

Análisis de ciclo de vida y huella de carbono de un exprimidor de cítricos eléctrico

Trabajo de curso de la asignatura:
Análisis de Ciclo de Vida y Huella de Carbono



DPI



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Contenido

1.	Introducción. Definición objetivo del trabajo	2
2.	Descripción del producto que va a ser analizado	2
2.1.	Gama/familia de productos a la que pertenece, productos sustitutivos.....	2
2.2.	Características del producto. Diagrama funcional, diagrama de sistemas-subsistemas, Numero de componentes, materiales utilizados, materiales alternativos.....	8
3.	Análisis del ciclo de vida del producto	13
3.1.	Análisis del ciclo de vida del producto. Duración del ciclo de vida.....	13
3.2.	Análisis del proceso de fabricación. Definición del proceso de fabricación del producto, Sector industrial al que pertenece, Volumen de producción nº de trabajadores, superficie y ubicación de la planta, estructura de los diferentes departamentos principales proveedores principales clientes etc.	13
3.3.	Características de la fase de uso. Consumo de energía, otros consumos, repuestos y componentes fungibles, procesos de mantenimiento.....	15
3.4.	Fin de vida. Cómo se elimina o recicla, componentes o residuos tóxicos que puede llegar a generar.....	16
4.	Aplicación de la metodología de ACV	17
4.1.	Introducción. Definición del concepto de ACV.	17
4.2.	Aspectos ambientales.....	17
4.3.	Evaluación: Extraer conclusiones del trabajo realizado y destacar los principales resultados de este.	20
4.4.	Ideas de mejora: Generar y priorizar ideas de mejora para el producto.....	26
5.	Cálculo de la Huella de Carbono	26
5.1.	Introducción. Definición del concepto de HC	26
5.2.	Determinación de la HC del producto analizado	27
5.3.	Comparación de resultados con la categoría GWP del ACV	31
5.4.	Obtención de conclusiones al respecto de la idoneidad de la HC como indicador de impacto ambiental para el producto analizado	32

1. Introducción. Definición objetivo del trabajo

El objetivo de este trabajo es realizar un caso práctico de análisis de ciclo de vida y huella de carbono aplicando todas las herramientas y conceptos aprendidos a lo largo de la duración de la asignatura. De esta manera podremos realizar un Análisis de ciclo de vida y huella de carbono de un producto en general y en este caso de un exprimidor eléctrico en particular. Para ello usaremos la metodología de los Ecoindicadores usando herramientas como las matrices EMT y, los diagramas de red o los análisis de impacto. También se deberán tener en cuenta la normas para identificación de materiales durante el desmontaje del producto.

Finalmente se realizará análisis de ciclo de vida y un análisis de huella de carbono para cuantificar el impacto que tiene el producto sobre el medioambiente. Para este análisis se ha usado el software SimaPro.

2. Descripción del producto que va a ser analizado

2.1. Gama/familia de productos a la que pertenece, productos sustitutivos

El producto objeto de este trabajo es un pequeño exprimidor de cítricos de fabricación bajo la marca Fagor. Dentro de los electrodomésticos el exprimidor se calificaría como pequeños electrodomésticos. Esto electrodomésticos también llamados bajo el acrónimo de PAE (pequeño aparato electrodoméstico) son aquellos que alcanzan menor tamaño dentro de las familias de los electrodomésticos. Las aplicaciones posibles de estos electrodomésticos son tan diversas como aquellas necesidades que se requieren cubrir en el mundo doméstico. Dentro de esta familia también se pueden englobar electrodomésticos como secadores, planchas tostadores microondas, etc.

Dentro de la misma gama de exprimidores podría ser un exprimidor manual, mecánico, o eléctrico. en este caso el exprimidos analizado es un exprimidor eléctrico.



Figura 1-Diferentes tipos de exprimidores: manual(izq.) mecánica (cen.) y eléctrico (der.)

El objeto estudiado en este trabajo es el ejemplo situado a la derecha del todo en el anterior grupo de imágenes. Por otra parte, respecto a la funcionalidad del objeto es la extracción de zumo de cítricos y por tanto sus productos sustitutivos sería principalmente otros tipos de exprimidores de cítricos. A continuación, se explican las principales características del producto objeto de estudio y de sus principales sustitutivos.

Exprimidor manual de mango



Figura 2-Exprimidor manual de mango

Principalmente hay dos tipologías de exprimidores manuales. El primero es el que está compuesto por solo un mango con una terminación en cabezal de exprimidor. Usualmente está fabricado en plástico o goma y es de muy sencilla fabricación.

Principales desventajas	Principales ventajas:
No tiene forma de confinar el zumo extraído cosa que hace que, si el usuario quiere almacenarlo, requiere de objetos adicionales para su uso. Por otra parte, no es muy cómodo de usar y esto hace que este producto sea menos atractivo que otros. La productividad de zumo es relativamente baja. La calidad del zumo producido es relativamente baja dado que si no es colado posteriormente puede contener pulpa y huesos del cítrico exprimido	El consumo de materiales durante su fabricación, así como el consumo de energías los procesos de fabricación son bajos, por otra parte, puede estar conformado por material reciclado, así como al ser de plástico es reciclable también. Durante su vida no consume ningún recurso más allá de los usados durante su limpieza. Puede tener un ciclo de vida muy largo.

Exprimidor manual con cazoleta



Figura 3-Exprimidor manual con cazoleta

La otra tipología de exprimidor manual es la que se muestra. Esta tipología mejora el exprimidor de mango eliminando alguna de sus desventajas. Básicamente se trata de un cabezal en la base del cual se dónde de una superficie perforada que funciona como de colador para la pulpa. Este cabezal con la superficie colador se sitúa encima de una cazoleta la cual almacenará el zumo extraído. Este producto puede estar conformado tanto el plástico como en metal.

Principales desventajas	Principales ventajas
La productividad del zumo es relativamente baja dado que hay que extraerlo de forma manual. LA base coladora no siempre funciona bien permitiendo que se depositen pulpa y huesos de pequeño tamaño en el zumo bajando su calidad. El proceso productivo es más complicado que con el exprimidor manual de mango y aumenta su coste y consumo de recursos	Por la conformación de materiales puedes estar tanto compuesto por materiales completa o parcialmente reciclados. Se tiene una forma de almacenar el zumo extraído. Tiene un ciclo de vida muy largo siendo capaz de aguantar años y años de uso sin necesidad de sustitución. Durante su vida no consume ningún recurso más allá de los usados durante su limpieza

Exprimidor mecánico



Figura 4-Exprimidor mecánico con cazoleta

Este exprimidor también podría identificarse como manual, pero como que usa otro tipo de mecanismo para la extracción de zumo se ha decidido diferenciarlo de los propiamente manuales. Básicamente está compuesto por un brazo de palanca y cual presiona la mitad del cítrico contra un cabezal. Esta presión hace que se extraiga el zumo sin necesidad de tocar el cítrico durante este proceso aumentando la comodidad del usuario. Así mismo al estar compuesto por un mecanismo de palanca no requiere tanta fuerza para extraer el zumo como los exprimidores manuales. Puede contener una cazoleta o no para contener el zumo. Esta variación del mecanismo también se ha usado en algún exprimidor eléctrico

Principales Desventajas	Principales Ventajas
Al ser un mecanismo más complejo que los de los exprimidores manuales, la limpieza puede ser más compleja. Por otra parte, suelen estar conformados en metal lo cual aumenta el coste de aparato y el consumo de recursos durante su fabricación. Por otra parte, como depende de más piezas sería más fácil que requiera recambios o reparaciones durante su vida útil. El espacio ocupado durante su almacenamiento es muy superior al de otro exprimidor	La productividad del zumo es elevada, así como puede ser la calidad del zumo dado que se le pueden acoplar cazoletas con filtros o coladores. La comodidad de su uso es elevada dado que la fuerza a realizar es baja, así como el contacto con los cítricos a exprimir es mínima. Si es un exprimidor manual los recursos consumidos durante su vida útil serán el jabón y el agua de limpieza además de algún recambio de alguna pieza de unión que se pueda romper por su uso.

Exprimidor eléctrico



Figura 5-Exprimidor eléctrico con jarra

El principio de funcionamiento de estos exprimidores es básicamente es el mismo que la anteriormente explicados. La principal diferencia radica en que la fuerza de rotación para extraer el zumo del cítrico, en lugar de ser aportada por el usuario es aportada por un motor eléctrico situado en la base el cual mueve el cabezal. Aunque la figura mostrada sea más parecida un exprimidor manual con cazoleta hay múltiples configuraciones que combinan los mecanismos ya explicados previamente de los exprimidores manuales con el motor eléctrico.

Principales Desventajas	Principales Ventajas
<p>Es más complejo que otro tipo de exprimidores, requiere de consumo de energía eléctrica para su funcionamiento. Al contener material eléctrico es más difícil de reciclar requiriendo de un desmontaje previos a su procesado. La esperanza de vida de este aparato es menos que la de los manuales dado que contiene un mecanismo más complejo. Usualmente este mecanismo esta encapsulado y el usuario no puede acceder al mismo para realizar reparaciones y/o sustituciones de elementos. El espacio de almacenamiento usado es alto.</p>	<p>La productividad del zumo es elevada, así como la calidad de este. Es de fácil limpieza y puede estar conformado parcialmente por materiales reciclados. Al no tener que hacer esfuerzo para extraer el zumo la comodidad del usuario es muy alta.</p>

Exprimidor industrial automático



Figura 6-Exprimidor industrial automático

Estos exprimidores incluyen el corte del cítrico en su mecanismo. También incluyen una tolva en la que se deposita el cítrico a exprimir. La forma de controlar la extracción del zumo habitualmente es con una válvula la cual activa el mecanismo de extracción a la par que dejar pasar el zumo de cítrico o con algún tipo de control externo como puede ser una botonera que haga que el mecanismo funcione. Este tipo de Exprimidoras habitualmente se ubican en sitios donde se requiere gran productividad de zumo recién exprimido (locales de restauración o supermercados). Hay variaciones industriales para la extracción de zumo en plantas de producción de productos alimentarios pero dado que esta última tipología está lejos del usuario típico se ha decidido no incluirla.

Principales Desventajas	Principales Ventajas
Alto coste y consumo de recursos para la fabricación del aparato. Por otra parte requiere de un mantenimiento especializado al tratarse de un mecanismo muy complejo de uso intensivo. Consume gran cantidad de energía eléctrica en comparación con las otras alternativas. Requerirá de materiales adicionales para su mantenimiento. Por otra parte dado su coste aquí sí que se invertirá en recambios. Al tratarse de una maquinaria más industrial también requerirá recursos adicionales como lubricantes para su funcionamiento.	La productividad del zumo es muy alta, así como la comodidad del usuario dado que solo requiere de pulsar un botón o accionar una palanca para extraer el zumo de cítrico. No requiere de una limpieza después de su uso puntual, pero sí que requerirá de una limpieza cuando se vaya a dejar de usar durante un periodo de tiempo considerable. El zumo que sale es de muy alta calidad

A continuación, se añade una tabla resumen de los productos sustitutivos y el producto objeto del estudio cuantificando de forma cualitativa alguna de las características diferenciadoras que se ha nombrado previamente.

Tabla 1-Resumen cualitativo de características de los diferentes productos sustitutivos y el producto estudiado (destacado en gris oscuro)

	Exprimidor de mango	Exprimidor manual	Exprimidor mecánico	Exprimidor eléctrico	Exprimidor industrial automático
Precio	Bajo (2.5-10)	Medio-Bajo (20-100 €)	Medio-Bajo (20-80 €)	Bajo (2.5-20)	Muy alto (superior a 1000 €)
Productividad	Baja	Baja-Media	Media	Media	Alta
Comodidad	Baja	Media	Alta	Alta	Alta
Uso de materiales	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto
Reciclabilidad	Alta	Alta	Media (requiere desmontaje)	Alta (requiere desmontaje)	Baja (desmontaje complejo)
Consumo de energía	Nulo	Nulo	Nulo	Bajo	Medio
Vida útil	Alta	Alta	Media	Media	Alta
Mantenimiento	Bajo	Bajo	Medio-Bajo	Bajo	Medio
Consumo de recursos durante la vida útil	Limpieza	Limpieza	Limpieza y repuestos	Limpieza y repuestos	Limpieza, repuestos y otros

2.2. Características del producto. Diagrama funcional, diagrama de sistemas-subsistemas, Numero de componentes, materiales utilizados, materiales alternativos.

Una vez identificados los posibles productos sustitutos se elaborará un árbol funcional para identificar todas las funciones presentes:

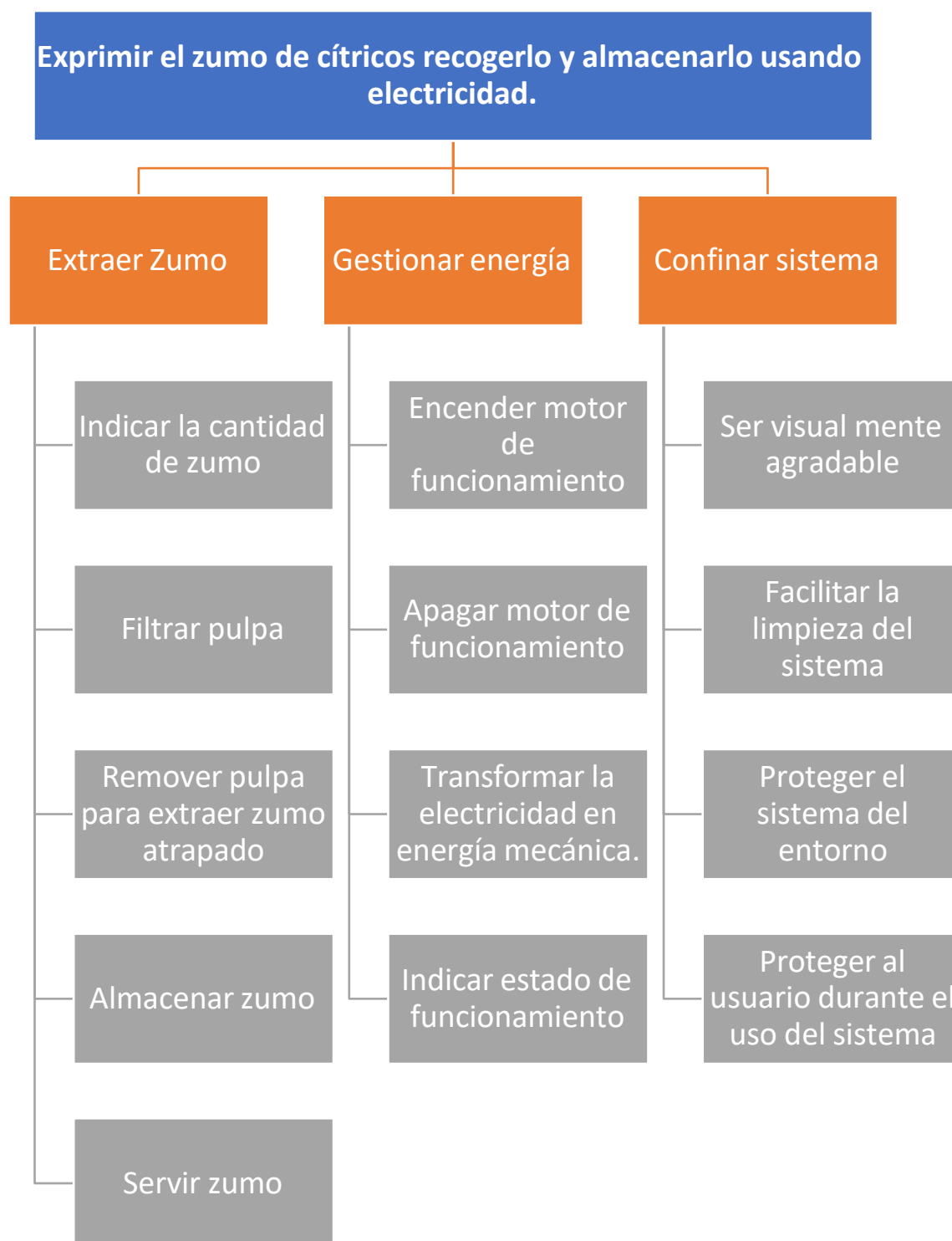


Figura 7-Diagrama funcional del producto analizado

Por otra parte, también se realizó un desmontaje del producto para el análisis de ciclo de vida. Para ello se separó en el máximo mayor número de partes posible que mantuvieran cierta continuidad, así como que estuvieran compuestas del mismo material. También se identificó el material del que estaba compuesta cada una de las partes, en la medida de lo posible y se realizó un pesado de ellas. Finalmente se identificó el proceso que se había seguido para la conformación de dicha parte y el cómo se había integrado está en el conjunto analizando el tipo de uniones realizadas.

Para hacer el pesado se utilizó una báscula de laboratorio facilitada por la profesora de la asignatura. A veces dado el bajo peso que tenían algunos objetos o la forma difícil de mantener estable de los mismo se realizó un pesado por diferencia usando otras piezas.

Para la clasificación de materiales se usó la documentación facilitada en la asignatura la cual consistía en:

- UNE-EN-ISO11469:2001 Identificado genérico y marcado de productos plásticos.
- Guía de identificación y metales. Böhler Soldaduras, S.A. de C.V.

Por otra parte, a la hora de identificar las uniones se identifican diferentes tipologías de mecanismos de unión que se han tenido que desmontar para poder separar las piezas en el conjunto. Se identifican los siguientes tipos:

- *Unión adhesiva*: es la que lleva algún tipo de material adhesivo (pegamento, fundamentalmente) que une una pieza con otra.
- *Unión guía*: las dos piezas están unidas mediante una guía, haciendo necesario de alguna forma el deslizar una pieza (o parte de ella) sobre la otra.
- *Unión termosellado*: en este caso una pieza se une a la otra mediante una especie de goma la cual se funde por medio del calor formando un sello que mantiene unidas las dos piezas.
- *Soldadura de cable*: esta denominación solo se aplica cuando es un cable el cual se une a la otra pieza por medio de una soldadura.
- *Tornillos*: las piezas también se pueden mantener unidas por medio de tornillos. Indicar, adelantándonos a conclusiones posteriores, que posiblemente este tipo de uniones sean de las que se deben evitar de modo más prioritario ya que suponen habitualmente una unión difícil de desmontar en lo que hace referencia al tiempo empleado para ello y en ocasiones por las herramientas necesarias.
- *Unión tipo A*: con esta denominación se identifica a las uniones entre piezas que suponen el acoplamiento entre ambas, se puede decir que se trata de solapas o similares

Así pues, para facilitar la identificación y relaciones entre los datos se realizó, teniendo en cuenta todos los puntos observados previamente la siguiente tabla para cada una de las partes desmontadas. Cabe destacar que las con fondo naranja son partes principales que se descomponen en sub-partes a su misma vez.

Tabla 2-Desmontaje del producto objeto del estudio: Exprimidor eléctrico.

N.º código	Nombre pieza	Cuantía de piezas	Material	Peso (g)	Tipo de uniones	Pieza precedente
0	Caja	1	Cartón		A	
01	Carcasa caja	1	Cartón	154	A y Adhesivo	
02	Tapa superior caja	1	Cartón	32		0
03	Tapa interior caja	1	Cartón	40		0
04	Cinturón caja	1	Cartón	12		0
1	Tapa	1	ABS	57		
2	Cabezales	2	ABS			
21	Cabezal grande	1	ABS	23		2
22	Cabezal pequeño	1	ABS	37	A	2
3	Filtro	1	ABS	42	A	
4	Jarra		ABS		A	
41	Tapa asa jarra	1	ABS	9	A	4
42	Cuerpo jarra	1	ABS	138	A	4
5	Base motora	1	VARIOS	-	A y tornillos	
51	Eje Plástico externo	1	ABS	8	A	5
52	Tapo goma base	3	Goma	0.25	A	5
53	Tornillo philips	2	Acero	0.5	Tornillos	5
54	Tornillo cabeza colmillo	1	Acero	0.5	Tornillo	5
55	Base superior azul	1	ABS	70		5
551	Tope interno	1	ABS	2	Soldado presión	55
56	Conjunto Base blanca	1	VARIOS	0.5	tornillos	5
561	Tornillos Philips base	9	Acero	0.5		56
562	Aprisionador cable		ABS	0.1		56

N.º código	Nombre pieza	Cuantía de piezas	Material	Peso (g)	Tipo de uniones	Pieza precedente
563	Base blanca		ABS	50		56
564	Conjunto motor		VARIOS			56
5641	Muelle motor	1	Acero	0.5		564
5642	Tornillo peque	1	Acero	0.3		56
56421	arandela		Acero	0.1		562
5643	Cejilla larga		Acero	3		56
5644	Cejilla corta		Acero	1		564
5645	Cable amarillo corto		Pvc+Cobre	0.1+0.05		56
5646	Cable conexión monofase		Pvc+Cobre	43		56
5647	Engranaje inferior		POM	7	A	56
56471	Arandela engranaje		Acero	1		5647
56472	Eje engranaje		Acero	3	A	5647
5648	Base triangular engranaje		PC	7	Tornillos +A	564
5649	Engranaje cono		POM	11	A	564
M0	Motor		VARIOS	172	Tornillos	56

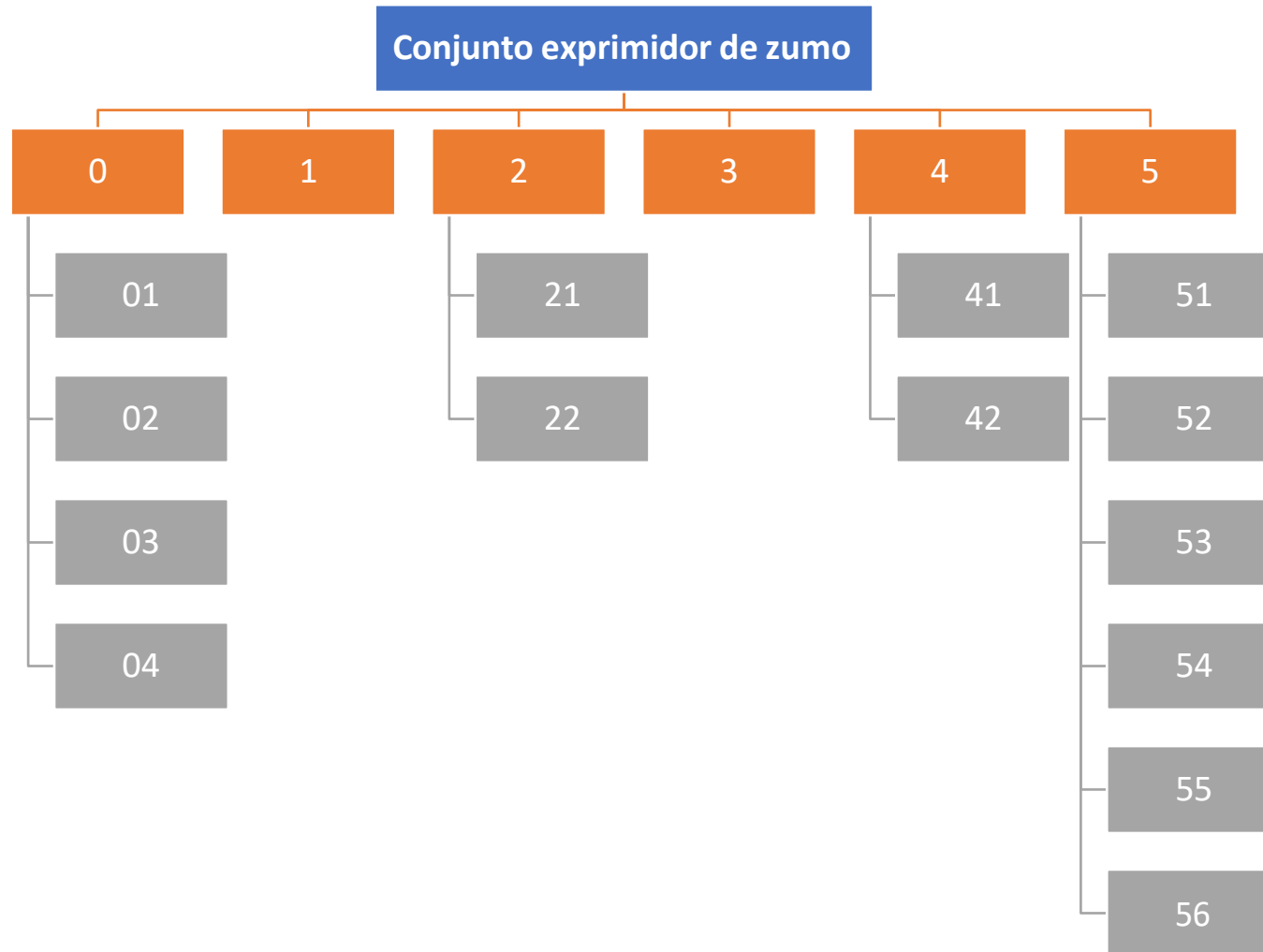


Figura 8-Descomposición en subsistemas según relación jerárquica del objeto de estudio, las etiquetas corresponden con la nomenclatura en la tabla de desmontaje

Obsérvese que la pieza correspondiente a la etiqueta 5 se descomponen en aun más piezas, pero para facilitar la comprensión de esquema genera se ha decidido, en el diagrama anterior solo llegar hasta este 3er nivel. A continuación, se añadirá un esquema resumen similar al anterior partiendo desde las piezas 56 pues es a que más ramificaciones tiene en el desmontaje

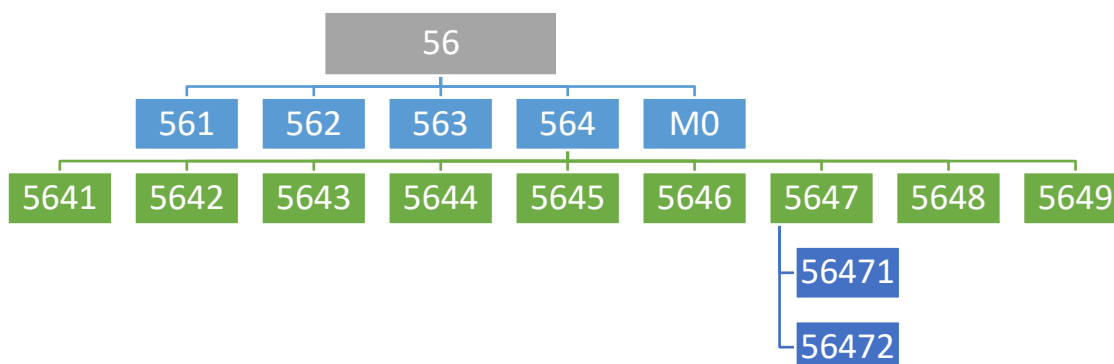


Figura 9-Detalle de descomposición del conjunto base blanca, las etiquetas se corresponden con la nomenclatura en la tabla de desmontaje

Nótese que la codificación seguida es numérica de izquierda a derecha donde el primer número indica cual es el conjunto de piezas del que deriva y así sucesivamente. Se ha codificado así por facilidad de identificar de donde proviene la pieza siguiendo el orden de desmontajes. Así mismo se ha podido realizar así dado que las piezas originales eran pocas, si nos hubiéramos acercado a más de 10 piezas se debería haber usado otro sistema como por ejemplo añadir letras las cuales identifiquen las piezas principales y seguir codificando de la manera empleada en este desmontaje.

Así mismo también se ha decidido marcar el conjunto motor con una M0 dado que en las bases de datos de los softwares de cálculo de ACV se suele incluir montajes complejos como este en forma de bloque dado que la descomposición de este sería muy complicada. En este caso es un motor de imanes permanentes de corriente alterna.

3. Análisis del ciclo de vida del producto

3.1. Análisis del ciclo de vida del producto. Duración del ciclo de vida.

No se conocen datos sobre los tiempos de diseño y fabricación del producto objeto del análisis ACV de todas formas se han realizado unas estimaciones con respecto a la vida útil del aparato y su uso antes de ser sustituido.

Se ha estimado que la vida útil del producto es de unos 15 años funcionando en condiciones adecuadas. Así mismo se ha considerado que el tiempo que realmente se usa este producto antes de ser sustituido es de unos 10 años. Pese a todo, los cálculos se han realizado para 10 años de uso del producto

3.2. Análisis del proceso de fabricación. Definición del proceso de fabricación del producto, Sector industrial al que pertenece, Volumen de producción nº de trabajadores, superficie y ubicación de la planta, estructura de los diferentes departamentos principales proveedores principales clientes etc.

No se sabe exactamente de donde provienen los componentes usados a la hora de realiza la fabricación y ensamblado del producto. Se ha realizado una búsqueda en la web para obtener

las ubicaciones de las plantas de fabricación y se sabe que Fagor dispone de una planta situada en Czosnów, Polonia y otra situada en Oñati, España. Por tanto, a la hora de realizar los cálculos de transportes y producción se ha estimado que se fabrican los componentes en la planta en Polonia y que luego estos son transportados a la planta en España donde se ensamblan y distribuyen al sur de Europa.

Así pues, se estima que los componentes transportados por camión desde Polonia a España y tiene un segundo transporte en camión desde la planta en España hasta los puntos de destino de distribución y venta. Una vez se lleva a la tienda se estima que el cliente final lo transporta en coche hasta su casa la cual estará a una distancia relativamente corta del punto de compra. Se ha realizado los cálculos para Madrid dado que es un punto de consumo importante que se sitúa a una distancia media del almacén de origen del producto. Las distancias reflejadas son aproximadas, para obtener estas distancias se ha usado la herramienta para el cálculo de ruta de Google, el Google Maps.

A continuación, se adjunta una tabla resumen de las distancias y transportes considerados a lo largo del ciclo de vida del producto, sin tener en cuenta el transporte final de producto en su fin de vida.

Tabla 3-Transportes del producto propuestos para el análisis del ciclo de vida del objeto de este documento.

Origen	Destino	Transporte	Distancia (km)	tkm
Warszawska	Oñati	Camión >32T EURO 6	2450	2.15845
Oñati	Madrid (centro de distribución)	Camión pequeño (3,5 t-7.5) EURO6	400	0.3524
Madrid punto de venta	Destino final	Coche de pasajeros EURO5	10	0.00352

Respecto a los procesos de fabricación se identificaron las marcas y metodologías usadas según para que tipo de material. En general en el aparato se han identificado que para plásticos se ha usado moldeo por inyección dadas las marcas del molde que quedaban en las piezas. Por otra parte, se ha identificado que para el tornillo se ha usado un estampado en frío. Con respecto a los cables se ha identificado un trefilado y una extrusión en lámina para el PVC que los recubre. El resto de los procesos se han identificado de forma genérica como la polimerización de la goma.

A la hora de evaluar los procesos de la producción del motor se ha usado el material motor de corriente alterna e imanes permanentes del que se disponía en el programa dado que la complejidad del motor y la dificultad para el desmontaje se creyeron que no impactarían de forma significativa en el proyecto.

Finalmente, respecto a los elementos de cartón que conformaban la caja y los elementos de inmovilización dentro de la caja para su transporte, así como las instrucciones de usos y garantía impresas en papeles satinado en blanco y negro también se ha tenido en cuenta los procesos de impresión. No se ha tenido que cuantificar el pegamento dado que la caja estaba conformada mediante uniones construidas en las mismas solapas de unión.

Hay que destacar que se ha decidido agrupar para el análisis el proceso de fabricación y el de obtención y consumo de materiales dado que de esta manera se simplifican las entradas del inventario ambiental del producto.

3.3. Características de la fase de uso. Consumo de energía, otros consumos, repuestos y componentes fungibles, procesos de mantenimiento

Dado que el único parámetro que realmente diferencia este producto de otros productos sustitutivos son los materiales de los que se componen y la energía consumida durante la extracción de zumo solo se han evaluado estos dos campos a la hora de realizar el análisis de ciclo de vida del producto.

Como en el desmontaje se han tenido ya en cuenta los materiales solo faltarían concretar la hipótesis de uso del producto. Sabemos que la potencia máxima que desarrolla el aparato es de 30 W y que en el desmontaje no se ha detectado ningún dispositivo que regule la potencia consumida por este siendo el control sobre el motor del aparato todo o nada. En consecuencia, se cree que es correcto estimar la potencia consumida en uso en 30 W. Por otra parte, dado que los motores eléctricos no son ideales se le aplica un rendimiento de 75%. Este rendimiento se considera adecuado dado que los motores eléctricos suelen tener rendimiento elevados en comparación con otro tipo de motores. En este rendimiento se incluirían las pérdidas en el circuito hasta transformar la energía consumida en energía mecánica que finalmente exprimiría los cítricos.

Al ser una baja potencia no se ha estimado necesario el entrar en más detalle en el consumo eléctrico descomponiendo la energía consumida en activa y reactiva si pues con el rendimiento se estima que la potencia consumida real desde la red sería esto 40 VA correspondientes a los 30 W consumidos aplicando el rendimiento del aparato.

Por otra parte, también se ha estimado que el aparato es utilizado en una unidad familiar la cual está compuesta por 4 miembros. Al ser España el uso del zumo de naranja en los desayunos está relativamente extendido (dependiendo de la zona y la época del año) por tanto se estima que de media el uso del aparato es una vez a la semana donde se exprimiría zumo para todos los miembros de la familia. Después de estudiar el tiempo que tarda un exprimidor en obtener el zumo de una naranja se considera que el tiempo de funcionamiento del aparato para extraer el zumo total por uso sería de 15 min. Al ser un exprimidor de cítricos y no tener usado exclusivo para las naranjas a los 52 usos anuales se le han añadido otros 8 usos adicionales contemplando las posibles desviaciones u otros usos del aparato resultando un total de 60 Usos anuales.

Teniendo en cuenta esto números se ha estimado que cada uso consume unos 10 Wh que serían el producto resultante de multiplicar 40 W por 15 min. Así pues, el consumo de energía anual del aparato se estima en unos 600 Wh/año.

Respecto al mantenimiento de este aparato se estima que no se realizan ningún tipo de operaciones sobre la parte mecánica del mismo ni reparaciones. Solo se tiene en cuenta los productos de limpieza y el agua que se usan cuando se limpia el aparato. Se ha imputado un lavado por cada uso del aparato.

3.4. Fin de vida. Cómo se elimina o recicla, componentes o residuos tóxicos que puede llegar a generar.

Para el escenario de fin de vida se ha realizado las estimaciones de material reciclado usando los valores facilitados por Ecoembres y Eurostat. Por otra parte se ha añadido el reciclaje de electrónica y por tanto el motor eléctrico también quedaría contemplado en dicho reciclaje.

También se tuvo en cuenta que el fin de vida de este aparato se realizaba mediante los desechos domésticos y por tanto se usan los valores de reciclaje de los desechos de origen doméstico en España:

Tabla 4-Porcentajes de reciclado aplicados al escenario de fin de vida

Residuo	Reciclado	Fuente
Cartón	81,1%	Ecoembres: el reciclaje en España números 2017
Papel de envoltorios	81.1%	Ecoembres: el reciclaje en España números 2017
Mezclas de plásticos	82,6%	Eurostat. 2016
Desechos de hierro y acero	46,6 %	Eurostat.

Por otra parte, se he llevado un somero análisis de posibles residuos que se pueden generar cuando se realice la etapa de fin de vida del producto. Para simplificar este análisis se ha separado el producto en 4 grandes grupos y se ha analizado el impacto de estos.

1. Cartón y papel: En principio este grupo de residuos no tendría residuos muy peligros. Habría que indagar en las composiciones de las tintas la cuales por lixiviación podrían transmitirse al terreno o en incineración algún tipo de emisión. Si se reciclaran estos elementos también debería de llevarse a cabo u proceso de separación de la tinta y otros productos con respecto a la celulosa del papel o cartón que es lo que realmente se podría reciclar.

2. Plástico: En este grupo se incluyen todos los plásticos del producto. Con vistas a reciclarlos haría falta realizar la separación pertinente según los materiales de los que estuvieran compuestos. El ABS, plástico principalmente usado en este producto, es reciclable y por tanto podría ser procesado. El POM (poli acetal) y EL PC (policarbonato) son igualmente reciclables a la par que el PVC. El único detalle que habría detener en cuenta es la correcta separación del PVC de aislamiento del cable para poder reciclar las diferentes partes. De los plásticos a ser difícilmente biodegradables producirían directamente desechos en el medioambiente que podrían afectar a la cadena eutrófica produciendo lesiones y envenenamiento en la fauna del lugar de vertido.

3. Metales: Todos los metales(exceptuando) que componen este producto son refundibles y reciclables parcialmente. El problema es la cantidad de energía que habría que usar con respecto la cantidad de material metálico que hay contenido en el producto. En este caso se recomendaría el reutilizado de los tornillos de los cables y otros elementos para disminuir el consumo de energía de su ciclo de fon de vida. Al tratarse de acero y cobre el principal elemento contaminante que podrían producir sería los óxidos que también podría introducirse en el suelo y en el medio.

4. Motor: El motor que tiene el producto está compuesto por múltiples piezas de diversos materiales, para reducir la cantidad de recursos a emplear para la etapa de fin de vida de este producto se recomendaría reutilizar estor producto en otras aplicaciones en las que fuera válido. Por ejemplo, el software identifica que el núcleo del motor es de Neodimio una tierra rara. El neodimio, por ejemplo, filtrado al medio acuático puede producir daños en la membrana celular lo cual afecta negativamente a la reproducción y el sistema nervioso de la fauna acuática.

4. Aplicación de la metodología de ACV

4.1. Introducción. Definición del concepto de ACV.

ACV son la siglas que corresponden al Análisis de ciclo de vida este proceso se usa para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad (SETAC ,1993). Con esta técnica básicamente se pretende determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales del objeto del análisis compilando un inventario de entradas y salidas relevantes del sistemas. Más adelante se interpretarán estos resultados en relación con los objetivos del estudio.

Para poder realizar este análisis se deben de definir los límites del sistema y definir las condiciones de contorno el mismo. Por ejemplo, para realizar el análisis del exprimidor se decidio tener en cuenta el origen de los materiales, el proceso de transformación de los mismo, la fabricación del objeto del estudio, los transporte desde el punto de fabricación hasta el punto de consumo, los consumido durante el periodo de uso de este y para finalizar el fin de vida de este usando un escenario de residuos.

Para caracterizar todos estos puntos se evaluaron los transportes, lo proceso usados en la fabricación de las partes, los procesos de ensamblado del producto y el consumo de recursos durante la vida útil del aparato. También se tuvo en cuenta el escenario de residuos para determinar la cantidad de residuo recuperado.

Por tanto, el caso de estudio es básicamente, el análisis de todas las entradas y salidas desde que se extraen los materiales, se produce el aparato se transporta hasta España, vendiendo se en Madrid a una familia de 4 miembros los cuales le dan unos 60 usos anuales durante 10 años.

Una vez definidas las condiciones de contorno, resumidas previamente y especificadas en apartados anteriores a este. se puede realizar el cálculo del impacto producido por este aparato. Para ello se usa el software SimaPro con sus bases de datos, intentando en la medida de lo posible usar datos los más cercanos al caso de estudio.

4.2. Aspectos ambientales

Para empezar a realizar un análisis de ciclo de vida se han usado muchas metodologías diferentes, dependiendo del organismo desarrollador de dicha metodología. Pero previamente a desarrollar el análisis se deben identificar las entradas y salidas del sistema. Una forma muy utilizada porque simplifica la evaluación de estos datos es el uso de una matriz MET (materials, energy and toxics/waste).

En la realización de esta matriz se tiene en cuenta todos los materiales que entran en el proceso en diferentes puntos del ciclo de vida del objeto de estudio. También se tiene en cuenta la cantidad de energía y los procesos que consumen energía durante las diversas transformaciones que ocurren durante el ciclo de vida del producto. Finalmente, también se tiene en cuenta las fuentes de residuos y emisiones generadas en las diferentes etapas de la vida del producto.

Generalmente se tiene en cuenta 5 etapas del ciclo de vida del producto: Obtención y consumo de material, producción en fábrica, distribución, uso y fin de vida.

Tabla 5-Matriz MET del producto objeto del estudio.

Etapa del ciclo de vida	M (Materiales)		E (Energía)	T (tóxicos/residuos)
	Tipo de material	Cantidad (g)		
Obtención y consumo de material	Celulosa para cartón	238	Corte y extracción celulosa arboles	Residuos corte
	ABS	379.1	Obtención de la granza de plásticos	Residuos molienda plásticos
	Acero	10	Molienda granza de plásticos	Escoria fundición metales
	Goma	0.25	Extracción y fundición hierro	
	PVC	30.2	Extracción y molienda carbón	
	Cobre	12.95	Extracción y fundición cobre	
	PC	7	Materiales motores	
	POM	18		
	Motor	172		
Producción en fábrica	Tintes plásticos		Extrusión	Resto sobrantes papel y cartón
	Aditivos plásticos		Calentado de plásticos para extrusión	Calor al ambiente de enfriamiento de plásticos
	Tinta papel y cartón		Prensas metal para estampación tornillos	Restos sobrantes estampación acero
			Corrugado cartón para a caja	
Distribución			Combustible para transporte de productos punto de extracción a fábrica	Emisiones combustibles
			Combustibles para transporte de fabrica a puntos de distribución	
Uso	Jabón		Electricidad	Calor ambiente
	Agua			
Fin de vida			Energía usada reciclado	Sobrante no reciclable

Nótese que se ha cuantificado el material que compone originalmente el producto. Esto se ha hecho porque de esta manera es más fácil más adelante realizar la toma de datos y la introducción de estos en el software de análisis de datos. Nótese también que se ha cuantificado el motor eléctrico como un solo objeto dado que esta figura en el software como tal, cosa que facilita la descomposición y el cálculo del producto.

Por otro lado, con este análisis podríamos cuantificar de forma manual en una primera aproximación usando el método de los Ecoindicadores. Los Ecoindicadores son números que de alguna manera cuantifican el impacto ambiental total de un producto o proceso. Están recogidos, por ejemplo, en el manual de IHOBE. Así pues, usando los Ecoindicadores se tiene alguna forma de cuantificar el daño ambiental que este producto, usando los Ecoindicadores de los materiales y procesos que se han tenido que consumir y llevar a cabo para su fabricación, o proceso, usando los respectivos Ecoindicadores, tienen. Así pues, de esta manera también se puede realizar, durante el proceso de diseño de un producto una evaluación previa que permita identificar donde se concentra el daño ambiental y que mejorar ese punto identificado del producto. Así pues, se puede disminuir el impacto que tiene un producto o un proceso incluso antes de llevarlo a cabo.

Los Ecoindicadores cuantifican el impacto en el medio ambiente diferenciado 3 tipo de daño:

1. **Salud Humana:** en esta categoría incluimos el número y la duración de las enfermedades, y los años de vida perdidos debido a la muerte prematura por causas ambientales. Los efectos aquí incluidos son: cambio climático, disminución de la capa de ozono, efectos cancerígenos y respiratorios y radiación ionizante (nuclear).
2. **Ecosistema:** También llamado calidad del medio ambiente. En esta categoría incluimos el efecto sobre la diversidad de especies, especialmente en las plantas vasculares y los organismos sencillos. Entre los efectos incluidos están: la ecotoxicidad, acidificación, eutrofización y el uso del suelo.
3. **Recursos:** en esta categoría incluimos la necesidad extra de energía requerida en el futuro para extraer mineral de baja calidad y recursos fósiles. La disminución de los recursos brutos, tales como arena y gravilla se incluyen dentro del uso del suelo.

La clasificación antes desarrollada esta sacada íntegramente del manual al que se ha hecho referencia previamente ilustrando así los campos en los cuales el método de los Ecoindicadores cuantifica el impacto. En el caso del producto objeto de este análisis de ciclo de vida no se ha llevado a cabo un estudio previo del impacto usando los Ecoindicadores dado que se considera que serían poco representativos. Esto se debe a que los valores recogidos en el método del eco indicador que se dispones pertenecen a valor del año 1999 y están muy desactualizados en comparación con las bases de datos de las que se disponen en el software usado.

Finalmente cabe destacar que se ha establecido una medida común de impacto los mili puntos de impacto ambiental. Para entender en que consiste a continuación se realizará la definición de un punto de impacto:

Punto de impacto ambiental: es el equivalente a la centésima parte del impacto que realiza un ciudadano europeo a lo largo de un año teniendo en cuenta todas las entradas y salidas (consumos, vertidos, basuras etc.) de este.

4.3 Evaluación: Extraer conclusiones del trabajo realizado y destacar los principales resultados de este.

Para este apartado se ha seguido la metodología de cálculo ReCiPe Endpoint (I) V1.13 / Europe ReCiPe I/I disponible en el software SimaPro.

Análisis de impacto del conjunto del electrodoméstico y sus diferentes partes

Para poder llevar a cabo la interpretación de los resultados de una forma más intuitiva y clara se ha decidido extraer en forma de gráfico los impactos del producto desde el programa. Para evaluar el ciclo de vida del producto, por un lado se ha decidido estudiar el impacto el objeto en sí mismo y por otro lado se ha decidido estudiar el ciclo de vida (incluyendo el objeto del trabajo). De esta manera se podrá identificar en que parte del producto y del ciclo de vida del producto están concentrado el impacto para, más adelante proponer posibles mejoras que reduzcan el impacto.

Cuando se recibió producto, se podría ver claramente que estaba compuesto de 3 partes principalmente:

- 1. Electrodoméstico:** en sí mismo compuesto por todas las piezas de plástico, la base motora, la tapa los cabezales etc.
- 2. La caja de cartón y los accesorios:** de inmovilización contenidos en la misma para el transporte del electrodoméstico, Conjunto caja de ahora en adelante. El cual estaba compuesto por la caja y varias tiras y topes de cartón los cuales ayudaban a tener el electrodoméstico en una posición fija sin tocar las paredes del envoltorio para protegerlo durante el transporte
- 3. Instrucciones y garantía:** Esto es el tipo manual de uso en múltiples idiomas y la garantía para diferentes países que suelen llevar todos los electrodomésticos.

Se sospecha que también llevaría una brida de plástico o algún tipo de envoltorio de film de plástico, pero como no se tenía disponibilidad de esta cuando se recibió el producto estas partes quedan excluidas del producto.

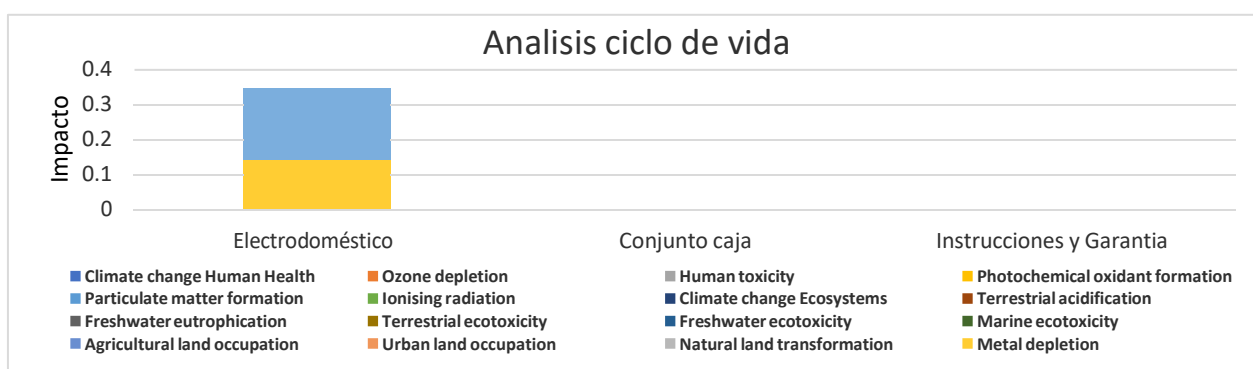


Figura 10-Cuantificación de impacto en cada una de las categorías de impacto del producto objeto del estudio

En este gráfico se observa la contribución de cada una de las partes mencionadas previamente al impacto total del conjunto. Como se puede observar las categorías de impacto más afectadas son las del agotamiento de metales y la de agotamiento de recursos fósiles. El alto impacto del electrodoméstico en el agotamiento de los metales es debido al motor eléctrico que contiene un imán de polos permanentes, el cual suele estar conformado con un núcleo de tierras raras y múltiples elementos metálicos para conformar el transformados, la carcasa, etc.

A parte dado que el producto no lo indicaba en ningún lado se ha identificado que de todos los materiales usados ninguno de ellos tiene origen reciclado y por tanto consumen directamente los recursos del medio ambiente.

A la par que el impacto sobre la disponibilidad de los metales también se tiene un gran impacto sobre el agotamiento de los recursos fósiles. Esto es debido a que el electrodoméstico está conformado, menos el motor y alguna u otra pieza metálica, por plásticos los cuales tiene origen en recursos fósiles.

Para entender mejor el impacto se han agrupado según los Ecoindicadores en el gráfico de puntuación única.

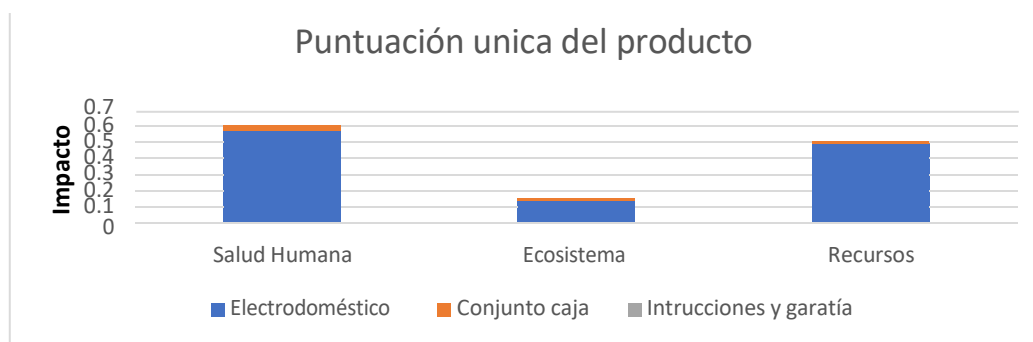


Figura 11-Impacto ambiental en cada una de las categorías de daño al medioambiente del producto objeto del estudio.

Este gráfico traduce las puntuaciones antes encontrada según categoría de impacto en los tres campos planteados en los Ecoindicadores. De esta manera se entiende de una forma más sencilla el resultado final y el impacto que tiene el electrodoméstico sobre los humanos, el medioambiente y los recursos disponibles.

Para identificar el origen de la mayor parte del impacto y facilitar la propuesta de mejoras en los puntos más críticos desde el punto de vista del impacto ambiental se suele realizar un diagrama de red. Este diagrama consiste en una descomposición de los impactos por parte del objeto de estudios. En este caso como se realizó el desmontaje, el software de SimaPro evalúa todas y cada una de las piezas con su material y su proceso de fabricación desde el punto de vista de impacto ambiental haciendo uso de los mili puntos de impacto.

En la siguiente figura se puede observar como el mayor impacto viene dado por el imán permanente contenido en el motor. Así pues, si se quisiera actuar sobre la fuente de impacto primero debería buscarse alternativas con menor impacto con respecto al motor. por ejemplo usando un motor que no tuviera imán permanentes se podría reducir el impacto debido al imán, a costa claro de aumentar el impacto de consumo de metales. Aun así, dado que un metal es más fácil de reciclar y tratar que uno imán tal vez sería interesante aplicar este tipo de medida.

Por otra parte, también se observa que viene un impacto, menor, pero significativo de la composición del cable que conecta el motor de las base motora con el enchufe. En este caso se podría intentar el uso de materiales reciclados o se podría directamente acortar el cable. En este clase el cable media más de 1 metros distancia la cual podría ser recortada dado que de forma habitual, se trabaja con este electrodoméstico, a distancias más cortas del enchufe que la distancia del cable.

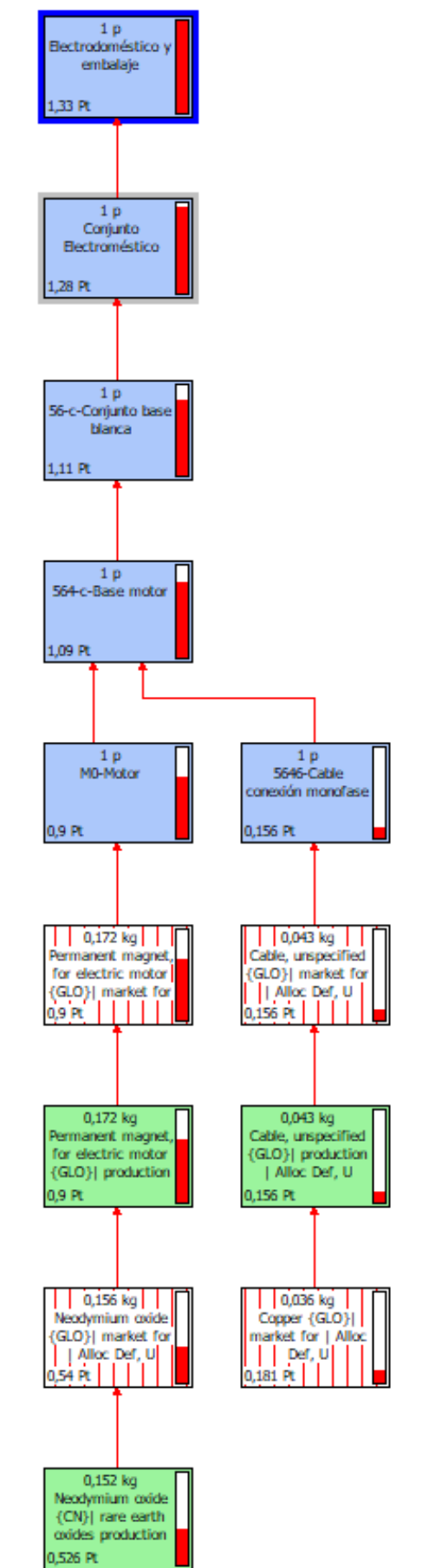


Figura 12-Gráfico de red del conjunto electrodoméstico en el análisis de impacto ambiental-

Análisis de ciclo de vida del electrodoméstico

Por otra parte también se ha realizado el estudio del impacto que provoca el producto haciendo un análisis de ciclo de vida en el cual se incluyen todas las fases contempladas en la matriz MET. Para realizar la caracterización de este ciclo de vida se han usado los datos explicados en los apartados 3 de condiciones de uso, transportes etc. A continuación se expone los resultados obtenidos mediante Sima Pro

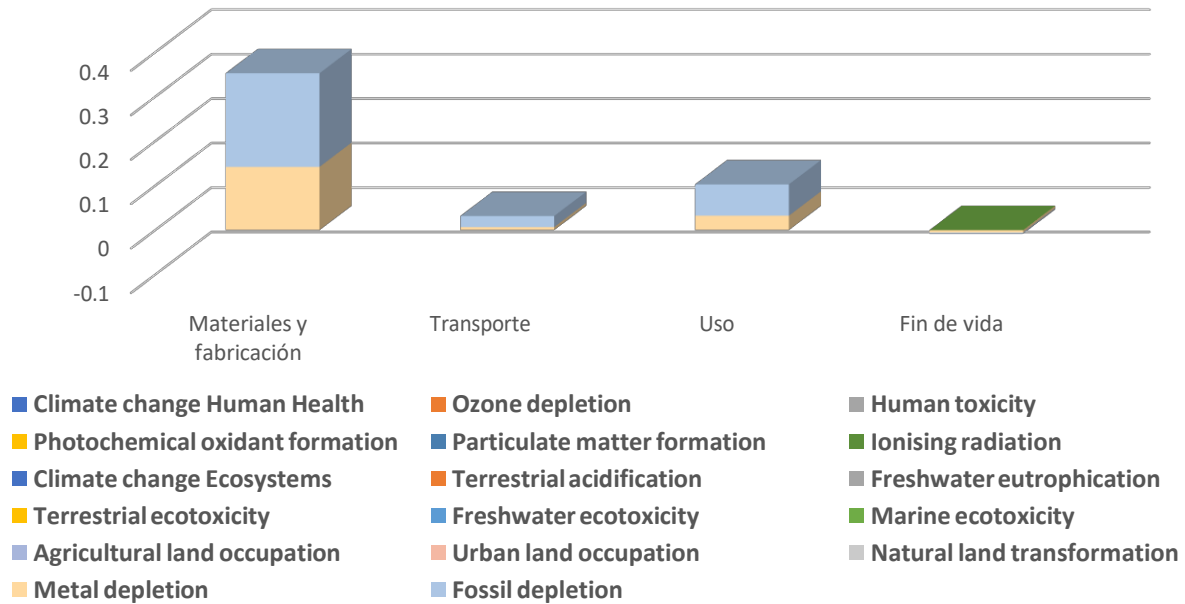


Figura 13-Impacto de cada una de las fases del ciclo de vida del producto objeto del estudio

Como podemos observar en este caso el mayor impacto del producto se tiene sobre el agotamiento de metales debido a como está el motor fabricado con materiales no reciclados y el agotamiento de combustibles fósiles dado que se ha supuesto que las piezas de plástico están hechas de materiales no reciclado también.

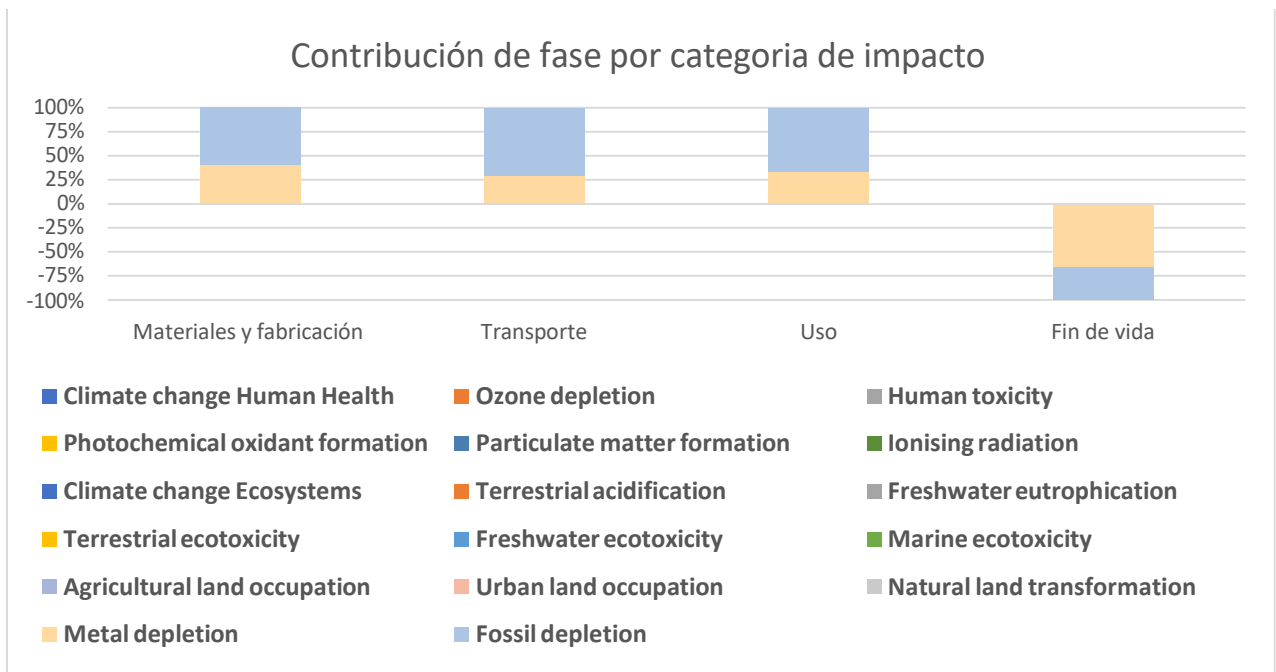


Figura 14-Impacto porcentual de cada una de las categorías de impacto en cada una de las fases del ciclo de vida del producto objeto del estudio.

Se ha obtenido esta gráfica porque es interesante observar que, en algunas ocasiones, una etapa del ciclo de vida puede contribuir aumentando una categoría de impacto o disminuyéndola. En este caso la barra del gráfico más destacable negativa es la debida al reciclado y recuperación del motor la cual disminuye su impacto.

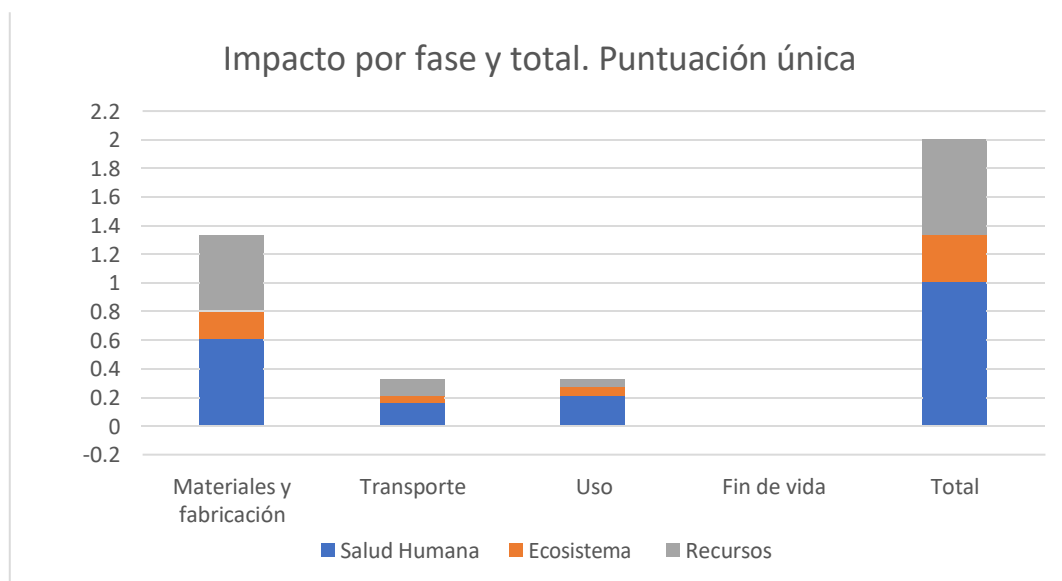


Figura 15 Impacto por fase y total del producto objeto del estudio incluyendo el ciclo de vida completo

Pese a haber añadido más fases en el ciclo de vida podemos observar que le mayor impacto sigue residiendo en la fase de materiales y fabricación del producto. en caso de querer hacer alguna mejorar se debería actuar sobre estas fases de forma prioritaria al resto.

Algunas soluciones que podrían adoptarse para minimizar estos impactos son por ejemplo en la fase de materiales y fabricación usar plásticos reciclados a la hora de confeccionar las piezas plásticas o reciclar también los motores.

Si usamos el diagrama de red que se puede observar en la siguiente fase, podemos identificar la distribución de los orígenes de los impactos. Se ve claramente lo que ya se había observado en el gráfico de puntuación única. Faltaría por destacar el impacto debido a la necesidad de limpiar el aparato. Esta parte está incluida en los recursos consumidos durante el uso del producto a lo largo de su ciclo de vida. La otra parte que haría falta mencionar de recursos consumidos durante la fase de uso de la energía eléctrica necesaria para hacer funcionar el aparato, aunque si hacemos número vemos que este es bastante menor a el impacto de la limpieza.

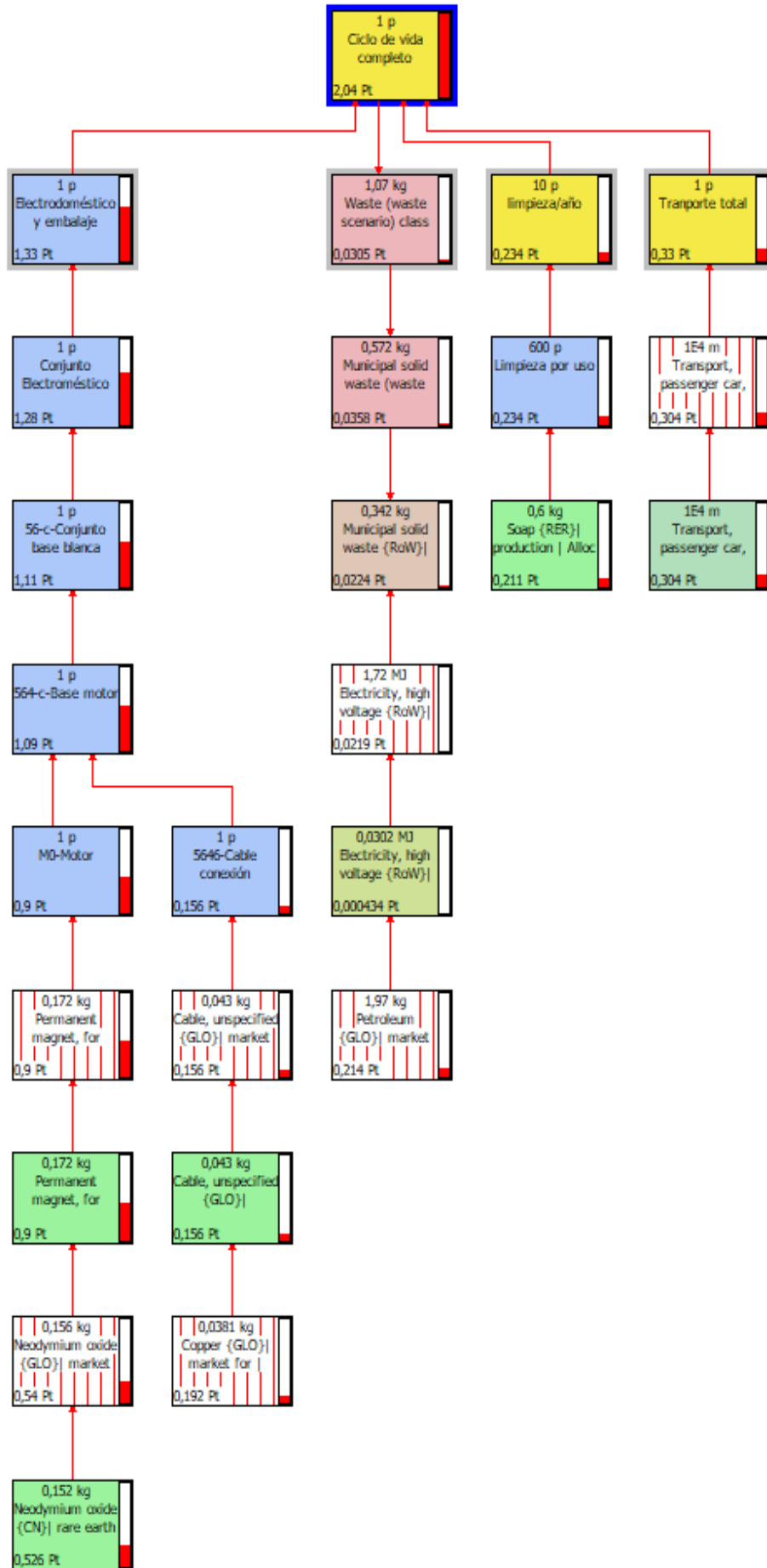


Figura 16-Diagrama de red del análisis de ciclo de vida del objeto de este estudio

4.4. Ideas de mejora: Generar y priorizar ideas de mejora para el producto.

Como ya se ha comentado previamente, la categoría que mayor impacto tiene tanto a nivel de análisis de ciclo de vida como a nivel de el objeto en si por tanto inicialmente deberíamos de incidir en esta parte del proceso para disminuir el impacto ambiental del mismo. Para ello se pueden plantear actuaciones en diferentes líneas:

Materiales sustitutivos: Indagar si los materiales de los que esta conformado el producto pueden ser sustituido por otro material con menor impacto. En este caso y dado que la categoría mas afectada es la de agotamiento de recursos sería interesante indagar en la posibilidad de usar recursos reciclado para confeccionar el producto.

Mejora del diseño: Se investigaría en partes del producto las cuales pudiéramos prescindir de ellas o pudieran ser aligeradas y por tanto consumirían menos cantidad de recursos disminuyendo por tanto el impacto. Por ejemplo, en nuestro caso acortar el cable de conexión a red sería una aplicación de este método.

Gracias a la aplicación de las metodologías y el software tratado en la asignatura se ha podido identificar la fase de mayor impacto del producto y en consecuencia proponer futuras mejoras del producto. Finalmente se han identificado los posibles impactos que puede tener un elemento tan sencillo como es el exprimidor de cítricos aplicando los conocimientos obtenidos en la asignatura.

5. Cálculo de la Huella de Carbono

5.1. Introducción. Definición del concepto de HC

En consecuencia, de la aplicación de los análisis de ACV se han aumentado el interés sobre el impacto y las llamadas huellas ecológicas que no son más que el impacto que tiene un producto, proceso o servicio en el medio ambiente. Por consiguiente y dada la complejidad y el tiempo que se debe de invertir en realizar ACV realizando el inventario ecológico, analizando el mismo cuantificando el impacto en varias categorías normalizando entre las varias categorías y finalmente interpretando los resultado se decidió la realización de simplificaciones de ACV las cuales cuantificaban el impacto de un producto en una de las categorías de impacto.

Hay múltiples y diferentes huellas que cuantifican el impacto de un producto en un único ámbito. Por ejemplo la huella hídrica mide la cantidad de agua que se consume en una comunidad a la hora de realizar un proceso, producto o servicio. Por otra parte la huella de ocupación de terreno cuantifica cuanto terreno de productividad media de la tierra consume durante el ciclo de vida de un producto tanto desde el punto de vista de la obtención de recursos como desde el punto de vista del terreno necesario para deshacerse de los desperdicios producidos en ese ACV.

Otra de las huellas ecológicas similares a las anteriores pero que ha sido más extendida que otras es la huella de carbono. esta mide el impacto que tiene un producto, proceso o servicio a lo largo de su ciclo de vida sobre el cambio climático. Esto esta justificado con la importancia que ha cobrado en los últimos el calentamiento global. Como bien sabemos se han podido identificar los principales causantes del efecto invernadero y en consecuencia aquellos factores que hacen que, fuera de control, el efecto invernadero se agrave causando graves daños al medioambiente.

Por tanto, podíamos decir que el análisis de las huella de carbono, HC de ahora en adelante, es un ACV simplificado que cuantifica el impacto de un producto en la categoría de cambio climático. Dado que el causante mas abundante de este efecto invernadero es el dióxido de carbono el impacto de esta huella ecológica se mide en kg equivalente de CO₂.

La unidad lleva la coletilla de equivalente dado que pese a que el CO₂ es el mas abundante no es el único causante de la aceleración de calentamiento global. Otros factores que también lo agravan son el vapor de agua o el metano. A estos otros elementos lo que se les hace es aplicar un factor de conversión de kg de factor a kg equivalente de CO₂. A continuación, se añade una tabla de los factores de conversión de los causantes más habituales:

Gas de Efecto Invernadero (GEI)	Potencial equivalente (kg CO ₂ eq. /kg GEI)
CO ₂	1
CH ₄	25
N ₂ O	298
HFC-125	3500
R-600a	4
HFC-32	675

5.2. Determinación de la HC del producto analizado.

Aplicando las mismas hipótesis planteadas en los apartados 3 se ha realizado el análisis específico siguiendo la metodología IPCC 2013 GWP a 100 años para la huella de carbono. A continuación se muestran los resultados

Análisis Huella de Carbono del conjunto electrodoméstico

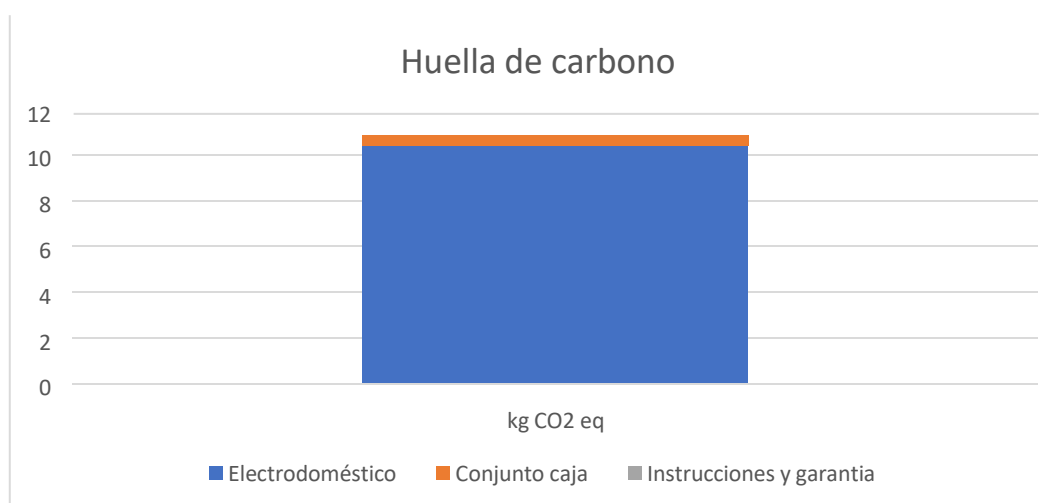


Figura 17-Huella de carbono de cada una de las partes del producto objeto de estudio.

En este caso se puede observar que el mayor impacto producido es debido al electrodoméstico en sí. Como ya se ha mencionado previamente es debido a los materiales que conforman el producto. En este caso lo que se debe mencionar es que es debido al impacto de los procesos necesarios de transformación de los materiales que consumen mucha energía y, además, en el proceso de obtención de plásticos se pueden tener emisiones de gases que pueden tener un gran impacto sobre los campos evaluados.

En este análisis se puede observar que el resto de las partes del producto son incluso menos representativas que en el anterior análisis de ciclo de vida realizado. Con esto lo que se quiere hacer es destacar la contribución de que tiene la industria en la aceleración del efecto invernadero dado que producen una gran cantidad de unidades a lo largo del tiempo causando un impacto considerable en el proceso.

Para poder evaluar el origen en detalle del impacto del producto se recurre al diagrama en red del producto. Si se observa dicho diagrama se puede ver que la mayoría del impacto esta ubicado en el proceso de producción del motor. Esto se debe a que este esta conformado de imanes permanentes que a su misma vez están conformado por tierras raras las cuales son muy costosas de extraer y procesar del terreno. Claramente se identifica que este es el punto en el que se debe intervenir para reducir el impacto sobre la huella de carbono.

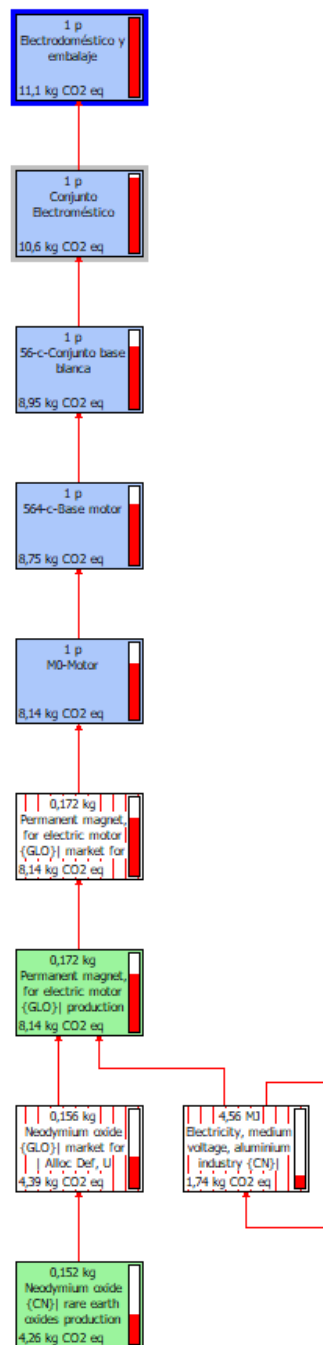


Figura 18-Diagrama de red para el análisis de huella de carbono del producto el objeto del estudio

Análisis de la huella de carbono del ciclo de vida del producto

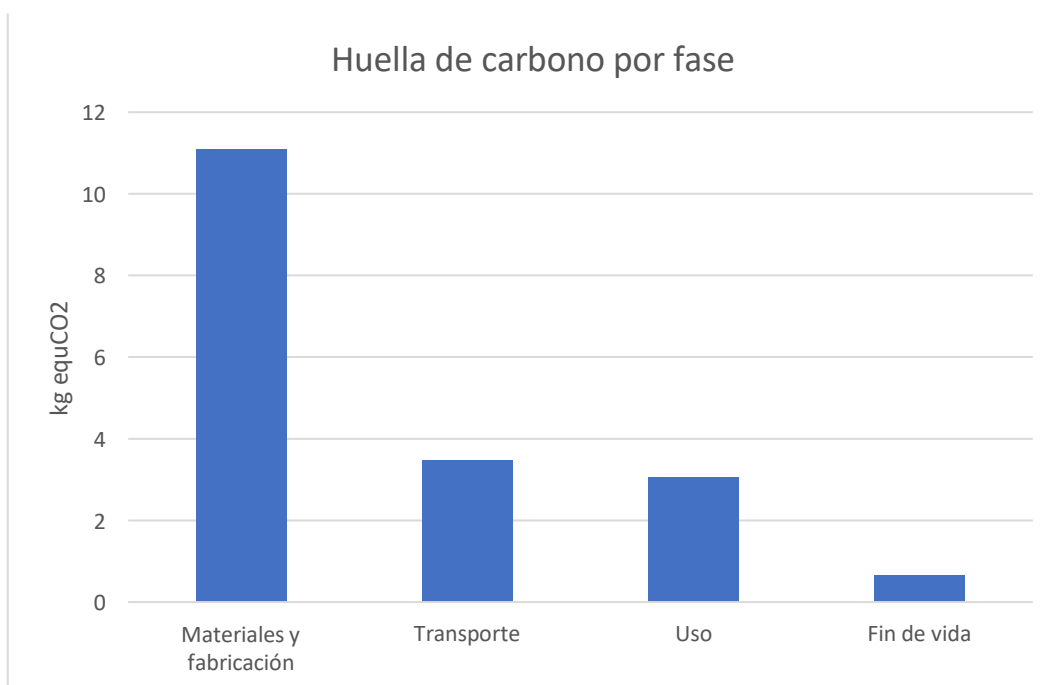


Figura 19-Huella de carbono según fase del ciclo de vida del producto objeto del estudio.

En este punto ya sabemos el impacto que tiene sobre el total la fase de fabricación del producto. Aun así, tras la ejecución del análisis del producto se debe destacar también la relación que hay entre la fase de transporte y la fase de uso.

Recapitulando, teníamos una fase de uso la cual dilatábamos en el tiempo a 10 años con las condiciones de uso de l apartado 3 de este trabajo. Por otra parte, teníamos la realización de los 3 transportes durante la fase de distribución del producto. Observe se que el impacto producido por la huella de carbono de transporte es ligeramente superior al impacto de la fase de uso todo y que la fase de transporte se lleva a cabo en u periodo relativamente corto de tiempo. Por otra parte también se cambia el orden de magnitud de impacto con respecto a el otro tipo de análisis.

Esto se debe a que el transporte se ha realizado desde un punto de distribución relativamente lejos mediante el uso de transportes por carretera. Así mismo también podemos achacar la permutación el en orden de magnitud a que el análisis de Huella de carbono pone especial énfasis en cuantificar las emisiones de efecto invernadero. Es conocido que una de las principales fuentes de emisiones de CO₂ y otros GEI es debida a el uso de combustibles fósiles. Por tanto, tiene sentido que ocurra este cambio dado que el transporte tendrá mas emisiones de GEI dado que es por carretera usando métodos de transporte convencionales impulsado por combustibles fósiles.

Estas observaciones vienen confirmadas con el uso del diagrama de red donde vemos que entra en juego, dentro de los valores representativos, el transporte aportando prácticamente una quita parte del impacto total. Si excluimos al global el gran impacto que genera la etapa de fabricación observamos que casi la mitad del impacto restante es debido a esta etapa seguida de cerca por la etapa de uso.

ACV-HC

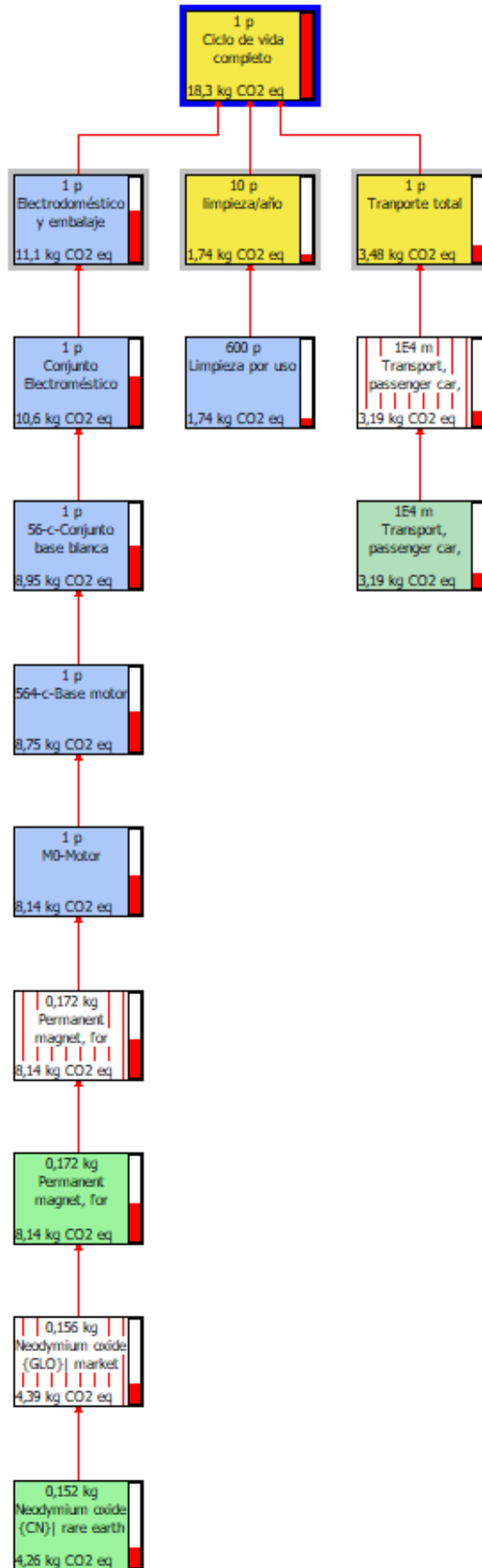


Figura 20-Diagrama de red del ciclo de vida del producto objeto de estudio

5.3. Comparación de resultados con la categoría GWP del ACV

Cara a comparar los resultados siguiendo las dos metodologías se ha tenido que cambiar la metodología del cálculo del ACV para que el programa no diera el equivalente del impacto en Climate Change (Global Warming Potential) a una variación del método *récipe* usado en el primer cálculo. El método empleado ha sido ReCiPe MidPoint(I) V1.13 / Europe ReCiPe

A continuación, se muestran los resultados obtenidos comparando las dos metodologías empleadas. Para la huella de carbono (columna HC) se ha mantenido el método empleado en el anterior apartado.

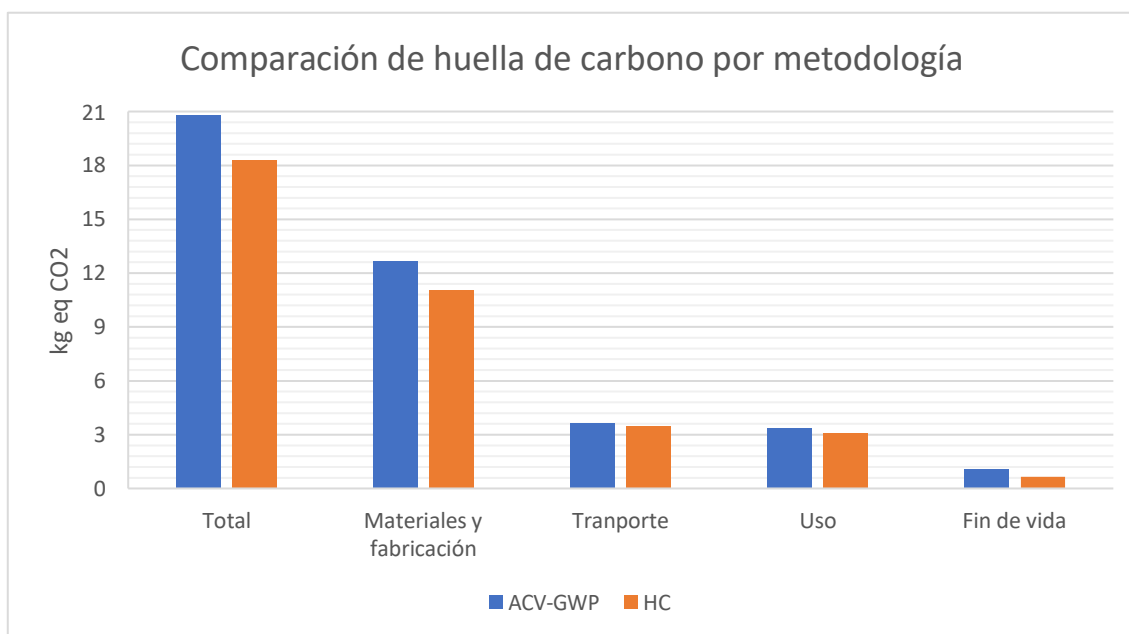


Figura 21-Comparación de la huella de carbono calculada según metodología de las GWP AV con la HC

Se puede observar que los resultados son bastante similares en todos los campos, aunque en términos generales el impacto achacado a GWP es mayor al impacto achacado al HC. La variación de los parámetros de ACV-GWP con respecto a HC:

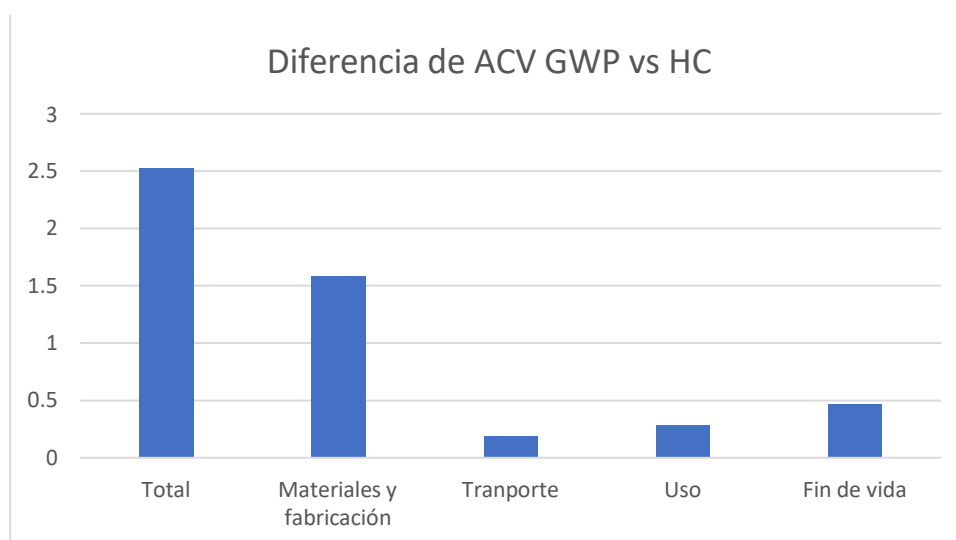


Figura 22-Diferencia para cada fase entre las metodologías empleadas

Como se puede observar la principal diferencia esta ubicada a la hora de calcular la huella de carbono debida a el proceso de Materiales y fabricación. Esto se puede deber a que la metodología usada para GWP-ACV es una metodología la cual tiene en cuenta más campos a la hora de cuantificar los impactos. De esta manera dicha metodología podría cualificarse como más estricta a la hora de realizar el inventario ecológico.

De todas formas las conclusiones que se han obtenido de en que punto se deben incurrir las mejoras has sido comunes. En este caso si estuviéramos trabajando en un ACV para detectar las fases críticas de un producto los resultados habrían sido similares. Solo habría habido conflicto en las fases intermedias

5.4. Obtención de conclusiones al respecto de la idoneidad de la HC como indicador de impacto ambiental para el producto analizado.

Con respecto a la adecuación de la HC como indicador de impacto ambiental en este caso debemos de sopesar lo resultados obtenidos con respecto el tiempo incurrido en la realización de la huella. Fijándonos en estos campos pese a que el ACV es mucho más complejo también requiere mucho mas tiempo y mucha más información con respecto el objeto del estudio.

En este caso también se debe observar que pese a que el impacto no has sido el mismo siguiendo las dos metodologías sí que has sido proporcionales Con esto los que no referimos es que la distribución de aportaciones de impacto es muy similar solo discrepado en las categorías intermedias de forma notables.

Entonces, aquí también deberíamos definir la necesidad para la cual se está realiza con el análisis. Si se requiere cuantificar específicamente que impacto se esta cometiendo sobre el medio ambiente el método a elegir es el del ACV de esta manera tenemos un fiel reflejo contando con múltiples factores que influyen sobre el impacto.

Por otra parte, si simplemente queremos hacer una estimación más somera del impacto ambiental que cometemos o identificar la fase crítica del producto donde se debería de invertir recursos en reducir el impacto s de HC sería suficiente.

Finalmente cabe destacar que con un objeto relativamente sencillo la diferencias son bajas y además el tiempo empleado en hacer el análisis de ciclo de vida completa es considerable, no es extremadamente prolongado. Si se pretendiera realizar el estudio en más detalla, o de un producto proceso u organización que se descompusiera en más partes y se debieran tener en cuenta más factores seguramente las diferencias se acentuarían. Pese a todo, dependiendo de la finalidad del estudio podría tener un interés especial el usa análisis simplificados como el de huella de carbono.