ANÁLISIS AMBIENTAL DEL CICLO DE VIDA DE LAS BATERIAS PLOMO-ÁCIDO

MARIBEL BENAVIDES MONROY
CÓDIGO: 20112377002
RUBÉN DARÍO GÉLVEZ GONZÁLEZ
CÓDIGO: 20112377019

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN
BOGOTÁ D.C.
2015

ANÁLISIS AMBIENTAL DEL CICLO DE VIDA DE LAS BATERIAS PLOMO-ÁCIDO

MARIBEL BENAVIDES MONROY
CÓDIGO: 20112377002
RUBÉN DARÍO GÉLVEZ GONZÁLEZ
CÓDIGO: 20112377019

MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIEROS DE PRODUCCIÓN

DIRECTOR DEL PROYECTO
ING. ROBINSON PACHECO
DEC. UNIVERSIDAD DISTRITAL FACULTAD TECNOLÓGICA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN
BOGOTÁ D.C.
2015

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

RESUMEN **8**

INTRODUCCIÓN **9**

1. GENERALIDADES **11**

1.1. ANTECEDENTES 11
1.2 JUSTIFICACIÓN 12
1.3 OBJETIVOS 12
1.3.1 Objetivo General 12
1.3.2 Objetivos Específicos 12

2. MARCO REFERENCIAL **14**

2.1 MARCO TEÓRICO 14
2.1.1 Análisis De Ciclo De Ciclo De Vida 14
2.1.2 Ecobalance 16
2.1.3 Baterías Plomo-Acido 17
2.1.3.1 Componentes de una batería Plomo-Ácido 18

3. METODOLOGÍA **21**

3.1. ANÁLISIS DE INVENTARIO 21
3.2. EVALUACIÓN DE IMPACTO 21
3.3. INTERPRETACIÓN 21
3.4. FORMULACIÓN DE MEJORAS 22

4. ANÁLISIS DE INVENTARIO **23**

4.1 ESTRUCTURA INTERNA DE LAS BATERIAS DE PLOMO-ÁCIDO 24
4.2 ETAPAS DEL CICLO DE VIDA DE LAS BATERIAS DE PLOMO – ÁCIDO 25
4.2.1 Extracción y procesamiento de materias primas 26
4.2.2 Etapa de fabricación de las baterías Plomo-Ácido 27
4.2.3 Distribución y transporte 32
4.2.4 Uso o utilización 34
4.2.5 Desecho o salida de uso 36

5. EVALUACIÓN DE IMPACTO **38**

5.1 ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE LA BATERIA DE PLOMO-ÁCIDO UTILIZANDO EL SOFWARE SIMAPRO 38
5.1.1 Información general del software 38
5.1.2 Utilización del software 38
5.2 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE LAS BATERIAS UTILIZANDO MATRIZ DE VICENTE CONESA 49
5.2.1 Predicción de la magnitud de los impactos 49
5.2.2 Formato matriz de vicente conesa 52
5.3 APLICACIÓN DE LA MATRIZ MED EN EL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE LA BATERIA PLOMO-ÁCIDO 52

6. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS **54**

6.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MATRIZ DE VICENTE CONESA 54
6.2 ANÁLISIS GENERAL DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS SIMAPRO 55

7. FORMULACIÓN DE MEJORAS **56**
8. CONCLUSIONES **58**
GLOSARIO **59**
BIBLIOGRAFÍA **62**

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Composición en peso de una batería de Plomo-Ácido 24
Tabla 2. Condiciones de transporte baterías 32
Tabla 3. Pesos específicos de los componentes de las baterías.....41
Tabla 4. Parámetros de calificación.....50
Tabla 5. Parámetros de jerarquización 51
Tabla 6. Formato matriz de Vicente Conesa.....52
Tabla 7. Aplicación de la matriz med 53

INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Ciclo de vida de un producto 15
Figura 2. Metodología de análisis de ciclo de vida.....16
Figura 3. Componentes de las baterías, rejilla 18
Figura 4. Componentes de las baterías; placas.....19
Figura 5. Componentes de la baterías; separadores.....19
Figura 6. Componentes de la baterías; electrolitos.....20
Figura 7. Componentes de la baterías; caja y tapa 20
Figura 8. Estructura interna batería 25
Figura 9. Diagrama ambiental de recolección de materias primas 27
Figura 10. Proceso de ensamble batería.....30
Figura 11. Diagrama de proceso ambiental fabricación batería.....31
Figura 12. Marcación baterías 33
Figura 13. Etiquetado.....33
Figura 14. Diagrama ambiental de transporte.....34
Figura 15. Diagrama ambiental de uso o utilización 35
Figura 16. Diagrama ambiental de desecho o salida de uso 37
Figura 17. Metodologías para el análisis 39
Figura 18. Especificaciones técnicas.....40
Figura 19. Introducción de materias primas y actividades 42
Figura 20. Actividades Simapro 43
Figura 21. Diagrama de árbol Simapro.....44
Figura 22. Diagrama de árbol 2 Simapro.....45
Figura 23. Material más contaminante durante el ciclo de vida 46
Figura 24. Mayor afectación a los factores ambientales.....47
Figura 25. Mayor afectación al medio ambiente 48

TABLA DE ANEXOS

ANEXO A. FICHA TECNICA BATERIA PLOMO ACIDO 63
ANEXO B. MATRIZ DE VICENTE CONESA 65

RESUMEN

El análisis del ciclo de vida es una herramienta que proporciona una visión de manera general los impactos más relevantes durante todo el ciclo de vida de un producto o servicio, desde la extracción de materias primas, hasta su desecho o uso final, en este caso se estúdia y analiza cada una de las etapas del ciclo de vida para las baterías de Plomo-Acido, abriendo de esta forma una amplia visión de los aspectos y los impactos que afectan y alteran tanto la salud humana, como la calidad y paso natural del medio ambiente, pretendiendo obtener mejoras y posibles procesos más limpios para disminuir los efectos que la fabricación y utilización de este producto acarrea.

Para el análisis detallado se utilizan herramientas técnicas como matrices de valoración y caracterización en cada uno de las etapas, las cuales ayudan a identificar, cuantificar y valorar los riesgos a los que se está expuesto, para posteriormente formular las actividades necesarias para su prevención y mitigación.

Adicionalmente se hace uso de un software especializado para el análisis del ciclo de vida, el cual arroja unos resultados basados en estándares internacionales que permiten en conjunto con las diferentes técnicas utilizadas, realizar detalladamente la valorización de cada uno de los impactos y el grado de afectación que este genére, principalmente a la salud humana y al medio ambiente.

Posteriormente se realiza una comparación de los resultados obtenidos con el software y los arrojados por la metodología técnica, y determinan las conclusiones y recomendaciones, para la industria que se dedica a la fabricación, ensamble y uso de las batería de Plomo – Acido.

INTRODUCCIÓN

Las baterías de plomo-acido son de gran utilización en Colombia, y durante las etapas de fabricación, utilización y fin de vida del producto se genera gran cantidad de impactos ambientales, los cuales deben ser controlados correctamente, el análisis del ciclo de vida del producto permite identificar los impactos generados en cada etapa y con base en este recomendar las acciones necesarias y adecuadas para su control.

El análisis del ciclo de vida se define como la herramienta adecuada para la recopilación y valoración de las entradas (materia y energía), salidas (productos, emisiones y residuos) e impactos potenciales de un sistema de producción, servicio o producto a lo largo de su ciclo de vida.

Debido a que las baterías de Plomo–Ácido son utilizadas en múltiples aplicaciones industriales, vehículos y maquinaria, como soporte de energía, el volumen de residuos generados a lo largo de su ciclo de vida es bastante significativo, y dado sus componentes peligrosos como el plomo y el acido entre otros, generan grandes impactos en los diferentes factores ambientales como lo son físicos, bióticos y socioculturales, se deben formular mecanismos para el correcto control durante la recolección de materias primas, procesos productivos, transporte, almacenamiento, utilización y disposición final.

Entre los impactos ambientales que generan la inadecuada disposición y uso de las baterías de Plomo-Ácido, se pueden destacar los siguientes:

Afectación a la salud humana[1]: Los efectos del plomo en la salud son varios y se desarrollan de diferente forma en cada organismo. Entre estos efectos destacan:

- Signos de envenenamiento
- Perturbación del sistema nervioso
- Incremento de la presión sanguínea
- Daño a los riñones
- Daño al cerebro
- Abortos espontáneos
- Perturbación de la biosíntesis de hemoglobina
- Perturbación en el comportamiento de los niños (son más propensos a la agresividad, impulsividad e hipersensibilidad)
- Disminución de la capacidad de aprendizaje en los niños

[1] Efectos del plomo en la salud. Recuperado el 17/0/2015 de http://www.lenntech.es/periodica/elementos/pb.htm

Impactos negativos al medio ambiente:[2]

- El Plomo se acumula en los cuerpos de los organismos acuáticos y organismos del suelo. Estos experimentarán efectos en su salud por envenenamiento por Plomo.
- Las funciones del suelo son perturbadas por la intervención del Plomo, especialmente cerca de las autopistas y tierras de cultivos, donde concentraciones extremas pueden estar presentes. Los organismos del suelo también sufren envenenamiento por Plomo.

Debido a que una batería tiene una vida útil de hasta seis años, es importante poder reciclar los componentes de las baterías por razones tanto económicas como ambientales, siempre y cuando el reciclaje se lleve a cabo de manera ambientalmente adecuada.

Lo anterior es un claro ejemplo de los diferentes efectos e impactos ambientales que puede provocar un inadecuado manejo de los componentes y en general las baterías de plomo-acido, tanto en la salud como en el medio ambiente, siendo completamente necesario formular y llevar a cabo estudios y análisis del ciclo de vida de este tipo de productos.

[2] Efectos del plomo en la salud. Recuperado el 17/0/2015 de http://www.lenntech.es/periodica/elementos/pb.htm

1. GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

El presente informe de antecedentes revisa algunos ejemplos relevantes de la bibliografía disponible, que permita identificar de forma general la atención investigativa y analítica que está teniendo el análisis de ciclo de vida de las baterías de plomo-acido. Por consiguiente esta investigación se ha concentrado en los siguientes documentos que resultaron ser puntos de comparación conceptual e investigativa de la situación desde diversas perspectivas, y por ende que pueden servir como material para este trabajo investigativo y para trabajos posteriores, teniendo en cuenta que la bibliografía encontrada es limitada y poco especifica.

A continuación se presentan las ideas generales de cada estudio

- "**Acuerdo de producción más limpia (apl)" para la gestión sostenible de la sustancia química plomo contenido en las baterías Plomo-Acido (bapu) de talleres automotrices**"[3]:

El artículo aquí citado pretende dar a conocer un acuerdo realizado en el Salvador, donde se realiza una serie propuestas para disminuir y mitigar la contaminación que se genera por el plomo, con el fin de generar un producción más limpia para lograr un desempeño competitivo en las empresas del sector y aumentando el desempeño ambiental.

- **"La gestión ambiental como un componente decisivo de la responsabilidad social empresarial: el caso de las baterías Plomo-Ácido en Colombia"[4]**

La finalidad de este documento es dar a conocer aspectos legales para la elaboración del eco etiquetado de productos que utilizan plomo, como las baterías de arranque para automóviles.

También proporciona una serie de investigaciones de los aspectos e impactos más relevantes de este producto y como afecta a la salud pública y al medio ambiente y deja abierto un camino para la investigación de mejoras y alternativas limpias de producción y uso.

---

[3] Proyecto de Análisis de Vida para el Plomo. recuperado el 22 de agosto de 2015 http://saicm.cnpml.org.sv /SAICM/public/documentos/ Borradores APLs/ Version_Borrador_APL_SAICM_BAPU.pdf

[4] La Gestión Ambiental como un componente decisivo de la responsabilidad social empresarial, el Caso de las baterías plomo acido en Colombia. recuperado el 20 de agosto de 2015 http://www.ascolfa.edu.co /web/archivos/conferencia2009/memorias /Ponencias /PRES_125.pdf

1.2 JUSTIFICACIÓN

Las baterías de Plomo-Ácido, son acumuladores de energía ampliamente utilizados en diferentes procesos industriales, en vehículos y en gran variedad de maquinaria, por esta razón existe un gran volumen de extracción de materia prima; como el plomo, ácidos, metales y otros insumos que las componen, su proceso de fabricación, su uso y desecho resulta un gran tema de investigación y análisis, pues si no se realizan de manera adecuada, la contaminación ambiental y la afectación a la salud humana puede resultar un problema a gran escala.

Por esta razón se realiza un análisis ambiental del ciclo de vida desde la cuna hasta la cuna de las baterías Plomo-Ácido, analizando profunda y detalladamente cada una de las etapas que componen este ciclo de vida:

- Extracción y procesamiento de materias primas
- Fabricación de una batería tipo Plomo-Ácido
- Distribución y transporte
- Servicio o uso
- Salida de servicio o desecho.

El ACV permite determinar aspectos e impactos ambientales, valorarlos y cuantificarlos, con el fin de determinar las mejores alternativas tanto preventivas como correctivas para su control en las diferentes etapas del ciclo de vida, además de recomendar posteriormente sustituciones de materiales, planes de manejo ambiental que contrarresten y minimicen el impacto, y generar incentivo a la industria del sector de baterías para la adopción de medidas tendentes a su mitigación o reparación.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Analizar el ciclo de vida de una batería tipo Plomo-Ácido, con el fin de generar beneficios ambientales y recomendaciones a nivel general para la industria de baterías, utilizando software Simapro y herramientas técnicas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Describir las etapas del ciclo de vida de una batería tipo Plomo-Ácido e identificar en cada una las entradas, procesos y salidas.
- Realizar el diagnóstico y valoración de los aspectos e impactos ambientales en el ciclo de vida de una batería tipo Plomo-Ácido por medio matrices y del software Simapro.

- Formular mejoras y técnicas de mitigación para los impactos ambientales encontrados durante el análisis

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Análisis De Ciclo De Ciclo De Vida

El **Análisis del Ciclo de Vida** es un marco metodológico para estimar y evaluar los impactos medioambientales atribuibles a un producto o servicio durante todas las etapas de su vida.

Se sabe que todas las actividades o procesos provocan impactos medioambientales, consumen recursos, emiten sustancias al medio ambiente y generan otras modificaciones ambientales durante su vida. Nos interesa, por tanto, valorar los impactos en Medio Ambiente que influyen en el cambio climático, la reducción de la capa de ozono, la generación de ozono, eutrofización, acidificación y otras muchas.

La herramienta del Análisis del Ciclo de Vida fue desarrolla en los años sesenta y es utilizada para la prevención de la polución desde los setenta. Podemos decir que no existen procedimientos específicos o guías a seguir, pero si una serie de aproximaciones que pueden ser útiles en función de las necesidades a resolver por medio de esta metodología.

El principio básico de la herramienta es la identificación y descripción de todas las etapas del ciclo de vida de los productos, desde la extracción y retratamiento de las materias primas, la producción, la distribución y uso del producto final hasta su posible reutilización, reciclaje o deshecho del producto. [5]

[5] Análisis del ciclo de vida. recuperado el 22 de agosto de 2015 http://www.ecointeligencia.com /2013/02/análisis-ciclo-vida-acv/#lightbox/1/



Figura 1. Ciclo de vida de un producto[6]

La vida de un producto empieza en el diseño y desarrollo del producto y finaliza con las actividades de reutilización y reciclaje, pasando por las siguientes etapas:

- Adquisición de materias primas. Todas las actividades necesarias para la extracción de las materias primas y las aportaciones de energía del medio ambiente, incluyendo el transporte previo a la producción.
- Proceso y fabricación. Actividades necesarias para convertir las materias primas y energía en el producto deseado.
- Distribución y transporte. Traslado del producto final al cliente.
- Uso, reutilización y mantenimiento. Utilización del producto acabado a lo largo de su vida en servicio.
- Reciclaje. Comienza una vez que el producto ha servido para su función inicial y consecuentemente se recicla a través del mismo sistema de producto (ciclo cerrado de reciclaje) o entra en un nuevo sistema de producto (ciclo de reciclaje abierto).
- Gestión de los residuos. Comienza una vez que el producto ha servido a su función y se devuelve al medio ambiente como residuo. El ACV es la base del Eco diseño, el Eco etiquetado y las Declaraciones Ambientales de Producto.[7]

[6]Metodología Análisis ciclo de vida. recuperado el 02 de septiembre de 2015 http://www.iie.org.mx/boletin032003/tend.pdf

[7]Metodología Análisis ciclo de vida. recuperado el 02 de septiembre de 2015 http://www.iie.org.mx/boletin032003/tend.pdf

La metodología considera una serie de fases de trabajo interrelacionadas, que siguen una secuencia más o menos definida, aunque en ocasiones es posible realizar un estudio no tan ambicioso obviando alguna fase. De acuerdo con la ISO 14040, el ACV consta de cuatro fases: definición de los objetivos y el alcance, análisis del inventario, evaluación del impacto e interpretación de resultados. [8]

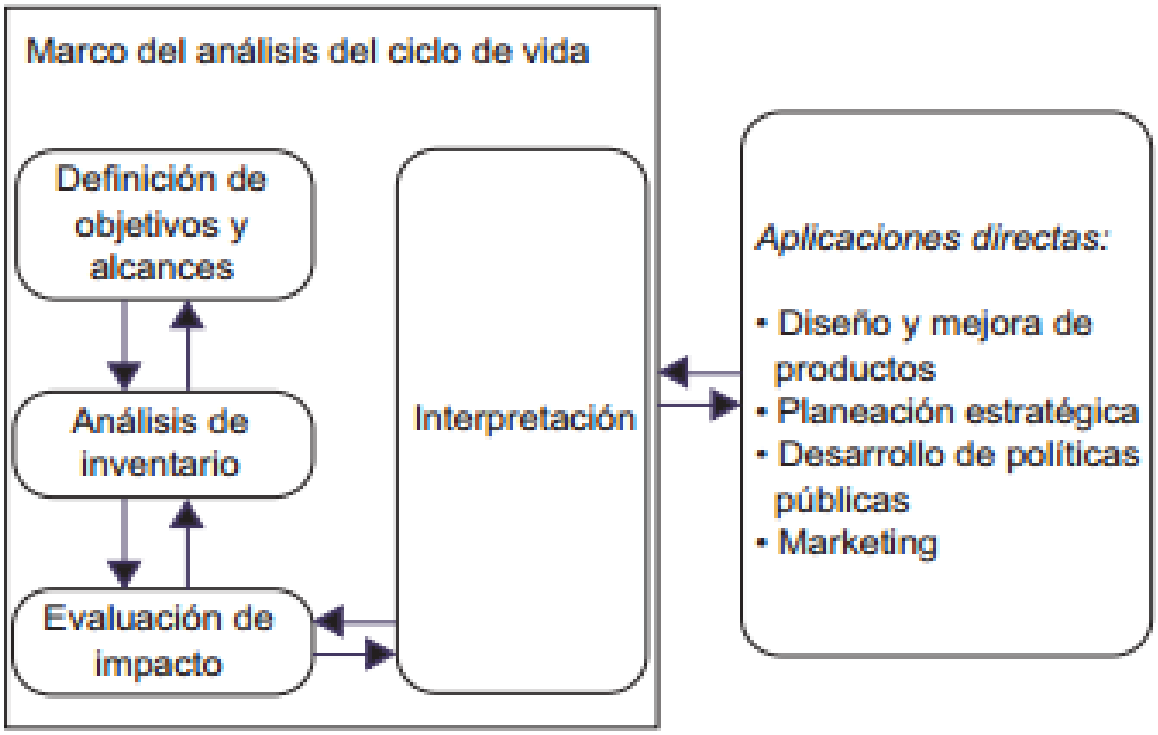


Figura 2. Metodología de análisis de ciclo de vida[9]

2.1.2 Eco balance

El eco balance de un producto analiza cada uno de los eslabones de la cadena del producto y revisa para cada uno las entradas, salidas e impactos. Este tipo de balance tiene especial relación con la herramienta análisis de ciclo de vida del producto. Los siguientes son los pasos para la elaboración de un eco balance:

- Definición del alcance del balance y delimitación del sistema. En este paso se establecen los límites de la evaluación y se reconoce el tipo de balance a realizar: de producto, de proceso ó de empresa.

[8]Metodología Análisis ciclo de vida. recuperado el 02 de septiembre de 2015 http://www.iie.org.mx/boletin032003/tend.pdf.
[9]Metodología Análisis ciclo de vida. recuperado el 02 de septiembre de 2015 http://www.iie.org.mx/boletin032003/tend.pdf
.

- Elaboración de un diagrama de flujo de materiales y energía que represente para cada operación y/o etapa del proceso la cuantificación de entradas y salidas
- Realizar el balance de las entradas y salidas identificando en cada etapa analizada los impactos relacionados.

No basta con la identificación de las entradas (materias primas, insumos y materiales auxiliares) y salidas de cada etapa del proceso (residuos, emisiones, vertimientos, productos y subproductos), pues con el ánimo de obtener elementos de decisión y una imagen completa se requiere la cuantificación en cada etapa. Generalmente el 100% de materias primas no se utiliza en la producción, por lo cual la identificación de los porcentajes y/o cantidades reales de entrada y de salida refleja claramente la distribución de los materiales ingresados que a través de su procesamiento se convierten en salidas de proceso.[10]

2.1.3 Baterías Plomo-Ácido

El acumulador o **batería de plomo**, también denominada **batería de Plomo-Ácido** es un tipo de batería (batería húmeda) muy común en vehículos convencionales, como batería de arranque, aunque también se utilizan como batería de tracción de vehículos eléctricos. Suele proporcionar una tensión de 6 V, 12 V u otro múltiplo de 2, ya que la tensión que suministra cada celda es de 2V. Pueden suministrar unas intensidades de corriente relativamente grandes, lo que las hacen ideales para los motores de arranque.

Estas baterías están formadas por un depósito de ácido sulfúrico y dentro de él un conjunto de placas de plomo, paralelas entre sí y dispuestas alternadamente en cuanto a su polaridad (positiva (+) y negativa (-). Para evitar la combadura de las placas positivas, se dispone una placa negativa adicional, de forma que siempre haya una placa negativa exterior. Generalmente, en su fabricación, las placas positivas están recubiertas o impregnadas de dióxido de plomo (PbO_2), y las negativas están formadas por plomo esponjoso. Este estado inicial corresponde a la batería cargada, así que el electrolito agregado inicialmente debe corresponder a la batería con carga completa (densidad 1,280 g/ml). Según el número de placas, la corriente (intensidad) suministrada será mayor o menor. Debajo de las placas se deja un espacio para que se depositen eventuales desprendimientos de los materiales que forman las placas. Para que no haya contacto eléctrico directo entre placas positivas y negativas, se disponen separadores aislantes que deben ser resistentes al ácido y permitir la libre circulación del electrolito.

[10] Eco balance. recuperado el 20 de agosto de 2015 http://datateca.unad.edu.co/contenidos /358049/Modulo_en_linea/leccin_24_ecobalance. HTML

El acumulador de plomo está constituido por dos tipos de electrodos de plomo que, cuando el aparato está descargado, se encuentra en forma de sulfato de plomo ($PbSO_4$ II) incrustado en una matriz de plomo metálico (Pb). El electrolito es una disolución de ácido sulfúrico tal que su densidad es de 1,280 +/– 0,010 g/ml con carga plena y que bajará a 1,100 g/ml cuando la batería esté descargada. **(Ver ANEXO A).**[11]

2.1.3.1 Componentes de una batería Plomo-Ácido[12]

Una batería está constituida principalmente por las siguientes partes**:**

- **Rejillas:** son estructuras fabricadas generalmente con aleaciones de plomo, utilizadas para conducir corriente eléctrica y servir de soporte al material activo



Figura 3. Componentes de las baterías, rejilla [13]

- **Placas:** son rejillas impregnadas del material activo (positivo o negativo), el cual es una pasta hecha a base de diversos elementos químicos.

[11] Batería de Plomo y acido. Batería_de_plomo_y_ácido#mediaviewer/File:Photo-CarBattery.jpg

[12] Componentes de una batería. recuperado el 20 de agosto de 2015 http://www.duncan.com.ve/co_componentes.php

[13] Componentes de una batería. http://www.duncan.com.ve/co_componentes.php.



Figura 4. Componentes de las baterías; placas[14]

- **Separadores:** Hojas de material micro-poroso utilizados para evitar cortocircuito entre las placas



Figura 5. Componentes de la baterías; separadores[15]

- **Electrolito:** solución de ácido sulfúrico y agua desmineralizada que actúa como conductor de la corriente eléctrica.

[14] Ibíd.

[15] Componentes de una batería. recuperado el 20 de agosto de 2015 http://www.duncan.com.ve/co_componentes.php

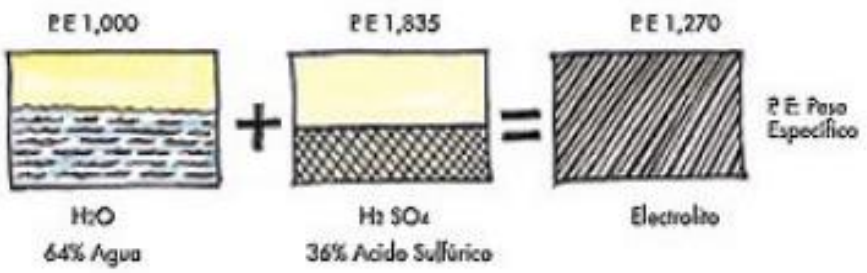


Figura 6. Componentes de la baterías; electrolitos[16]

- **Caja y tapa:** estructuras fabricadas generalmente en polipropileno para albergar los componentes internos de la batería. Diseñadas para resistir temperaturas extremas de calor y frío y el ataque del ácido sulfúrico

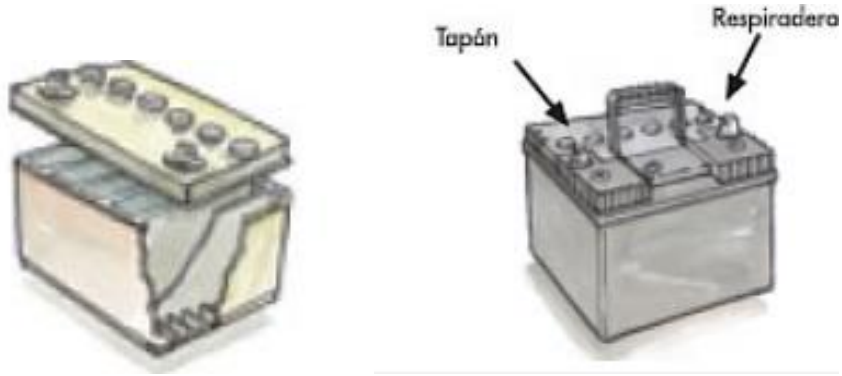


Figura 7. Componentes de la baterías; caja y tapa [17]

[16] Ibíd.

[17] Componentes de una batería. recuperado el 20 de agosto de 2015 http://www.duncan.com.ve/co_componentes.php

3. METODOLOGIA

3.1. ANALISIS DE INVENTARIO

Esta fase comprende la recolección y obtención de datos para cuantificar la cantidad de materiales de entrada (insumos, energía, etc.) y las salidas (impactos) que se generan en cada etapa del ciclo de vida del producto para ello se deben realizar previamente las siguientes actividades

- Realizar descripción de flujo del ciclo de vida de la batería; allí se incluyen las actividades de extracción de materias primas, procesamiento de materias primeas y proceso productivo, transporte, utilización y disposición final de los materiales, Se debe distinguir entre aquellos materiales que tienen su destino en el producto final, y los que se utilizan para los procesos de transformación.
- Asignar para cada etapa las entradas y salidas; se determinan las entradas, (materiales y energía) y las salidas (Contaminación, desechos, emisiones, etc.) para cada una de las etapas y procesos del ciclo de vida del producto.

3.2. EVALUACION DE IMPACTO

Esta fase comprende el análisis de los impactos ambientales generados en cada una de las etapas, para ello se realizan las siguientes actividades

- Utilización de software Simapro, para determinar el cálculo de dichos impactos ambientales sociales, asociados a las baterías de plomo acido a lo largo de todo su ciclo de vida
- Determinación de Aspectos e impactos en cada etapa y factor ambiental correspondiente, mediante la matriz de Vicente Conesa.
- Valorar y evaluar cada uno de los impactos ambientales en las diferentes etapas obtenidos de la matriz de Vidente conesa y cualificar el grado el grado de afectación a cada uno de los factores ambientales.
- Aplicación Matriz MED: En la matriz MED se recopilaran las cantidades de materias y energía recopilados en la etapa de inventario y se relacionaran con los aspectos e impactos determinados.

3.3. INTERPRETACIÓN

- Determinar en qué fase del ciclo de vida de las baterías Plomo-Ácido, se generan las principales cargas ambientales y por lo tanto que puntos del sistema evaluado pueden o deben mejorarse.

- Comparación de los resultados arrojados por el análisis hecho con las diferentes herramientas como las matrices y los resultados obtenidos por el software.

3.4. FORMULACION DE MEJORAS

En este paso se realizan las recomendaciones y mejoras que se pueden o se deben realizar en las fases críticas del ciclo de vida de las baterías Plomo-Ácido y los planes de manejo para los impactos más significativos encontrados durante todo el análisis.

4. ANALISIS DE INVENTARIO

El primer paso para realizar el análisis del ciclo de vida de las baterías de Plomo-Ácido, será la descripción de todas las partes y sus respectivas materias primas utilizadas para la fabricación. A continuación se describe cada uno de los componentes de las baterías Plomo-Ácido:

- **Electrolito:** Solución diluida de ácido sulfúrico en agua (33,5% aproximadamente) que puede encontrarse en tres estados: líquido, gelificado o absorbido.
- **Placas o electrodos**: Estas se componen de la materia activa y la rejilla. La materia activa que rellena las rejillas de las placas positivas es dióxido de plomo, en tanto la materia activa de las placas negativas es plomo esponjoso. En estas últimas también se emplean pequeñas cantidades de sustancias tales como sulfato de bario, negro de humo y lignina. Se distinguen las placas Planté y las placas empastadas; éstas últimas pueden ser planas o tubulares.
- **Rejillas:** La rejilla es el elemento estructural que soporta la materia activa. Su construcción es a base de una aleación de plomo con algún agente endurecedor como el antimonio o el calcio. Otros metales como el arsénico, el estaño, el selenio y la plata son también utilizados en pequeñas cantidades en las aleaciones. Las rejillas se fabrican en forma plana o tubular.
- **Separadores:** Los separadores son elementos de material micro poroso que se colocan entre las placas de polaridad opuesta para evitar un corto circuito. Entre los materiales utilizados en los separadores tipo hoja se encuentran los celulósicos, los de fibra de vidrio y los de PVC. Los materiales utilizados en los separadores tipo sobre son poliméricos siendo el más utilizado el PE.
- **Carcasa:** Es fabricada generalmente de PP y en algunos casos de ebonita (caucho endurecido); en algunas baterías estacionarias se utiliza el estireno acrilonitrilo (SAN) que es transparente y permite ver el nivel del electrolito. En el fondo de la carcasa o caja hay un espacio vacío que actúa como cámara colectora de materia activa que se desprende de las placas.
- **Conectores**: Piezas destinadas a conectar eléctricamente los elementos internos de una batería; están hechos con aleaciones de plomo-antimonio o plomo cobre.
- **Terminales:** Bornes o postes de la batería a los cuales se conecta el circuito externo. Generalmente las terminales se fabrican con aleaciones de plomo.

Las baterías de Plomo- Acido, tienen un peso promedio de 18 kg y las convencionales presentan una composición particular mostrada en la Tabla 1.

MATERIA PRIMA	COMPOSICIÓN
Plomo (plomo, dióxido de plomo, sulfato de plomo)	65-75%
Electrolito (ácido sulfúrico)	15-25%
Separadores de plástico	5%
Caja de plástico	5%

Tabla 1. Composición en peso de una batería de plomo ácido
Fuente: Autores

4.1 ESTRUCTURA INTERNA DE LAS BATERIAS DE PLOMO-ÁCIDO

En la siguiente figura se muestra la composición interna de de una batería convencional de Plomo-Ácido y la ubicación exacta de todas sus partes.

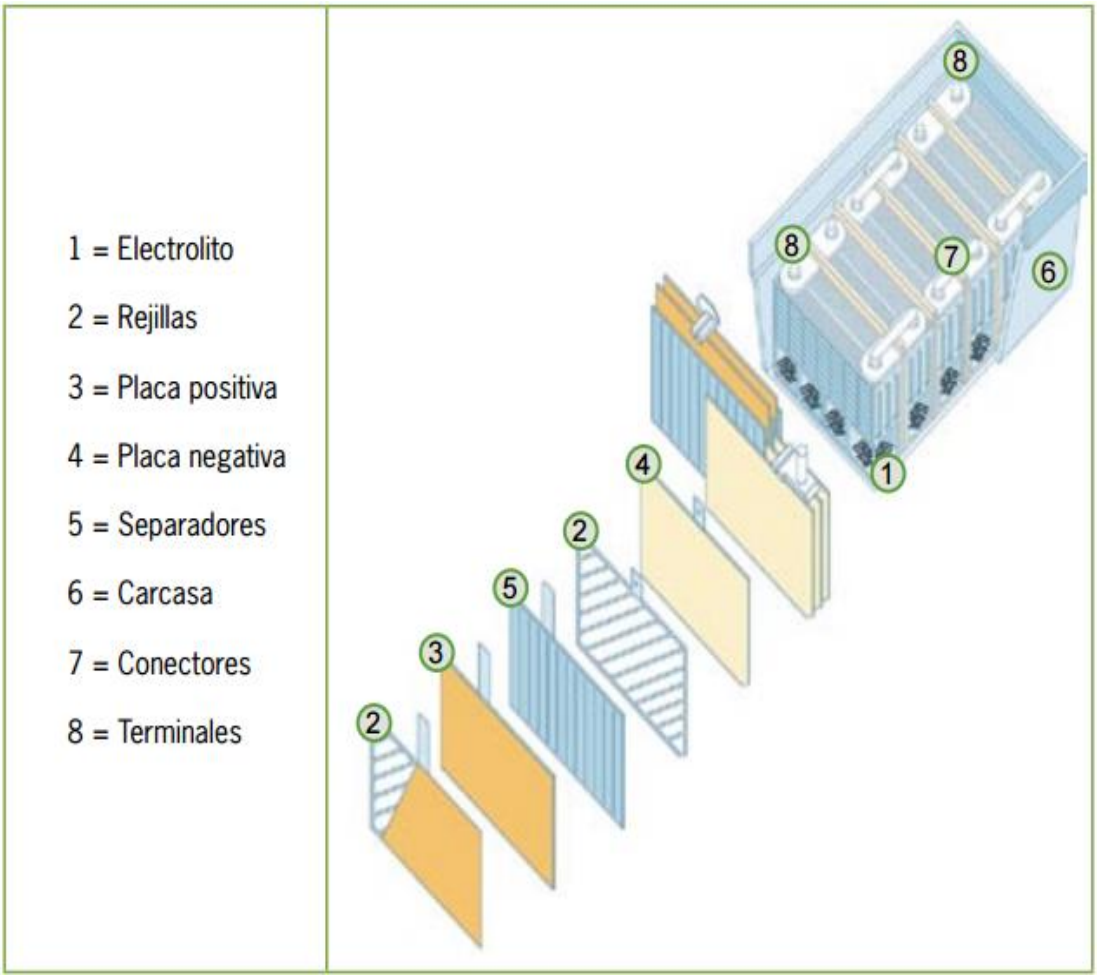


Figura 8. Estructura interna batería[18]

4.2 ETAPAS DEL CICLO DE VIDA DE LAS BATERIAS DE PLOMO-ÁCIDO

La fabricación de las baterías de Plomo-Ácido es descrita a continuación en cada una de sus etapas, las cuales son:

- Extracción y procesamiento de materias primas
- Fabricación
- Distribución y transporte

[18] Componentes de una batería, recuperado el 20 de agosto de 2015 http://www.duncan.com.ve/co_componentes.php

- Servicio o uso
- Salida de servicio o uso

4.2.1 Extracción y procesamiento de materias primas

A continuación se listan las materias primas utilizadas en la fabricación de las baterías:

- Agua
- Acido sulfúrico en estado liquido, absorbido o gelatinizado
- Dióxido de Plomo
- Plomo esponjoso
- Calcio endurecedor
- Estaño
- PVC
- Polietileno
- Polipropileno
- Aleaciones de Plomo
- Caucho

Estas materias primas son materiales extruidos de la naturaleza, que sirven para la construcción y elaboración de las plantas de Plomo-Ácido, se encuentran de origen vegetal como el plástico y de origen mineral, como el plomo, estaño, calcio, acido sulfúrico entre otros.

Los principales impactos ambientales en la etapa de extracción de materias primas para la elaboración de un producto están relacionados con el consumo energético asociado a este proceso de extracción, la degradación y erosión de las tierras, las emisiones de gases contaminantes, las emisiones de gases de efecto invernadero y los contaminantes hídricos o del suelo. Otros factores a tener en cuenta en la etapa de extracción de materias primas son la peligrosidad y toxicidad de éstas. [19]

Para esta etapa del ciclo de vida, se realiza el diagrama de flujo ambiental, donde se consolidan las entradas y salidas ambientales presentes en la etapa

[19] Extracción y procesamiento de materias primas, recuperado el 25 de agosto de 2015 http:// http://www.uncuma.coop/ guiacom praresponsable/seccion2_2.html

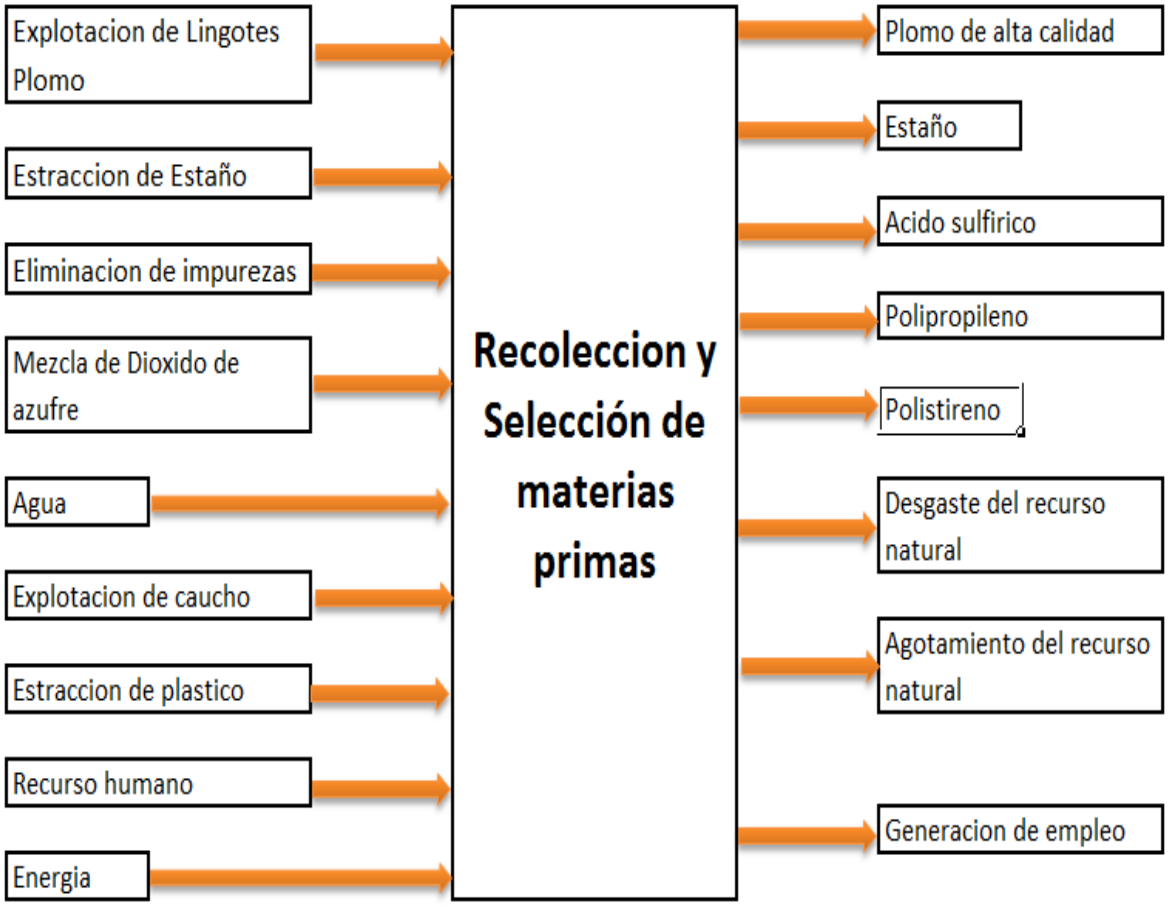


Figura 9. Diagrama ambiental de recolección de materias primas
Fuente: Autores

4.2.2 Etapa de fabricación de las baterías Plomo-Ácido

El proceso de fabricación de la batería de Plomo-Ácido consta de los pasos abajo descritos:

- **Fabricación del óxido de plomo**

El oxido de plomo para acumuladores consiste químicamente en una mezcla de litargirio (PbO) y minio (Pb3O4). Fundamentalmente se emplea en la industria de fabricación de placas de baterías. Este material es utilizado en el empastado de

placas planas, conjuntamente y en distintas proporciones con el Polvo Verde, destinadas a baterías Plomo-Ácido, mejorando su capacidad de carga inicial. [20]

- **Elaboración de la rejilla.**

El proceso de fabricación se inicia con el corte de las láminas de plástico, encargadas de la orientación de la trayectoria del aire en el difusor.

Estas láminas alimentan la línea de fabricación, y se realiza el corte según la medida programada y que responde al modelo de rejilla que en ese momento se esté fabricando. [21]

- **Preparación de la mezcla y empaste de la rejilla.**
- **Curación y secado de las placas**.

La curación de la placa es un proceso que se requiere para que el material activo se fije a la rejilla y se hace mediante una reacción exotérmica controlada en tiempo e intensidad.

- **Ensamble de la batería el cual se subdivide en: Ensobrado, Quemado de Elementos, conformación del circuito interno de la batería, Sellado Térmico y Quemado de Postes Terminales.**

En este subproceso de realiza todo el ensamble y soldado de los diferentes elementos, además de un sellado que permita el llenado de la batería.

- **Llenado y formación (carga) de la batería**.

Se realiza un llenado de la batería con el acido, evitando sobrepasarse del límite y evitando un desborde

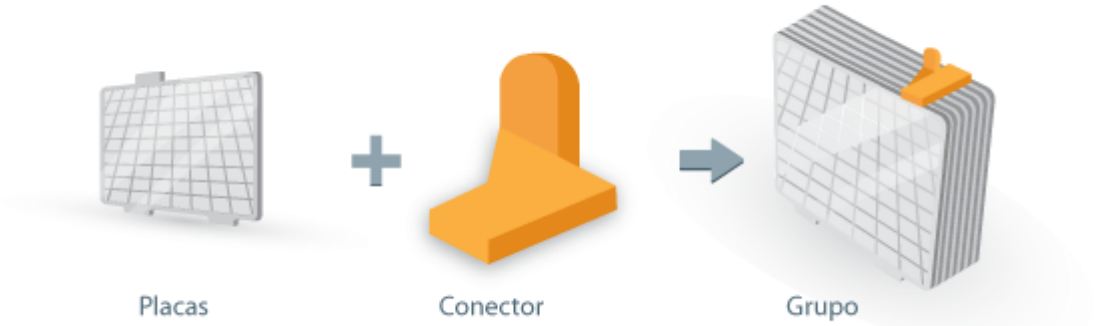
- **Nivelación, acabado y empaque de la batería**

- **Almacenamiento.**

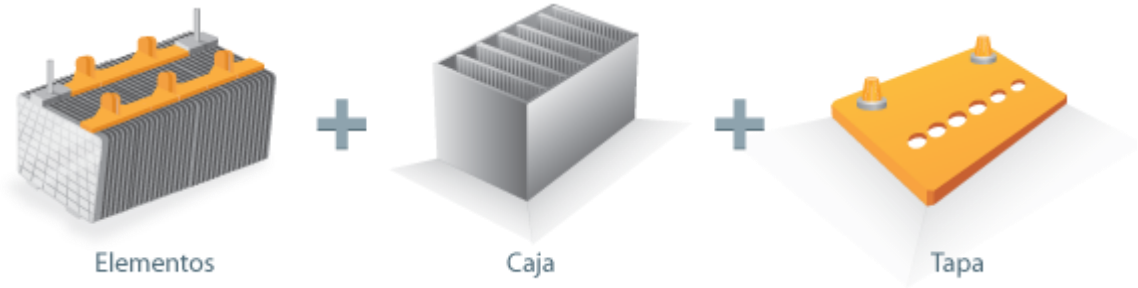
A continuación se muestra el proceso de ensamble de una batería

[20] Extracción de Plomo para baterías, recuperado el 10 de septiembre de 2015 http:///www.deriplom.com.ar/productos-oxidos.php#

[21] Elaboración de la rejilla, recuperado el 10 de septiembre de 2015 http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/13862-La-unificacion-de-procesos-de-fabricacion-de-rejillas-proporciona-una-mayor-flexibilidad.html

1. 
Placas
Conector
Grupo

2. 
Grupo
Positivo
Grupo
Negativo
Separadores
Elementos

3. 
Elementos
Caja
Tapa

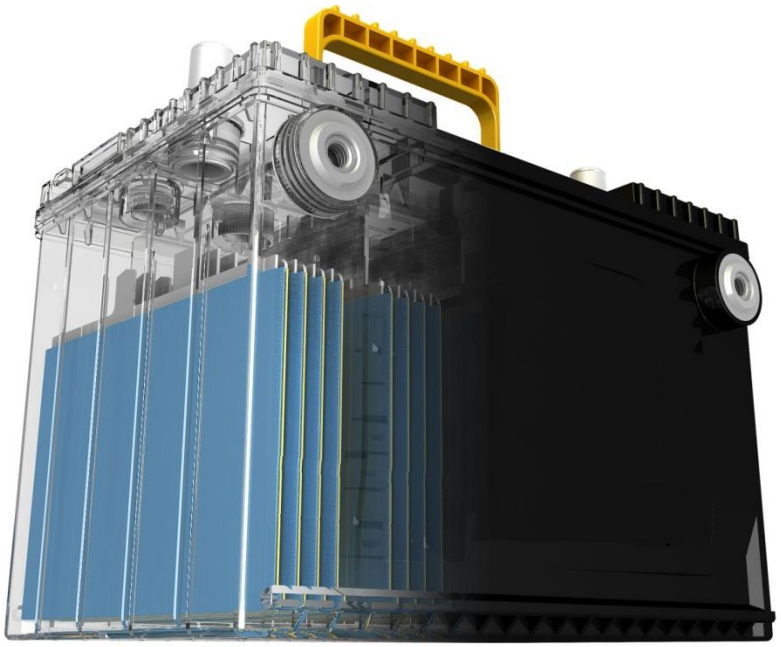
4. 

Figura 10. Proceso de ensamble batería[22]

Para esta etapa del ciclo de vida, se realiza el diagrama de flujo ambiental, donde se consolidan las entradas y salidas ambientales presentes en la etapa de fabricación de las baterías de Plomo-Ácido.

[22]"Información Técnica Baterías", recuperado el 10 de septiembre de 2015 http://www.mac.com.co/?r=site/page&view=productos-informacion-tecnica

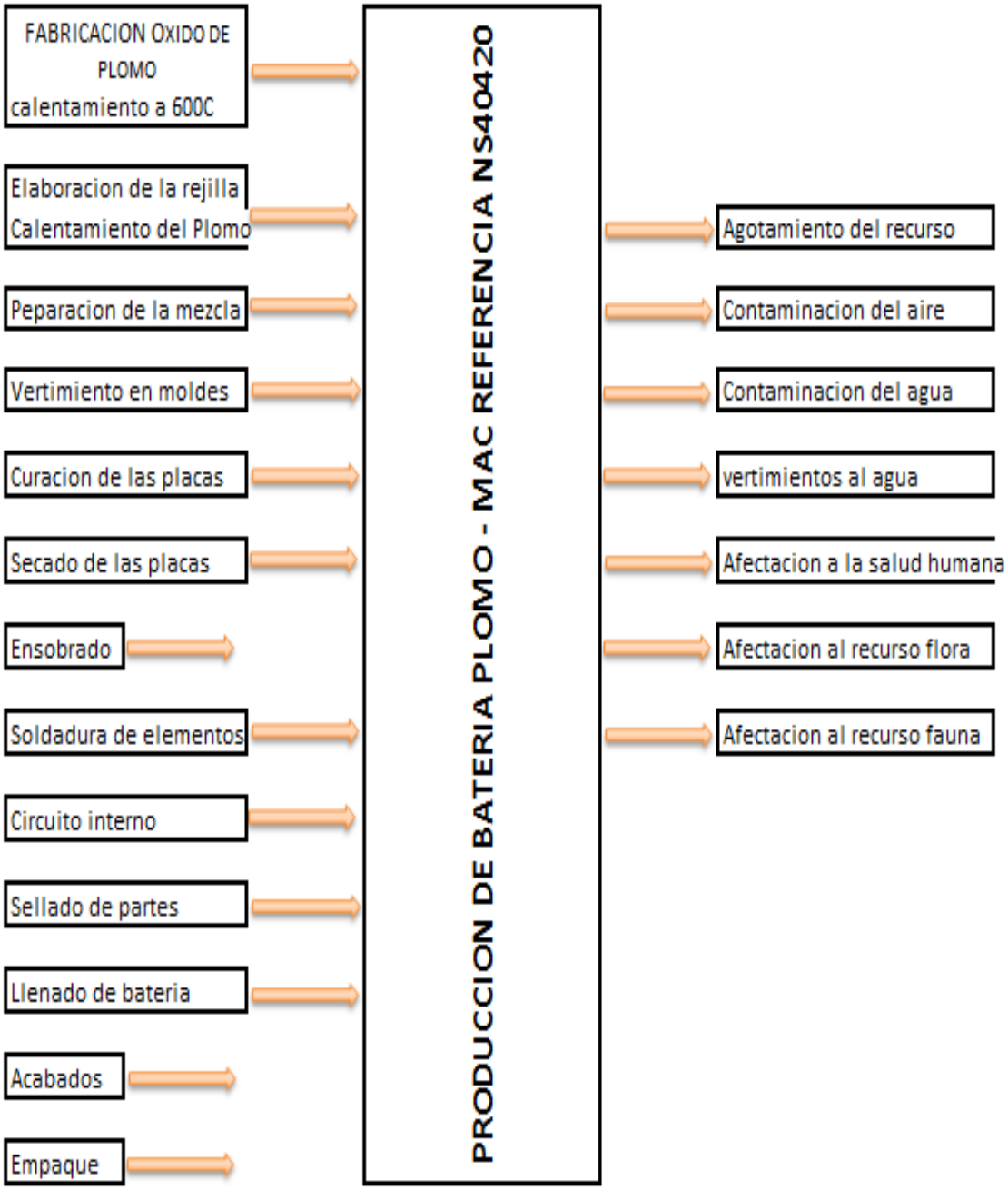


Figura 11. Diagrama de proceso ambiental fabricación batería
Fuente: Autores

4.2.3 Distribución y transporte

Por el hecho de ser un producto altamente contaminante y que genera grave afectación tanto a la salud humana como al medio ambiente, las baterías deben tener un control estricto al momento de distribuirlas y transportarlas.
En la siguiente tabla se relacionan, las condiciones de transporte dependiendo del tipo de transporte utilizado:

TIPO DE TRANSPORTE	CONDICIONES
Transporte terrestre	Transporte terrestre: - Nº ONU: UN2794 - Clasificación ADR/RID: Clase 8 - Nombre de embarque adecuado: BATERÍAS, HÚMEDAS, LLENAS DE ÁCIDO - Grupo de embalaje ADR: no asignado - Etiqueta obligatoria: Corrosivo - ADR/RID: Las baterías nuevas y usadas están exentas de cualquier código ADR/RID si cumplen los requisitos de la Disposición Especial 598.
Transporte marítimo	Transporte marítimo - Clasificación: Clase 8 - Nº ONU: UN2794 - Nombre de embarque adecuado: BATERÍAS, HÚMEDAS, LLENAS DE ÁCIDO - Grupo de embalaje: no asignado - EmS: F-A, S-B - Etiqueta obligatoria: Corrosivo
Transporte aéreo	Transporte aéreo (IATA-DGR) - Clasificación: Clase 8 - Nº ONU: UN2794 - Nombre de embarque adecuado: BATERÍAS, HÚMEDAS, LLENAS DE ÁCIDO - Grupo de embalaje: II - Etiqueta obligatoria: Corrosivo

Tabla 2. Condiciones de transporte baterías
Fuente: Autores

Adicionalmente de acuerdo con la normativa de la UE para baterías y con las legislaciones nacionales respectivas, las baterías de Plomo-Ácido deberán marcarse con una papelera tachada con una cruz y con el símbolo químico del plomo en su parte inferior, junto con el símbolo ISO de devolver/reciclar.

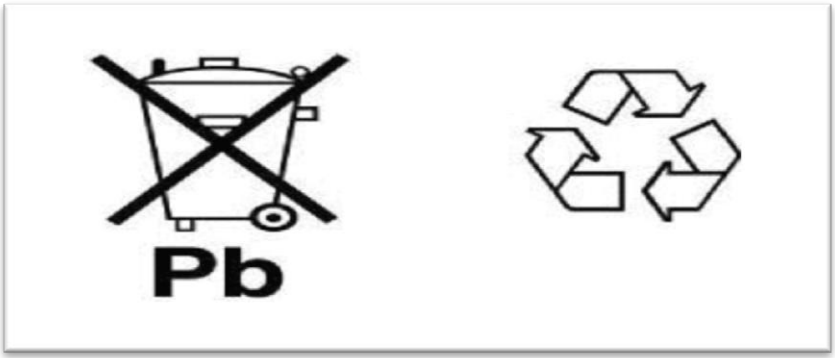


Figura 12. Marcación baterías[23]

Además, las baterías deben etiquetarse con alguno o todos los símbolos de peligro siguientes: El etiquetado puede variar debido a la aplicación, diseño, dimensiones y país de venta de las baterías. El fabricante de las baterías, o el importador en su caso, será el responsable de colocar los símbolos (se especifica un tamaño mínimo).

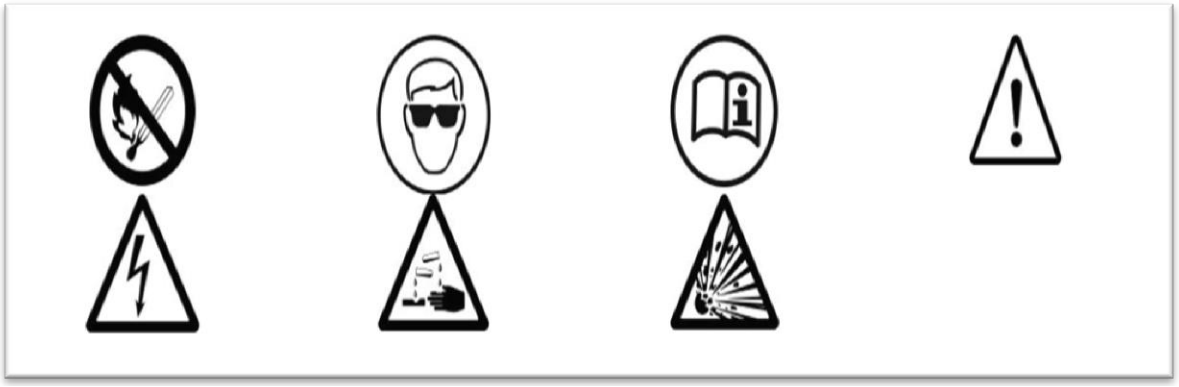


Figura 13. Etiquetado[24]

En el siguiente diagrama, se indica el proceso ambiental para la etapa del ciclo de vida de Transporte y distribución, en el se indican las entradas, es decir los materiales, consumibles y energía necesarios para realizar la movilización de los productos, y las salidas generadas por la utilización de estos recursos, como lo son emisiones, desechos, residuos entre otros.

[23] "Instrucciones para la manipulación segura de baterías", recuperado el 10 de septiembre de 2015 http://www.enersys-emea.com/reserve/pdf/ EnerSys_Instructions_Safe_Handling_e_0313.pdf
[24] Ibíd.

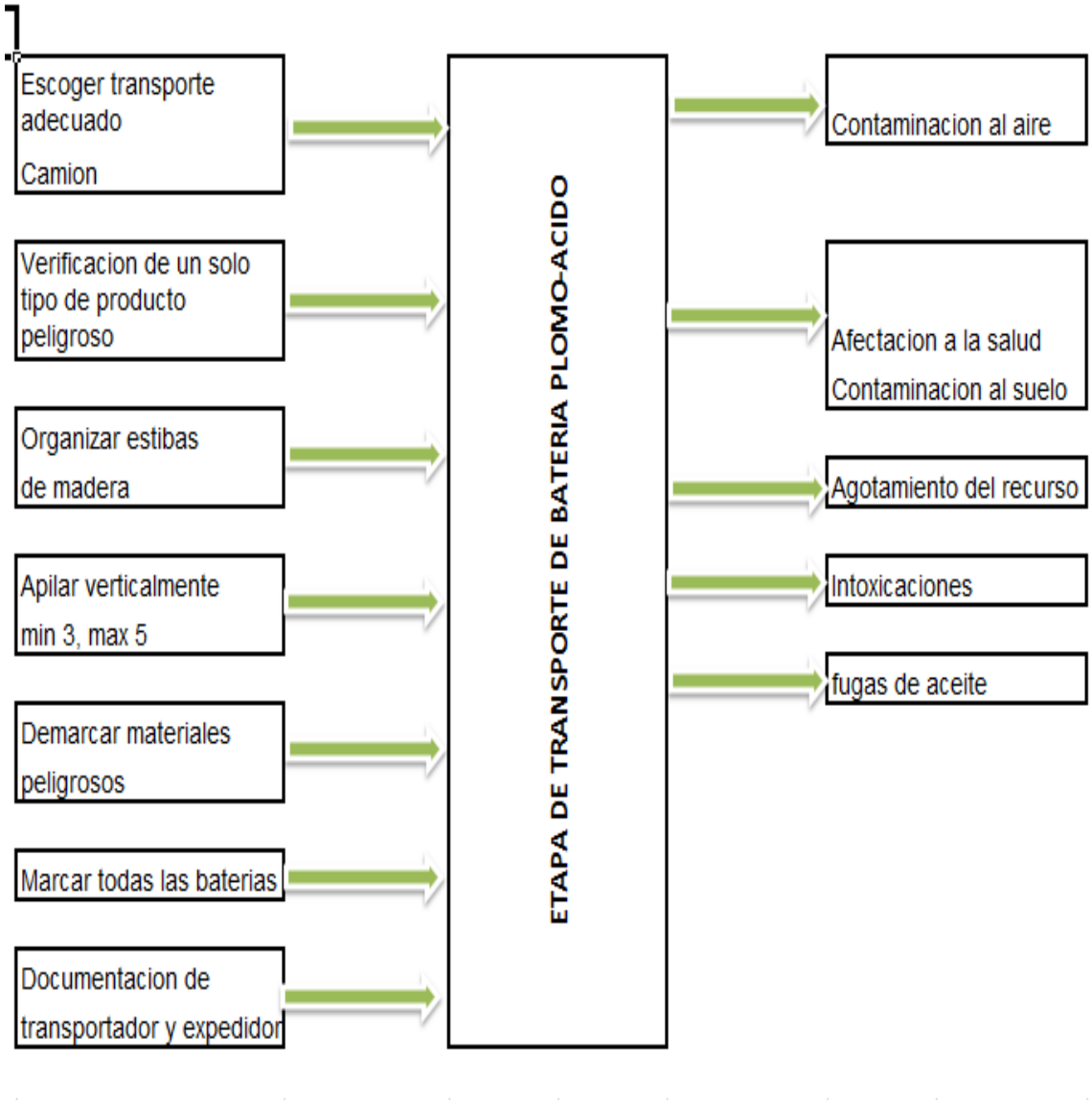


Figura 14. Diagrama ambiental de transporte
Fuente: Autores

4.2.4 Uso o utilización

La utilización de las baterías de Plomo-Ácido empieza desde el momento que este producto llega a manos del consumidor y sus principales aplicaciones son:
Destinadas al arranque de automotores. Tienen que ser capaces de descargar el máximo de corriente posible en un corto espacio de tiempo manteniendo un alto voltaje. Tienen que ser capaces de aguantar muchas descargas incluso con cambios fuertes de temperatura. El peso, el diseño y la forma son también características determinantes.

Para poder cumplir su tarea principal que es arrancar un motor, se necesita mucha energía en un periodo corto de tiempo. Las baterías de arranque tienen generalmente una baja resistencia interna.

Funciones de la batería automotriz.

- Proporcionar energía al motor de arranque, el sistema de inyección y el sistema de ignición, para encender el motor.
- Ofrecer energía adicional cuando la demanda eléctrica del vehículo excede la que puede proporcionar el alternador.
- Proteger el sistema eléctrico, estabilizando la tensión y compensando o reduciendo las variaciones que pudieran ocurrir dentro del sistema.

A continuación se presenta el diagrama ambiental de proceso para la etapa de uso, en el se indican las condiciones a las que se someten las baterías durante su utilización, y los impactos generados durante la manipulación del producto

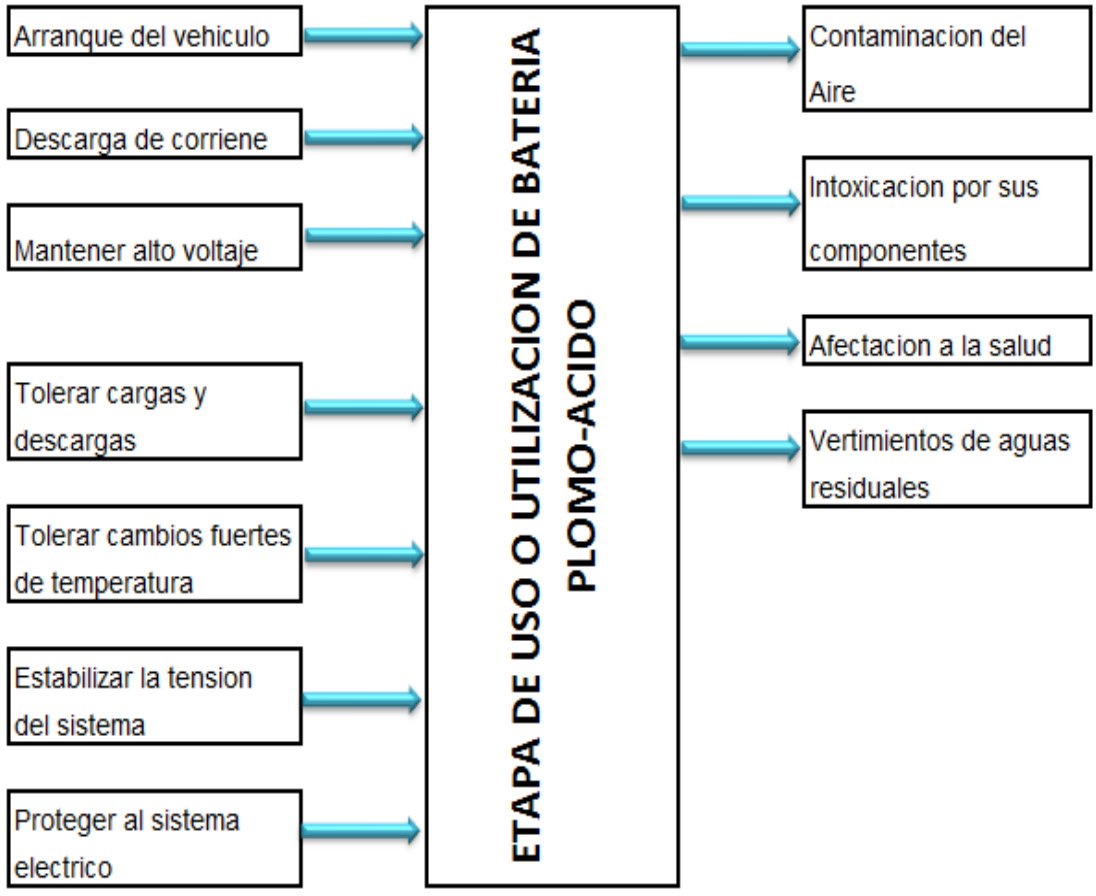


Figura 15. Diagrama ambiental de uso o utilización
Fuente: Autores

4.2.5 Desecho o salida de uso

En esta etapa se realiza el desecho de las baterías, al final de su vida útil, y es la etapa en donde se decide una disposición final adecuada, permitiendo un proceso limpio o reutilización de los materiales reciclables y así prevenir o mitigar la contaminación y la afectación a la salud humana y al medio ambiente que los componentes de estas batería generan.

Según la Resolución 372 de 2009[25] la cual dice lo siguiente:

"**ARTÍCULO 1º. OBJETO**. La presente resolución tiene por objeto establecer los elementos que deben incluir los fabricantes o importadores de baterías plomo ácido del parque vehicular, en los Planes de Gestión de Devolución de Productos Pos consumo de Baterías Usadas Plomo-Ácido, para su retorno a la Cadena de importación-producción-distribución-comercialización, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente.

ARTÍCULO 2º. AMBITO DE APLICACIÓN. Los residuos o desechos objeto del presente acto administrativo comprenden los baterías usadas Plomo-Ácido del parque vehicular. Están sujetos a formular, presentar y desarrollar los Planes de Gestión de Devolución de Productos Pos consumo de Baterías Usadas Plomo-Ácido las siguientes personas naturales o jurídicas: a) Aquellos que fabrican baterías Plomo-Ácido en el territorio nacional. b) Aquellos que importan baterías Plomo-Ácido según numeral arancelario 8507.10.00.00 (Acumuladores de plomo) en una cantidad igual o superior a 300 unidades al año. Estos planes de devolución pueden ser formulados o desarrollados por grupos de importadores o fabricantes reunidos en torno a la naturaleza igual o similar de sus residuos.

ARTÍCULO 3º. DEFINICIONES. Para efectos de aplicación de la presente resolución, se adoptan las siguientes definiciones: Acopio: Acción tendiente a reunir productos desechados o descartados por el consumidor al final de su vida útil y que están sujetos a planes de gestión de devolución de productos pos consumo, en un lugar acondicionado para tal fin, de manera segura y ambientalmente adecuada, a fin de facilitar su recolección y posterior manejo integral. El lugar donde se desarrolla esta actividad se denominará centro de acopio. Batería Plomo-Ácido: Dispositivo que permite almacenar energía eléctrica en forma química y liberarla cuando se conecta con un circuito de consumo externo. Las reacciones químicas pueden ser reversibles por lo que se considera recargable. Sus constituyentes fundamentales son el plomo como sustancia activa y ácido sulfúrico en dilución que permite el transporte de electrones. Almacenamiento: Es el depósito temporal de residuos o desechos peligrosos en

[25] MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, 2009, Por la cual se establecen los elementos que deben contener los Planes de Gestión de Devolución de Productos Pos consumo de Baterías Usadas Plomo Acido, y se adoptan otras disposiciones, recuperado el 27 de agosto de 2015

un espacio físico definido y por un tiempo determinado con carácter previo a su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final. Fabricante: Toda persona natural o jurídica que fabrica o ensamble baterías Plomo-Ácido. Plan de Gestión de Devolución de Productos Pos consumo: Es el instrumento de gestión que contiene el conjunto de reglas, acciones, procedimientos y medios dispuestos para facilitar la devolución y acopio de productos pos consumo que al desecharse se convierten en residuos o desechos peligrosos, con el fin de que sean enviados a instalaciones en las que se sujetarán a procesos que permitirán su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final controlada. Receptor: El titular autorizado para realizar los actividades de almacenamiento, aprovechamiento y/o valorización (incluida la recuperación, el reciclado o la regeneración), el tratamiento y/o la disposición final de residuos o desechos peligrosos.

A continuación se describe el diagrama de proceso ambiental para la etapa de desecho o salida de uso de las baterías, en el se describen los materiales que podrán ser recuperados y los desechos que generaran los impactos ambientales.

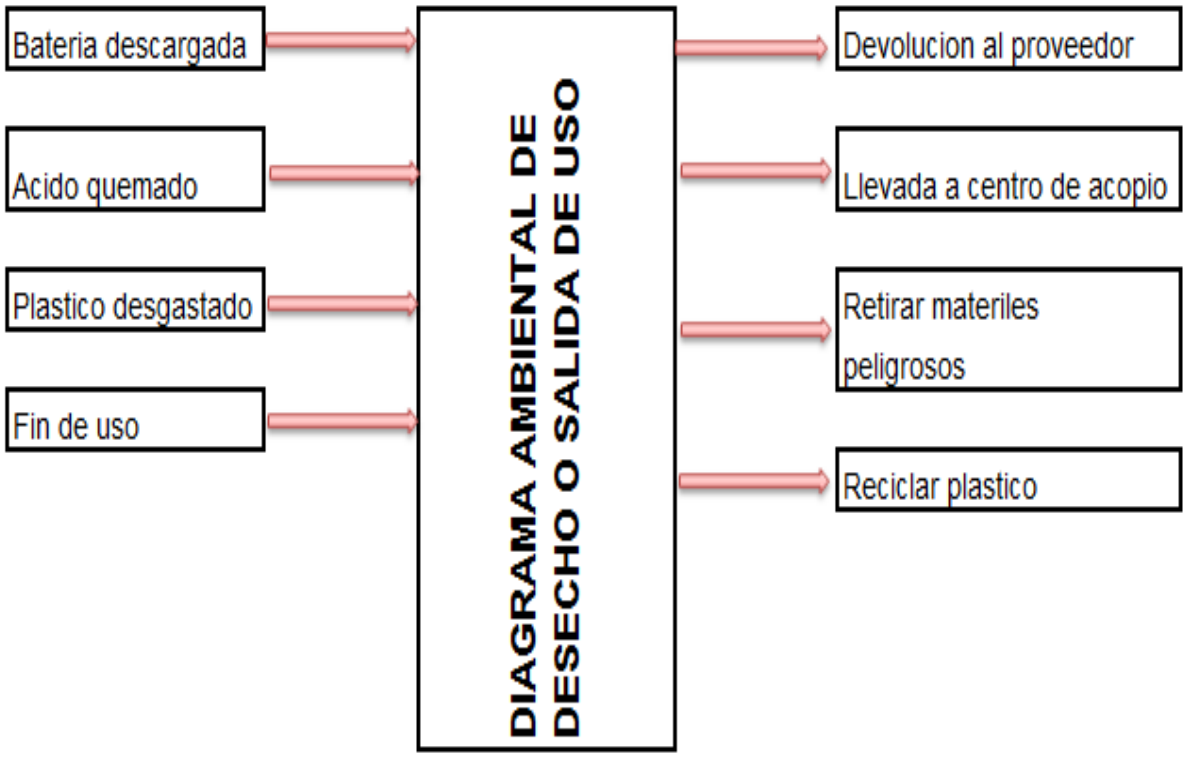


Figura 16. Diagrama ambiental de desecho o salida de uso
Fuente: Autores

5. EVALUACIÓN DE IMPACTO

Esta fase de la metodología comprende el análisis y valoración de los impactos ambientales generados en cada una de las etapas, para ello se utilizan como herramientas de evaluación el software Simapro, la matriz de Vicente Conesa y la matriz MED.

5.1 ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE LA BATERIA DE PLOMO-ÁCIDO UTILIZANDO EL SOFWARE SIMAPRO

5.1.1 Información general del software

Simapro es un software para realizar análisis de ciclo de vida, es utilizado en más de 60 países, es una herramienta profesional para el cálculo de los impactos ambientales, sociales y económicos asociados a un producto o servicio a lo largo de todo su ciclo de vida, con la aplicación al Eco diseño, las eco etiquetas, el cálculo de huellas de carbono y de huellas hídricas entre otras.

Para el análisis, Simapro cuenta con una base de datos de materiales y procesos muy completa que incluye bases de datos científicas de reconocido prestigio internacional entre las que destacan Ecoinvent o la European Life Ciclo Database (ELCD) entre otros.

El programa contiene también las principales metodologías de evaluación de impacto (CML 2001 baseline, Ecoindicator 99, Recipe, Impact 2002 +, IPCC 2007 GWP 100ª. [26]

5.1.2 Utilización del software

Para iniciar con el análisis del ciclo de vida de las baterías de Plomo-Ácido, se recopilaron datos específicos, dependiendo de la etapa analizar por el software.
Cabe la pena resaltar que este software proporciona varios métodos de análisis a nivel mundial, En la siguiente figura se observan las metodologías de análisis con las que cuenta Simapro

[26] Características del Software Simapro, recuperado el 15 de agosto de 2015 http://www.simapro.es/versions.html#titol3

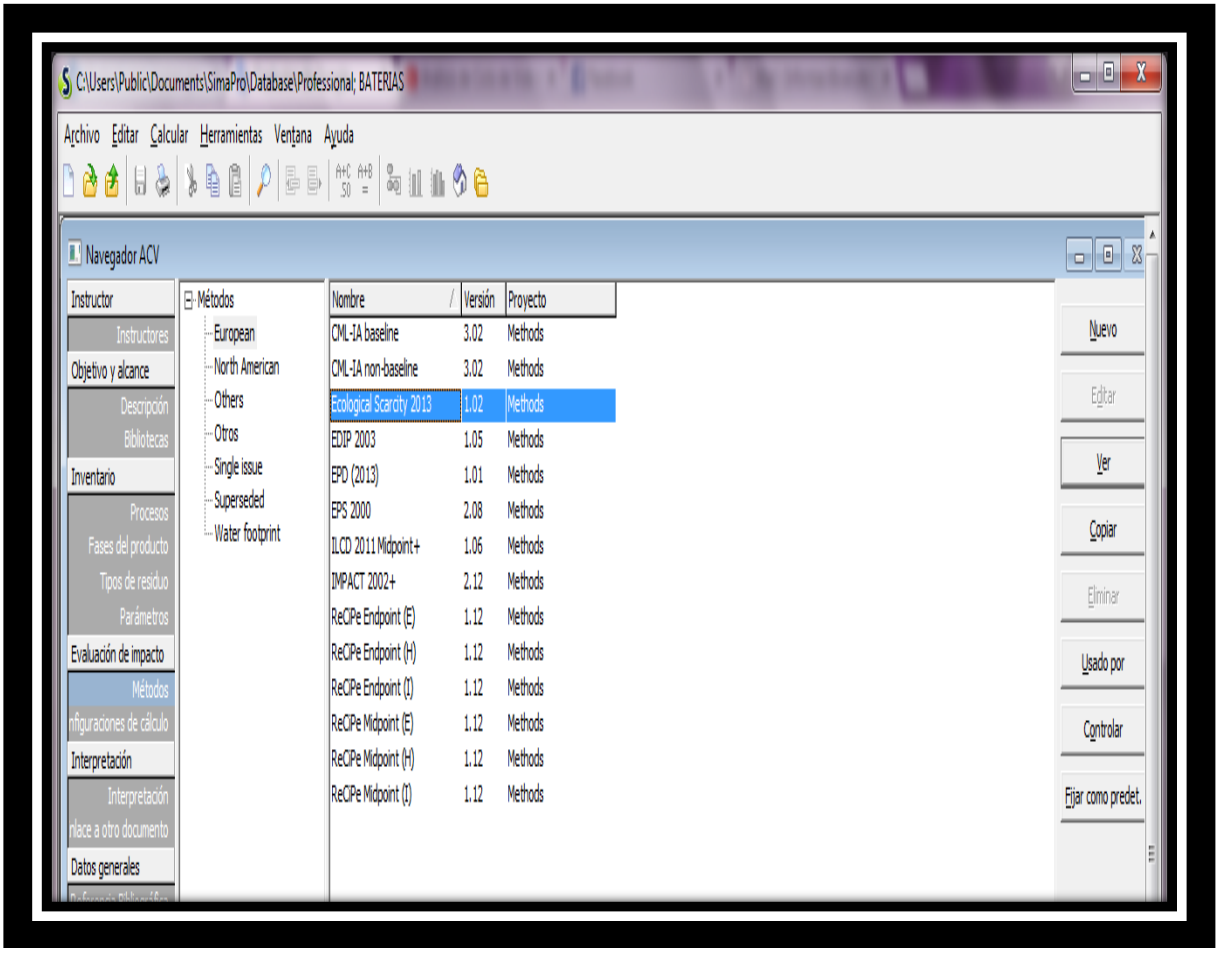


Figura 17. Metodologías para el análisis

El método escogido para el análisis y valoración de los impactos ambientales durante todo el ciclo de vida de las baterías de Plomo-Ácido es el Ecological Scarcity 2013 (Método de la escasez ecológica). [27]

El cual consiste a partir de 1999 en evaluar el impacto de las emisiones contaminantes y las actividades de extracción de recursos en el medio ambiente como parte de una evaluación del ciclo de vida. Las métricas clave de este método son eco-factores, que miden el impacto ambiental de las emisiones contaminantes, o las actividades de extracción de recursos en eco-puntos (UBP) por unidad de cantidad. Además de incluir impactos ambientales que afectan también la salud humana, obteniendo datos de enfermedades cancerígenas, respiratorias entre otras.

[27] Características del Software Simapro, recuperado el 15 de agosto de 2015 https://books.google.com.co/

Para la valoración en el software se utiliza la referencia señalada en la figura 18, de una batería promedio, debido a que en el software se debe trabajar con valores específicos, tanto de cantidad de materiales, como de energía.

Para esto se cuenta con una ficha técnica que nos proporciona las piezas con las que esta ensamblada la batería para automóvil MAC REFERENCIA NS 40420.
En el siguiente cuadro de observan las especificaciones técnicas y dimensiones correspondientes a la batería a analizar.

Encontrados 55 registros

REFERENCIACIÓN MAC		REFERENCIACIÓN NORMA			ESPECIFICACIONES		DIMENSIONES (mm)		
REFERENCIA	GRUPO	BCI	JIS	DNI	CCA (0° F)	Reserva (mm)	Largo	Ancho	Alto
NS40420	NS40 / NS40L		NS40 / NS40L		280	50	187	127	227
NS40500	NS40 / NS40L		NS40 / NS40L		330	60	187	127	227
NS40560	NS40 / NS40L		NS40 / NS40L		390	70	187	127	227
NS60500	NS60 / NS60L	51 / 51R	N40, NS60 / N40L, NS60L		330	60	236	127	223

Figura 18. Especificaciones técnicas[28]

[28] Características del Software Simapro recuperado el 15 de agosto de 2015 http://www.mac.com.co/?r=site/page&view=productos-informacion-tecnica

Para iniciar, Baterías Mac, brindo pesos específicos de cada uno de los materiales que componen las partes de la batería, los cuales son resumidos a continuación.

PARTES DE LA BATERIA PLOMO-ACIDO MAC	MATERIALES	PORCENTAJE	PESO (gramos)
REJILLA	Plomo	16	2880
	Estaño	4	720
	Calcio	4	720
	Oxido de Plomo	6	1080
	Lamina Cobre	12	2160
PLACAS	Oxido de Plomo	2	360
	Estaño	4	720
	Calcio	4	720
PLACAS POSITIVAS	Peróxido de Plomo (Pb 02)	2	360
PLACAS NEGATIVAS	Plomo esponjoso	2	360
SEPARADORES	Polietileno	4	720
ELECTROLITO	Acido sulfúrico (H2 SO4)	15	2700
	Agua desmineralizada	6	1080
CAJA DE LA BATERIA	Polipropileno	4	720
TAPON	Polipropileno	4	720
CONECTORES	Polipropileno	2	360
	Plomo- Cobre	9	1620
TOTAL		**100**	**18000**
PESO TOTAL DE UNA BATERIA PLOMO-ÁCIDO (gramos)			**18000**

Tabla 3. Pesos específicos de los componentes de las baterías[29]

[29] Pesos específicos de materiales, recuperado el 25 de septiembre de 2015 http://www.mac.com.co/?r=site/page&view=productos-informacion-tecnica

El siguiente paso es el análisis de las etapas en el software, se procede a introducir cada entrada (materia prima o actividad) conocida que nos proporciona la naturaleza, las cuales para este caso particular de estudio son materias primas:

- Ácidos
- Químicos
- Plástico
- Agua
- Metales (Estaño, Plomo, Cobre)
- Calcio

Y las diferentes actividades que están descritas en los diferentes diagramas ambientales de cada etapa, descritos anteriormente.

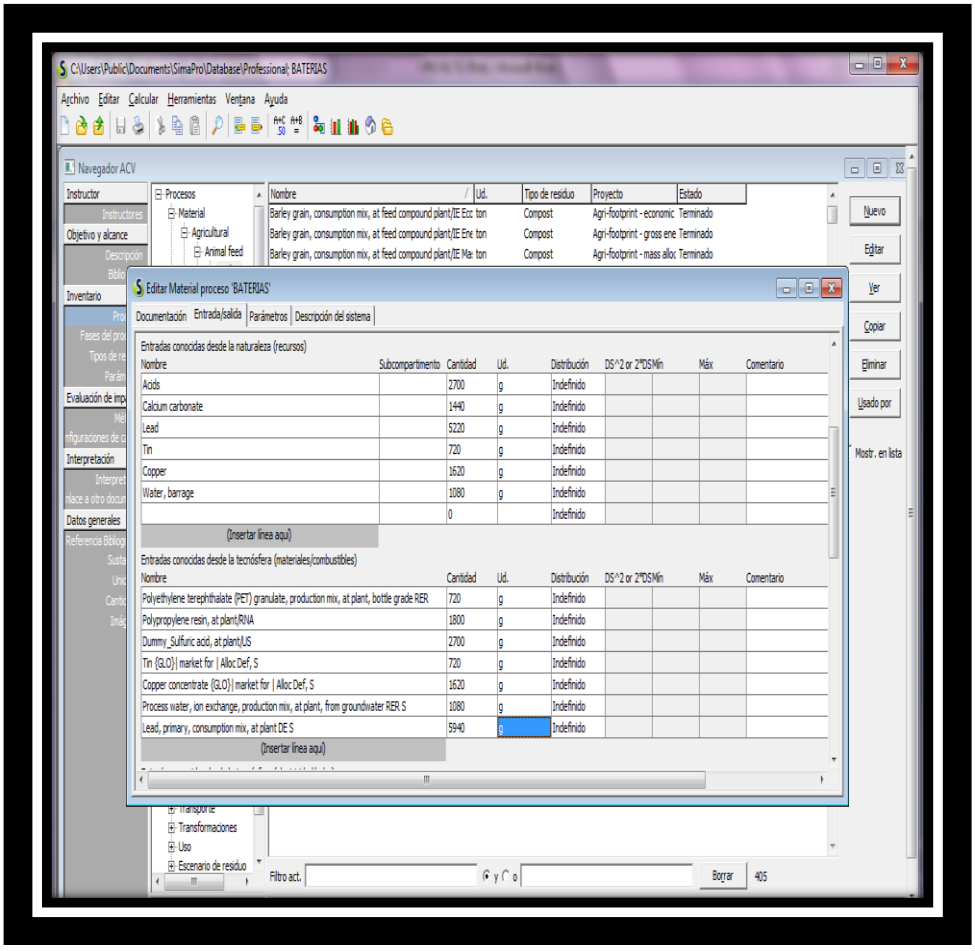


Figura 19. Introducción de materias primas y actividades
Fuente: Autores

A continuación se introduce cada una de las actividades durante todo el ciclo de vida de la batería con sus respectivos pesos y unidades, para este estudio y análisis, las unidades utilizadas están dadas en GRAMOS, como se ve en la siguiente figura.

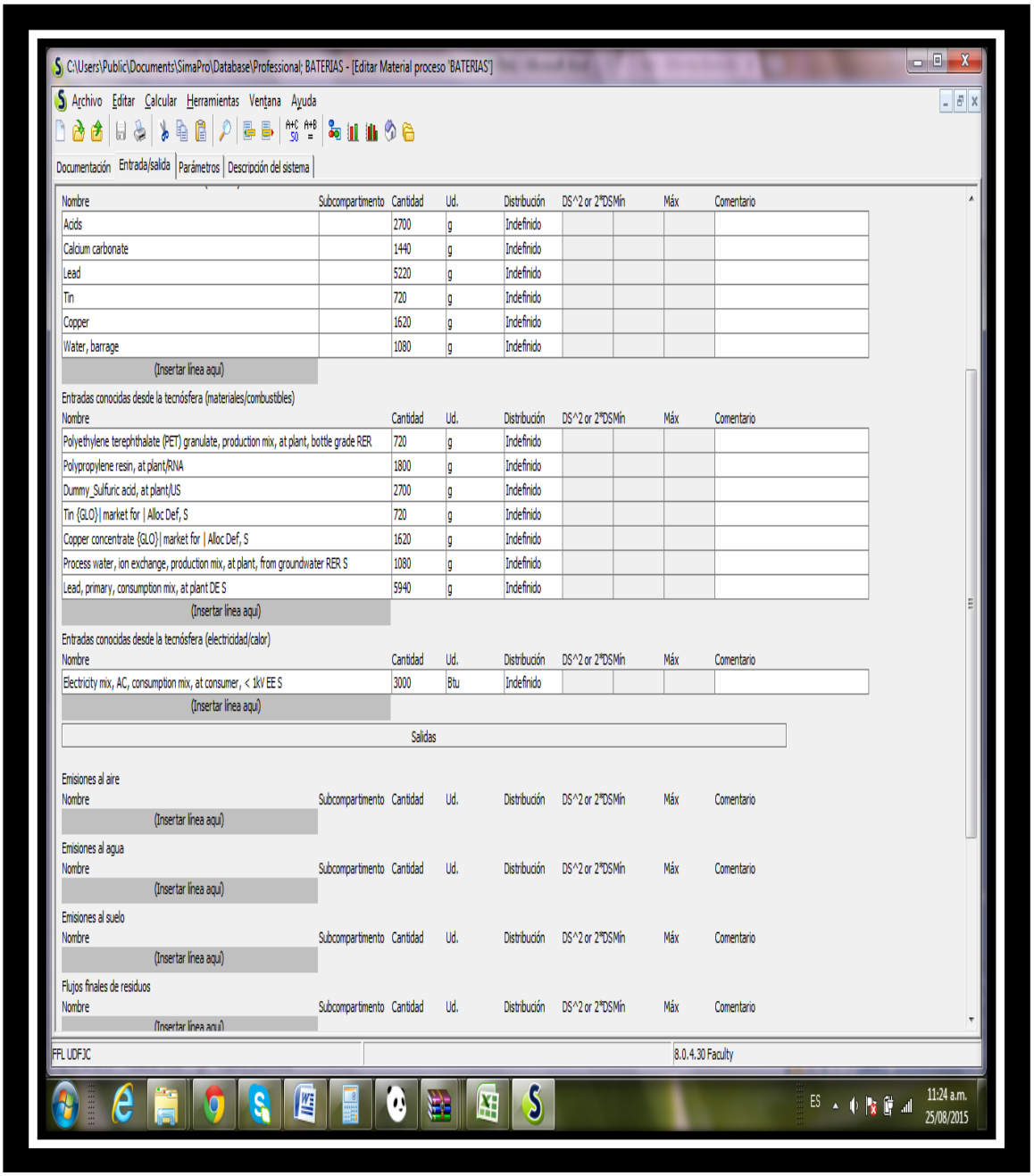


Figura 20. Actividades Simapro
Fuente: Autores

El software cuenta con una base de datos la cual suministra información sobre los procesos de extracción y transporte de cada una de las materias primas que se incluyen en el estudio, lo cual es la base para el análisis de ciclo de vida en esta etapa inicial, proveyendo información detallada sobre la cantidad de contaminantes e impactos que genera al medio ambiente y a la salud humana.

El siguiente diagrama de árbol muestra los diferentes nodos que se desprenden verticalmente de acuerdo con la información contenida en la base de datos para una materia prima en particular.

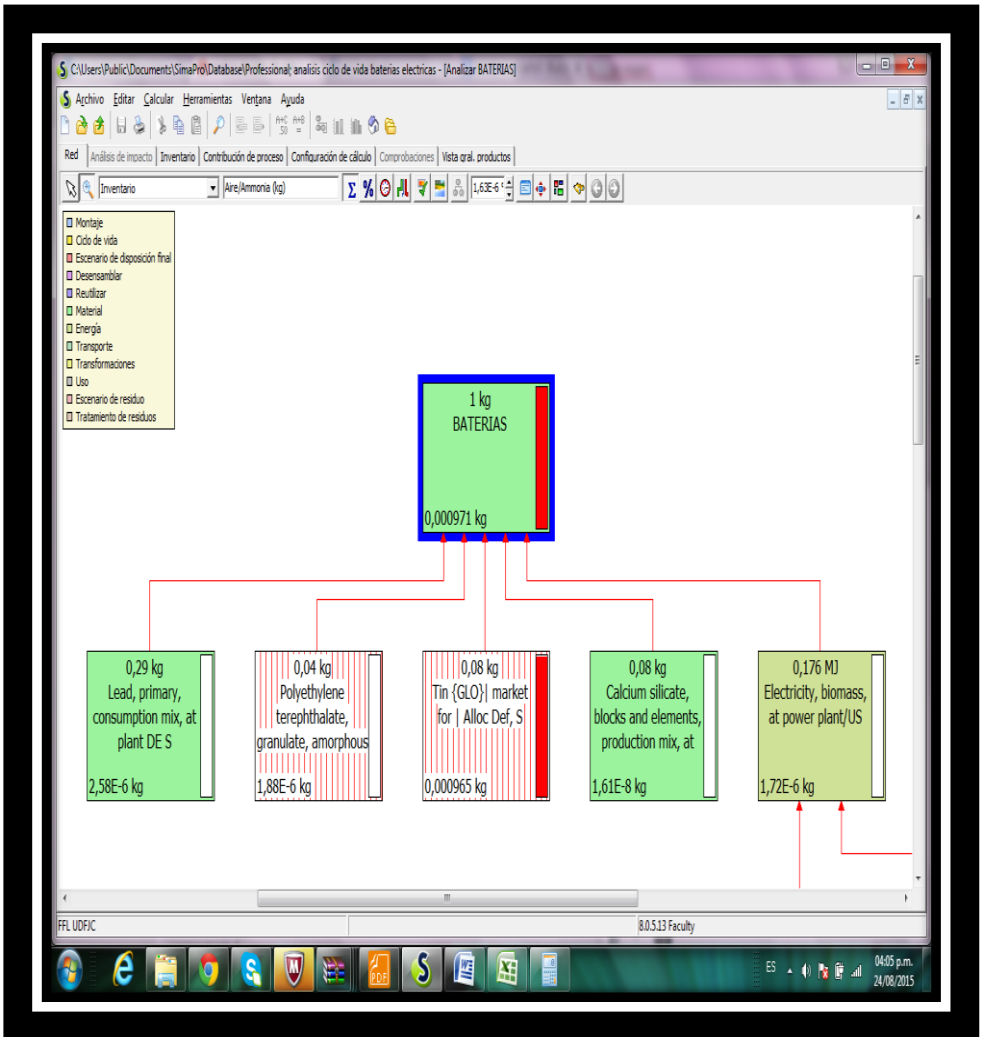


Figura 21. Diagrama de árbol Simapro
Fuente: Autores

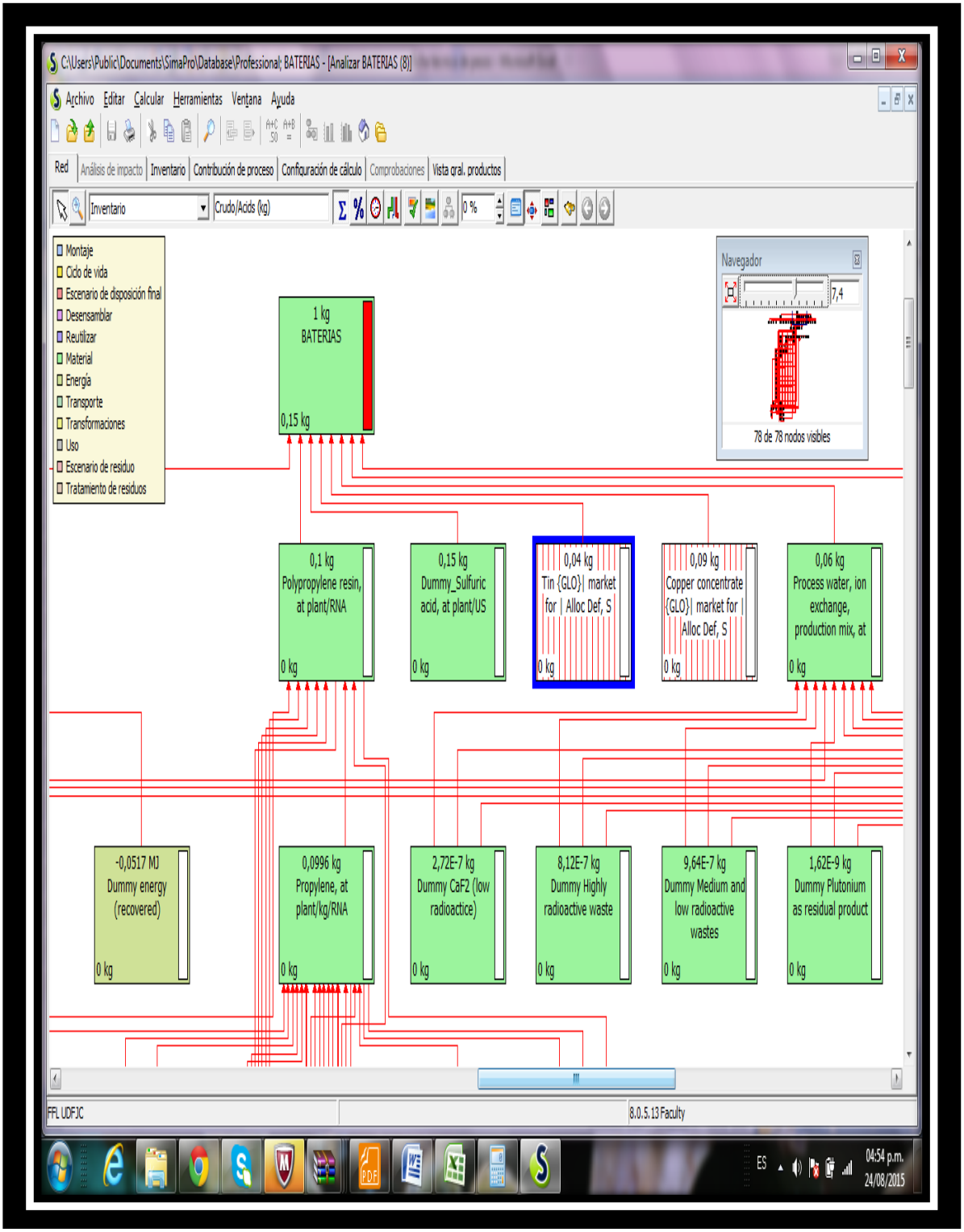


Figura 22. Diagrama de árbol 2 Simapro
Fuente: Autores

Ya con esta información arrojada por el software se obtiene la posibilidad de realizar un análisis más riguroso de cada uno de los impactos generados y efectos que realiza en cada factor ambiental de la naturaleza como se muestra a continuación.

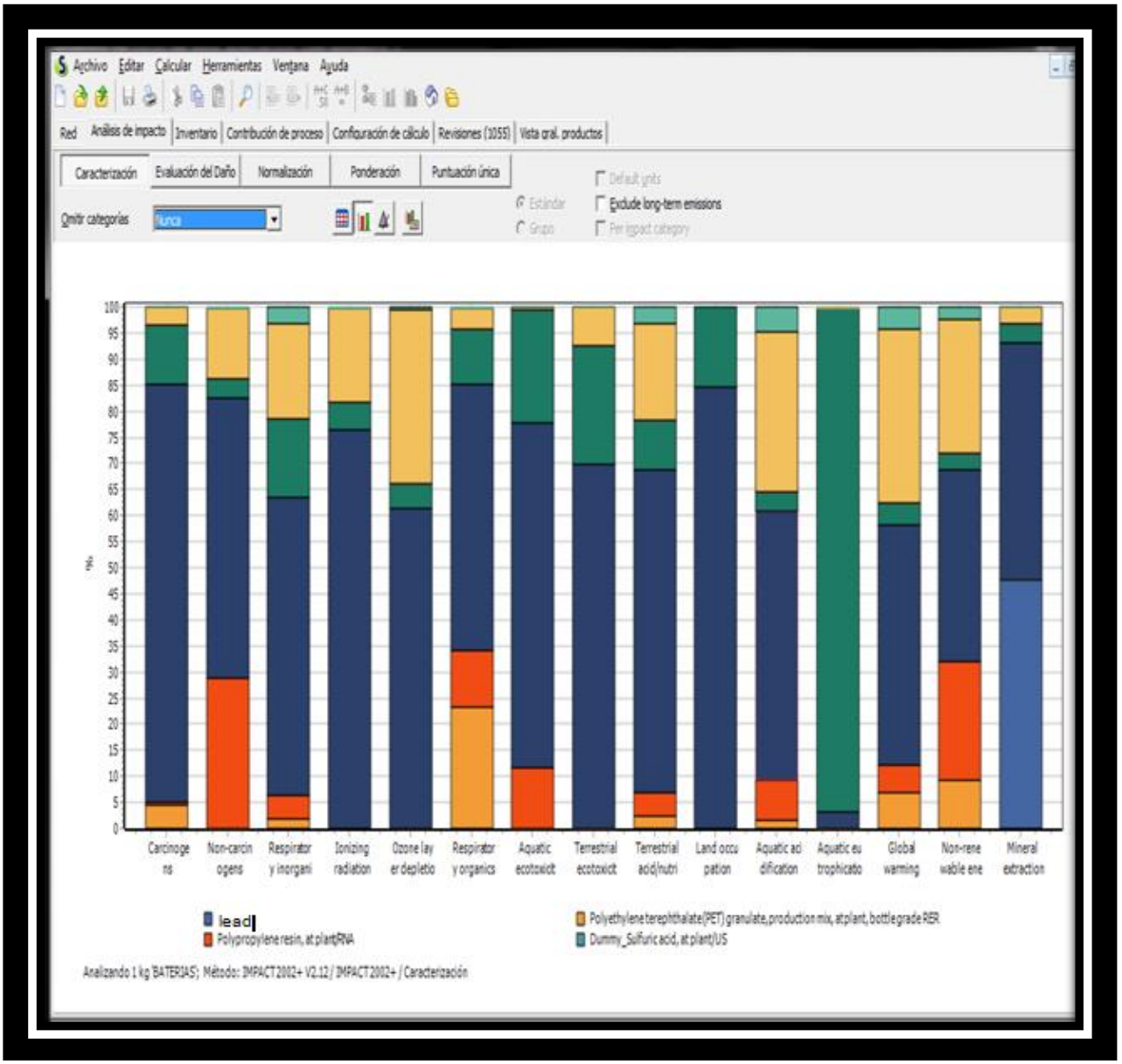


Figura 23. Material más contaminante durante el ciclo de vida
Fuente: Autores

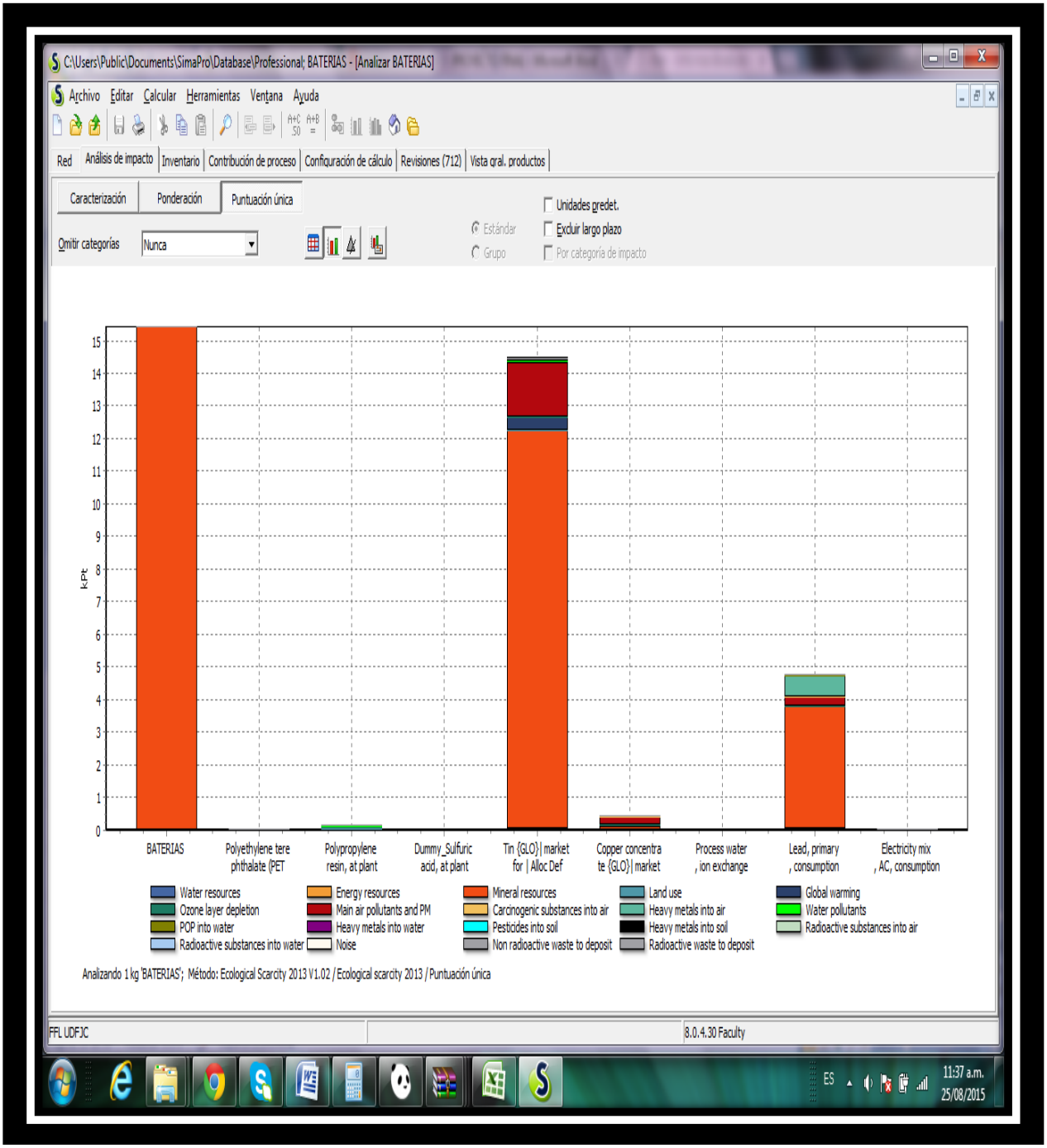


Figura 24. Mayor afectación a los factores ambientales
Fuente: Autores

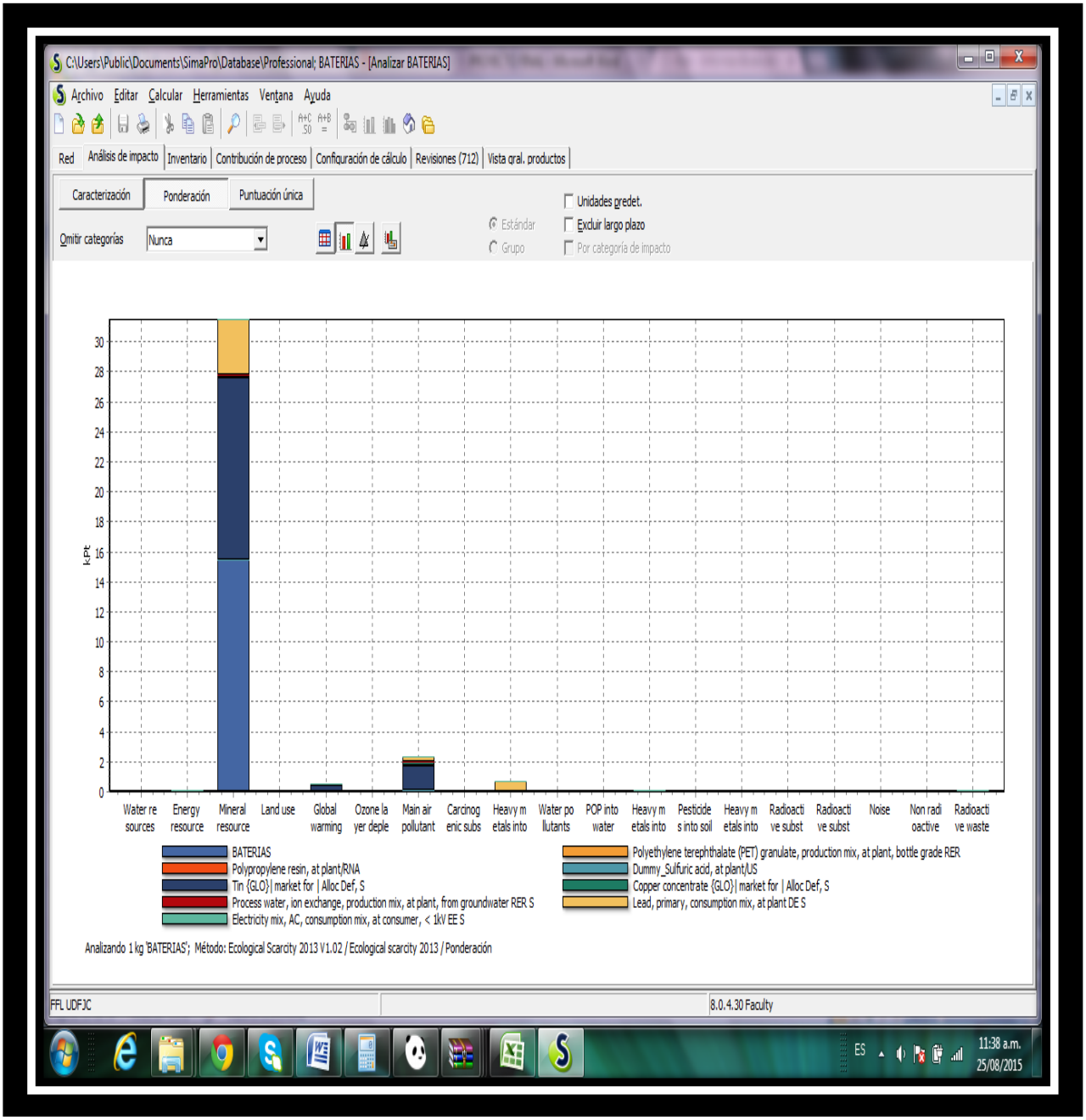


Figura 25. Mayor afectación al medio ambiente
Fuente: Autores

5.2 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE LAS BATERÍAS UTILIZANDO MATRIZ DE VICENTE CONESA

También resulta necesario realizar el análisis y valoración de los impactos ambientales de la batería de Plomo-Ácido, por medio de la técnica de valoración conocida como la matriz de Vicente Conesa.

Esta matriz ayuda a identificar y establecer en primer lugar y atravez de los factores ambientales considerados, los indicadores capaces de medirlos, la unidad de medida y la magnitud de los mismos, transformando estos valores en magnitudes representativas, no de su alteración si no de su impacto neto sobre el medio ambiente.

5.2.1 Predicción de la magnitud de los impactos

Se expresa para cada factor ambiental seleccionado, un indicador capaz de medirlo, para este caso se calificara con valores de 1, 5 y 10 a, siendo 1 el de menor significancia o impacto, 5 un valor moderado y neutro y 10 el valor con mayor grado de significancia e impacto.

Los parámetros de evaluación según la metodología de Vicente Conesa se muestran a continuación:

Resumen parámetros de calificación de importancia

NATURALEZA		INTENSIDAD (I) (Grado de destrucción)	
Impacto beneficioso	+	Baja	
Impacto perjudicial	-	Media	
		Alta	
EXTENCION (EX)		MOMENTO (MO)	
(Area de influencia)		(Plazo de manifestación)	
Puntual		Largo plazo	
Local		Medio plazo	
Extenso		Corto plazo	
Total			
Crítica			
PERSISTENCIA (PE)		REVERSIBILIDAD (RV)	
(Permanencia del efecto)			
Fugaz		Corto plazo	
Temporal		Medio plazo	
Permanente		Irreversible	
SINERGIA (SI)		ACUMULACION (AC)	
(Regularidad de manifestación)		(Incremento progresivo)	
Sin sinergismo			
Sinérgico		simple	
Muy sinérgico		acumulativo	
EFECTO (EF)		PERIODICIDAD (PR)	
(Relación causa – efecto)		(Regularidad de la manifestación)	
Indirecto (secundario)		Irregular o periódico y discontinuo	
Directo		Periódico	
		Continuo	
RECUPERABILIDAD (MC)		IMPORTANCIA (I)	
(Reconstrucción por medios humanos)			
Recuperable de manera inmediata	1	I = +/- (3 I + 2EX + MO + PE + RV + SI +	
Recuperable a medio plazo	2	AC + EF + PR + MC)	
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

Tabla 4. Parámetros de calificación[30]

[30]"Pesos específicos de materiales ,recuperado el 15 de agosto de 2015 http://www.academia.edu/4728000/METODOLOG%C3%8DACONESAPARALAEVALUCI%C3%93N_DE_IMPACTOS_AMBIENTALES

Los parámetros que se utilizan en el análisis de los impactos ambientales para este caso se describen a continuación:

- Incidencia: Representa la intensidad de la acción causal sobre el factor impactado en el área en la que se produce el efecto.
- Severidad: Grado de significancia del impacto
- Naturaleza: Se refiere a si el orden del impacto generado es de carácter positivo o negativo.
- Regulación ambiental: Este parámetro
- Duración: Representa la duración de la acción causal sobre el factor impactado en el área en la que se produce el efecto.
- Sinergia:
- Manifestación:
- Comunidad:

El grado de significancia total se obtiene de la siguiente fórmula que la metodología nos indica:

((Incidencia * 2) + (severidad * 2) + (Regulación + Situación + Duración + Sinergia + Manifestación) + comunidad)

Y por último la consideración de impacto se resume en la siguiente tabla

PARÁMETROS JERARQUIZACIÓN IMPORTANCIA IMPACTOS	CONSIDERACIÓN
Entre 80 Y 100	Impacto Significante
Entre 50 y 79	Impacto Moderado
Entre 11 y 49	Impacto No significativo

Tabla 5. Parámetros de jerarquización
Fuente: Autores

5.2.2 Formato matriz de Vicente conesa

A continuación se observa el formato de la matriz de Vicente conesa, utilizada para el análisis del ciclo de vida de la batería Plomo-Ácido.
ANÁLISIS EN LA MATRIZ **(VER ANEXO B)**

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE LA BATERIA PLOMO-ÁCIDO MATRIZ DE VICENTE CONESA														
ETAPA	**ACTIVIDAD**	**FACTOR AMBIENTAL**	**ASPECTO AMBIENTAL**	**IMPACTO AMBIENTAL**	**Signo del impacto (+/-)**	**Incidencia (I)**	**Severidad (se)**	**Regulación ambiental (Re)**	**Situación (Si)**	**Duración (Du)**	**Sinergia (Sg)**	**Manifestación (Ma)**	**Comunidad (Co)**	**SIGNIFICANCIA**	**CONSIDERACIÓN IMPACTO**
		Aíre													
		Agua													
		Suelo													
		Flora													
		Fauna													
		Socioeconómico													

Tabla 6. Formato matriz de Vicente Conesa
Fuente: Autores

5.3 APLICACIÓN DE LA MATRIZ MED EN EL ANALISIS DEL CICLO DE VIDA DE LA BATERIA PLOMO-ÁCIDO

La matriz MED (materiales, energía y desechos) analiza los problemas ambientales de un producto de forma cualitativa, donde se busca establecer un perfil ambiental del producto en todo su ciclo de vida asumiéndolo como sistema. La matriz es un soporte para analizar todo el ciclo de forma vertical y los efectos ambientales generados de forma horizontal, los problemas ambientales son

agrupados en tres áreas principales: ciclo de materiales (entradas / salidas), uso de energía (entradas / salidas) y desechos (salidas). El producto debe analizarse desde la producción y suministro de materiales y componentes, producción, distribución, utilización (operaciones y servicios) y disposición y recuperación final. [31]

MATRIZ MED PARA BATERIAS DE PLOMO-ACIDO
(MATERIALES-ENERGIA-DESECHO)

ETAPAS		MATERIALES	ENERGIA	DESECHOS
1	EXTRACCION DE MATERIA PRIMA	Plomo, Cobre, Calcio. Agua desmineralizada, Acido sulfurico; polipropileno, Poliestireno, Oxido de Calcio	Combustible, Energia Electrica,	Almacenamiento de Plomo, Empaque de elementos, Aguas residuales de lavado de materias primas,
2	PROCESO DE PRODUCCION	Soldaduras, Moldes, Cobre, Pinzas, Recurso humano, Lijas, Mezclas, Maquinaria	Energia Electrica, Combustible	Agua contaminada con acidos, viruta y cascaras de plastico, Polvo, material particulado, residuos de limpieza y lavado.
3	TRANSPORTE	Camiones, Camabajas, Estibas, laminas, Cajas, Etiquetas, Mano de obra, Pegamento	Combustible	Generacion de humos, Generacion de gases, desechos de etiquetado
4	USO	Elementos para limpieza y mantenimiento	Agua, Jabon, Elementos de limpieza	Agua contaminada con jabon, desechos de elementos de aseo
5	DESECHO	Reciclaje, Incineracion	Combustible	Material reciclable, Producto desechado

Tabla 7. Aplicación de la matriz Med
Fuente: Autores

La matriz anterior proporciona informacion sobre los materiales, la energia y los desechos que se generan a lo largo de todo el ciclo de vida de las baterias de Plomo-Ácido, en ella se puede observar que la etapa donde se generan mas desechos e impactos ambientales es la etapa del proceso de produccion, debido a que en esta etapa, se manipulan sustancias peligrosas y se generan grandes contamienantes que afectan a todos los factores ambientales, incluyendo la salud publica.

[31] Pesos específicos de materiales ,recuperado el 15 de agosto de 2015 http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358029 /ContenidoLinea /leccin_15_matriz_med.html

6. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS

6.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MATRIZ DE VICENTE CONESA

Al finalizar la valoración tanto cuantitativa como cualitativa en la matriz de Vicente Conesa, se tiene como resultado lo siguiente:

La mayoría de actividades con impacto significativo se presentan en las etapas de extracción y proceso productivo, siendo las más sobresalientes, las extracciones de recursos naturales; como lo es del plomo, estaño y pastico, por nombrar algunos, afectando considerablemente y generando el agotamiento del recurso en nuestro territorio a largo plazo pero sin ningún tipo de reversibilidad.

Las emisiones de gases son otro impacto significativo, afectando al aspecto ambiental del aire, y la generación de residuos sólidos y de aguas residuales, tienen también alto impacto teniendo como efecto la contaminación de los aspectos ambientales agua y suelo, por otro lado se observa una afectación considerable, en las actividades de extracción y proceso productivo, el derrame de sustancias químicas que si bien no son muy comunes e incidentes, si llegaran a presentarse generarían un impacto altamente significativo, y de poca reversibilidad.

Los aspectos bióticos del medio ambiente durante el ciclo de vida de las baterías de Plomo-Ácido, también sobresalen en los resultados obtenidos en la matriz, la flora y la fauna, se ven afectados durante la extracción de materia prima, para el caso de la fauna alterando el hábitat natural de las especies y posteriormente el agotamiento de los recursos naturales con los que se benefician del medio ambiente, adicionalmente la generación de aguas residuales y de residuos sólidos afectan la calidad de vida de las especies animales de nuestro ambiente.

Otro punto para resaltar en la etapa de proceso productivo es la manipulación de materias primas como el plomo y los ácidos por parte del recurso humano que participa en el proceso, si no se cuentan con los elementos de protección adecuados a la hora de la manipulación, el impacto en la salud humana es altamente negativo, ya que como se sabe el plomo es una sustancia de un alto grado de toxicidad, generadora de enfermedades como el cáncer a largo plazo, por esta razón el aspecto socioeconómico aparte de tener un impacto positivo por la generación de empleo, también puede convertirse en negativo si no se toman las medidas de precaución y prevención.

6.2 ANÁLISIS GENERAL DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS SIMAPRO

A continuación se realiza el análisis general de los resultados obtenidos por el software Simapro:

Según las gráficas con los resultados mostrados anteriormente, podemos analizar y concluir que el componente más contaminante durante el ciclo de vida de las baterías de Plomo-Ácido, es el plomo, sustancia que afecta considerablemente la salud humana a largo plazo, las grafías nos arrojan que el segundo componente altamente contaminante es el estaño, además de que afecta el agotamiento de los recursos naturales debido a que su proceso de extracción es bastante exigente con la naturaleza.

En las gráficas también se puede observar que los recursos naturales que más se ven impactados son los recursos minerales, por encima de los recursos vegetales y de los recursos animales.

En cuanto al recurso natural que más se agota en la naturaleza es el extraído de los vegetales, que en el caso de las etapas de las baterías es el polipropileno proveniente de los árboles, causando gran impacto al aspecto flora de la naturaleza.

Según la gráfica mostrada en la figura 23, el componente ácido sulfúrico tiene un porcentaje elevado de afectación al suelo y al agua, en caso de ser derramado, y a pesar de ser un aspecto poco probable, si llegara a ocurrir tendría un impacto moderado o alto según su ocurrencia.

7. FORMULACIÓN DE MEJORAS

De lo expuesto en el presente trabajo, se puede deducir lo potencialmente contaminante y riesgoso de los materiales que componen las baterías de Plomo-Ácido, derivado de la toxicidad del plomo y la corrosividad del ácido sulfúrico.

Es por esto que cobra vital importancia el correcto manejo de este residuo peligroso una vez terminada su vida útil, ya que un inadecuado proceso puede traer consigo impactos negativos para la salud humana y contaminación ambiental.

Tomando en cuenta que a escala mundial las baterías constituyen el uso del plomo más grande del mundo, siendo el mercado de más alto crecimiento y llegando incluso al 80% del consumo de plomo mundial actual.
Adicionalmente a esta situación, se tiene como contrapartida el valor comercial que adquiere este residuo en la etapa final de su vida útil, que procesado de manera correcta y adecuada, nos puede entregar casi el ciento por ciento de recuperación de los materiales constitutivos de ésta, especialmente el plomo, siendo muy demandado en el mercado local y mundial, dado a sus variadas e importantes aplicaciones en roles esenciales de la industria, tecnología y de servicios.

Por otro lado se debe tener en cuenta que el reciclaje del plomo en muchos casos y para el sector informal que sería quien se encargara de su reciclaje puede considerarse que esta actividad, no representa un ingreso lucrativo, porque los salarios obtenidos de esta actividad, generalmente, no superan los salarios mínimos del País; de manera tal, que los daños ambientales y a la salud son considerados mayoritarios que los ingresos, problemática que el estado y los planes de gobierno deben incluir, no solo con el plomo, si no con un gran número de residuos, que podrían reciclarse como se ha dicho anteriormente en un 100 %, evitando así daños considerables ambientalmente y de salud pública.

Otra actividad que podría mejorar considerablemente la contaminación y afectación al ambiente y a la salud humana, generada por los desechos que quedan al final de la vida útil de las batería de Plomo-Ácido, consiste en la recuperación de celdas completas (separadores y placas), electrolito, cajas y “plomo duro” de bornes, el cual es fundido para la confección y correspondiente soldadura de bornes nuevos.

En estos momentos son muy bajas las organizaciones que se dedican a la recuperación de estos elementos siendo más fácil la elaboración y extracción nueva de los recursos, pero con recursos y procesos adecuados de podría dar la recuperación disminuyendo así el grado de afectación.

Incentivar a la industria de reciclaje de baterías usadas para que cumplan con las regulaciones en cuanto a sistemas de seguridad industrial, procedimientos de recolección y manipulación del desecho, así como, a adoptar sistemas de gestión medioambiental que les permita mejorar su desempeño ambiental y cumplir con la legislación ambiental vigente.

Vigilar para que se cumplan las prácticas de embalaje y transporte de desechos peligrosos para que este sea seguro.

Invertir en equipos de mejor calidad y realizar entrenamientos continuos para los trabajadores que constantemente manipulan estos materiales el especial el plomo y el acido de modo que se puedan identificar los riesgos y la forma de evitarlos.

Definir e implementar una política de distribución y venta de baterías Plomo-Ácido, a los consumidores, con la exigencia de que éstos, dejen la unidad usada en el lugar de cambio o en sitios dispuestos para un acopio seguro, previo reconocimiento del valor económico de la misma, como descuento en la compra de la unidad nueva.

Las baterías contienen plomo y ácido sulfúrico, dos sustancias peligrosas para el medio ambiente, como se ha venido conociendo en el presente trabajo, por lo tanto, es fundamental si se va a realizar un almacenamiento transitorio de acumuladores eléctricos, que el recinto cumpla con los siguientes requisitos básicos:

- Piso en buen estado, que impida que cualquier derrame de ácido o de plomo tome contacto con la tierra.
- Techo en buen estado, para impedir que el agua de lluvia pueda caer sobre las baterías y lavarlas.
- Tarimas de madera donde colocar prolijamente los acumuladores sin que haya posibilidad de cortocircuito y d) inexistencia de fuentes de calor que puedan llevar a provocar un incendio (no olvidar que las cajas de las baterías son de plástico

8. CONCLUSIONES

- No hay un programa oficial de parte del Estado, para la recuperación, manejo y reciclaje de las baterías Plomo-Ácido usadas. Esta actividad está en manos de microempresas formales e informales, basadas en la libre oferta y demanda.

- La recolección en el proceso de reciclaje de las baterías usadas, tiene un alcance considerable y debe incentivarse. Mientras el mercado otorgue un valor de recuperación a las baterías usadas y/o se ofrezcan descuentos comerciales a los consumidores por dejar la batería en el sitio de cambio, se garantiza la permanencia del reciclaje.

- En Colombia existen normas y leyes que regulan el tratamiento de desechos y sustancias peligrosas, por lo cual la actividad de reciclaje de baterías usadas, puede ser reglamentada para evitar la contaminación de suelos, agua y demás componentes de nuestro ecosistema, además de las afectaciones que se presentan en la salud de las personas que manipulan estas baterías, y sus posteriores residuos
.
- La extracción de recursos es un parámetro que se ve afectado potencialmente tanto en la matriz de Vicente conesa, como en los resultados del software Simapro, siendo un impacto que se verá reflejado a largo plazo, teniendo una alta significancia y afectando considerablemente nuestro ecosistema y nuestros recursos naturales.

- La etapa del ciclo de vida de las baterías Plomo-Ácido donde se encuentran los mayores impactos ambientales es la etapa de proceso y transformación, siendo el Plomo el mayor contaminante en todo el proceso y afectando directamente al recurso humano que lo manipula, además de ocasionar un gran daño a la fauna y la flora, en caso de ser mal manipulado

GLOSARIO

ALMACENAR: Guardar cosas en un almacén u otro lugar, generalmente de forma ordenada, para poder disponer de ellas cuando se necesite o convenga.

AMBIENTE: Entorno en el cual opera una organización e incluye el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones. Los entornos en este contexto abarcan desde el interior de una organización hasta el entorno global.

AMENAZA: Fenómeno natural o provocado por la actividad humana, cuya ocurrencia es peligrosa para las personas, propiedades, instalaciones y ambiente.

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV): Un análisis de ciclo de vida (ACV), también conocido como análisis de la cuna a la tumba, balance ambiental o evaluación del ciclo de vida (ECV), es una herramienta de diseño que investiga y evalúa los impactos ambientales de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia: extracción, producción, distribución, uso y fin de vida (reutilización, reciclaje, valorización y eliminación/disposición de los residuos/desecho)

ASPECTO AMBIENTAL: Elementos, actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el ambiente. Un aspecto ambiental significativo es aquel que tiene o puede tener un impacto sobre el ambiente.

BATERÍA: Aparato electromagnético capaz de acumular energía eléctrica y suministrarla; normalmente está formado por placas de plomo que separan compartimentos con ácido.

CALIFICACIÓN: Es la opinión independiente, objetiva y técnicamente fundamentada acerca de la solvencia y seguridad de un determinado instrumento financiero emitido por alguna empresa u otra entidad.

DEMARCACIÓN: Determinación y señalización de los límites de algo, especialmente de un país o un terreno.

DESECHO: Residuo del que se prescinde por no tener utilidad.

EXTRACCIÓN DE MATERIAS PRIMAS: Proceso por el cual se toman de la naturaleza los recursos necesarios para la transformación y obtención de un bien.

ETIQUÉTA: Pedazo de papel, cartulina u otro material parecido que se pega o sujeta sobre una cosa para indicar lo que es, lo que contiene u otra información relacionada con ella.

EVALUACIÓN: Atribución o determinación del valor de algo o de alguien. En este caso de las diferentes etapas del ciclo de vida de las batería de Plomo-Ácido

FABRICACIÓN: Confección o elaboración de un producto a partir de la combinación de sus componentes, especialmente cuando se realiza en serie y por medio de máquinas

IMPACTO: Cualquier cambio en el ambiente, sea adverso o beneficioso, resultante de las actividades, productos o servicios de una organización.

INSUMOS: El insumo es todo aquello disponible para el uso y el desarrollo de la vida humana, desde lo que encontramos en la naturaleza, hasta lo que creamos nosotros mismos, es decir la materia prima de una cosa

MATRIZ MED: La matriz MED (materiales, energía y desechos) analiza los problemas ambientales de una organización de forma cuantitativa y cualitativa, donde se busca establecer un perfil ambiental de un producto en todo su ciclo de vida asumiéndolo como sistema. La matriz es un soporte para analizar todo el ciclo de un producto de forma vertical y los efectos ambientales generados de forma horizontal, los problemas ambientales son agrupados en tres áreas principales: ciclo de materiales (entradas / salidas), uso de energía (entradas / salidas) y desechos (salidas). El producto debe analizarse desde la producción y suministro de materiales y componentes, producción, distribución, utilización (operaciones y servicios) y disposición y recuperación final.

MATRIZ VICENTE CONESA: Esta matriz ayuda a identificar y establecer en primer lugar y atravez de los factores ambientales considerados, los indicadores capaces de medirlos, la unidad de medida y la magnitud de los mismos, transformando estos valores en magnitudes representativas, no de su alteración si no de su impacto neto sobre el medio ambiente.

METODOLOGÍA: Conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica, un estudio o una exposición doctrinal**.**

MITIGACIÓN: Medidas de intervención dirigidas a reducir o atenuar el riesgo. La mitigación es el resultado de una decisión política y social en relación con un nivel de riesgo aceptable, obtenido del análisis del mismo y teniendo en cuenta que dicho riesgo es imposible de reducir totalmente.

PREVENCIÓN: Conjunto de medidas y acciones dispuestas con anticipación al fin de evitar la ocurrencia de un impacto ambiental desfavorable o de reducir sus consecuencias sobre la población, los bienes, servicios y el ambiente.

RECICLAJE: El reciclaje es un proceso cuyo objetivo es convertir desechos en nuevos productos para prevenir el desuso de materiales potencialmente útiles, reducir el consumo de nueva materia prima, reducir el uso de energía, reducir la contaminación del aire y del agua por medio de la reducción de la necesidad de los sistemas de desechos convencionales, así como también disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con la producción de plásticos.

RECURSOS: Un recurso natural es un bien o servicio proporcionado por la naturaleza sin alteraciones por parte del ser humano. Desde el punto de vista de la economía, los recursos naturales son valiosos para las sociedades humanas por contribuir a su bienestar y a su desarrollo de manera directa (materias primas, minerales, alimentos) o indirecta (servicios).

RESIDUO PELIGROSO: Se refiere a un desecho reciclable o no, considerado peligroso por tener propiedades intrínsecas que presentan riesgos en la salud y el medio ambiente. Las propiedades peligrosas son toxicidad, inflamabilidad, reactividad química, corrosividad, explosividad, reactividad, radioactividad o de cualquier otra naturaleza que provoque daño a la salud humana y al medio ambiente.

RESPONSABILIDAD SOCIAL: La responsabilidad social es un término que se refiere a la carga, compromiso u obligación, de los miembros de una sociedad –ya sea como individuos o como miembros de algún grupo– tienen, tanto entre sí como para la sociedad en su conjunto.

SOSTENIBILIDAD: Cualidad de sostenible, especialmente las características del desarrollo que asegura las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de futuras generaciones.

TRANSFORMACIÓN: El término transformación hace referencia a la acción o procedimiento mediante el cual algo se modifica, altera o cambia de forma manteniendo su identidad. Adjetivo: transformada, transformado una materia a otra cosa.

TRANSPORTE: El transporte es una actividad del sector terciario, entendida como el desplazamiento de objetos o personas de un lugar (punto de origen) a otro (punto de destino) en un vehículo (medio o sistema de transporte) que utiliza una determinada infraestructura (red de transporte).

BIBLIOGRAFÍA

- NUÑEZ. Rafael. Marketing en el siglo XXI. Bogotá. 5 ediciones. Capítulo 4, Pág. 234

INFOGRAFÍA

- “EL PLOMO”. Recuperado el 02 de marzo de 2015 de, http://www.lenntech.es/periodica/elementos/pb.htm

- “PROYECTO DE ANALISIS DE CICLO DE VIDA PARA EL PLOMO Recuperado el 03 de marzo de 2015 "http://saicm.cnpml.org.sv/SAICM/public/documetos/BorradoresAPLs/Version_Borrador_APL_SAICM_BAPU.pdf

- “LA GESTIÓN AMBIENTAL COMO UN COMPONENTE DECISIVO DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL: EL CASO DE LAS BATERÍAS PLOMO ÁCIDO EN COLOMBIA”. Recuperado el 20 de marzo de 2015 de http://www.ascolfa.edu.co/web/archivos/conferencia2009/memorias/Ponencias/PRES_125.pdf

- “ECOBALANCE”. Recuperado el 02 de marzo de 2015 de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358049/Modulo_en_linea/leccin_24_ecobalance.html

- “COMPONENTES DE UNA BATERÍA PLOMO-ÁCIDO”. Recuperado el 16 de marzo de 2015 de http://www.duncan.com.ve/co_componentes.php

- “ALTERNATIVAS DE RECICLAJE DE BATERIAS DE PLOMO FUERA DE USO”. Recuperado el 04 de abril de 2015 de https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3095/1/31396-1.pdf

- “ LA EFICIENCIA DEL RECICLAJE COMO MECANISMO DE APOYO A LA PRODUCCION LIMPIA DE BATERIAS DE PLOMO-ÁCIDO EN COLOMBIA” Recuperado el 04 de abril de 2015 de http://upacifico.edu.ec/cladea_2009/PDF6/upac01_submission_365.pdf

ANEXO A FICHA TÉCNICA BATERÍA PLOMO ÁCIDO

Batería de plomo y ácido



Batería de plomo y ácido

Ánodo	Plomo esponjoso
Cátodo	Dióxido de plomo (PbO_2)
Electrolito	Ácido sulfúrico disuelto en agua.
Energía específica	33[1] –42 Wh/kg[2]
Densidad energética	60–110 Wh/l[2]
Potencia específica	180 W/kg [3]
Eficiencia carga/descarga	50–95%[4]
Energía / precio consumidor	7(sld)–18(fld) Wh/US$
Velocidad de autodescarga (%/mes)	3–20% / mes[2]
Durabilidad (ciclos)	500–800 ciclos[5]
Voltaje de célula nominal	2.0 V[6]
Temperatura de carga	mín. −40 °C, máx. 50 °C

ANEXO B MATRIZ DE VICENTE CONESA