg 1,4-DCB-E
>  ionising radiation - IRP_HE			262.95255 kg U235-E
>  marine ecotoxicity - METPinf			1222.45873 kg 1,4-DB-E
>  marine eutrophication - MEP			2.16367 kg N-E
>  metal depletion - MDP			2049.01522 kg Fe-E
>  natural land transformation - NLTP			-0.11981 m
>  ozone depletion - ODPinf			0.00058 kg CFC-11-E
▼  particulate matter formation - PMFP			23.63671 kg PM10-E
Particulates, > 2.5 um, and < 10um	Emission to air/high population de...	6.57720 kg	6.57720 kg PM10-E
Nitrogen oxides	Emission to air/unspecified	18.88254 kg	4.15416 kg PM10-E
Sulfur dioxide	Emission to air/unspecified	18.57796 kg	3.71559 kg PM10-E
Sulfur dioxide	Emission to air/low population den...	9.63990 kg	1.92798 kg PM10-E
Particulates, < 2.5 um	Emission to air/unspecified	1.80522 kg	1.80522 kg PM10-E
Particulates, > 2.5 um, and < 10um	Emission to air/low population den...	1.64923 kg	1.64923 kg PM10-E
Particulates, < 2.5 um	Emission to air/low population den...	1.52643 kg	1.52643 kg PM10-E
Nitrogen oxides	Emission to air/low population den...	3.61290 kg	0.79484 kg PM10-E
Sulfur dioxide	Emission to air/high population de...	1.42391 kg	0.28478 kg PM10-E
Ammonia	Emission to air/unspecified	0.85733 kg	0.27434 kg PM10-E
Particulates, < 2.5 um	Emission to air/high population de...	0.20041 kg	0.20041 kg PM10-E
Nitrogen oxides	Emission to air/high population de...	0.77389 kg	0.17026 kg PM10-E
Particulates, > 2.5 um, and < 10um	Emission to air/low population den...	0.15975 kg	0.15975 kg PM10-E

General information | Inputs/Outputs | Administrative information | Modeling and validation | Parameters | Allocation | Social aspects | Impact analysis

(EXTRACTO) ACIDIFICACIÓN TERRESTRE

Name	Category	Amount	Result
>  agricultural land occupation - ALOP			821.75588 m2
>  climate change - GWP100			4479.89709 kg CO2-E
>  fossil depletion - FDP			1429.01327 kg oil-E
>  freshwater ecotoxicity - FETPinf			1324.04899 kg 1,4-DCB-E
>  freshwater eutrophication - FEP			1.71487 kg P-E
>  human toxicity - HTPinf			3704.46447 kg 1,4-DCB-E
>  ionising radiation - IRP_HE			262.95255 kg U235-E
>  marine ecotoxicity - METPinf			1222.45873 kg 1,4-DB-E
>  marine eutrophication - MEP			2.16367 kg N-E
>  metal depletion - MDP			2049.01522 kg Fe-E
>  natural land transformation - NLTP			-0.11981 m
>  ozone depletion - ODPinf			0.00058 kg CFC-11-E
>  particulate matter formation - PMFP			23.63671 kg PM10-E
>  photochemical oxidant formation - P			29.51671 kg NMVOC-E
▼  terrestrial acidification - TAP100			45.90941 kg SO2-E
Sulfur dioxide	Emission to air/unspecified	18.57796 kg	18.57796 kg SO2-E
Nitrogen oxides	Emission to air/unspecified	18.88254 kg	10.57422 kg SO2-E
Sulfur dioxide	Emission to air/low population den...	9.63990 kg	9.63990 kg SO2-E
Ammonia	Emission to air/unspecified	0.85733 kg	2.10045 kg SO2-E
Nitrogen oxides	Emission to air/low population den...	3.61290 kg	2.02322 kg SO2-E
Sulfur dioxide	Emission to air/high population de...	1.42391 kg	1.42391 kg SO2-E
Ammonia	Emission to air/low population den...	0.42712 kg	1.04644 kg SO2-E
Nitrogen oxides	Emission to air/high population de...	0.77389 kg	0.43338 kg SO2-E
Ammonia	Emission to air/high population de...	0.02875 kg	0.07043 kg SO2-E
Sulfur oxides	Emission to air/unspecified	0.01447 kg	0.01447 kg SO2-E
Sulfur dioxide	Emission to air/low population den...	0.00387 kg	0.00387 kg SO2-E
Ammonia	Emission to air/low population den...	0.00038 kg	0.00093 kg SO2-E
Nitrogen oxides	Emission to air/lower stratosphere ...	0.00031 kg	0.00017 kg SO2-E
Nitrogen oxides	Emission to air/low population den...	9.56916E-5 kg	5.35873E-5 kg SO2-E
Sulfur dioxide	Emission to air/lower stratosphere ...	4.59153E-6 kg	4.59153E-6 kg SO2-E
>  terrestrial ecotoxicity - TETPinf			2.19249 kg 1,4-DCB-E

(EXTRACTO) AGOTAMIENTO DE OZONO

>	freshwater eutrophication - FEP						1.71487 kg P-E								
>	human toxicity - HTPinf						3704.46447 kg 1,4-DCB-E								
>	ionising radiation - IRP_HE						262.95255 kg U235-E								
>	marine ecotoxicity - METPinf						1222.45873 kg 1,4-DB-E								
>	marine eutrophication - MEP						2.16367 kg N-E								
>	metal depletion - MDP						2049.01522 kg Fe-E								
>	natural land transformation - NLTP						-0.11981 m								
▼	ozone depletion - ODPinf						0.00058 kg CFC-11-E								
F	Methane, bromotrifluoro-, Halon	Emission to air/low population den...	4.25512E-5 kg				0.00051 kg CFC-11-E								
F	Methane, bromochlorodifluoro-, H	Emission to air/low population den...	6.42644E-6 kg				3.85587E-5 kg CFC-11-E								
F	Methane, dichlorodifluoro-, CFC-1	Emission to air/high population de...	1.44354E-5 kg				1.44354E-5 kg CFC-11-E								
F	Methane, tetrachloro-, R-10	Emission to air/high population de...	1.39057E-5 kg				1.01512E-5 kg CFC-11-E								
F	Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafl	Emission to air/low population den...	5.68836E-6 kg				5.34706E-6 kg CFC-11-E								
F	Hydrocarbons, chlorinated	Emission to air/high population de...	0.00057 kg				3.53927E-6 kg CFC-11-E								
F	Methane, chlorodifluoro-, HCFC-2	Emission to air/high population de...	2.01991E-5 kg				1.00996E-6 kg CFC-11-E								
F	Ethane, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluo	Emission to air/unspecified	5.89425E-7 kg				5.89425E-7 kg CFC-11-E								
F	Methane, tetrachloro-, R-10	Emission to air/unspecified	1.76044E-7 kg				1.28512E-7 kg CFC-11-E								
F	Hydrocarbons, chlorinated	Emission to air/unspecified	1.40007E-5 kg				8.63841E-8 kg CFC-11-E								
F	Methane, bromotrifluoro-, Halon	Emission to air/high population de...	6.49335E-9 kg				7.79202E-8 kg CFC-11-E								
F	Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Emission to air/high population de...	4.11963E-8 kg				4.11963E-8 kg CFC-11-E								
F	Ethane, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluo	Emission to air/high population de...	1.88727E-8 kg				1.88727E-8 kg CFC-11-E								
F	Ethane, 2-chloro-1,1,1,2-tetrafluor	Emission to air/unspecified	5.89425E-7 kg				1.17885E-8 kg CFC-11-E								
F	Methane, monochloro-, R-40	Emission to air/unspecified	3.47763E-7 kg				6.95526E-9 kg CFC-11-E								
F	Methane, bromo-, Halon 1001	Emission to air/high population de...	5.64924E-9 kg				2.14671E-9 kg CFC-11-E								
F	Methane, chlorodifluoro-, HCFC-2	Emission to air/unspecified	1.05275E-10 kg				5.26374E-12 kg CFC-11-E								
F	Methane, dichlorodifluoro-, CFC-1	Emission to air/unspecified	2.88691E-12 kg				2.88691E-12 kg CFC-11-E								
F	Methane, bromo-, Halon 1001	Emission to air/unspecified	4.34209E-12 kg				1.65000E-12 kg CFC-11-E								
F	Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Emission to air/unspecified	2.96319E-12 kg				3.55582E-13 kg CFC-11-E								
>	particulate matter formation - PMFP						23.63671 kg PM10-E								
>	photochemical oxidant formation - P						29.51671 kg NMVOC-E								
>	terrestrial acidification - TAP100						45.90941 kg SO2-E								
>	terrestrial ecotoxicity - TETPinf						2.19249 kg 1,4-DCB-E								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>General information</th> <th>Inputs/Outputs</th> <th>Administrative information</th> <th>Modeling and validation</th> <th>Parameters</th> <th>Allocation</th> <th>Social aspects</th> <th>Impact analysis</th> </tr> </thead> </table>								General information	Inputs/Outputs	Administrative information	Modeling and validation	Parameters	Allocation	Social aspects	Impact analysis
General information	Inputs/Outputs	Administrative information	Modeling and validation	Parameters	Allocation	Social aspects	Impact analysis								

(EXTRACTO) EUTROFICACIÓN MARINA

>	marine ecotoxicity - METPinf			1222.45873 kg 1,4-DB-Eq								
▼	marine eutrophication - MEP			2.16367 kg N-Eq								
F	Nitrogen oxides	Emission to air/unspecified	18.88254 kg	0.73642 kg N-Eq								
F	Nitrate	Emission to water/ground water	2.42558 kg	0.55788 kg N-Eq								
F	Nitrogen, organic bound	Emission to water/ground water, lo...	0.22430 kg	0.22430 kg N-Eq								
F	Nitrogen oxides	Emission to air/low population den...	3.61290 kg	0.14090 kg N-Eq								
F	Ammonium, ion	Emission to water/ground water, lo...	0.14182 kg	0.11062 kg N-Eq								
F	Nitrate	Emission to water/ground water, lo...	0.35463 kg	0.08156 kg N-Eq								
F	Ammonia	Emission to air/unspecified	0.85733 kg	0.07887 kg N-Eq								
F	Nitrogen, organic bound	Emission to water/surface water	0.05801 kg	0.05801 kg N-Eq								
F	Ammonia	Emission to air/low population den...	0.42712 kg	0.03929 kg N-Eq								
F	Nitrogen oxides	Emission to air/high population de...	0.77389 kg	0.03018 kg N-Eq								
F	Nitrogen, organic bound	Emission to water/ground water	0.02853 kg	0.02853 kg N-Eq								
F	Nitrate	Emission to water/surface water	0.09185 kg	0.02113 kg N-Eq								
F	Ammonium, ion	Emission to water/surface water	0.02221 kg	0.01732 kg N-Eq								
F	Ammonium, ion	Emission to water/ground water	0.02012 kg	0.01569 kg N-Eq								
F	Nitrogen	Emission to water/surface water	0.00917 kg	0.00917 kg N-Eq								
F	Cyanide	Emission to water/surface water	0.00781 kg	0.00422 kg N-Eq								
F	Ammonia	Emission to air/high population de...	0.02875 kg	0.00264 kg N-Eq								
F	Nitrite	Emission to water/ground water, lo...	0.00747 kg	0.00224 kg N-Eq								
F	Nitrogen	Emission to water/unspecified	0.00218 kg	0.00218 kg N-Eq								
F	Ammonium, ion	Emission to water/unspecified	0.00108 kg	0.00084 kg N-Eq								
F	Nitrate	Emission to water/unspecified	0.00154 kg	0.00035 kg N-Eq								
F	Nitrite	Emission to water/surface water	0.00096 kg	0.00029 kg N-Eq								
F	Nitrite	Emission to water/ground water	0.00095 kg	0.00029 kg N-Eq								
F	Nitrate	Emission to air/low population den...	0.00856 kg	0.00024 kg N-Eq								
F	Nitrogen	Emission to water/ocean	9.04651E-5 kg	0.00013 kg N-Eq								
F	Cyanide	Emission to water/unspecified	0.00018 kg	9.66847E-5 kg N-Eq								
F	Nitrogen	Emission to water/ground water	7.61013E-5 kg	7.61013E-5 kg N-Eq								
F	Nitrate	Emission to water/ocean	0.00011 kg	3.72005E-5 kg N-Eq								
F	Ammonia	Emission to air/low population den...	0.00038 kg	3.48838E-5 kg N-Eq								
F	Nitrogen, organic bound	Emission to water/unspecified	2.73270E-5 kg	2.73270E-5 kg N-Eq								
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>General information</td> <td>Inputs/Outputs</td> <td>Administrative information</td> <td>Modeling and validation</td> <td>Parameters</td> <td>Allocation</td> <td>Social aspects</td> <td>Impact analysis</td> </tr> </tbody> </table>					General information	Inputs/Outputs	Administrative information	Modeling and validation	Parameters	Allocation	Social aspects	Impact analysis
General information	Inputs/Outputs	Administrative information	Modeling and validation	Parameters	Allocation	Social aspects	Impact analysis					

## (EXTRACTO) CAMBIO CLIMÁTICO

### Impact analysis: Ciclo de vida Dumbwaiter

Impact assessment method ReCiPe Midpoint (H) V1.13  Exclude zero values

Name	Category	Amount	Result
climate change - GWP100			4479.89709 kg CO2-Eq
Carbon dioxide, fossil	Emission to air/unspecified	3397.88314 kg	3397.88314 kg CO2-Eq
Carbon dioxide, fossil	Emission to air/low population den...	583.17425 kg	583.17425 kg CO2-Eq
Carbon dioxide, fossil	Emission to air/high population de...	337.39278 kg	337.39278 kg CO2-Eq
Methane, fossil	Emission to air/low population den...	3.31585 kg	82.89620 kg CO2-Eq
Methane, non-fossil	Emission to air/low population den...	1.24979 kg	27.87041 kg CO2-Eq
Dinitrogen monoxide	Emission to air/low population den...	0.06835 kg	20.36902 kg CO2-Eq
Carbon dioxide, from soil or	Emission to air/low population den...	16.18375 kg	16.18375 kg CO2-Eq
Dinitrogen monoxide	Emission to air/high population de...	0.04570 kg	13.61876 kg CO2-Eq
Methane, fossil	Emission to air/high population de...	0.49689 kg	12.42216 kg CO2-Eq
Methane, fossil	Emission to air/unspecified	0.17737 kg	4.43416 kg CO2-Eq
Dinitrogen monoxide	Emission to air/unspecified	0.01130 kg	3.36867 kg CO2-Eq
Methane, non-fossil	Emission to air/high population de...	0.11766 kg	2.62377 kg CO2-Eq
Methane, tetrafluoro-, R-14	Emission to air/unspecified	0.00021 kg	1.56709 kg CO2-Eq
Sulfur hexafluoride	Emission to air/unspecified	5.86748E-5 kg	1.33779 kg CO2-Eq
Methane	Emission to air/high population de...	0.01437 kg	0.35925 kg CO2-Eq
Methane, bromotrifluoro-, H	Emission to air/low population den...	4.25512E-5 kg	0.30382 kg CO2-Eq
Carbon dioxide, from soil or	Emission to air/unspecified	0.22915 kg	0.22915 kg CO2-Eq
Methane, from soil or biom	Emission to air/low population den...	0.00731 kg	0.18278 kg CO2-Eq
Methane, trifluoro-, HFC-23	Emission to air/high population de...	1.18816E-5 kg	0.17585 kg CO2-Eq
Methane, dichlorodifluoro-,	Emission to air/high population de...	1.44354E-5 kg	0.15735 kg CO2-Eq
Ethane, hexafluoro-, HFC-1	Emission to air/unspecified	1.25684E-5 kg	0.15334 kg CO2-Eq
Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-	Emission to air/low population den...	5.68836E-6 kg	0.05688 kg CO2-Eq
Ethane, 1,1-difluoro-, HFC-1	Emission to air/high population de...	0.00032 kg	0.03916 kg CO2-Eq
Methane, chlorodifluoro-, H	Emission to air/high population de...	2.01991E-5 kg	0.03656 kg CO2-Eq
Ethane, hexafluoro-, HFC-1	Emission to air/low population de...	2.38100E-6 kg	0.02917 kg CO2-Eq

General information | Inputs/Outputs | Administrative information | Modeling and validation | Parameters | Allocation | Social aspects | Impact analysis

## (EXTRACTO) GWP 100 PARTES Y PIEZAS DEL ELEVADOR ELÉCTRICO

### ▼ Impact analysis: ReCiPe Midpoint (H) V1.13

Subgroup by processes  Don't show < 1 %

Name	Category	Inventory r...	Impact fac...	Impact result	Unit
> photochemical oxidant formation - POFP				4.61739	kg ...
> ozone depletion - ODPinf				4.37254E-5	kg ...
> human toxicity - HTPinf				1789.10373	kg 1...
> marine eutrophication - MEP				0.32886	kg ...
> fossil depletion - FDP				181.00158	kg o...
▼ climate change - GWP100				810.75004	kg ...
▼ P pig iron production   pig iron   APOS, U - R	241:Manufacture of basic ir...			184.87304	kg ...
F Carbon dioxide, fossil	Emission to air / unspecified	184.87304 kg	1.00000 kg ...	184.87304	kg ...
> P heat production, at hard coal industrial fur	353:Steam and air conditio...			55.60968	kg ...
> P sinter production, iron   sinter, iron   APOS,	241:Manufacture of basic ir...			40.02510	kg ...
> P hard coal mine operation and hard coal pri	051:Mining of hard coal / 0...			27.54530	kg ...
> P transport, freight, sea, container ship   tran	501:Sea and coastal water t...			25.47911	kg ...
> P treatment of blast furnace gas, in power pl	351:Electric power generati...			24.92948	kg ...
> P quicklime production, in pieces, loose   qu	239:Manufacture of non-m...			23.88140	kg ...
> P steel production, converter, low-alloyed   s	241:Manufacture of basic ir...			21.11725	kg ...
> P treatment of copper scrap by electrolytic re	242:Manufacture of basic p...			13.34029	kg ...
> P treatment of blast furnace gas, in power pl	351:Electric power generati...			13.03423	kg ...
> P coking   coke   APOS, U - RoW	191:Manufacture of coke o...			11.32415	kg ...
> P transport, freight, sea, bulk carrier for dry g	501:Sea and coastal water t...			10.54657	kg ...
> P diesel, burned in building machine   diesel,	431:Demolition and site pr...			9.16568	kg ...
> urban land occupation - ULOP				1043.83581	m2a
> natural land transformation - NLTP				-0.05177	m2

General information | Inventory results | Impact analysis | Process results | Contribution tree | Grouping | Locations | Sankey diagram | LCIA Checks