



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

***“EVALUACION DE SUSTENTABILIDAD DE UNA PUERTA
UTILIZADA EN UN REFRIGERADOR”***

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO**

P R E S E N T A

JOSE GILBERTO SANDOVAL CUAGTLE



ASESOR DE TESIS: DR. VICENTE BORJA RAMIREZ

2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos:

A nuestra máxima casa de estudios, la Universidad Nacional Autónoma de México por permitir mi instrucción y formación dentro de sus instalaciones, las cuales son forjadoras de profesionistas y humanos bajo un lema lleno de grandeza e inconmensurable amor a la cultura.

A mis profesores, quienes se encargaron de formarme profesionalmente con sus conocimientos y su amplia experiencia en las distintas áreas de estudio que la carrera requiere. Gracias por hacer de mí una persona crítica y objetiva al aclarar y resolver mis dudas e inquietudes.

Al Dr. Vicente Borja Ramírez, quien estuvo a cargo de la elaboración de la presente tesis. Por su entrega en mi aprendizaje, por compartir su sabiduría y por impulsarme a ser mejor en todo aquello que me proponga. Mi gratitud y respeto por su infinita paciencia y profesionalismo.

Un agradecimiento muy especial al M. en I. Javier Ávila, quien me asesoró con su experiencia y amplio conocimiento para la elaboración de mi trabajo. Gracias por fomentar la educación de generación en generación inculcando valores y formando mejores profesionistas.

A mis padres, quienes a base de sacrificios y esfuerzos me proporcionaron lo necesario para lograr hacer de mí una persona capaz de valerse por sí misma. Gracias por darme su atención, amor y consejo en todo momento. Los quiero y admiro por sobre todas las cosas.

A mis hermanos, que con sus consejos orientaron mi camino hacia el conocimiento y al éxito como ser humano. Gracias por su apoyo y cariño, este sueño es de todos.

A mis compañeros y amigos por compartir conmigo este difícil camino. Gracias por los gratos momentos a su lado.

¡Gracias!

INDICE DE CONTENIDO

Capítulo 01	Definición del problema	1
1.1.	Introducción.....	2
1.2.	Objetivo	3
1.3.	Alcances.....	3
1.4.	Metodología, descripción de la tesis y justificación	4
Capítulo 02	Estado del arte	6
2.1	Sustentabilidad.....	7
2.2	Sustentabilidad en productos	10
2.3	Eco-diseño (diseño sustentable, estrategias de diseño sustentable).....	10
2.4	Criterios de sustentabilidad	13
2.4.1	Biomimética	13
2.4.2	<i>Cradle to Cradle</i>	14
2.4.3	<i>Total Beauty</i>	15
2.5	Acciones para el desarrollo sustentable	16
2.6	Beneficios del desarrollo sustentable	17
Capítulo 03	Evaluación de sustentabilidad.....	18
3.1	Evaluación de sustentabilidad.....	18
3.2	Índices e indicadores de sustentabilidad.....	18
3.3	Evaluación de sustentabilidad en productos	19
3.4	Metodologías de evaluación de sustentabilidad en productos, ACV.....	20
3.5	Análisis de ciclo de vida (ACV)	21
3.6	Herramientas de software para medir sustentabilidad	26
3.6.1	<i>Sustainable Minds</i> TM	26
3.6.2	<i>SimaPro</i> TM	27
3.6.3	<i>Gabi Software</i> TM	28
3.6.4	<i>SolidWorks</i> TM	29

3.6.5	<i>Ces EduPack™</i>	30
Capítulo 04	Proceso de la evaluación de las piezas mecánicas	31
4.1	Desarme total y parcial del refrigerador	32
4.2	Fichas técnicas de especificación de piezas a evaluar	33
4.3	Uso de herramienta de software para evaluación de sustentabilidad	35
4.3.1	Modelaje de piezas mecánicas.....	36
4.3.2	Evaluación de sustentabilidad en piezas	38
Capítulo 05	Resultados	48
5.1	Tablas de resultados de la evaluación de sustentabilidad	51
5.2	Gráficas de factores de impacto de puerta con destino a México	57
5.3	Gráficas de factores de impacto de puerta con destino a Europa.....	60
Capítulo 06	Discusión y conclusiones	70
Bibliografía	75
ANEXOS	79

Capítulo 01 Definición del problema

Resumen del capítulo

En este capítulo se dan las generalidades de lo que tratará la presente tesis y una breve introducción. Se expone la relación que tiene la sustentabilidad con el mundo actual y su proyección hacia un futuro, el objetivo, los alcances y la metodología seguida en el trabajo.

En el mercado mundial donde las empresas compiten día a día por colocar sus productos en el top de ventas, se tiene una tendencia hacia innovación de productos para mejorar la calidad de las mismas, obteniendo mejores ingresos, al tiempo que se responsabilizan social y ecológicamente (D4S, 2007).

Para el caso particular del presente trabajo, se tiene una empresa establecida en México y se requiere exportar productos a Europa.

Para ello, la empresa tiene como misión cumplir en un 100% con los requerimientos establecidos en Europa, ya que determinado modelo de refrigerador no cuenta con las características necesarias estándares de los refrigeradores europeos, en específico, se requiere disminuir los impactos de toxicidad en los refrigeradores exportados mediante el rediseño de componentes del refrigerador.

En resumen, se tiene un refrigerador mexicano, cuya empresa quiere normalizar con estándares europeos para su fácil exportación. Se pretende resolver dicho problema mediante el análisis de ciclo de vida utilizando paquetes de cómputo que permitan evaluar sustentabilidad de cada una de las partes del refrigerador, determinar cuáles son más dañinas al ambiente en las distintas categorías de impacto en productos, para en determinado momento, rediseñar las piezas que sean necesarias para poder exportar refrigeradores a cualquier parte del mundo.

1.1. Introducción

El artículo “El concepto moderno de sustentabilidad” hace referencia al ejemplar “*Primavera Silenciosa*” (“*Silent Spring*”, título original en inglés), es un libro de Rachel Carson publicado en 1962 que advertía de los efectos perjudiciales de los pesticidas en el ambiente y culpaba a la industria química de la creciente contaminación, desde esta década la científica entrevistó a colegas suyos recolectando información acerca de los impactos ambientales, en poco tiempo, se despertó un movimiento ambientalista que poco a poco cobró fuerza y tomó forma con la creación de *organismos internacionales*¹, sin saberlo aún y no teniendo muy en claro todos los conceptos traídos hasta la fecha, se comenzó a desarrollar una percepción de ideas, en conjunto llamado sustentabilidad, el cual es el tema principal de la presente tesis.

Este concepto permite a gobierno, empresas, consultoras y demás organismos, identificar hacia dónde deberían dirigir prioritariamente los esfuerzos para minimizar impactos ambientales al tiempo que ofrecen una imagen de preocupación por el medio ambiente al consumidor y mejoran su economía (Acción RSE, 2007).

El proyecto “Evaluación de sustentabilidad en piezas plásticas utilizadas en un refrigerador”, fue realizado en las instalaciones del CDMIT (Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica), con el objetivo de evaluar la sustentabilidad en piezas específicas de un refrigerador (para este estudio se evaluaron los componentes de la puerta de un refrigerador), a partir de este análisis el trabajo a futuro consistirá en realizar el rediseño del refrigerador a fin de llegar a un refrigerador sustentable económica, social y ambientalmente.

Existen distintas metodologías y principios para evaluar sustentabilidad en productos, en este caso, la medición de sustentabilidad se llevó a cabo haciendo uso de un software con capacidad para analizar la sustentabilidad de prototipos y productos. Dicho proyecto está orientado a mejorar los requerimientos de la empresa manufacturera de refrigeradores establecida en México con operaciones y ventas alrededor del mundo, realizar mejoras en cuanto al diseño de las partes utilizadas por la empresa, hacer más eficiente el ciclo de vida del refrigerador, así como disminuir emisiones dañinas tanto para el ser humano como a su hábitat y reciclar los materiales que en su fin de ciclo de vida útil se puedan ocupar, son los

¹ OEA, UNESCO, FAO, OMS, UNICEF, OCDE, PNUMA, SAGARPA, CONAGUA, SEMARNAT, INE, CDS, PROFEPA,...

objetivos principales de todo el proyecto, a los cuales se da inicio con el presente trabajo.

1.2. Objetivo

En este apartado se menciona el objetivo de la tesis, cuya exclusividad es evaluar partes mecánicas presentes en el ensamble y funcionamiento del refrigerador (en su mayoría componentes plásticas).

Las partes se evaluarán en un paquete de cómputo que cuenta con un módulo de sustentabilidad para la evaluación de ciclo de vida del producto.

Con la evaluación se pretende realizar una primera iteración de análisis de ciclo de vida con dicho software, de la puerta superior del refrigerador, específicamente de la puerta del congelador. Obtenida la evaluación de la puerta, se pretende caracterizar qué piezas producen el mayor impacto ambiental y ese es el punto culminante al cual llegará la tesis, acompañada de su respectivo análisis.

Cabe mencionar que la presente tesis contribuye a la realización de un refrigerador que genere menos emisiones al medio ambiente, que sea costeable para su fabricación, que tenga aceptación social, que cumpla determinados estándares para entrar en un mercado diferente al mexicano, que no ponga en peligro la existencia de generaciones futuras y que se pueda rescatar la mayor cantidad de partes en su fin de ciclo de vida útil, es decir un refrigerador sustentable.

El proyecto del cual el autor formó parte y del cual se extrajo esta tesis, continuará con un rediseño total o parcial de las piezas de mayor impacto ambiental y se compararán con las normas europeas de toxicidad para su futura estandarización.

1.3. Alcances

Dentro de los alcances de la tesis se contemplan los siguientes:

- Recopilación y síntesis de información;
- Caracterización de piezas;
- Modelaje de las partes de la puerta del congelador;

- Hacer uso de la síntesis metodológica y conceptos de evaluación de ciclo de vida, a través de herramientas computacionales;
- Hacer uso de la optimización de herramientas de evaluación de sustentabilidad de un producto o prototipo.
- Llevar a cabo la evaluación de sustentabilidad de las piezas modeladas;
- Realizar una evaluación de sustentabilidad del ensamble de las piezas modeladas;
- Análisis de las evaluaciones de sustentabilidad realizadas en el software;
- Caracterización de las piezas con mayor impacto ambiental
- Conclusión de resultados.

1.4. Metodología, descripción de la tesis y justificación

A grandes rasgos el desarrollo de esta parte del proyecto, consistió en la siguiente metodología.

Desarmar el refrigerador hasta la mínima unidad para un mejor estudio de las piezas, con lo cual también se pretendió obtener un mejor acercamiento al modelaje de la pieza, por consiguiente, una mejor evaluación de sustentabilidad.

Se realizaron fichas técnicas de los componentes del refrigerador para una mejor caracterización de las partes, las cuales indican solo características necesarias para la evaluación de sustentabilidad en el software. Con este punto se puede acudir a la recopilación o ubicación de datos necesarios para determinado componente sin confusión alguna.

Se realizaron modelos computarizados en un software de diseño (CAD – CAE), para evaluar la sustentabilidad de las piezas modeladas y así obtener un criterio de las partes más o menos dañinas, para el ser humano y el medio ambiente.

Finalmente se evaluaron los distintos componentes en el software utilizado y se procedió al análisis de los resultados.

En una primera iteración, se realizó el análisis de la puerta del refrigerador (la cual es presentada en esta tesis) con determinada metodología, para en segunda instancia aplicarla a los demás componentes del refrigerador, con el fin de

visualizar resultados y hacer mediciones referidas a la sustentabilidad de las partes pertenecientes al refrigerador.

Con los datos obtenidos se realizó una comparación de características entre lo que arroja el software y lo que se tiene realmente de las piezas posteriormente se ejecutó un análisis de los datos obtenidos.

Para los análisis de las piezas modeladas se consideraron cuatro ámbitos principales, fabricación, uso, transporte y fin de vida útil del producto y se muestra el daño medioambiental que el producto genera por medio de pruebas, como la huella de carbono, energía total consumida, acidificación atmosférica y eutrofización del agua, todo ello mediante el análisis del ciclo de vida del producto, aplicando el software en cada etapa del ACV².

² ACV. El análisis del ciclo de vida (ACV) de un producto es una metodología que intenta identificar, cuantificar y caracterizar los diferentes impactos ambientales potenciales, asociados a cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto.

Capítulo 02 Estado del arte

Resumen del capítulo

En este capítulo se describen los aspectos más relevantes del tema de la sustentabilidad, tales como los criterios para otorgar el grado de sustentabilidad a un objetivo.

El constante cambio en la economía, el cambio climático, el cuidado del medio ambiente, ha despertado la preocupación del gobierno, de las personas y algunas empresas que conviven y forman parte de la sociedad, por lo cual día a día se desarrollan nuevas normas, métodos y tecnologías, intentando hacer el menor daño posible a la naturaleza, con ello se pretende desarrollar a las comunidades y grandes ciudades para un nivel óptimo de vida, lo que desemboca a un desarrollo sustentable (D4S, 2007).

El desarrollo sustentable se refiere a establecer una armonía socioeconómica ambiental (Deloitte, 2010), por ello la importancia de desarrollar nuevos productos que atraigan la atención del ciudadano consumidor, en los que la novedad es el uso del término sustentable.

Bajo este concepto es obligatorio dar métodos y soluciones al problema de la contaminación ambiental así como al cuidado de los recursos naturales proponiendo nuevas ideas para el ciclo de vida de productos, que a su vez impulsen nuevos modelos económicos, por lo tanto, este tema se debe tratar con cuidado y cautela, lo cual no es una tarea fácil, ya que no es posible cambiar el mundo de un día a otro, tiene que existir un equilibrio con la economía y existe gran cantidad de mercados laborales a los cuales no les conviene cambiar a corto plazo, ya que representaría pérdidas de ingresos el ocuparse del fin de ciclo de vida de los productos o hacer cambios en su estructura de trabajo.

Además de existir distintos niveles de entendimiento en conceptos e ideas acerca del tema de la sustentabilidad, también se enfrenta el problema de la subjetividad (Suppen, González, 2008), puesto que hay distintos modos de pensar acerca del manejo y utilización de los recursos, lo que puede ser conveniente para

determinado grupo de personas, no lo es para otro (ámbito socioeconómico), entonces se debe establecer una equidad.

Las empresas tienen que aprender a entrar nuevamente a la competencia en el mercado para que haya un mejor nivel de vida, tienen que innovar sus productos, es por ello que medianas y grandes empresas han ido invirtiendo tiempo y dinero en ideas para el desarrollo de productos sustentables y poder satisfacer la demanda de las personas de un modo más amigable hacia el ambiente.

La sustentabilidad se enfoca a mantener un equilibrio entre los tres factores o esferas de la sustentabilidad (Gudynas, 2003). Existen distintas herramientas que permiten tomar medidas que afectan directa e indirectamente a las mismas, tales como el análisis de ciclo de vida (ACV), también hay metodologías que permiten predecir el comportamiento del producto, lo que se pretende con éste, es hacer un planteamiento a fondo de las acciones que puede tomar la empresa para dar determinado seguimiento que le permita entrar al mercado sin verse afectada por factores externos.

Muchas personas piensan que la sustentabilidad es un sinónimo de ambientalismo y que no es más que hacer uso de las ecológicas 3R (reducir, reutilizar, reciclar), por supuesto son medidas a tomar, sin embargo no es sólo aplicarlas y sembrar árboles, en el siguiente apartado se establecerá más a fondo el concepto (Deloitte, 2012).

2.1 Sustentabilidad

“No existe una única definición de sostenibilidad y por tanto, a la hora de hablar sobre sostenibilidad, el mundo deja de ser una masa giratoria y pasa a ser una gran torre de Babel, donde todos hablan pero nadie se entiende, lo que hace tambalear los cimientos del propio edificio”(Stahel , 2009).

En artículos encontrados en la red se manejan dos conceptos básicos para la discusión del tema, sostenible y sustentable, que por etimología se refieren a prácticamente lo mismo ya que uno consiste en soportar o sostener algo que va desde lo moral hasta acciones físicas y el otro pretende sustentar o mantener con hechos o palabras algún concepto.

Cuando los términos son utilizados literalmente por la gente, se refieren a lo mismo y no existe diferencia entre los conceptos, este proyecto no está basado en

orígenes ni usos de las palabras, está enfocado a realizar acciones que vayan más allá de lo literario para mejorar el nivel de vida de la sociedad y crear más oportunidades de crecimiento a las empresas, por ello ahora se menciona que lo sostenible es algo que se puede realizar beneficiando ya sea a todos o a pocos, para lo cual, no hay en sí un crecimiento general. Lo sustentable va dirigido a realizar acciones que generen un mejor nivel de vida y un equilibrio con la naturaleza, creando nuevos modelos socioeconómicos.

La definición de sustentabilidad más aceptada a nivel mundial es la siguiente:

“El desarrollo sustentable es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”³.



Ilustración 1 Esferas de la sustentabilidad (Ecotrend, 2013).

Son tres grandes grupos en los cuales se basa el concepto antes mencionado: económico, social y ambiental. Dados los integrantes del tema se procede a exponer un ejemplo para una mejor comprensión.

Supongamos que existe una enorme zona forestal en excelentes condiciones para explotar su flora, determinada compañía está encargada de los procesos de manufactura de la transformación de madera a productos comerciales. En este caso, se tiene que dicha empresa puede hacer uso del suelo y de los recursos

³ CMMAYD, (1987). Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

naturales, trayendo consigo un magnífico negocio rentable, ya que se tienen los recursos “interminables”, de esta manera se puede sostener una buena economía (para la empresa), que en algún momento finalizará cuando los recursos naturales se agoten, pero cuando esto suceda, la empresa puede cambiar de lugar e ir a otra zona en donde encuentre, si no las mismas condiciones, unas muy parecidas y repetir el ciclo una y otra vez.

Presentado esto, se concluye que existe un caso en el que la empresa obtendrá ganancias (economía) a costa de la zona forestal. Este es un caso de desarrollo sostenible a corto o mediano plazo (según la reserva que se haya imaginado), sin embargo se deja de lado el ciclo ambiental, entonces se puede decir que se tiene un caso no sustentable, puesto que no hay acciones ni preocupación por un pilar de las sustentabilidad, lo que produce un desbalance en el equilibrio entre las tres esferas.

Otra instancia en la sustentabilidad, es que no sólo se refiere al cuidado del ambiente, sino que a través de los años, ha cambiado la forma en que las empresas ven a sus empleados, ahora se tiene cierta preocupación por ellos (responsabilidad social - ámbito social), que obviamente repercute en la vida económica empresarial. Por ejemplo, años antes, en las empresas no existía la inquietud por despedir a un empleado, se despedía y se contrataba otro, no teniendo en cuenta que en ese modelo de negocio el despido de empleados representa cierta pérdida para la compañía, puesto que el empleado con antigüedad cuenta con horas de capacitación, horas pagadas y tiempo dentro de la empresa, además es más probable que el empleado veterano realice mejor su trabajo que el nuevo trabajador. Al despedirlo, la empresa (socialmente responsable), paga liquidación, pensión y las horas de capacitación del nuevo empleado, sumado al tiempo que se necesitará para que el empleado nuevo llegue a un nivel de conocimientos similar al del empleado anterior. Es esencial comentar que en determinado momento se deberá cambiar al trabajador por motivos tales como avanzada edad, discapacidades u otras, sin embargo a la vez en que se prepara el retiro de estos trabajadores, se integrarán nuevos elementos a la empresa, capacitados por la experiencia de los anteriores. Aquí mismo se expone que la sustentabilidad ni el autor consienten la falta de compromiso laboral, como sucede en los sindicatos de trabajadores.

Se pueden presentar más casos con las combinaciones adecuadas para ejemplificar lo que es y no, sustentable, lo que se pretende es establecer una idea más clara del concepto de sustentabilidad.

En el proyecto se aspira a formar un refrigerador sustentable, desde el diseño hasta el fin de ciclo de vida con todo lo que ello implica e intentar obtener un equilibrio entre los tres grupos desde un punto de vista ingenieril y empresarial.

En resumen, lo sostenible es algo que se puede mantener a corto o largo plazo, y algo idealmente sustentable es algo sostenible que además prevé un equilibrio entre la economía, lo social y lo ambiental a través del tiempo.

Aunque en distintos lugares el término es tomado como un sinónimo, a final de cuentas no importa tanto el nombre que se le dé, la importancia radica en las acciones que se realicen.

Las acciones a tomar en el ámbito ingenieril se tienen que realizar desde el planteamiento del proyecto que se vaya a realizar, sea cualquier rama de las ingenierías: desde hacer un rascacielos hasta la fabricación de un traje de natación, en la rama de diseño existe una gran cantidad de información y carencia de, acerca del tema, se han ido perfeccionado nuevas ciencias y métodos para un desarrollo sustentable, por ello ahora se habla de eco-diseño, el cual está orientado a diseñar productos que sean amigables con el medio ambiente, inevitablemente esto involucra a la sustentabilidad, punto de vista del autor.

2.2 Sustentabilidad en productos

La sustentabilidad de un producto es una ardua y constante búsqueda de información, ésta se ve afectada desde la manufactura, el medio de colocación en el mercado y el medio de obtención de las materias primas para el producto final. Por ello en la actualidad se pretende minimizar el impacto ambiental desde su diseño, se ha llegado a la conclusión de que el diseño, es parte fundamental en el ciclo de vida de los productos y es posible reducir los impactos y mejorar economías si se realiza un buen diseño del producto (D4S, 2007).

2.3 Eco-diseño (diseño sustentable, estrategias de diseño sustentable)

Las decisiones de diseño determinan el uso de importantes cantidades de recursos (materiales y energía). Las mismas fijan los parámetros respecto a la vida del producto tanto en la fase de elección de materiales y procesos de producción, como en la fase de uso de los productos y de disposición final de la vida útil de los mismos. El empleo de estas

estrategias logra un producto preventivo de la degradación. Las mismas se agrupan bajo el nombre de estrategias para “Diseño de Productos para el Medio Ambiente” o “Eco-diseño”.⁴

Lo que pretende el eco-diseño es incorporar estrategias que permitan un buen funcionamiento del producto que cubra por completo las necesidades utilizando la mínima cantidad de masa o energía, lo que desemboca en reducir significativamente los impactos ambientales. A los nuevos productos diseñados bajo este concepto se les ha dado un nuevo nombre: productos verdes o ecológicos, como consecuencia de los mismos se tiene que especular en distintas categorías de diseño para poder llegar a un nivel que permita evolucionar de un esquema tradicional a uno nuevo, el cual permita un desarrollo sustentable. A continuación se mencionan algunas recomendaciones (Zaror).

- Seleccionar materiales que sean menos dañinos al ambiente, que en su final de ciclo de vida útil se puedan reutilizar y que no generen tantas emisiones al medio ambiente.
- Seleccionar procesos de manufactura más limpios, que generen menos emisiones o reducir el valor de éstas utilizando energías secundarias para otros procesos así como producir menos desecho en los procesos de fabricación.
- Diseñar productos para que se obtenga más provecho de ellos, es decir, que los productos tengan mayor ciclo de vida funcional, además de intentar que su fin de ciclo de vida de uso sea el inicio de reciclar o rehusar los desechos.
- Selección de materiales que generen menos sustancias y emisiones tóxicas en su proceso de manufactura.
- Diseñar para reusar, es decir, hacer los productos de tal forma que puedan reutilizarse, ya que esto se puede percibir en el caso de productos desechables (platos, vasos, cosas utilizadas en fiestas, etc.), cuyo ciclo de vida es muy corto comparado con los desechos que generan.

Un producto sustentable no es sustentable sino está inserto en un contexto o sistema sustentable. No existe en la actualidad un producto o servicio que tenga el máximo puntaje en sustentabilidad. De hecho no existe una

⁴ Chambouleyron, M. Arena, A, P. Pattini, A. Diseño de productos y desarrollo sustentable, estrategias de revalorización de productos manufacturados para su introducción en un nuevo ciclo de vida. INCIHUSA (Instituto de Ciencias Humanas y Sociales).

herramienta de medición del nivel de sustentabilidad de un producto. Lo que se intenta actualmente es la búsqueda de productos, empresas, economías, sistemas en transición a una situación más sustentable según parámetros establecidos⁵.

Cabe destacar que la afirmación anterior fue extraída de un artículo realizado años atrás donde aún no se contaba con las herramientas pertinentes o estaban en desarrollo para evaluar sustentabilidad en productos. En la actualidad existen múltiples herramientas de evaluación de sustentabilidad y se hace uso de una de ellas en este estudio.

A continuación se presentan imágenes ilustrativas de un producto sustentable y la idealización del desarrollo sustentable en la industria.

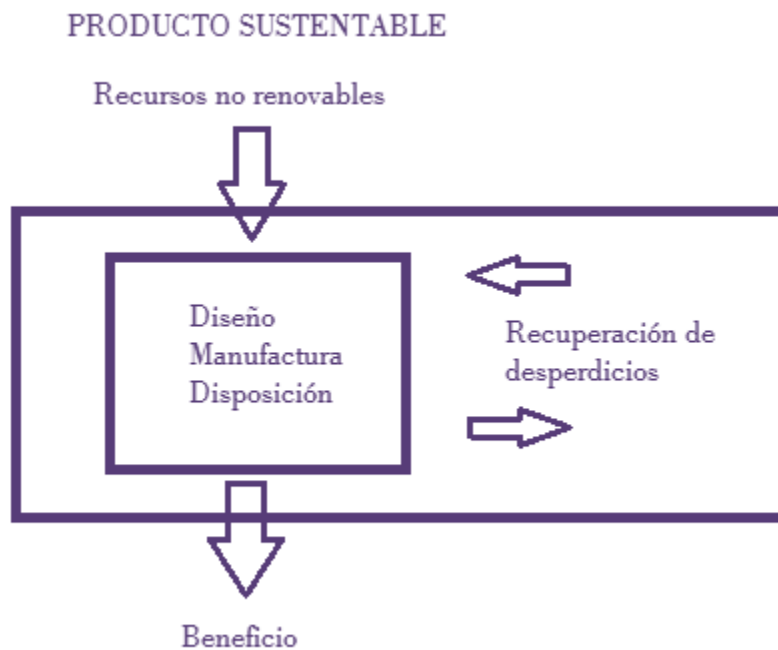


Ilustración 2 Esquema de flujo de la materia dentro y fuera del circuito industrial. Simons, (1994).

⁵ Ibid

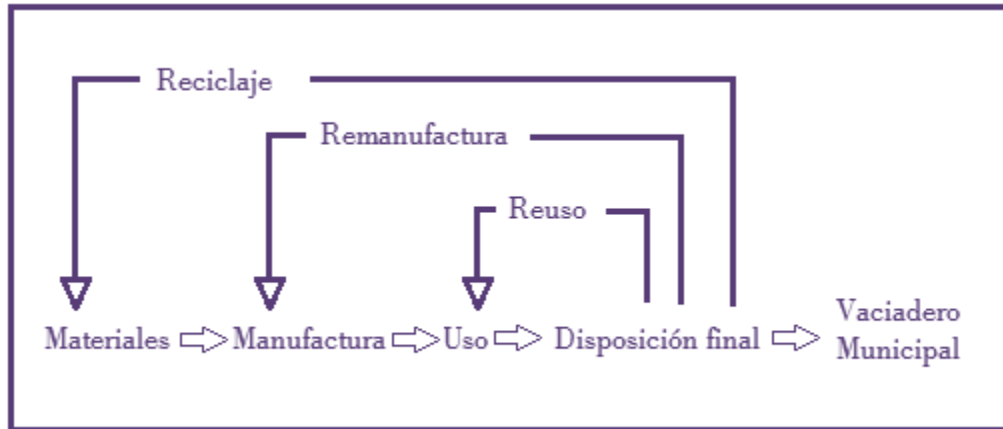


Ilustración 3 Esquema de recuperación de la materia dentro de la industria. Simons, (1994).

Sin embargo, el diseño sustentable de productos, se ha llevado a un nivel científico del cual sobresalen tres categorías de diseño de un producto, a las cuales se les denomina criterios de sustentabilidad.

2.4 Criterios de sustentabilidad

Existen tres criterios de sustentabilidad, lo cual en conjunto es una útil herramienta para diseñar nuevos productos, que se acerquen cada vez más a un producto sustentable, también son una ayuda de referencia, puesto que diseños basados en estos criterios demuestran un mejor funcionamiento en su función principal.

2.4.1 Biomimética

Es referido a diseñar objetos de tal manera que se imite organismos existentes en la naturaleza para satisfacer necesidades humanas de forma análoga en que la naturaleza satisface sus propias necesidades, de esta manera el estudio de organismos existentes y casi perfectos permite un desarrollo sustentable de las necesidades humanas (*Biomimicry 3.8 Institute*).

"El primer nivel es imitar la forma natural. Pero se puede acceder a un segundo nivel, que es cuando se imita el proceso natural. Y un tercero, copiando el funcionamiento de los ecosistemas" ⁶

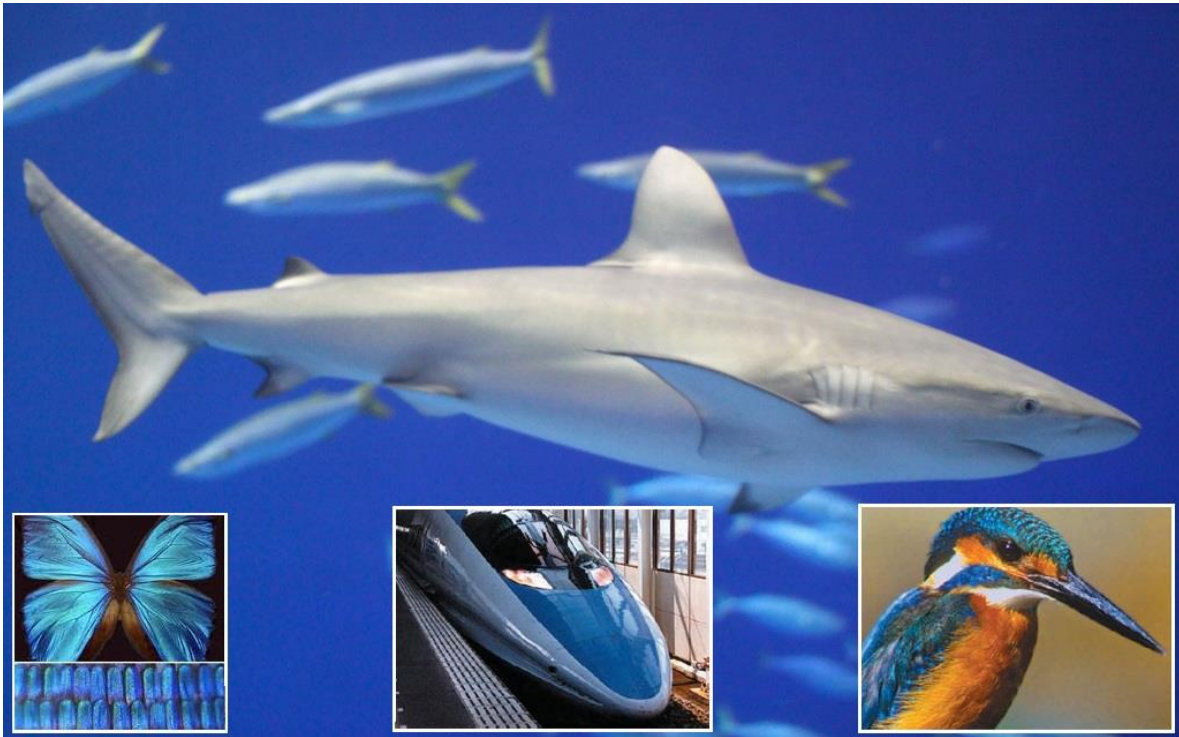


Ilustración 4 Ejemplos de proyectos realizados con el estudio de biomimética (Biomimicry 3.8 Institute).

2.4.2 Cradle to Cradle

Se refiere a un modelo de productos en los que la industria realiza aproximaciones a los procesos naturales cerrando un ciclo "biológico", en donde los materiales utilizados además de cumplir su función principal, son utilizados como nutrientes al medio ambiente, con lo cual idealmente no habría desechos ya que regresarían al inicio del ciclo (Herramientas para la evaluación de sustentabilidad).

En la ilustración 5 se puede observar los distintos ciclos de vida del producto, el ciclo técnico y el ciclo biológico, cuando se combinan retroalimentándose entre sí, se produce un nuevo ciclo de vida del producto en el cual no existe desecho alguno por lo cual se hace más eficiente el ciclo de vida del producto. En la

⁶ Janine Benyus se refiere en sus libros a las arañas las cuales crean hilos de seda tan fuerte como el Kevlar utilizado en chalecos antibalas. Los ingenieros podrían utilizar dicho material, si tuviera una longitud suficiente, en cuerdas de paracaídas, cables de puente colgante, ligamentos artificiales para la medicina y muchos otros fines.

realidad esto no es posible en un cien por ciento, sin embargo este criterio de sustentabilidad plantea la idea de acercar el proceso real a un proceso idealmente sustentable.

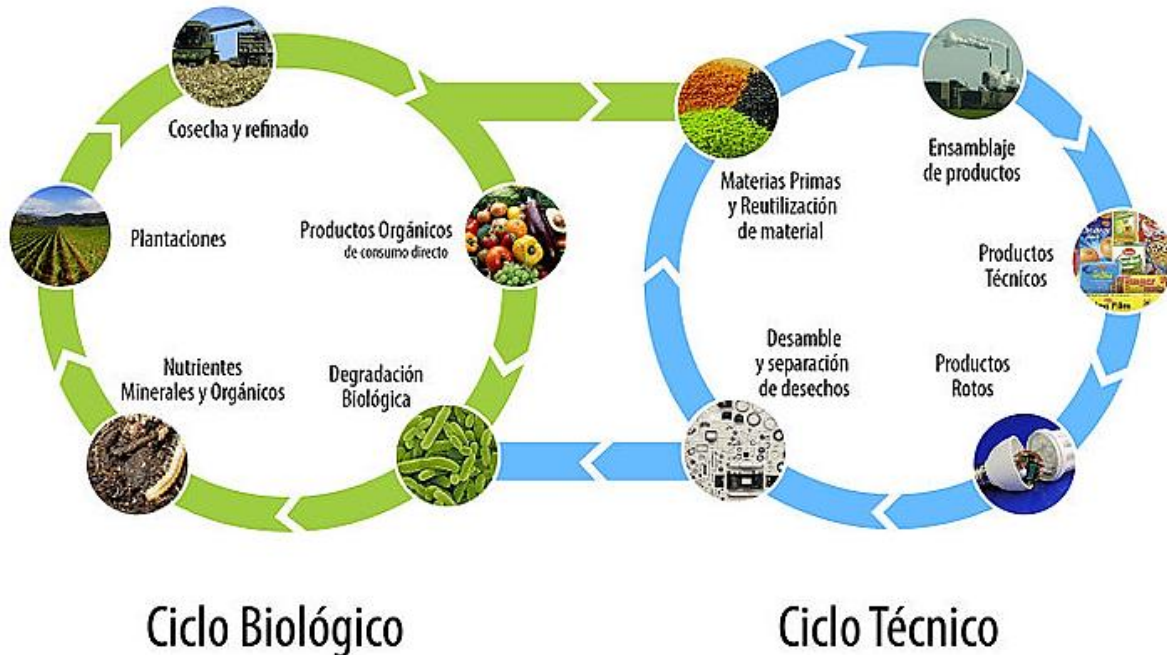


Ilustración 5 Sistema en el cual un producto se recicla y puede substituir materia prima para la confección del mismo u otro producto (Cradle to cradle, www.zaragozarecicla.org).

2.4.3 Total Beauty

Según Edwin Datschevski⁷ se constituye en cinco requerimientos basados en la naturaleza.

- Cíclicos: que el producto sea orgánico o reciclable.
- Solar: que el producto use energía solar o energía renovable durante su manufactura y su uso.
- Seguro: que el producto no sea tóxico (para el ser humano o para los ecosistemas) en su manufactura, uso y reciclado.
- Eficiente: que el producto en manufactura y uso requiera 90% menos material, energía y agua que sus productos de competencia.

⁷ Edwin Datschevski (1994), Total beauty. <http://www.livingprinciples.org/total-beauty/>

- Social: la manufactura del producto y su uso observa los derechos humanos básicos.

2.5 Acciones para el desarrollo sustentable (cultura, productos, consumo y servicios verdes)

Las medidas a tomar para un desarrollo sustentable vienen desde las empresas, pasando por el gobierno y por supuesto la población, para ello se proponen los siguientes puntos (Suppen, González, 2008):

Gobierno

Por parte del gobierno, exigir a las empresas mejores productos que no dañen al medio ambiente, “productos verdes”, y también hacer más conciencia mediante programas de educación para la sociedad promoviendo el ciclo de vida. Crear normas que obliguen a las empresas a desarrollar productos de bajo impacto ambiental e idealmente, dejar la corrupción de lado, puesto que en distintas ocasiones se ha visto que las empresas corrompen al gobierno con tal de obtener el beneficio para sí mismos.

Empresas

Respecto a las empresas, hacer productos sustentables, es decir, planificar mejor sus productos e invertir en tecnologías y conocimientos nuevos; hacer productos eco-eficientes; fomentar la innovación tecnológica; utilizar materiales menos nocivos para el medio ambiente y crear nuevos modelos de negocio.

En la industria se maneja un concepto propuesto por Milton Friedman, quien escribía lo siguiente, “*La empresa no tiene más responsabilidad que la de maximizar sus beneficios económicos, respetando la ley y las reglas del juego del mercado competitivo*”⁸, cuyo enunciado es acertado, en realidad no hay empresa que exista por otro motivo, pero para llegar a un nivel de empresa sustentable se debe establecer una responsabilidad social empresarial (responsabilidad económica, legal, moral y voluntaria/filantrópica).

Valor social

Exigir mejores productos que no dañen su entorno y comprar aquellos que cumplan con el mismo objetivo.

⁸ Friedman, M. (1970), “*The social Responsibility of Bussiness*”.

Dentro del ámbito de la sustentabilidad hay un problema con la subjetividad de la misma, no existe un acuerdo entre la gente de lo que es bueno o malo, existen diferentes puntos de vista de lo que se puede y debe hacer con los recursos naturales, también existe el desconocimiento del problema. Hace falta difundir más información acerca del tema.

En general lo que se necesita hacer, es tomar conciencia de la situación e instruir en la sociedad mayor cultura acerca del desarrollo sustentable.

2.6 Beneficios del desarrollo sustentable

En general los beneficios que otorga tomar acciones para un desarrollo sustentable son para toda persona en la sociedad. Sin embargo, cabe resaltar que de distintas maneras.

Para la población hay un sinfín de beneficios: entre ellos, es un mejor medio ambiente, mejores productos, mayor desarrollo, una mejor administración de los recursos y una equidad en la repartición de riquezas, ya sean naturales o artificiales.

El gobierno obtendrá credibilidad y acreditación por parte de sus seguidores, incluso obtendrá más, tendrá un mejor control de la toma de decisiones para implementar nuevos proyectos con mejores modelos de negocio y mayor enriquecimiento para la población.

En las industrias se ha demostrado a través del análisis de ciclo de vida, que se puede planear productos con una buena aceptación social, si a esto se le da el valor agregado de productos verdes, se ganará la confianza y reconocimiento de sus clientes.

También con una buena planeación del producto, la relación producción-costo se puede mejorar, lo cual trae consigo productos más baratos y un mayor mercado de venta, incluso una inversión en sustentabilidad puede evitar costos indirectos, por ejemplo demandas (Romero, 2003).

Capítulo 03 Evaluación de sustentabilidad

Resumen del capítulo

En este capítulo se describen los aspectos más relevantes del tema de la evaluación de sustentabilidad en productos, se enumeran las principales metodologías de evaluación.

3.1 Evaluación de sustentabilidad

En realidad no existe una medida de sustentabilidad, es decir no hay unidades ni formulaciones que permitan dar un resultado en concreto, no se puede decir “X producto tiene tantas unidades de sustentabilidad y por lo tanto es más sustentable que Y producto”, de ahí que sea complicado evaluar productos si no se tienen las herramientas correctas o no se sabe cómo proceder.

La sustentabilidad sólo se puede evaluar y comparar entre distintos productos (materiales, sociedades, ambientes, etc.), no se puede medir directamente.

La evaluación de sustentabilidad es una tarea complicada por lo cual se hace alusión a indicadores de sustentabilidad, con los cuales se “convierte” el problema a términos monetarios o de desarrollo para la toma de decisiones acerca del destino de los recursos (INEGI, INE, 2000).

3.2 Índices e indicadores de sustentabilidad

Dentro de los tres pilares de la sustentabilidad, existen distintos indicadores que permiten realizar un estimado de cuántos y cuáles recursos se agotan, así como el desarrollo de la población en términos económicos, educacionales, crecimiento poblacional, estos indicadores son más referidos al desarrollo sustentable de una sociedad.

Se determinan mediante una base empírica y numérica (índices de sustentabilidad), para calcular los impactos de las acciones de la población sobre su desarrollo sustentable. Estos indicadores facilitan la tarea puesto que se simplifican los fenómenos complejos de las operaciones sobre la naturaleza, traduciéndolos a términos más entendibles.

Un indicador es una medida que al multiplicarse por determinado factor de referencia arroja un índice de sustentabilidad con el cual ya se pasa a términos numéricos para su mejor análisis (INEGI, INE, 2000).

La enorme cantidad de información y de estudios que se hacen para determinar los indicadores de sustentabilidad, sale de los alcances de la presente tesis, además no se posee información pertinente a la evaluación de sustentabilidad en productos, por lo cual sólo se menciona sin aunar más en el tema. Si se requiere mayor información del tema se sugiere servirse del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) o del Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAT).

3.3 Evaluación de sustentabilidad en productos

Existe una gran cantidad de conceptos cuantificables, tomados en cuenta para la evaluación de sustentabilidad de un producto, de estos conceptos depende el “grado” de sustentabilidad del mismo, comparándolo con otros de distintas características.

En un producto, la herramienta principal para evaluar la sustentabilidad, es el análisis de ciclo de vida, con el cual se miden las emisiones desde la obtención de la materia prima hasta su fin de ciclo de vida.

Las evaluaciones realizadas dentro del análisis de ciclo de vida son referidas a cinco categorías de impacto ambiental (IHOBE, 2009);

- a) Aire
- b) Recursos naturales
- c) Cambio climático
- d) Impactos terrestres y acuáticos
- e) Salud de la población

En la primera categoría se resalta que estamos inmersos en una atmósfera, llena de gases que son necesarios para que pueda existir la vida y es necesario tener una buena calidad del aire. Las cuantificaciones de la contaminación atmosférica se pueden resumir en contaminantes físicos, químicos y biológicos.

Del agotamiento de los recursos naturales ya se ha hablado y sólo es reflejar las incalculables formas en que el humano termina con ellos y que no estarán presentes en un futuro, tales como el agotamiento del agua, la extracción de minerales, utilización del suelo y energías no renovables.

Los cambios climáticos (cambio climático y calentamiento global) son el resultado de las emisiones generadas por el humano para satisfacer sus necesidades, agotamiento de agua y suelos es consecuencia de lo mismo, sólo que esto no quiere decir que el agua y el suelo dejarán de existir, el daño es que no se podrán utilizar estos recursos en determinado momento, para este caso se realizan pruebas midiendo la eutrofización del agua, la eco-toxicidad acuática y terrestre, por mencionar algunas.

En conjunto todos los impactos son consecuencia de la acción del ser humano sobre la naturaleza, lo cual afecta a su salud, es por ello que se hacen distintas pruebas de la contaminación de cada uno de los impactos mencionados, para que no afecten el ciclo de vida del ser vivo, o lo hagan, pero procurando el menor de ellos. El impacto que se concentra en los seres humanos viene dado por tres grupos que son la toxicidad humana, la radiación ionizante y la degeneración de las vías respiratorias.

Cabe resaltar que la evaluación de sustentabilidad en productos no sólo es preservar el medio ambiente y los recursos naturales, esto también y principalmente, está dirigido a desarrollar un producto que sea costeable, que represente un porcentaje de ganancias en la empresa, que su proceso de manufactura sea el más rentable, que su ciclo de vida sea el más óptimo y demás asuntos relacionados al desarrollo económico de las empresas (Rieznik, Hernández, 2005).

3.4 Metodologías de evaluación de sustentabilidad en productos, ACV.

Para determinar las emisiones y el impacto medioambiental que generará un producto se comienza por escoger una determinada metodología, las más utilizadas y de renombre a nivel mundial son las siguientes:

CML, EPS 2000, TRACI, IPCC 2007, Impact 2002+, EPD 2007, EDIP 2003, EDIP/UMIP 97, Ecosystem Damage Potential (EDP), Ecological scarcity 2006, Ecopoints 97 (CH), Ecological Footprint, Eco-indicator 99, Cumulative Exergy Demand (CExD), (Simapro, 2008).

Cada una evalúa distintos factores y categorías de impacto y según los requerimientos que se deseen, se deberá escoger alguna de ellas o se pueden proponer nuevas metodologías basadas las antes mencionadas.

3.5 Análisis de ciclo de vida (ACV)

El análisis del ciclo de vida (ACV) es un marco metodológico para estimar y evaluar los impactos medioambientales atribuibles a un producto o servicio durante todas las etapas de su vida (Capuz, LCA).

Todas las actividades o procesos provocan impactos medioambientales, consumen recursos, emiten sustancias al medio ambiente y generan otras modificaciones ambientales durante su vida, por tanto, valorar los impactos en el medio ambiente que influyen en el cambio climático, la reducción de la capa de ozono, la generación de ozono, eutrofización, acidificación y otras muchas será el objetivo principal del análisis de ciclo de vida conforme al medio ambiente.

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. Las etapas del ciclo de vida de un producto son (Gonçalves, 2004):

- Extracción de materias primas. Hace referencia a la energía utilizada y otros recursos para conseguir la materia con la que fabricará el producto, ya sea petróleo, madera, minerales, incluso podría entrar una etapa de recolección de materiales en dado caso de que se piense en reciclar.
- Procesamiento de materiales. Energías y recursos utilizados en el procesamiento de la materia prima a la materia a utilizar.
- Fabricación de piezas. Energía empleada para transformar la materia previamente tratada a una piza final ya sea única o parte de un ensamblaje.
- Ensamblaje. En ocasiones hay piezas que no necesitan de nada más para cumplir el propósito para el que fueron diseñadas, por ejemplo un plato de

cerámica, pero la mayoría de los productos manufacturados requieren de la unión de componentes, es decir, ensamblaje por medio de obreros o maquinaria, cual sea el caso en este punto se hace referencia a la energía utilizada para llevar a cabo el ensamble final que será un paso previo a la presentación del producto.

- Transporte. En realidad el transporte no es una etapa del ciclo de vida del producto, pero es considerado puesto que existe una gran contaminación desprendida de los camiones, barcos, aviones, trenes y otros medios para transportar los productos.
- Uso del producto. En esta etapa es cuando con algunos productos se genera bastante impacto al ambiente, ya sea por su mal uso, por las condiciones en las que se encuentra o su medio, pues toda la energía desprendida ya sea contaminando (en caso de derrame de productos tóxicos), o usando en exceso el producto, se forman emisiones de impacto.
- Fin de vida útil. El fin de ciclo de vida útil es un paso importante en la cadena de vida del producto, ya que al finalizar su ciclo de vida útil, la mayoría de los productos son desechados o quemados y muy pocos son reciclados o reutilizados, es por ello la gran cantidad de basura que se produce en el mundo y consiguientemente aumenta la contaminación.

Para una buena evaluación del producto el autor recomienda asistir a una consultoría puesto que existen demasiadas metodologías y algunas de ellas se pueden o no, acoplar a las necesidades de cada cliente, por lo que resulta confuso si no se tienen las bases suficientes.

La mayoría de las metodologías siguen reglas generales (como en la norma ISO 14040) que se ajustan a sus factores de impacto particulares. La metodología general se describe a continuación (Rieznik, Hernández, 2005).

1. Inventario: Se realiza un inventario de las piezas a evaluar, en determinado caso se puede evaluar un ensamble.
2. Caracterización de piezas: reunir información acerca de cada pieza, según la metodología que se maneje será la información requerida para su posterior evaluación.
3. Categorías de impacto: Se proponen las categorías de impacto a las que se hará alusión en el análisis de sustentabilidad del producto.

En un producto se puede evaluar un amplio número de impactos medioambientales, pero es aquí en donde se decide cuáles son los de mayor importancia o si se está interesado en medir alguno en específico.

Por ejemplo, si se quisiera evaluar los gases de efecto invernadero que se producirán al fabricar dicho producto, estaría por demás realizar una infinidad de estudios acerca de otros factores de impacto, en este caso sólo basta con medir la huella de carbono del producto.

En otras palabras se debe de determinar qué factores de impacto (de las distintas categorías de impacto) son los que se quieren evaluar y entonces determinarlos, con el objetivo de recaudar información acerca de la pieza y mejorar el producto, o sólo para realizar el informe y certificarse ante algún organismo en caso de cumplir con lo establecido por la entidad.

4. Alcance: se debe definir hasta dónde llegará nuestro análisis del producto, esto se hace mediante el ciclo de vida de la mercancía, se mide el impacto que se genera en el proceso de la extracción, manufactura de la materia prima, transporte, ensamblaje, uso del producto y fin de ciclo de vida.
5. “Medidas” (métricas-factores de impacto): a esta altura del análisis del producto ya se ha decidido que factores de impacto son en los que se centrará el análisis de sustentabilidad. Entonces, con base en los requerimientos se procede a identificar los tipos de herramientas y técnicas de evaluación de los impactos que se han definido.

Dentro de la métrica, para la evaluación de sustentabilidad, existen cuatro categorías; comentarios, marcas de verificación, puntuaciones y medidas (Clementes, 1996).

- Los comentarios son para expresar por medio del evaluador si un producto es sustentable, lo cual se realiza por medio de texto y es relativo ya que depende del evaluador.
- Las marcas de verificación son referidas a normas, por ejemplo, lo que es sustentable en un lugar puede no serlo en otro sitio, por lo cual se añaden normas que deben ser cumplidas para que determinado producto sea sustentable en determinado lugar.
- Las puntuaciones son una manera de evaluación por medio de comparaciones entre dos o más elementos, decidir qué producto es más sustentable dentro de determinado marco de referencia.

- Pruebas de contaminación ambiental ya sea del aire, del agua, etc., con lo cual se pueden obtener números y con base en ellos tomar decisiones.

Existe una infinidad de factores particulares de impacto, por lo cual en la tabla 1 se enumeran algunas categorías y sus unidades de medición de contaminación ambiental de cada uno de ellos.

Categoría de impacto	Sustancia de referencia
Toxicidad humana (carcinógenos + no carcinógenos)	kg eq. de cloroetileno en el aire
Vías respiratorias (inorgánica)	kg eq. de MP _{2.5} (materia en partículas < 2,5 μm) en el aire
Radiaciones ionizantes	Bqeq. de carbono 14 en el aire
Agotamiento de la capa de ozono	kg eq. de CFC 11 en el aire
Oxidación fotoquímica [= vías respiratorias (orgánicos) para la salud de las personas]	kg eq. de etileno en el aire
Ecotoxicidad acuática	kg eq. de trietilenglicol en el agua
Ecotoxicidad terrestre	kg eq. de trietilenglicol en el agua
Acidificación y nutrificación terrestres	kg eq. de SO ₂ en el aire
Acidificación acuática	kg eq. de SO ₂ en el aire
Ecotoxicidad acuática	kg eq. de trietilenglicol en el agua
Ecotoxicidad terrestre	kg eq. de trietilenglicol en el agua
Acidificación y nutrificación terrestres	kg eq. de SO ₂ en el aire
Acidificación acuática	kg eq. de SO ₂ en el aire
Eutrofización acuática	kg eq. de PO ₄ ³⁻ en el agua
Ocupación del suelo	m ² eq. de tierras agrícolas orgánicas anuales
Calentamiento global	kg eq. de CO ₂ en el aire
Energías no renovables	Total en MJ fundamentalmente no renovable o kg eq. de petróleo crudo (860 kg/m ³)
Extracción de minerales	Energía adicional en MJ o kg eq. de hierro (mineral)

Tabla 1 Categorías de impacto y sustancias de referencia. http://www.solidworks.es/sustainability/sustainable-design-guide/2986_ESN_HTML.htm.

Fecha de consulta 28 de mayo de 2013.

En un estudio avanzado y detallado de la evaluación de un producto, se debería llevar a cabo la medición de todas estas métricas, sin embargo, sería muy difícil, costoso y en algunos casos es inútil realizar todas. Es por ello que estas mediciones se pueden realizar en cada una de las etapas del ciclo de vida o sólo en las etapas que se requiera reducir el impacto ambiental.

Todas las metodologías antes mencionadas se enfocan a realizar mediciones de los factores de impacto, sin embargo, algunas de ellas proponen distintas categorías de impacto, unas más otras menos, para ello se especifica que se deberá acudir a distintas metodologías según se requiera.

A grandes rasgos y muchas simplificaciones, la ilustración 6 representa lo que es una evaluación de un sistema (el cual puede ser un producto).

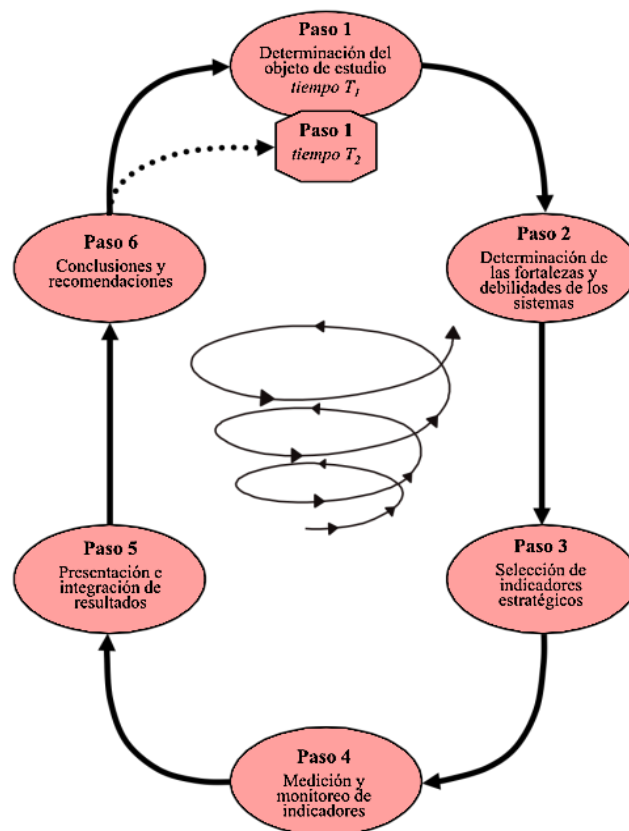


Ilustración 6 El ciclo de evaluación. http://mesmis.gira.org.mx/es/static/mesmis_framework,

Fecha de consulta 15 Junio 2013.

Como conclusión de este apartado se puede decir que hay una enorme cantidad de metodologías para la evaluación de impactos ambientales de productos, cada

una referida a sus factores de impacto, por ello se han creado empresas encargadas de desarrollar software para la evaluación del producto antes, durante, después del diseño y producción misma.

Estas herramientas integran las metodologías mencionadas, es por ello que en la mayoría de los casos, cuando se requiere evaluar un producto se acude a estos paquetes de cómputo de los cuales se habla en seguida.

3.6 Herramientas de software para medir sustentabilidad

En la actualidad existen muchas empresas desarrolladoras de software de herramientas que son utilizadas para la evaluación de sustentabilidad en productos, algunas son alusivas a productos existentes y se encargan de desarrollar una evaluación con base a comparaciones entre productos, otras herramientas difieren en que se pueden realizar análisis de ciclo de vida de un prototipo, dentro del cual se tienen acercamientos muy estrechos con su ciclo de vida real, dando como resultado, herramientas para la toma de decisiones en la empresa que desee colocar un nuevo producto en la sociedad, planeando estrategias para que sean mayores las ganancias y antes de que se pase a una etapa de no retorno en el cual se pierda dinero, para rediseñar algún producto ya existente y por supuesto para innovar y destacar de los competidores.

La mayoría de los paquetes de cómputo emplea el análisis del ciclo de vida para realizar mediciones en cada etapa del ACV, por ello la valía de éstos, ya que hacer todas las evaluaciones de cada parte, ensamble o sub-ensamble y demás en cada etapa del ACV, sería una tarea desgastante y costosa realizándola sin estas herramientas, los paquetes de cómputo funcionan de tal manera que combinan las metodologías antes vistas para realizar una evaluación del ACV (IHOBE, 2009).

Las herramientas de software más importantes en la industria y unas de ellas ocupadas en este mismo proyecto como instrumentos comparativos, son las siguientes, de las cuales se da una breve descripción de funcionamiento.

3.6.1 Sustainable Minds™

*Sustainable Minds*⁹ es un software de diseño de productos ecológicos, está dirigido a los diseñadores de producto, ingenieros de producción, y empresas enfocadas a los ámbitos de sustentabilidad, consultorías e incluso puede ser utilizado para la educación haciendo uso de él.

Sustainable minds utiliza la metodología Okala, que a su vez utiliza parte de las siguientes metodologías de ACV: Caracterización; TRAC11, Normalización; USEPA2, Ponderación; NIST31.

En general evalúa 3 categorías con 10 factores de impacto.

- Daño ecológico: huella de carbono, lluvia ácida, ecotoxicidad, agotamiento del ozono y eutrofización del agua.
- Daños en la salud humana: smog fotoquímico, toxicidad humana y carcinógenos humanos.
- Agotamiento de los recursos naturales: agotamiento de los combustibles fósiles.

3.6.2 *SimaPro*TM

*SimaPro*¹⁰, La estructura básica del método de evaluación de categorías de impacto es:

- Caracterización.

Los elementos que contribuyen a una categoría de impacto se multiplican por un factor de caracterización que expresa la contribución relativa del factor de impacto.

Se evalúan las siguientes categorías de impacto del ciclo de vida: potencial de calentamiento global, acidificación, potencial de eutrofización, agotamiento de los recursos naturales, residuos sólidos, calidad del aire interior.

- Evaluación de daños.

La evaluación de daños es relativamente un nuevo paso en la evaluación de impacto. Se agrega al hacer uso de "métodos de punto final".

⁹ Página web principal del software *Sustainable minds*TM.

¹⁰ Página web principal del software *SimaPro*TM.

En la etapa de evaluación de los daños, se pueden añadir indicadores de categorías de impacto con una unidad común. Por ejemplo, en el método *Eco-indicator 99*, todas las categorías de impacto que se refieren a la salud humana son expresadas en años de vida ajustados por discapacidad (AVAD).

- Normalización.

Muchos métodos permiten resultados de los indicadores de impacto para ser comparados con una referencia de valor. Esto significa que la categoría de impacto se divide por la referencia.

Después de la normalización todos los indicadores de categoría de impacto reciben la misma unidad, lo que hace que sea más fácil de compararlos. La normalización, se puede aplicar tanto en la caracterización y los resultados de evaluación de daños.

- Ponderación (determinación de la masa).

Algunos métodos permiten ponderar todas las categorías de impacto. Esto significa que el factor de impacto se multiplica por el factor de ponderación y se suman para crear una puntuación total. La ponderación puede ser aplicada en las puntuaciones normalizadas o no normalizadas.

3.6.3 Gabi Software™

*Gabi Software*¹¹ cuenta con una base de datos extensa y consistente existente en el mercado para la elaboración de análisis de ciclo de vida en todos los sectores.

Incluye una aplicación específica para el eco-diseño: *Gabi DfX* que es una herramienta para analizar el potencial de reciclado y facilitar el cumplimiento de las normas correspondientes.

Se evalúan las siguientes categorías de impacto haciendo uso de normas internacionales para el desarrollo sustentable de un producto.

- ACV de acuerdo con las normas ISO 14040/14044
- Huella de carbono.
- Diseño para el medio ambiente y eco-diseño.

¹¹ Página web principal del software *Gabi*™.

- Recursos y eficiencia energética.
- Huella hídrica.
- Potencial de reciclado.

3.6.4 SolidWorks™

*SolidWorks*¹² es un software de diseño. Se pueden realizar bocetos y experimentar con diferentes diseños para crear modelos 3D mediante la interfaz gráfica. Es utilizado por estudiantes, diseñadores, ingenieros y otros profesionales para producir piezas, ensamblajes y dibujos simples o complejos.

Cuenta con distintos módulos en toda su interfaz para realizar diseño eléctrico, selección de materiales, cálculo de costos, simulación de fluidos y evaluación de sustentabilidad.

SolidWorks Sustainability: Optimización de diseños para la sostenibilidad y los costos de materiales.

El módulo anterior, ofrece la posibilidad de calcular el impacto medioambiental de los productos que se diseñen. Los productos están integrados y ofrecen información sobre los impactos medioambientales de la huella de carbono, la energía total consumida y los efectos en el agua y en el aire.

Los datos que utiliza el software provienen de *Performance Environmental (PE) International of Stuttgart*, Alemania, quienes han proporcionado software y servicios de consultoría para el diseño sustentable y ACV. *SolidWorks Sustainability* utiliza la base de datos de *PE International* y su software *Gabi*.

En el programa hay dos métodos de evaluación del impacto medioambiental disponibles:

- CML

Este método ha sido desarrollado por el Centro de Ciencias Medioambientales (CML) de la Universidad de Leiden en los Países Bajos.

El método CML se basa en las condiciones regionales europeas. En los estudios de evaluación del ciclo de vida (LCA) realizados fuera de

¹² Página web principal del software *Solid Works*™

Norteamérica, el método CML es el conjunto de indicadores medioambientales más frecuentemente utilizado.

- TRACI

Este método ha sido desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.

El método TRACI está basado en las condiciones de Estados Unidos y se puede utilizar para crear modelos precisos de estudios de evaluación del ciclo de vida (LCA) de Norteamérica.

3.6.5 **Ces EduPack™**

*CES EduPack*¹³ es un recurso para la enseñanza de materiales y procesos en varias asignaturas tales como ingeniería mecánica, ingeniería de materiales, diseño industrial, ingeniería aeronáutica, eco diseño, ciencias de polímeros, arquitectura e ingeniería civil, bioingeniería, ingeniería nuclear y energías de bajo carbono, por mencionar algunas.

La herramienta "*Eco Audit*" ayuda a explorar los conceptos de diseño ecológico, pudiendo analizar la huella de carbono y eficiencia energética durante la concepción del producto, durante las cinco fases dominantes de la vida de un producto (material, fabricación, transporte, uso y final de vida) e identifica cuál es la fase dominante.

Las bases de datos con las que cuenta CES EduPack son referentes a muchas universidades, institutos y organizaciones.

La metodología para determinar el impacto ambiental está en su base de datos, ahí mismo se puede ver cómo calcula los impactos que se despliegan de la evaluación al producto/prototipo.

¹³ Página web principal del software *CES Edupack*.

Capítulo 04 Proceso de la evaluación de las piezas mecánicas

Resumen del capítulo

En este capítulo se describe el proceso detallado seguido para llevar a cabo la evaluación de sustentabilidad en piezas mecánicas, tales como la puerta del refrigerador, la caracterización de las piezas, así como la descripción del funcionamiento del software utilizado y los parámetros que rigen la evaluación.

Para llevar a cabo la evaluación de sustentabilidad de un producto o prototipo es necesario realizar una exhaustiva recopilación de datos referentes al mismo. Como se menciona en los capítulos anteriores, la sustentabilidad no solo es pensar ecológicamente, por lo cual se debe llevar determinado proceso o metodología resaltando que no solo existen las metodologías antes dichas.

Se debe de acentuar que en la tesis se lleva a cabo la evaluación de sustentabilidad para apreciar un punto de vista medioambiental ya que es el inconveniente para poder ampliar el mercado de venta de los refrigeradores.

Para cumplir con el objetivo de la tesis es necesario seguir un proceso de desarme, clasificación, modelaje, evaluación y análisis de resultados, por ello en este capítulo se da el proceso seguido durante todo el desarrollo de la tesis, así, a la conclusión de ésta, se puede determinar cuáles componentes contribuyen directamente al límite de toxicidad permisible para la normalización de refrigeradores.

4.1 Desarme total y parcial del refrigerador

En esta etapa se desmontó por completo el refrigerador, dividiendo todas sus partes en dos sectores principales; compresor y arquitectura/diseño del refrigerador.

El desarme consistió en sub-desensamblar el refrigerador hasta obtener el mínimo componente del refrigerador, se desmontó clasificando las partes y se asignó un código para su ágil caracterización de pieza.

Código de desarme (DBR Código asignado en el laboratorio)

Consiste en un número de diez dígitos que facilitan la ubicación de la pieza así como el fácil acceso a sus características en las fichas técnicas. Los caracteres corresponden a los nombres de las personas que asignaron el código.

XX	XX	XX	XX	XX	(código DBR)
A	B	C	D	E	
A	01	CONGELACION			
	02	REFRIGERACION			
B	10	VISIBLE			
	20	NO VISIBLE			
C	30	INTERNA			
	40	EXTERNA			
D	50	PUERTA			
	60	CONGELACION			
	70	REFRIGERACION			
E	XX	NUMERO DE PARTE ASIGNADA			

Para la obtención de los dos primeros dígitos, se divide el refrigerador en dos unidades principales, la parte de congelación y la parte de refrigeración,

dependiendo de la parte en cuestión se asignaron los primeros dos números.

Los siguientes dígitos se determinaron por la ubicación y la manera de visualizar la pieza, en caso de “VISIBLE”, quiere decir que la pieza se puede observar con el simple hecho de mirar o abrir cualquiera de las puertas del refrigerador, en caso contrario, significa que se tiene que remover (desensamblar) algún componente para poder visualizar la pieza.

El refrigerador cuenta con dos grandes sectores que sin ningún componente o pieza estarían huecos (unidad de congelación y refrigeración), para el caso de los siguientes dos dígitos, se determinó la orientación de la pieza, si la pieza queda dentro o alguna de sus caras queda orientada hacia el compartimento, se asignó que es una pieza INTERNA y viceversa.

Los dígitos 7 y 8 del código de desarme (DBR) se refieren a ubicar la pieza en algún compartimento o puerta, como se observa, la pieza puede pertenecer a cualquiera de las cuatro unidades (compartimento de refrigeración o congelación y puertas inferior o superior).

Los últimos números corresponden al orden en que se nombraron o etiquetaron las piezas.

4.2 Fichas técnicas de especificación de piezas a evaluar

Se realizó una clasificación de las piezas, las características recopiladas de los componentes del refrigerador fueron las requeridas para la evaluación de sustentabilidad en el software.

Se enlistan los datos de las fichas técnicas y otros requeridos para la evaluación en el software.

- Código DBR
- Código MR
- Masa de la pieza
- Material con la que se realizó la pieza
- Proceso de manufactura

- Fin de ciclo de vida real
- Fin de ciclo de vida ideal

El primer código (DBR) corresponde a la etiqueta propuesta por el equipo de trabajo.

El código MR corresponde a la caracterización realizada por la empresa.

La masa de la pieza se determinó utilizando una báscula estándar de laboratorio.

Material: en una primera etapa se propuso el material basándose en las características presentadas por la pieza, cabe destacar que existe una infinidad de materiales por lo cual se obtuvo cierto error, además de que no se permitió realizar pruebas destructivas a las piezas para su caracterización y se resalta que incluso realizando determinadas pruebas (destructivas) para intentar determinar el material por cuenta propia, sólo se podría hacer un acercamiento al material que realmente es. En una segunda etapa se acudió a la empresa fabricante del refrigerador para que proporcionara el material que realmente corresponde a cada pieza.

El proceso de manufactura se investigó de bases de datos de distintas fuentes de información y se tomaron los procesos más comunes con los que se manufacturan las piezas utilizadas en los refrigeradores, también se hizo una inspección cuidadosa para poder observar marcas dejadas por los procesos de fabricación y determinar cuál es el más acertado.

En el fin de ciclo de vida real, se acudió a bases de datos de reciclaje de refrigeradores en México, a falta de información se aproximó este resultado al porcentaje de plásticos reciclados, los datos obtenidos arrojan que el índice potencial total de reciclabilidad del refrigerador es de aproximadamente 17% en el caso de México, por lo cual será el valor para caracterizar a todas las piezas con este dato.

En el caso de Europa se realizó la actividad equivalente. Reciclabilidad total del refrigerador 50%.

El fin de ciclo de vida ideal se propuso tomando en cuenta:

- Reuso: en caso de que la pieza se pueda reutilizar en otros componentes u otros requerimientos, por ejemplo un refrigerador descompuesto se puede

utilizar como contenedor de bebidas u otras cosas, claro está, no es el reuso óptimo.

- Reciclaje: en caso de que el porcentaje de reciclabilidad del material lo permita y si es conveniente hacerlo. Por ejemplo, la lámina que conforma la carcasa del refrigerador, en el caso de la espuma de poliuretano no se cuenta con la tecnología para poderlo reciclar, en este caso se opta por caracterizar su FCVI en otra categoría.
- Desecho: tomando como base que el material es biodegradable y no emite ningún impacto ambiental.
- Incineración: es un caso en el cual se quema el material con una atmósfera controlada y la energía resultante se ocupe para otro fin.

4.3 Uso de herramienta de software para evaluación de sustentabilidad

De las herramientas de evaluación de sustentabilidad de prueba expuestas con anterioridad, se utilizó *Solid Works 2013* versión libre, en específico el módulo *Sustainability*, con el cual se permite realizar un análisis del ciclo de vida de piezas o ensambles, con esta herramienta se puede jugar con los valores, materiales, años de utilidad, etc., para su posterior análisis de sustentabilidad.

Cuenta con dos modalidades de evaluación, *SolidWorks Sustainability* y *SolidWorks SustainabilityXpress*, la segunda incluida en la primera.

SolidWorks Sustainability

- LCA de piezas individuales.
- Búsqueda de materiales similares.
- Panel de impacto medioambiental.
- Informes de sostenibilidad personalizables.
- LCA de los conjuntos.
- Soporte para las configuraciones.
- Funciones ampliadas para la emisión de informes de los conjuntos.

- Datos introducidos por el usuario respecto al consumo energético y métodos de transporte.
- Soporte de la nueva función de visualización de ensamblajes.

La herramienta de software evalúa el producto a lo largo de todo el ciclo de vida, midiendo los siguientes factores de impacto:

- Huella de carbono
- Energía total consumida
- Acidificación atmosférica
- Eutrofización del agua

4.3.1 Modelaje de piezas mecánicas

Se llevaron a cabo distintas iteraciones de modelaje en el software *SW2013*, en un inicio se dimensionaron algunas de las partes del refrigerador para su posterior elaboración en 3D, con los componentes modelados se cayó en cuenta de la existencia de errores en las características de las piezas, tales como geometrías y masas que variaban hasta en un 200% en el caso de la masa, las medidas de los componentes por obvias razones de no contar con las vistas mecánicas tendrían errores de dimensionado.

Como resultado de la primera iteración se concluyó que la evaluación no sería un buen acercamiento a las piezas reales y que existía un error muy grande además de que en ese tiempo aún no se contaba con el material exacto de las piezas.

Concluyendo que no se obtendrían buenos resultados, se acudió nuevamente a la empresa fabricante de las piezas para que proporcionaran las dimensiones correctas de cada parte.

Una vez obtenidas las piezas mecánicas se procedió a corroborar las dimensiones de las mismas para minimizar errores, con éstas nuevas piezas mecánicas se dispuso a realizar nuevamente la evaluación, los resultados de la comparación de resultados (masa y dimensiones), se concluyó que se contaba con un buen modelaje y las proporciones de la masa se acercaban a las piezas reales, entonces se procedió a la evaluación de sustentabilidad en el módulo de *SolidWorks Sustainability*.

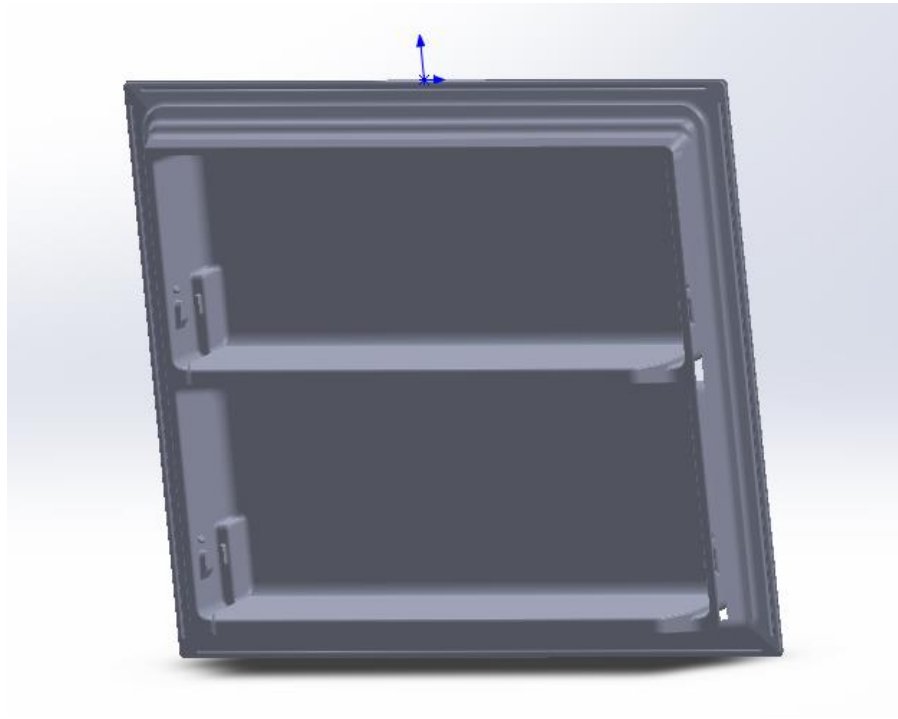


Ilustración 8 Liner, pieza real, proporcionada por la empresa

4.3.2 Evaluación de sustentabilidad en piezas

Para poder hacer la evaluación de las piezas, el software requiere parámetros alusivos a las piezas mecánicas, éstos son la entrada de datos para la obtención de factores de impacto (evaluación de sustentabilidad) en las piezas modeladas.

Se llevará a cabo el análisis de sustentabilidad en las piezas para dos casos distintos, el primer caso es el de una puerta realizada en México para su utilización en el mismo lugar. El segundo caso es el mismo lugar de fabricación pero con destino a Europa, por esta razón las variables de entrada cambiarán según el lugar de destino.

En la investigación realizada para obtener datos referentes a las piezas del refrigerador se hicieron algunos ajustes y deducciones, puesto que no se hallaron datos exactos que contribuyeran a la evaluación de sustentabilidad, los detalles se encuentran en las secciones siguientes.

El modelaje de la pieza mecánica es meramente estético, ya que en la evaluación del producto, el diseño geométrico de la pieza está incluido en el proceso de manufactura (en términos de evaluación de sustentabilidad), el software evalúa la cantidad de masa del producto, por simplicidad; para el programa es lo mismo evaluar un modelo elegante que un cubo de material, con las mismas masas y el mismo material.

Comparación de piezas modeladas

Como se aprecia en la ilustración 7, se intentó aproximar las piezas modeladas a la pieza física del refrigerador, sin embargo realizar los modelos haciendo mediciones con ayuda de un vernier representa un error en las medidas reales, ya que no es posible determinar todas las medidas y curvas por medio de, cabe resaltar que si se pueden obtener por medio de modelos gráficos, sin embargo esto representa un proceso extremadamente lento e inútil, de ello se habla en el capítulo de conclusiones.

El error se observa es reflejado en la variación de la masa, por ello se acudió a la empresa para tener los datos exactos de las piezas físicas.

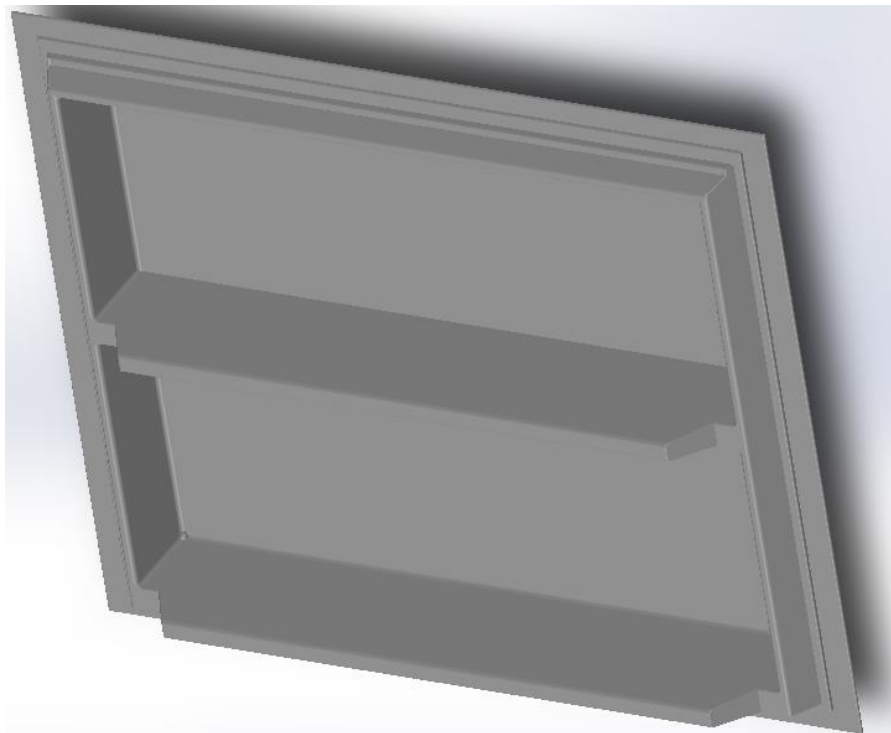


Ilustración 7 Liner, pieza modelada en el laboratorio aproximada en masa.

4.3.2.1 Parámetros de la evaluación de ciclo de vida requeridos (entrada de datos y muestra general del funcionamiento del software).

A partir de la pieza modelada se procede a la evaluación de sustentabilidad seleccionando e ingresando en cada caso, los datos recopilados para cada pieza.

Material

Clase: metales, cerámicos, polímeros, maderas, especiales.

Nombre: nombre característico del material.

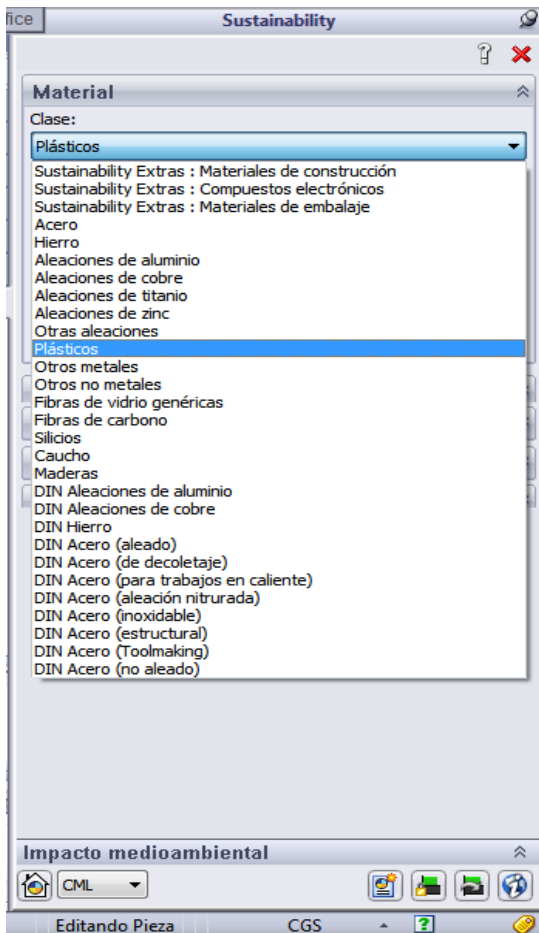


Ilustración 9 Selección de la clase de material de la pieza.

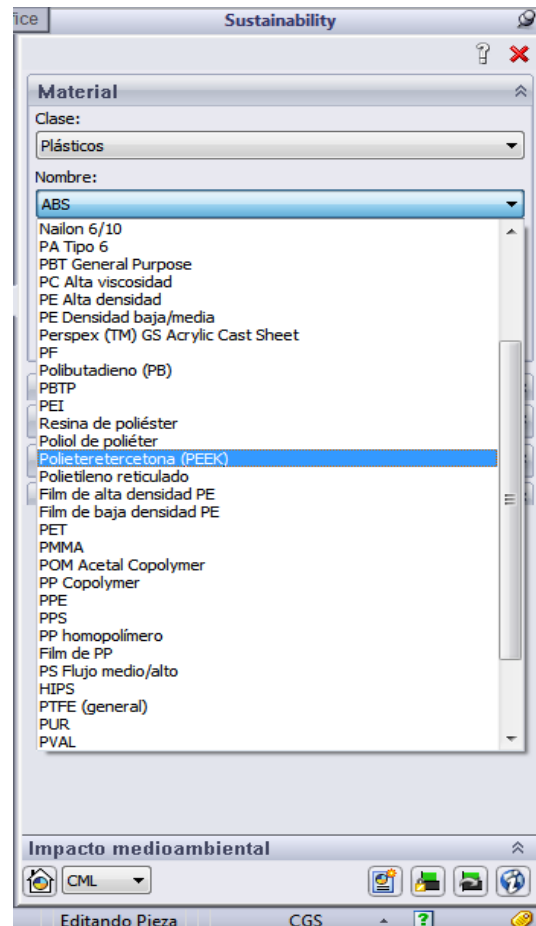


Ilustración 10 Selección del material específico de la pieza.

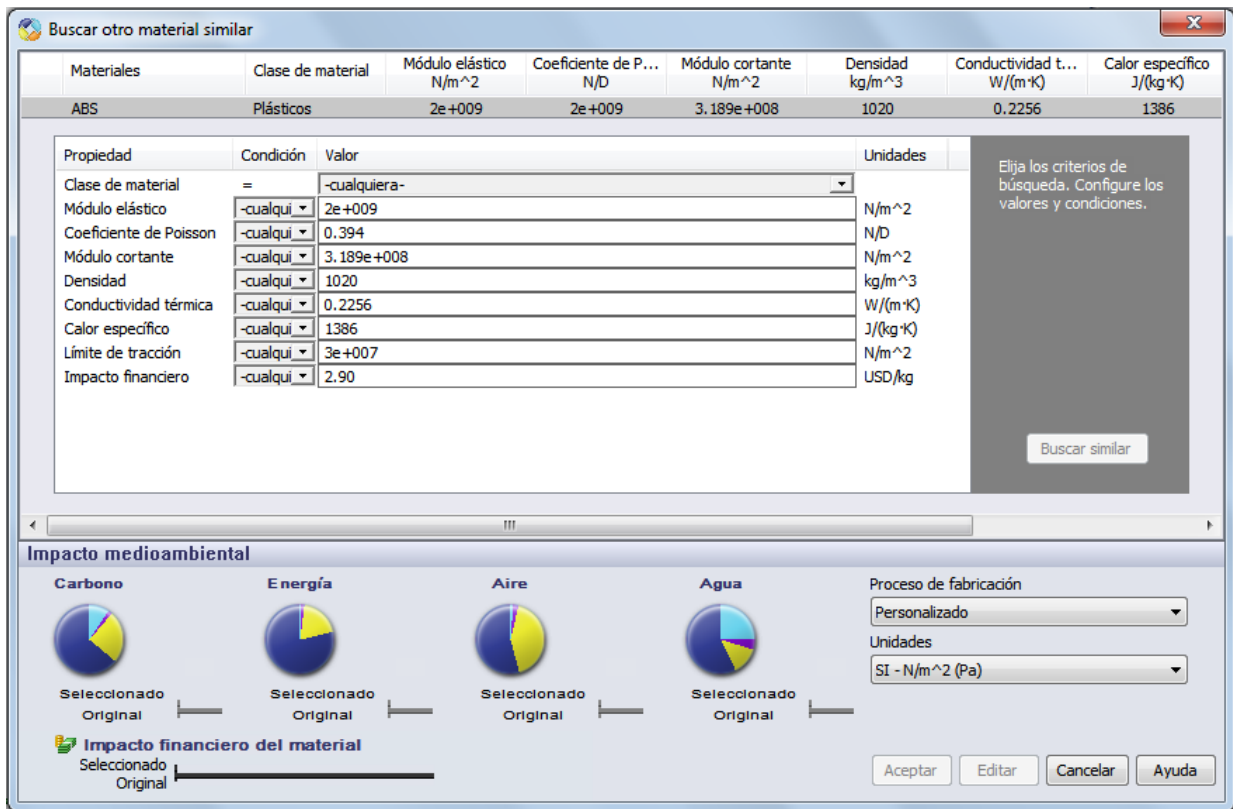


Ilustración 11 Selección del material con características similares. Se utiliza cuando el material buscado no se encuentra en la base de datos del software.

Fabricación

Región: cuenta con 7 regiones del mundo, México es considerado como parte de Norteamérica.

Tiempo de ciclo de vida funcional.

Proceso de manufactura: el software cuenta con los procesos de manufactura típicos de los materiales, asimismo cuenta con la estandarización de energía utilizada ya sea eléctrica o de gas natural, también propone la tasa de desecho aceptable del proceso, además de contar con la opción de elegir pintura para la pieza.

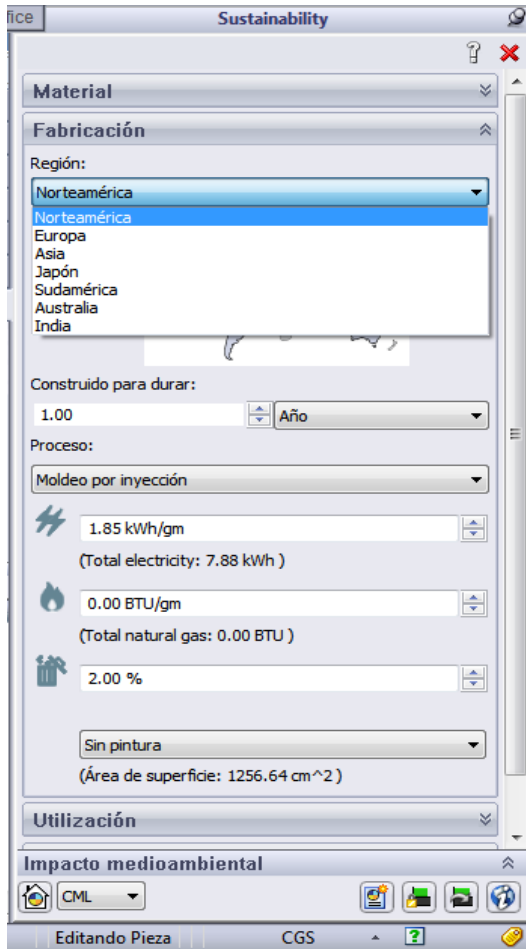


Ilustración 12 Selección de la región de fabricación de la pieza mecánica. Como se aprecia se cuenta con 7 regiones en total.

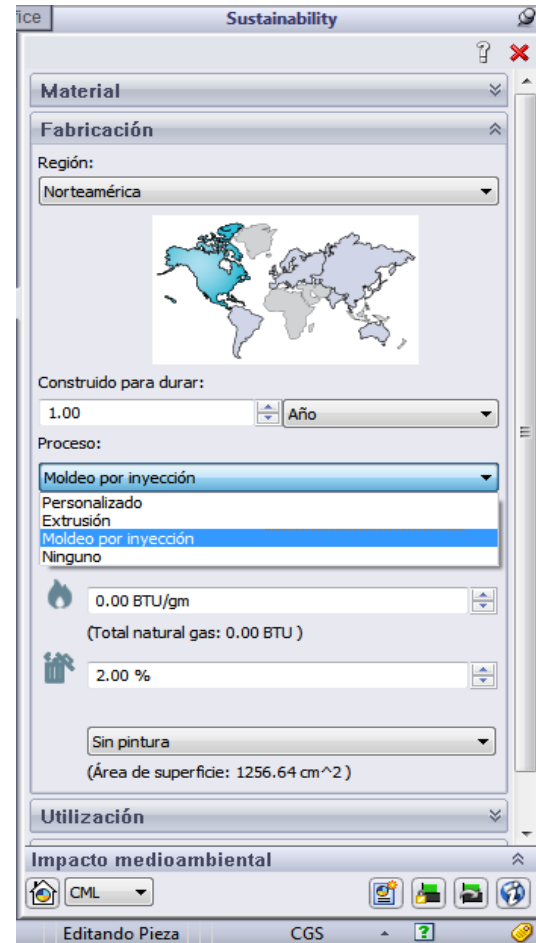


Ilustración 13 Selección del proceso de manufactura, dependiendo del material se podrán escoger otros procesos.

Utilización y transporte

Región: mismas condiciones que la fabricación.

Transporte: cuenta con 4 posibles: tren, camión, barco y avión. Evalúa el impacto causado por los kilómetros recorridos y dependiendo del transporte utilizado será mayor o menor el impacto.



Ilustración 14 Selección de la región en la que será utilizada la pieza (dependiendo de este parámetro el elemento podrá afectar más o menos en su fin de ciclo de vida).

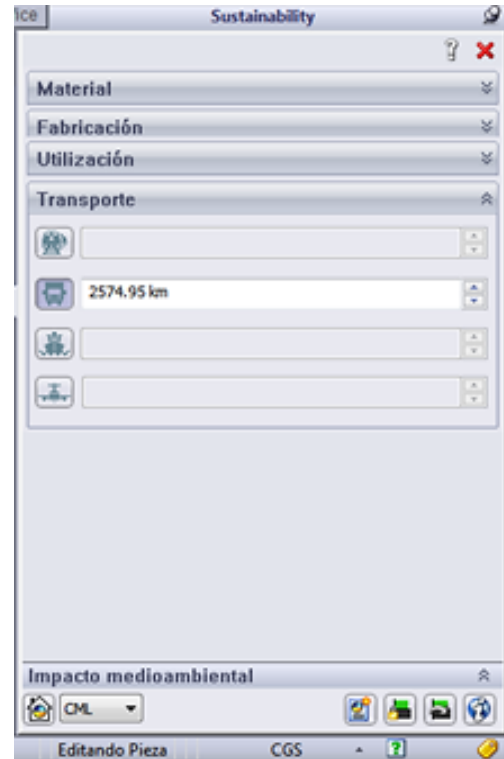


Ilustración 15 Selección del medio de transporte. Cada transporte conocido aumenta o disminuye el impacto ambiental.

Fin de ciclo de vida útil

Reciclado, incinerado y vertedero.



Ilustración 16 Ingreso de datos para el final de ciclo de vida de la pieza modelada.

Todos los parámetros son editables para contar con un mejor análisis de las piezas.

Con esto finaliza la evaluación de sustentabilidad en el software. Los pasos mencionados en esta sección son los correspondientes a una sola pieza, por lo cual, para llevar a cabo toda la evaluación de sustentabilidad en la puerta del congelador se repetirán todos los pasos para cada componente de la puerta.

A continuación se realiza el análisis de sustentabilidad ambiental en los componentes mecánicos.

La evaluación de sustentabilidad en *Solid Works Sustainability* arroja factores de impacto de cuatro categorías:

- Acidificación del aire: la combustión de combustibles genera dióxido de azufre, óxidos nitrosos y otras emisiones ácidas al aire. Esto provoca un aumento de la acidificación del agua de la lluvia, lo que ocasiona a su vez la acidificación de los lagos y el suelo. Estos ácidos pueden convertir en tóxicos la tierra y el agua para las plantas y la vida acuática. La lluvia ácida

también puede disolver materiales sintéticos, como el hormigón. Este impacto se suele medir en kg equivalentes de dióxido de azufre (SO₂).

- Huella de carbono: el dióxido de carbono y otros gases que resultan de la quema de combustibles fósiles se acumulan en la atmósfera y provocan un aumento de la temperatura media de la tierra. También conocido como potencial de calentamiento global (GWP), la huella de carbono se mide en unidades equivalentes de dióxido de carbono (CO₂e). Los científicos y los políticos, entre otros, consideran que el calentamiento global es responsable de problemas como la desaparición de los glaciares, la extinción de especies y unos fenómenos meteorológicos más extremos, etc.
- Cantidad total de energía consumida: es una medida de las fuentes de energía no renovables asociadas al ciclo de vida de la pieza en mega julios (MJ). Este impacto no incluye sólo la electricidad o los combustibles utilizados durante el ciclo de vida del producto, sino también la corriente de energía necesaria para obtener y procesar estos combustibles, y la energía gris que se liberaría de los materiales en la fase de incineración. La cantidad total de energía consumida se expresa como valor calorífico neto de la demanda de energía de recursos no renovables (por ejemplo, petróleo, gas natural, etc.). Se tienen en cuenta también factores como la eficiencia en la conversión de la energía (por ejemplo, potencia, calor, vapor, etc.).
- Eutrofización del agua: este fenómeno se produce cuando se añade una cantidad excesiva de nutrientes a un ecosistema acuático. El nitrógeno y el fósforo procedentes de aguas residuales y fertilizantes agrícolas dan lugar al excesivo crecimiento de algas, que consumen el oxígeno del agua y provocan la muerte de las plantas y los animales. Este impacto se suele medir en kg equivalentes de fosfato (PO₄) o kg equivalentes de nitrógeno (N).



Ilustración 17 Impacto ambiental en cada una de las categorías de la evaluación de sustentabilidad.

4.3.2.2 Juicios para someter las piezas a la evaluación final de sustentabilidad.

En primera instancia se obtuvieron distintos discernimientos para hacer evaluaciones, para lo cual se ejecutaron distintas argumentaciones referidas al fin de ciclo de vida, la región de disposición del uso, piezas dimensionadas y piezas modeladas por el fabricante, así como el material con que fueron realizadas.

Con estos datos se puede ver que existe una gran cantidad de información para realizar evaluaciones con todas las combinaciones que se pueda imaginar, es decir se tienen distintos casos para las mismas piezas.

- Fin de ciclo de vida (real), depende de la región en que sea utilizado el refrigerador; México y Europa.
- Piezas dimensionadas y piezas proporcionadas por la empresa.

4.3.2.3 Datos para la evaluación de sustentabilidad en piezas utilizadas en refrigeradores.

Material

El especificado por el fabricante, depende del componente sometido al análisis de sustentabilidad, en su mayoría polímeros con potencial de reciclabilidad.

Fabricación

Región: México por lo cual se utilizará la región de Norteamérica.

Tiempo de ciclo de vida funcional: 10 años.

Proceso de manufactura: varía dependiendo de la pieza, en su mayoría inyección de plásticos, información extraída de bases de datos distintas fuentes de información.

Energía utilizada: estandarización del software.

Tasa de desecho: estandarización del software.

Pintura: sin pintura.

Utilización

Región (2 casos): Europa y México (se utilizará la región de Norteamérica).

Transporte: Europa, barco, distancia media 9000 km.

México, camión, distancia media 230 km.

Fin de ciclo de vida útil

México

Reciclado: 17 %

Incinerado: 0 %

Vertedero: 83%

Europa

Reciclado: 50 %

Incinerado: 0 %

Vertedero: 50 %

4.3.2.4 Lista de piezas sometidas a evaluación.

Del resultado del desarme del refrigerador surgen las siguientes piezas las cuales se encuentran en la tabla 2, también se agrega más información, consecuencia de las fichas técnicas elaboradas y mencionadas en los capítulos anteriores.

Las piezas encontradas en la tabla 2 se pueden apreciar en las ilustraciones 20 y 21, exceptuando la bisagra de la puerta del congelador y los elementos de sujeción, cuya evaluación de sustentabilidad no se realizó.

PARTE	CANT.	MASA (gr)	MR (código de la empresa)	DBR (código asignado en el laboratorio)	FIN DE CICLO DE VIDA REAL	FIN DE CICLO DE VIDA IDEAL	MATERIAL	MANUFACTURA
PTA. FX. DOB (LAMINA)	1	1650	Sin número	110405001	DESECHO / VERTEDERO	RECICLADO	ACERO GALVANIZADO	LAMINADO
REMATE INFERIOR FZ	1	191.3	Sin número	110405004	DESECHO / VERTEDERO	RECICLADO	ABS A17B24A3	MOLDEO POR INYECCION
REMATE SUPERIOR FZ	1	218.8	Sin número	110405003	DESECHO / VERTEDERO	RECICLADO	ABS A17B24A1	MOLDEO POR INYECCION
LINER	1	650	Sin número	110305004	DESECHO / VERTEDERO	REUSO	HIPS 0090102	TERMOFORMADO
BASE JALADERA	1	86.75	225D7164P003	110405006	DESECHO / VERTEDERO	RECICLADO	ABS A17B24A3	MOLDEO POR INYECCION
INSERTO JALADERA	1	45.1	225D7166P004	110405005	DESECHO / VERTEDERO	RECICLADO	ABS A17B24A2	MOLDEO POR INYECCION
SELLO MAGNETICO	1	500	Sin número	110305003	DESECHO / VERTEDERO	REUSO	PVC A50LE24D	MOLDEADO POR EXTRUSION
BUJE BISAGRA	1	7.21	Sin número	120405003	DESECHO / VERTEDERO	RECICLADO	ACETAL A17B36B1	INYECCION
PLACA EMBLEMA	1	2.78	Sin número	110405002	DESECHO / VERTEDERO	RECICLADO	ALUMINUM B12B1A	ESTAMPADO
ELEMENTOS DE SUJECION VS	3	15.5	Sin número	120405002	DESECHO / VERTEDERO	RECICLADO	SAE 1018 SPEC B42G1	ESTAMPADO Y ROSCADO
ELEMENTOS DE SUJECION MANIJA	4	5.7	Sin número	110405007	DESECHO / VERTEDERO	RECICLADO	SAE 1018 PER B4B2G1	ESTAMPADO Y ROSCADO
BISAGRA DE PUERTA CONGELADOR	1	100.73	Sin número	120405001	DESECHO / VERTEDERO	RECICLADO	NO ENCONTRADO	ESTAMPADO
ELEMENTOS DE SUJECION VS	2	3.95	Sin número	120405004	DESECHO / VERTEDERO	RECICLADO	NO ENCONTRADO	ESTAMPADO Y ROSCADO
ESPUMA AILANTE	1	850	Sin número	120405006	DESECHO / VERTEDERO	DESECHO (B-CP)	POLIURETANO	ESPUMADO

Tabla 2 Listado de piezas sometidas a la evaluación de sustentabilidad.

Capítulo 05 Resultados

Resumen del capítulo

En este capítulo se presenta el resumen de los resultados desplegados de la evaluación de sustentabilidad y se identifican los componentes con mayor impacto ambiental.

Después de la fase de modelaje y caracterización de piezas mecánicas, se procedió a someter los componentes a evaluación en el software, como resultado se esperó visualizar qué componentes producen mayor impacto ambiental, con lo cual se logra dar un paso hacia adelante en el ciclo de vida del refrigerador, ya que posterior a la conclusión de resultados se entra en la fase de rediseño de los componentes del refrigerador, con lo que la empresa manufacturera se puede normalizar y abrir nuevos mercados.

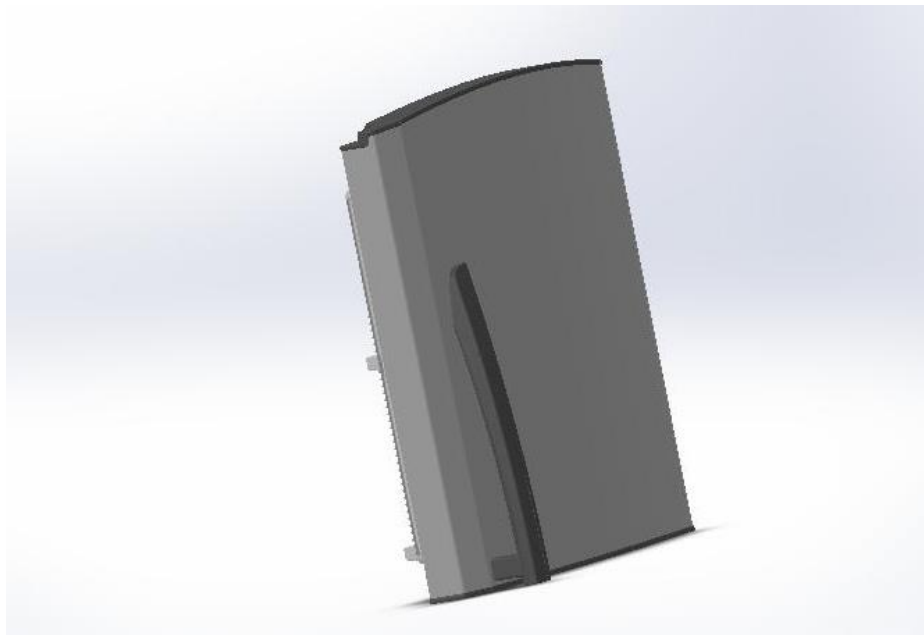


Ilustración 18 Ensamble de la puerta superior del refrigerador.

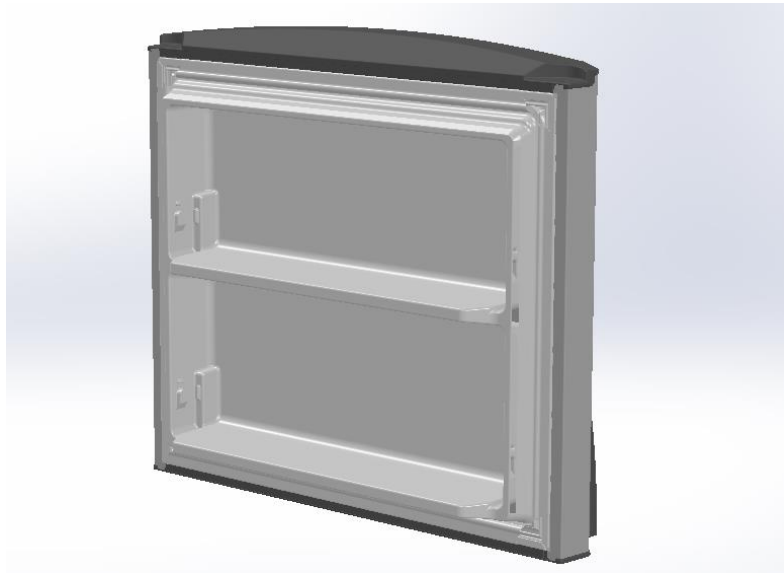


Ilustración 19 Ensamble de la puerta superior del refrigerador.

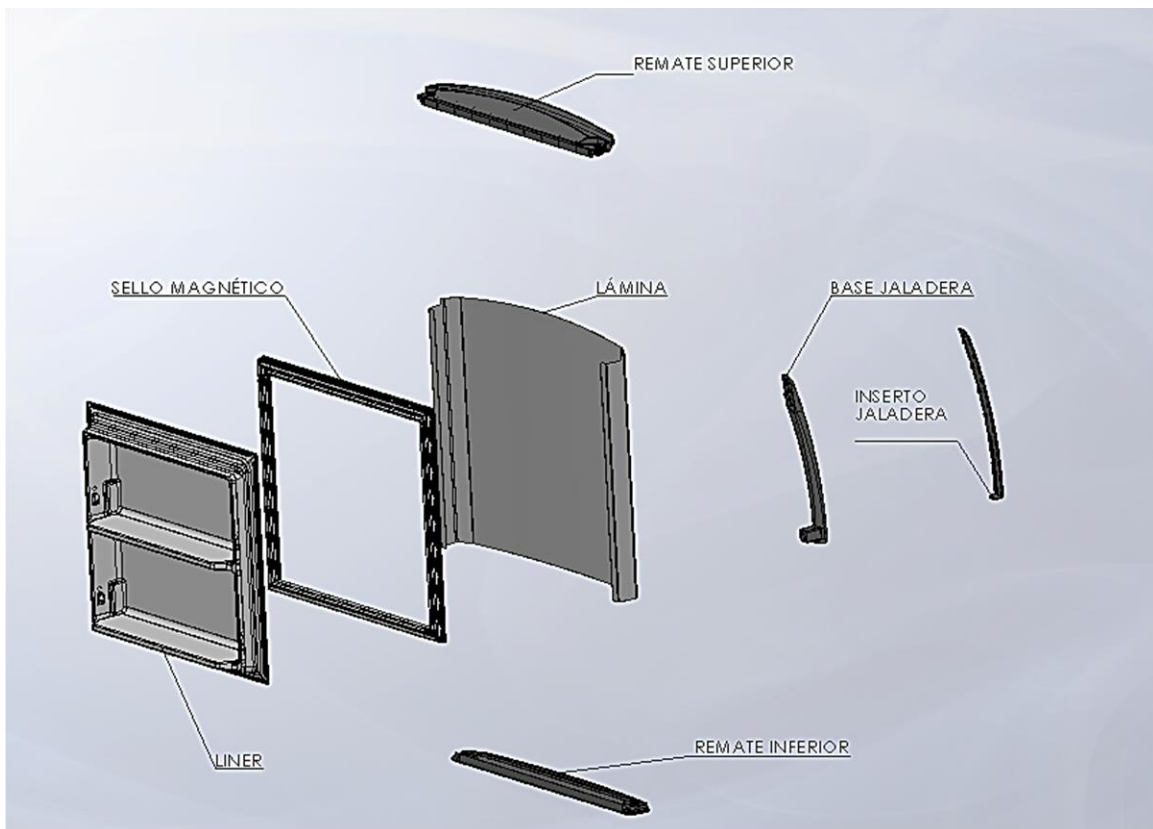
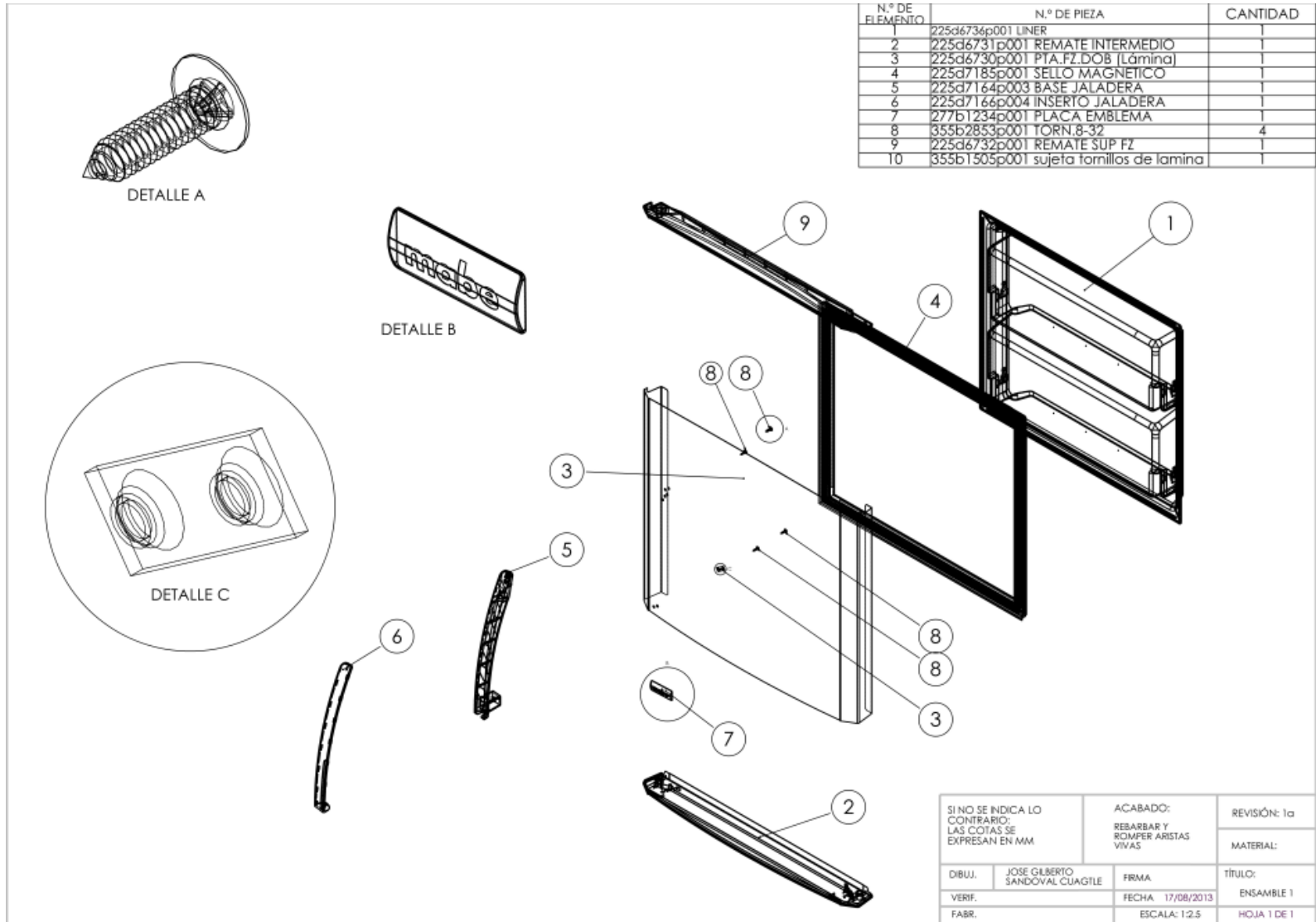


Ilustración 20 Vista explosionada del ensamble de la puerta del congelador (vista interior).

Ilustración 2.1 Vista explosionada del ensamble de la puerta superior del refrigerador (vista exterior).



5.1 Tablas de resultados de la evaluación de sustentabilidad

La tabla 3 muestra las características de cada componente y sus factores de impacto a lo largo de su ciclo de vida.

Resultados del ACV (unitario) de partes de la puerta del refrigerador.

Durabilidad 10 años	Parte Origen Destino unidades	Lámina		Remate inferior		Remate superior		Liner	
		México México	México Europa	México México	México Europa	México México	México Europa	México México	México Europa
Datos base									
Material		Acero galvanizado		ABS		ABS		PS	
Contenido reciclado	de %	12		0		0		0	
Masa	gr	1639.71		170.38		192.68		1060	
Procesos fabricación	de	chapa metálica		inyección		inyección		termoformado	
Fabricación									
Consumo electricidad	de KWh/lbs	0.187		1.8				1.4	
Consumo natural	de gas BTU/lbs	1500		0				0	
Tasa de desecho	%	9.7		2				0	
Transporte									
Distancia en camión	Km	230	0	230	0	230	0	230	0
Distancia en barco		0	9000	0	9000	0	9000	0	9000
Fin de la vida útil									
Reciclado	%	17	50	17	50	17	50	17	50
Incinerado	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Vertedero	%	83	50	83	50	83	50	83	50
FACTORES DE IMPACTO									
huella de carbono									
Material	Kg CO2	3.7	3.7	0.654	0.654	0.74	0.74	2.2	2.2
Fabricación	Kg CO2	0.257	0.257	0.253	0.253	0.573	0.286	1.2	1.2
Transporte	Kg CO2	0.018	0.036	1.90E-03	3.70E-03	0.051	6.50E-03	0.012	0.023
Fin de la vida útil	Kg CO2	1.8	1.1	0.185	0.112	0.209	0.126	1.2	0.694
Total	Kg CO2	5.775	5.093	1.0939	1.0227	1.573	1.1585	4.612	4.117
Energía total consumida									
Material	MJ	49	49	15	15			77	77
Fabricación	MJ	3.7	3.7	3.7	3.7			18	17
Transporte	MJ	0.276	0.448	0.029	0.047			0.178	0.289
Fin de la vida útil	MJ	1.4	0.835	0.144	0.087			0.896	0.54
Total	MJ	54.376	53.983	18.873	18.834	26	21	96.074	94.829
Acidificación atmosférica									
Material	Kg SO2	9.30E-03	9.30E-03	2.20E-03	2.20E-03	2.50E-03	2.50E-03	5.20E-03	5.20E-03
Fabricación	Kg SO2	1.70E-03	1.70E-03	1.70E-03	1.70E-03	3.90E-03	1.90E-03	8.30E-03	8.00E-03
Transporte	Kg SO2	8.30E-05	1.20E-03	8.70E-06	1.20E-04	2.30E-04	2.10E-04	5.40E-05	7.70E-04
Fin de la vida útil	Kg SO2	1.40E-03	8.70E-04	1.50E-04	9.10E-05	1.70E-04	1.00E-04	9.40E-04	5.60E-04
Total	Kg SO2	1.25E-02	1.31E-02	4.06E-03	4.11E-03	6.80E-03	4.71E-03	1.45E-02	1.45E-02
Eutrofización del agua									
Material	Kg PO4	8.90E-04	8.90E-04	2.70E-04	2.70E-04			5.60E-04	5.60E-04
Fabricación	Kg PO4	6.30E-05	6.30E-05	6.20E-05	6.20E-05			3.00E-04	2.90E-04
Transporte	Kg PO4	1.90E-05	1.10E-04	2.00E-06	1.20E-05			1.20E-05	7.30E-05
Fin de la vida útil	Kg PO4	3.00E-04	1.80E-04	3.20E-05	1.90E-05			2.00E-04	1.20E-04
Total	Kg PO4	1.27E-03	1.24E-03	3.66E-04	3.63E-04	5.30E-04	4.20E-04	1.07E-03	1.04E-03

Tabla 3 Resultados del ACV (unitario) de partes de la puerta del refrigerador.

Resultados del ACV (unitario) de partes de la puerta del refrigerador.

Durabilidad 10 años	Parte Origen Destino	Base jaladera		Inserto jaladera		Sello magnético		Buje bisagra	
		México México	México Europa	México México	México Europa	México México	México Europa	México México	México Europa
Datos base									
Material	de	ABS		ABS		PVC		POM	
Contenido reciclado	%	0		0		0		0	
Masa	gr	87.53		43.13				7.3	
Procesos fabricación	de	inyección		inyección		extrusión		inyección	
Fabricación									
Consumo electricidad	de KWh/lbs					683.44		1.8	
Consumo de gas natural	de BTU/lbs							0	
Tasa de desecho	%							2	
Transporte									
Distancia en camión	Km	230	0	230	0	230	0	230	0
Distancia en barco		0	9000	0	9000	0	9000	0	9000
Fin de la vida útil									
Reciclado	%	17	50	17	50	17	50	17	50
Incinerado	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Vertedero	%	83	50	83	50	83	50	83	50
FACTORES DE IMPACTO									
Huella de carbono									
Material	Kg CO2	0.336	0.336	0.166	0.166	1.3	1.3	0.037	0.037
Fabricación	Kg CO2	0.13	0.13	0.064	0.064	1.1	0.915	0.011	0.011
Transporte	Kg CO2	0.012	1.50E-03	5.90E-03	7.30E-04	0.345	0.025	8.20E-05	1.60E-04
Fin de la vida útil	Kg CO2	0.095	0.057	0.047	0.028	0.743	0.239	7.90E-03	4.80E-03
Total	Kg CO2	0.573	0.5245	0.2829	0.25873	3.488	2.479	0.055982	0.05296
Energía total consumida									
Material	MJ							0.736	0.736
Fabricación	MJ							0.157	0.157
Transporte	MJ							1.20E-03	2.00E-03
Fin de la vida útil	MJ							6.20E-03	3.70E-03
Total	MJ	9.9	9.7	4.9	4.8	48	42	0.9004	0.8987
Acidificación atmosférica									
Material	Kg SO2	1.10E-03	1.10E-03	5.50E-04	5.50E-04	3.90E-03	3.80E-03	5.10E-05	5.10E-05
Fabricación	Kg SO2	8.80E-04	8.80E-04	4.30E-04	4.30E-04	6.70E-03	5.90E-03	7.30E-05	7.30E-05
Transporte	Kg SO2	5.40E-05	4.90E-05	2.70E-05	2.40E-05	1.60E-03	8.10E-03	3.70E-07	5.30E-06
Fin de la vida útil	Kg SO2	7.70E-05	4.70E-05	3.80E-05	2.30E-05	6.00E-03	1.90E-03	6.40E-06	3.90E-06
Total	Kg SO2	2.11E-03	2.08E-03	1.05E-03	1.03E-03	1.82E-02	1.97E-02	1.31E-04	1.33E-04
Eutrofización del agua									
Material	Kg PO4							1.30E-05	1.30E-05
Fabricación	Kg PO4							2.70E-06	2.70E-06
Transporte	Kg PO4							8.40E-08	5.00E-07
Fin de la vida útil	Kg PO4							1.40E-06	8.20E-07
Total	Kg PO4	2.00E-04	1.80E-04	9.80E-05	9.10E-05	1.10E-03	6.90E-03	1.72E-05	1.70E-05

Tabla 4 Continuación (1) de Tabla 3. Resultados del ACV (unitario) de partes de la puerta del refrigerador.

Resultados del ACV (unitario) de partes de la puerta del refrigerador.

Durabilidad 10 años	Parte Origen Destino unidades	Placa emblema		Tornillo		Inserto jaladera		Tornillo 2	
		México México	México Europa	México México	México Europa	México México	México Europa	México México	México Europa
Datos base									
Material	de	Aluminio (1060)		Acero (AISI 1020)		Acero (AISI 1020)		Acero (AISI 1020)	
Contenido reciclado	%	0		18		18		18	
Masa	gr	2.56		1.83		2.82		1.4	
Procesos fabricación	de	Chapa metálica		Estampado/roscado		Estampado		Estampado/roscado	
Fabricación									
Consumo electricidad	de KWh/lbs	0.798		0.598		0.276		0.598	
Consumo natural	de gas BTU/lbs	3100		0		0		0	
Tasa de desecho	%	5.4		0		2		2	
Transporte									
Distancia en camión	Km	230	0	230	0	230	0	230	0
Distancia en barco		0	9000	0	9000	0	9000	0	9000
Fin de la vida útil									
Reciclado	%	17	50	17	50	17	50	17	50
Incinerado	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Vertedero	%	83	50	83	50	83	50	83	50
FACTORES DE IMPACTO									
Huella de carbono									
Material	Kg CO2	0.034	0.034	3.00E-03	3.00E-03	4.80E-03	4.80E-03	2.40E-03	2.40E-03
Fabricación	Kg CO2	1.70E-03	1.70E-03	8.80E-04	8.80E-04	6.30E-04	6.30E-04	6.70E-04	6.70E-04
Transporte	Kg CO2	2.90E-05	5.60E-05	2.10E-05	4.00E-05	3.20E-05	6.20E-05	1.60E-05	3.10E-05
Fin de la vida útil	Kg CO2	2.80E-03	1.70E-03	2.00E-03	1.20E-03	3.10E-03	1.80E-03	1.50E-03	9.20E-04
Total	Kg CO2	0.038529	0.037456	0.005901	0.00512	0.008562	0.007292	0.004586	0.004021
Energía total consumida									
Material	MJ	0.418	0.418	0.04	0.04	0.063	0.063	0.031	0.031
Fabricación	MJ	0.024	0.024	0.013	0.013	9.10E-03	9.10E-03	9.80E-03	9.80E-03
Transporte	MJ	4.30E-04	7.00E-04	3.10E-04	5.00E-04	4.70E-04	7.70E-04	2.40E-04	3.80E-04
Fin de la vida útil	MJ	2.20E-03	1.30E-03	1.50E-03	9.30E-04	2.40E-03	1.40E-03	1.20E-03	7.10E-04
Total	MJ	0.44463	0.444	0.05481	0.05443	0.07497	0.07427	0.04224	0.04189
Acidificación atmosférica									
Material	Kg SO2	2.30E-04	2.30E-04	8.80E-06	8.80E-06	1.40E-05	1.40E-05	6.90E-06	6.90E-06
Fabricación	Kg SO2	1.10E-05	1.10E-05	5.90E-06	5.90E-06	4.20E-06	4.20E-06	4.50E-06	4.50E-06
Transporte	Kg SO2	1.30E-07	1.90E-06	9.30E-08	1.30E-06	1.40E-07	2.00E-06	7.10E-08	1.00E-06
Fin de la vida útil	Kg SO2	2.30E-06	1.40E-06	1.60E-06	9.70E-07	2.50E-06	1.50E-06	1.20E-06	7.40E-07
Total	Kg SO2	2.43E-04	2.44E-04	1.64E-05	1.70E-05	2.08E-05	2.17E-05	1.27E-05	1.31E-05
Eutrofización del agua									
Material	Kg PO4	7.20E-06	7.20E-06	8.00E-07	8.00E-07	1.30E-06	1.30E-06	6.20E-07	6.20E-07
Fabricación	Kg PO4	4.10E-07	4.10E-07	2.20E-07	2.20E-07	1.50E-07	1.50E-07	1.70E-07	1.70E-07
Transporte	Kg PO4	3.00E-08	1.80E-07	2.10E-08	1.30E-07	3.30E-08	1.90E-07	1.60E-08	9.60E-08
Fin de la vida útil	Kg PO4	4.80E-07	2.90E-07	3.40E-07	2.10E-07	5.20E-07	3.20E-07	2.60E-07	1.60E-07
Total	Kg PO4	8.12E-06	8.08E-06	1.38E-06	1.36E-06	2.00E-06	1.96E-06	1.07E-06	1.05E-06

Tabla 5 Continuación (2) de Tabla 3. Resultados del ACV (unitario) de partes de la puerta del refrigerador.

Resultados del ACV (unitario) de partes de la puerta del refrigerador.

Durabilidad 10 años	Parte	espuma de poliuretano		Ensamble	
		Origen Destino	México México	México Europa	México México
Datos base		unidades			
Material		espuma de poliuretano		Masa total	
Contenido de reciclado	%	0			
Masa	gr	850		4059.34	
Procesos de fabricación	de	espumado			
Fabricación					
Consumo de electricidad	de KWh/lbs	0.766			
Consumo de gas natural	de gas BTU/lbs	410			
Tasa de desecho	%	5			
Transporte					
Distancia en camión	Km	230	0		
Distancia en barco		0	9000		
Fin de la vida útil					
Reciclado	%	17	50		
Incinerado	%	0	0		
Vertedero	%	83	50		
FACTORES DE IMPACTO					
huella de carbono				huella de carbono	
Material	Kg CO2	3.8	3.8		1.30E+01 1.30E+01
Fabricación	Kg CO2	0.526	0.526		4.12E+00 3.65E+00
Transporte	Kg CO2	0.0096	0.019		4.56E-01 1.16E-01
Fin de la vida útil	Kg CO2	0.924	0.556		5.22E+00 2.92E+00
Total	Kg CO2	5.2596	4.901		Total 2.28E+01 1.97E+01
Energía total consumida				energía total consumida	
Material	MJ	84	84		2.26E+02 2.26E+02
Fabricación	MJ	7.6	7.6		3.32E+01 3.22E+01
Transporte	MJ	0.143	0.232		6.29E-01 1.02E+00
Fin de la vida útil	MJ	0.719	0.433		3.17E+00 1.90E+00
Total	MJ	92.462	92.265		Total 3.52E+02 3.39E+02
Acidificación atmosférica				acidificación atmosférica	
Material	Kg SO2	0.016	0.016		4.11E-02 4.10E-02
Fabricación	Kg SO2	0.0035	0.0035		2.72E-02 2.41E-02
Transporte	Kg SO2	0.000043	0.00062		2.10E-03 1.11E-02
Fin de la vida útil	Kg SO2	0.00075	0.00045		9.54E-03 4.05E-03
Total	Kg SO2	0.020293	0.02057		Total 7.99E-02 8.02E-02
Eutrofización del agua				eutrofización del agua	
Material	Kg PO4	0.0028	0.0028		4.54E-03 4.54E-03
Fabricación	Kg PO4	0.00013	0.00013		5.59E-04 5.49E-04
Transporte	Kg PO4	0.000098	0.000058		4.30E-05 2.54E-04
Fin de la vida útil	Kg PO4	0.00016	0.000095		6.95E-04 4.16E-04
Total	Kg PO4	0.0030998	0.003083		Total 7.77E-03 1.34E-02

Tabla 6 Continuación (3) de Tabla 3. Resultados del ACV (unitario) de partes de la puerta del refrigerador.

La interpretación de los resultados de la evaluación de sustentabilidad se puede traducir como sigue:

Para ejemplificar se tomará la parte llamada “espuma de poliuretano” para dos casos.

La tabla 7 muestra las características de cada pieza mecánica, en este caso la espuma de poliuretano, se puede observar las propiedades necesitadas para la evaluación.

Datos base		1er caso		2do caso
		Parte espuma de poliuretano		
Durabilidad	10 años	Origen	México	México
		Destino	México	Europa
Material	Contenido de reciclado	%	0	
	Masa	gr	850	
	Procesos de fabricación		espumado	
Fabricación	Consumo de electricidad	KWh/lbs	0.766	0.766
	Consumo de gas natural	BTU/lbs	410	410
	Tasa de desecho	%	5	5
Transporte	Distancia en camión	Km	230	0
	Distancia en barco		0	9000
Fin de la vida útil	Reciclado	%	17	50
	Incinerado	%	0	0
	Vertedero	%	83	50

Tabla 7 Propiedades de la espuma de poliuretano.

Los resultados se interpretan de la siguiente manera:

Para determinada cantidad de espuma de poliuretano (850 gamos), generado a partir del proceso de espumado industrial, el cual produce determinado consumo de electricidad, gas natural y una tasa de desecho como se muestra en la tabla 7 anterior, existen tablas de datos de proporción, las cuales nos dicen de manera generalizada las cantidades de energía por unidad de masa que se necesita para fabricar determinados materiales (así mismo para el proceso de transporte).

El fin de ciclo de vida en realidad es un potencial de reciclaje y en medida proporcional a información recopilada el incinerado y vertedero.

Los factores de impactos producidos por esta cantidad de poliuretano se muestran en la tabla 8, como se aprecia son dos casos similares, la diferencia es el destino donde funcionará cada parte (México, primer caso y Europa segundo caso).

Los factores de impacto se miden en cada etapa del ciclo de vida del producto, siendo estos la fabricación del material, la fabricación o transformación del

material en un producto, el transporte del mismo y su fin de ciclo de vida, que son las todas las fases del ciclo de vida de manera general.

Estos factores de impacto son la huella de carbono (medible en KG de CO₂ o KGCO₂/KG), la energía consumida (medida en MJ o MJ/KG), acidificación atmosférica (medida en KGSO₂ o KGSO₂/KG) y eutrofización del agua (medida en PO₄ o PO₄/KG) medibles en cualquier etapa del análisis de ciclo de vida.

Estas cantidades de contaminantes generan un determinado impacto ambiental (cuyas equivalencias se tratarán más adelante). Los contaminantes son los números que se muestran en todas las tablas de resultados.

Al final de las tablas, se muestra el resultado total de la cantidad de contaminantes de cada factor de impacto, en principio sumado horizontalmente, para determinar el impacto ambiental en cada etapa del ciclo de vida para cada factor de impacto. Después se sumaron verticalmente las cantidades obtenidas, para determinar el impacto total de cada factor de impacto y así es como se llega a los resultados finales de las tablas de resultados.

FACTORES DE IMPACTO (Espuma de poliuretano)						
		Unidades	1er caso	2do caso	huella de carbono total ensamble	
Huella de carbono	Material	Kg CO ₂	3.8	3.8	13	13
	Fabricación	Kg CO ₂	0.526	0.526	4.12	3.65
	Transporte	Kg CO ₂	0.0096	0.019	0.456	0.116
	Fin de la vida útil	Kg CO ₂	0.924	0.556	5.22	2.92
	Total	Kg CO ₂	5.2596	4.901	22.8	19.7
					energía total consumida total ensamble	
Energía total consumida	Material	MJ	84	84	226	226
	Fabricación	MJ	7.6	7.6	33.2	32.2
	Transporte	MJ	0.143	0.232	0.629	1.02
	Fin de la vida útil	MJ	0.719	0.433	3.17	1.9
	Total	MJ	92.462	92.265	352	339
					acidificación atmosférica total ensamble	
Acidificación atmosférica	Material	Kg SO ₂	0.016	0.016	0.0411	0.041
	Fabricación	Kg SO ₂	0.0035	0.0035	0.0272	0.0241
	Transporte	Kg SO ₂	0.000043	0.00062	0.0021	0.0111
	Fin de la vida útil	Kg SO ₂	0.00075	0.00045	0.00954	0.00405
	Total	Kg SO ₂	0.020293	0.02057	0.0799	0.0802
					eutrofización del agua total ensamble	
Eutrofización del agua	Material	Kg PO ₄	0.0028	0.0028	0.00454	0.00454
	Fabricación	Kg PO ₄	0.00013	0.00013	0.000559	0.000549

Transporte	Kg PO4	0.0000098	0.000058	0.000043	0.000254
Fin de la vida útil	Kg PO4	0.00016	0.000095	0.000695	0.000416
Total	Kg PO4	0.0030998	0.003083	0.00777	0.0134

5.2 Gráficas de factores de impacto de puerta con destino a México

Para su fácil análisis se graficaron los resultados de factores de impacto para la puerta con destino a México (4M).

- Gráfica de resultados de factor de impacto huella de carbono (1M).

Como se observa las partes que generan mayores emisiones son la lámina (5.7 KgCO₂), el liner (4.6 KgCO₂) y la espuma de poliuretano (5.2 KgCO₂), siendo éstas, cinco veces mayor a las demás de los otros componentes. Las emisiones no mostradas en el gráfico como son las del remate superior, el inserto a la jaladera, la placa del emblema etc., son despreciables comparadas con las que mayor emisión desprenden.

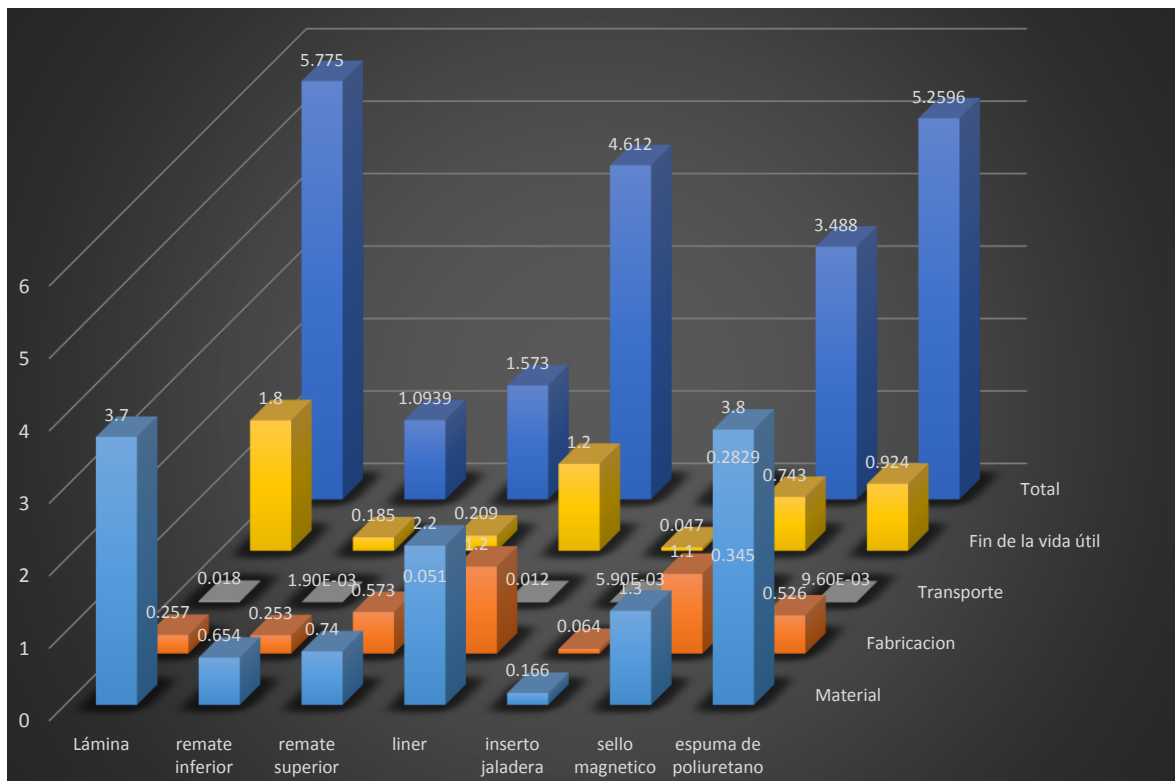


Ilustración 22 Gráfica, huella de carbono.

- Gráfica de resultados de factor de impacto energía consumida (2M).

Los componentes más representativos que se muestran en la gráfica siguen siendo la lámina (54 MJ), el liner (96 MJ) y la espuma de poliuretano (92 MJ), los cuales representan más del 50% de la energía consumida en todo el ensamble. Se destaca que en la fase de la selección del material es en donde se concentra más el consumo de energía total.

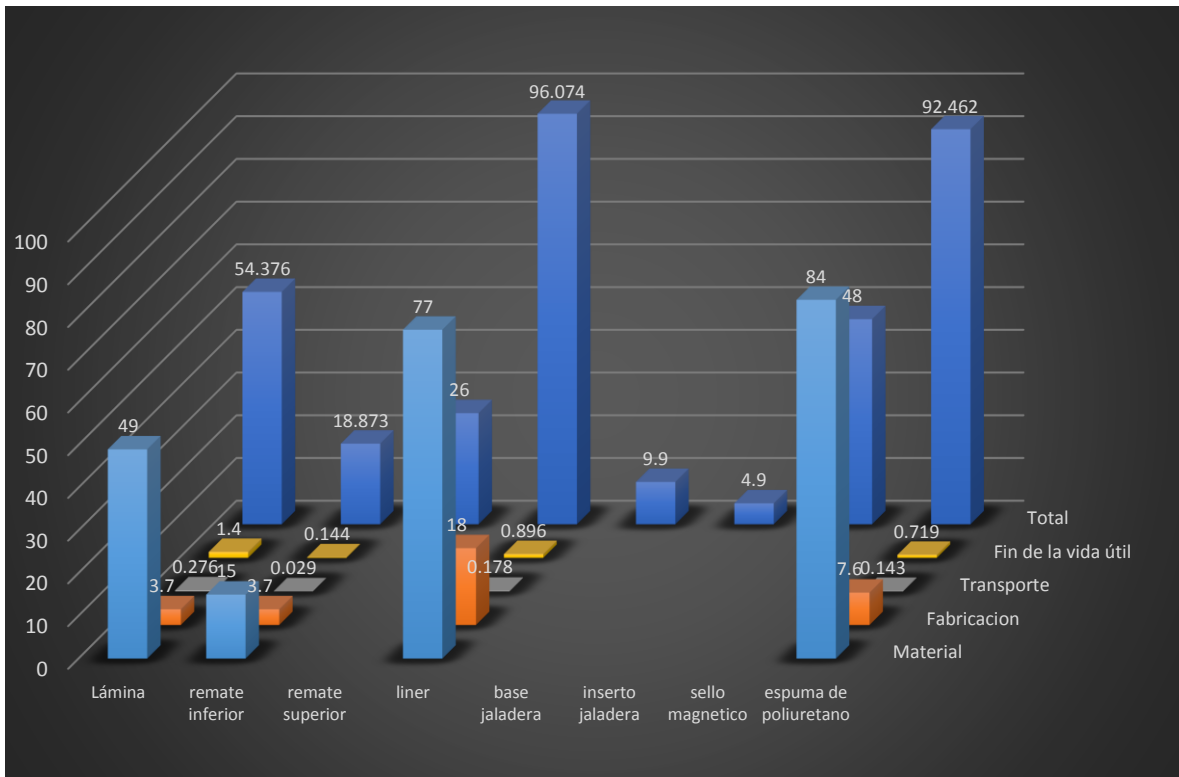


Ilustración 23 Gráfica, energía consumida.

- Gráfica de resultados de factor de impacto acidificación atmosférica (3M).

De la gráfica, los componentes que producen mayor acidificación son el liner ($1.4e-2$ KgSO₂), el sello magnético ($1.8e-2$ KgSO₂) y la espuma de poliuretano ($2e-2$ KgSO₂). Las fases en las que se produce mayor impacto son la selección del material y la fabricación, a excepción del sello magnético que produce mayor impacto ambiental en la fase de fin de ciclo de vida útil, los demás componentes no graficados prácticamente no contribuyen.

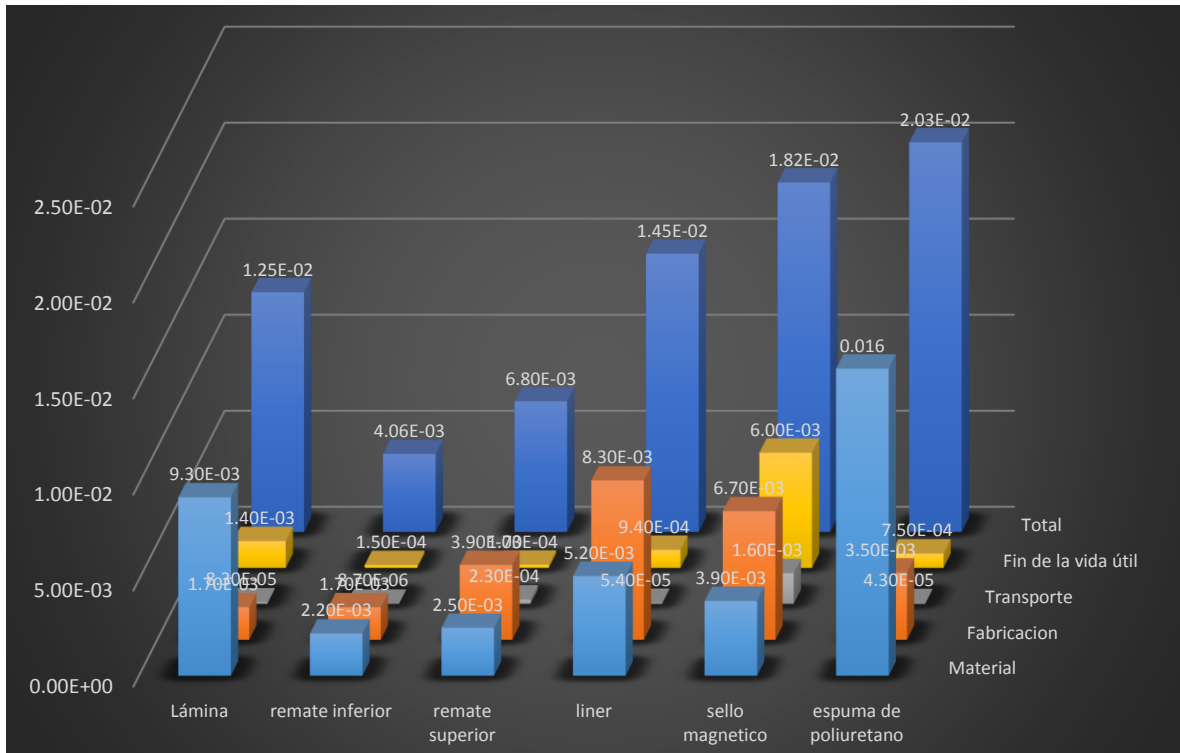


Ilustración 24 Gráfica, acidificación atmosférica.

- Gráfica de resultados de factor de impacto eutrofización del agua (4M).

El componente con mayor impacto es la espuma de poliuretano con 3.1×10^{-3} KgPO₄, que representa aproximadamente el 40% de todo el impacto producido por las piezas juntas, liner, sello magnético y lámina, siguen en orden de producción de KgPO₄, sumados producen otro 40% del total, todos los demás componentes suman el 20% por lo cual cada uno de ellos no ha sido graficado.

La fase en la que se produce el mayor impacto es en la de selección del material.

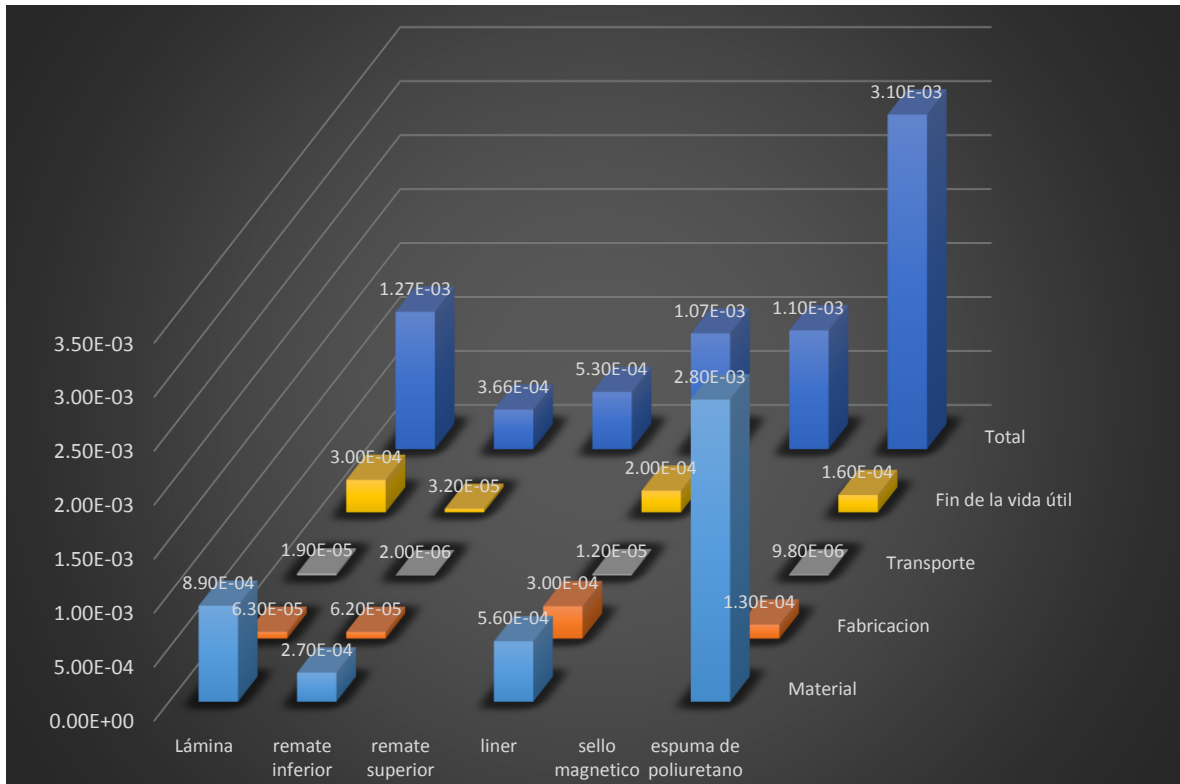


Ilustración 25 Gráfica, eutrofización del agua.

5.3 Gráficas de factores de impacto de puerta con destino a Europa

- Gráfica de resultados de factor de impacto huella de carbono (1E).

Como se puede ver de la gráfica se concluye que la lámina (5 KgCO₂), sello magnético (2.4 KgCO₂), liner (4 KgCO₂) y espuma de poliuretano (5 KgCO₂) producen cerca del 70% de la cantidad total de KgCO₂ del ensamble, la fase en la que se produce mayor impacto ambiental es en la fase de selección del material seguida de la fabricación y fin de ciclo de vida de las piezas.

Los componentes no mostrados en la gráfica aproximadamente contribuyen solo el 30% del total de emisiones.

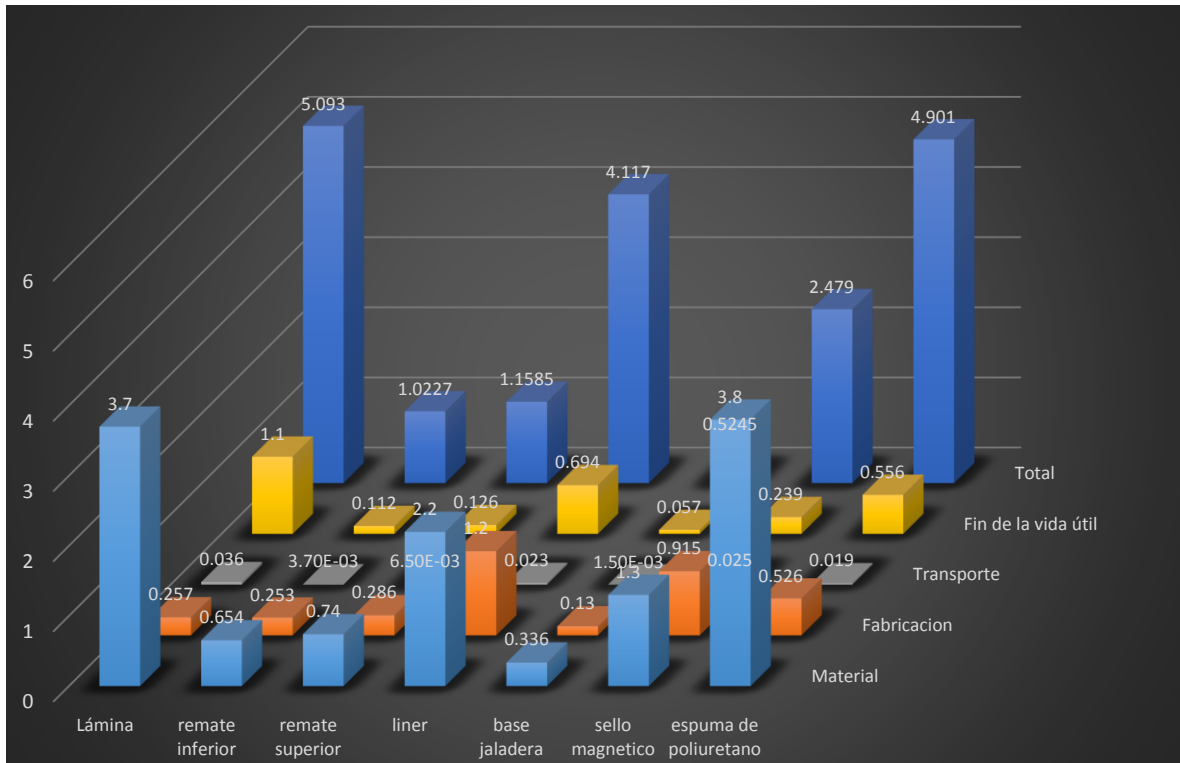


Ilustración 26 Gráfica, huella de carbono.

- Gráfica de resultados de factor de impacto energía consumida (2E).

Del gráfico, liner (94 MJ) y espuma de poliuretano (92 MJ) son los que se adelantan al consumir cerca del 60% de la energía total, seguidos del sello magnético y la lámina, los demás componentes no se han graficado por su falta de contribución.

La etapa en la que se consume mayor energía es en la fase de selección del material, así también, en la fase de fabricación sobresalen los dos componentes mencionados al comienzo del párrafo anterior.

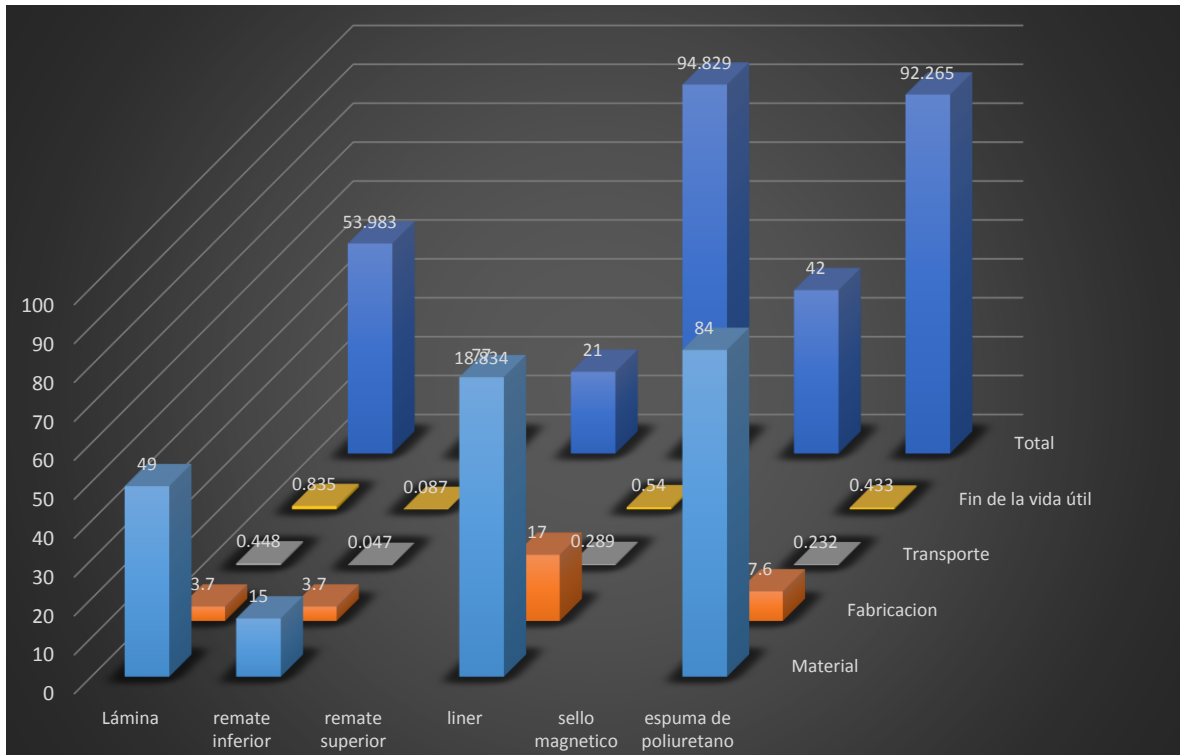


Ilustración 27 Gráfica, energía total consumida.

- Gráfica de resultados de factor de impacto acidificación atmosférica (3E).

Como se aprecia de la gráfica, las piezas que producen mayor daño son los que se han venido manejando en todas las demás gráficas, el liner ($1.4e-2$ KgSO₂), la espuma de poliuretano ($2e-2$ KgSO₂), el sello magnético ($1.9e-2$ KgSO₂) y lámina ($1.3e-2$ KgSO₄), los remates inferior y superior aportan poco menos de la mitad que la lámina, que es la que menos aporta, de los de mayor impacto.

Cabe destacar que la fase de fabricación comienza a tomar un poco más de protagonismo ya que en el caso de la espuma, liner y sello magnético aporta casi la mitad para el último y más de la mitad en el caso de los otros dos componentes.

Para el sello magnético se resalta la contribución en la fase de transporte ya que es casi el 50% del total.

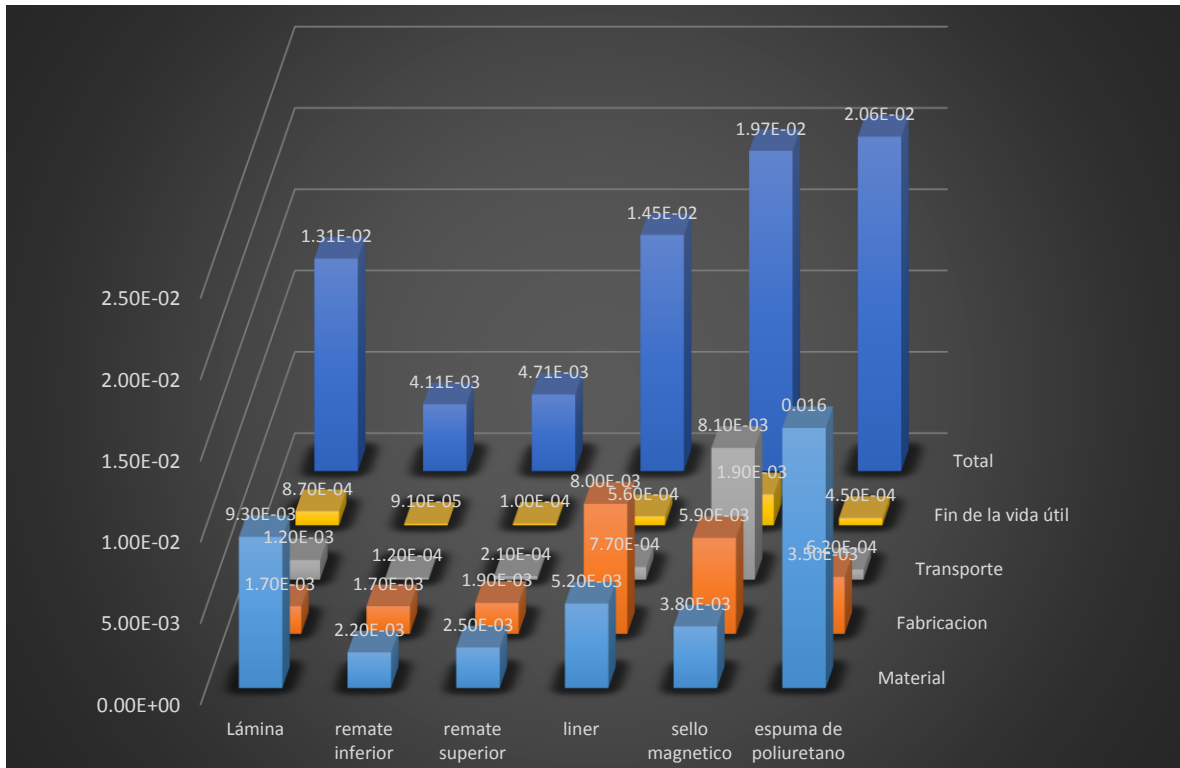


Ilustración 28 Gráfica, acidificación atmosférica.

- Gráfica de resultados de factor de impacto eutrofización del agua (4E).

En este factor de impacto, el sello magnético barre con todos los demás componentes, al aportar el 50% del total de emisiones ($7e-3 \text{ KgPO}_4$), le sigue la espuma de poliuretano con aproximadamente el 25% del total, lo restante del porcentaje se divide entre el liner y la lámina, con un 10% para cada uno, los demás componentes prácticamente no aportan para este caso.

La fase en la cual se percibe el mayor daño es en la fase de selección del material.

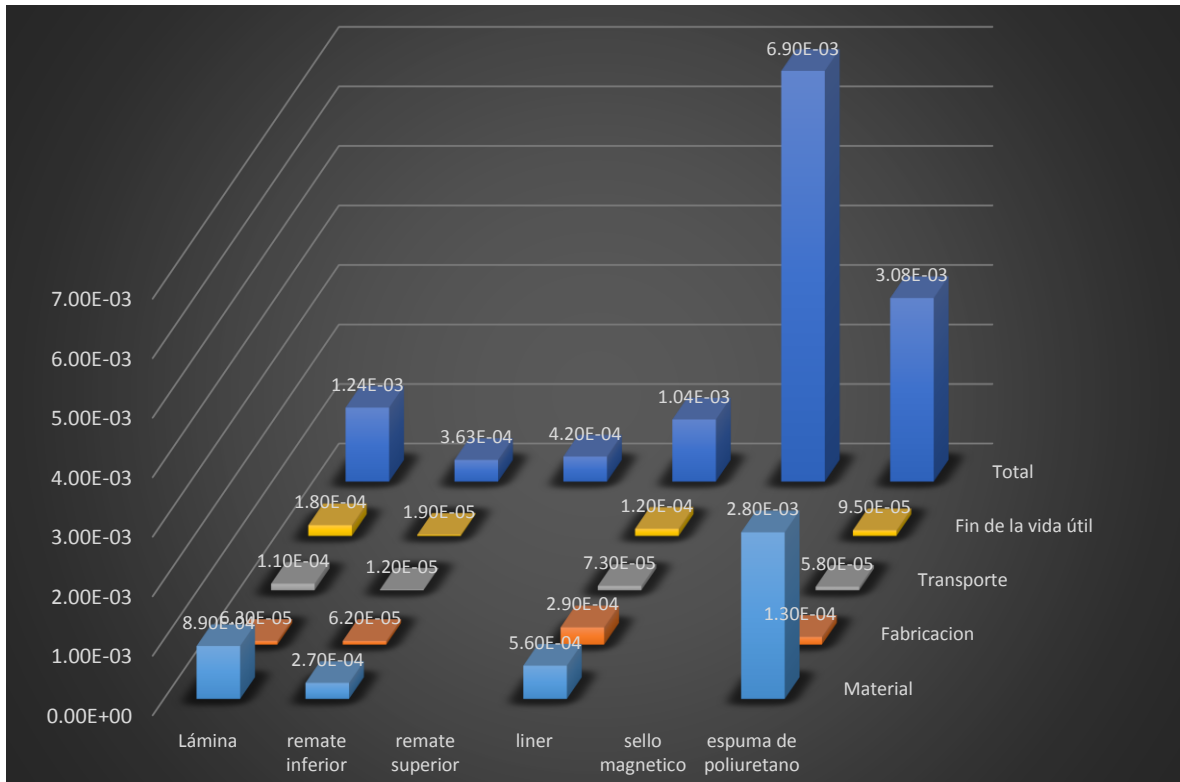


Ilustración 29 Gráfica, eutrofización del agua.

De las gráficas siguientes (ilustraciones 30 y 31) se identifica que las partes que generan el mayor impacto ambiental son; lámina, liner, sello magnético y la espuma aislante, le siguen los remates inferior y superior, a continuación todos los componentes de la jaladera y en último orden las demás piezas que prácticamente no contribuyen, por lo mismo no aparecen en todos los gráficos.

En su totalidad ocasionan mayor daño ambiental en la fase de selección de material, debido a que se debe de obtener la materia prima en bruto para procesarla. Seguida la fase de selección de material, está la de fabricación, se puede concluir que es por la transformación del material en bruto, en un producto o subproducto, lo cual lleva mayor elaboración.

Fin de ciclo de vida, es la fase siguiente, la disposición final de cada uno de los componentes varía según la cultura que se tenga, por lo mismo, podrá variar el impacto en esta fase.

La fase del transporte genera el menor impacto en la mayoría de los componentes.

- Gráfica de resultados de factores de impacto, de las puertas destinadas a Europa.

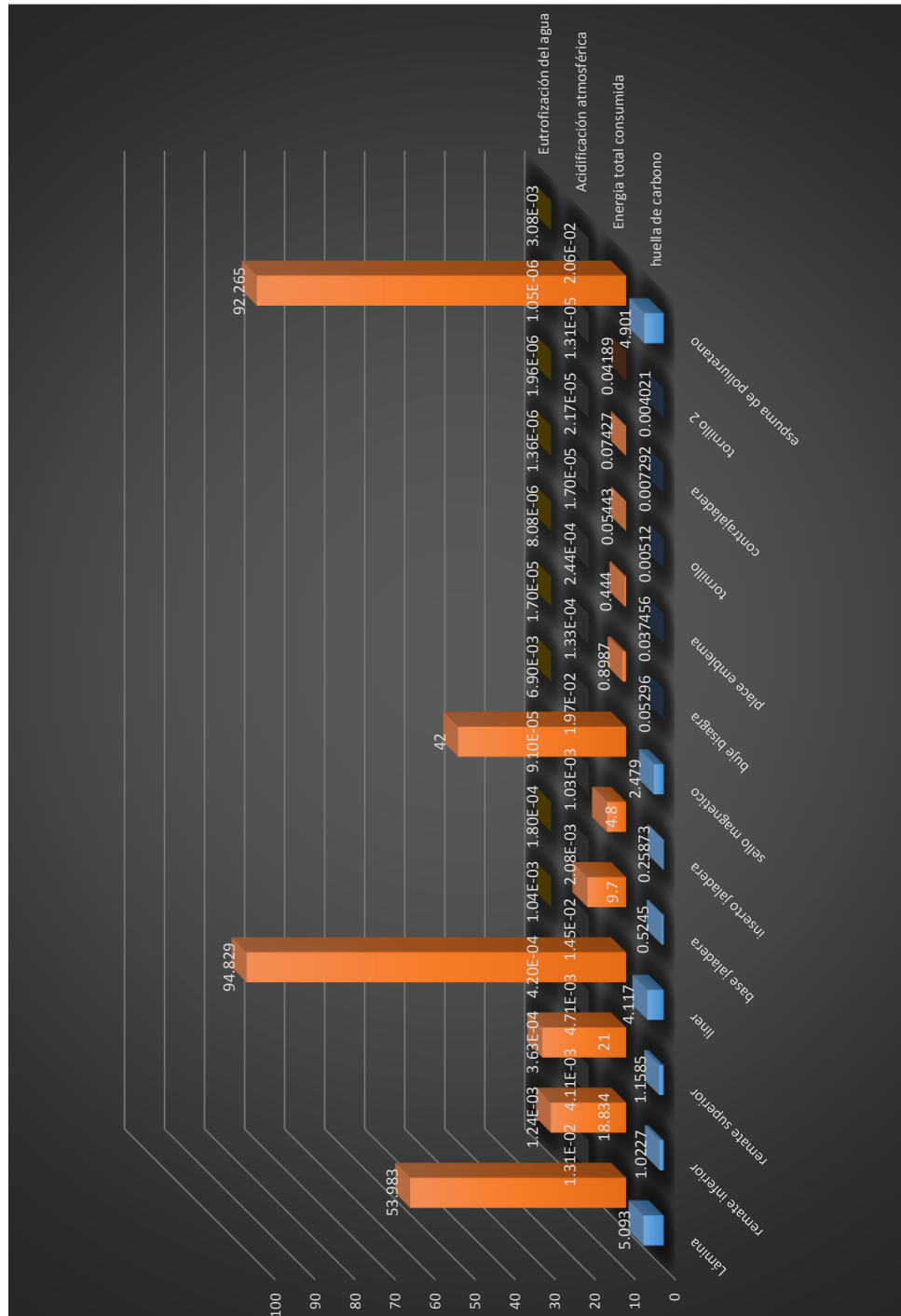


Ilustración 31 Gráfica, factores de impacto de puerta con destino a Europa.

Se observa que los impactos generados son similares para ambas regiones de destino, pero se identifica un mayor impacto general en los componentes con destino a México.

Nota: las dos gráficas anteriores pudieran mostrar o hacer pensar que algún factor de impacto sea mayor a otro, sin embargo no se debe de pensar de esa manera, ya que los ejes son relativos, puesto que no es lo mismo 1 KgCO₂ que 1MJ, por lo mismo, no se puede comparar de esa manera, solo en sentido horizontal se pueden realizar comparaciones, es decir, en el mismo factor de impacto para cada componente.

En el ACV de ambas puertas, se presenta un mayor impacto generado en las fases de selección de materiales y fabricación de la misma, de ahí la importancia de realizar un buen diseño del producto puesto que en estas fases se produce cerca del 70% del total de daño ambiental para cada componente.

- Resultados del impacto generado por las puertas ensambladas.

Como se esperaba, con las bases de las gráficas anteriores, se vuelve a presentar un mayor impacto generado en un ciclo de vida en México en los impactos de huella de carbono (22.7 KgCO₂) y energía consumida (352 MJ), respecto a los otros dos impactos ambientales, es mayor el daño en Europa, sin embargo es muy poca la diferencia, aún más, es poco el impacto ambiental.

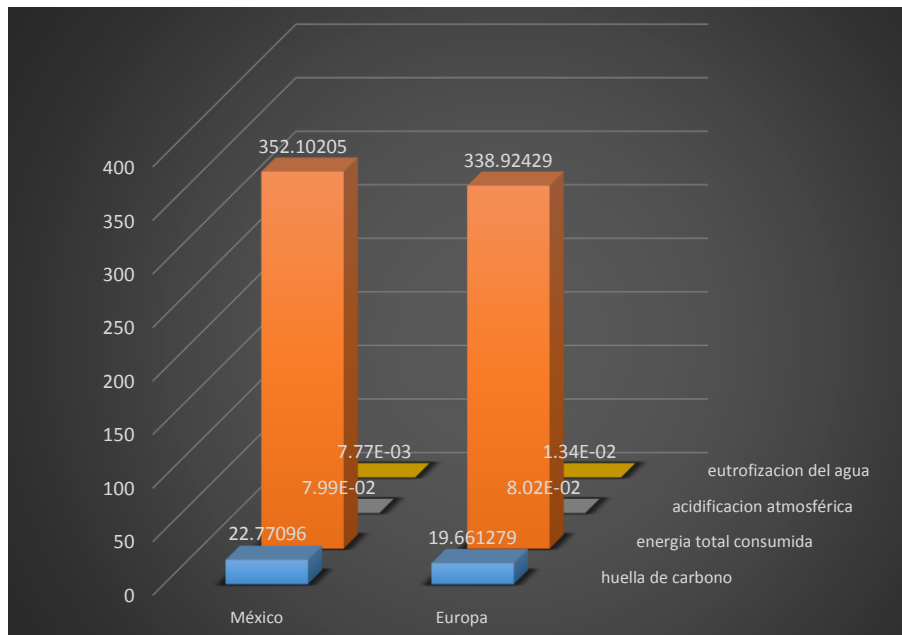


Ilustración 32 Gráfica, comparación de factores de impacto ensamble de ambas puertas.

Los resultados obtenidos pueden no ser comprensibles en las unidades referidas a los distintos factores de impacto, sin embargo, existen calculadoras para poder imaginar el daño ambiental generado por cualquier componente. Por ello se presentan los impactos ambientales generados por las puertas en unidades perspicaces para su mayor comprensión.

Equivalencia de factores de impacto.

México	Europa	México	Europa	México	Europa	México	Europa
huella de carbono		energía total consumida		acidificación atmosférica		eutrofización del agua	
kilómetros recorridos por un coche híbrido		Horas que permanece encendido un foco		Bolsas de papel producidas		Kg de maíz producidos en EU	
200	172	502	483	89	89	6	9

Tabla 4. Contribución /equivalencia de factores de ambas puertas, de los impactos generados, (Solid Works, 2013).

- Gráfica de resultados de factores de impacto, de las puertas destinadas a México y Europa, caracterizados en otras unidades.

Del gráfico (ilustración 31) y la tabla 4, la interpretación se realiza de la siguiente manera, los 22.7 KgCO₂ producidos por la puerta con la característica de fin de ciclo de vida útil en México, contribuyen de igual manera que lo haría un auto híbrido europeo que recorra 200 Km, basados en el modelo Toyota Prius.

La energía total consumida para la puerta con fin de ciclo de vida en Europa (339 MJ) contribuye ambientalmente, de igual manera que lo hace un foco prendido de 60W, por un periodo de 483 horas.

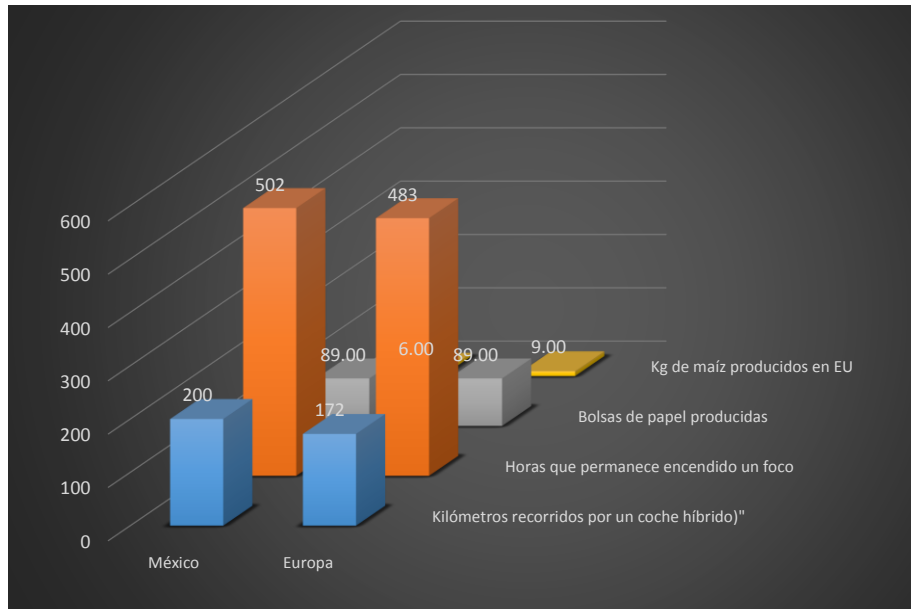


Ilustración 33 Grafica. Conversión de factores de impacto generados de ambas puertas.

Capítulo 06 Discusión y conclusiones

Resumen del capítulo

En este capítulo se presentan las conclusiones a las que se llega con la evaluación realizada, también se presenta otro método para trabajar en el software utilizado.

Pasadas las fases del proyecto se concluye que se obtuvo una evaluación adecuada a los alcances de la tesis, por lo cual se cumple con el objetivo propuesto al inicio de la misma.

Una vez realizada la evaluación y el análisis de sustentabilidad, se puede observar que los resultados dan un acercamiento al daño que se ocasionará en el ciclo de vida de la puerta del refrigerador, con las limitaciones que el análisis tiene.

Las limitantes que se presentan en el análisis de las piezas representan errores en la evaluación de sustentabilidad, los errores que se obtienen son debidos a:

- La especificación del material: el paquete de cómputo en el que se realizó la evaluación de sustentabilidad no cuenta con suficientes materiales para poder cubrir los utilizados en la manufactura de las puertas, por lo mismo al ser evaluadas se cuenta con un error en la masa así como en sus propiedades, sin embargo, es una buena aproximación ya que depende del grado de especificación de los componentes del material que conforman cada una de las piezas de las puertas.
- La caracterización del material utilizado en las piezas: así como se tiene un error ocasionado por el punto anterior, la falta de información para caracterizar las piezas representa otro tanto. Se puede obtener el nombre exacto del material que fue utilizado en la manufactura de la pieza, sin embargo no se cuenta con las propiedades del mismo, existen miles de materiales en el mundo, cada uno con propiedades distintas, en el caso de

los polímeros y metales (utilizados en la fabricación de la puerta) se tienen variantes en la composición química de cada material, por lo tanto, es imposible contar con una base de datos de propiedades de materiales que pueda revelar la información necesaria para una buena evaluación de sustentabilidad.

Asumiendo estos dos errores, en la evaluación se propuso el material más adecuado para simular las propiedades del material especificado, lo cual en algunas piezas arroja datos muy elevados de masa no semejantes con las masas obtenidas directamente de la medición de masas.

Visto esto, se tiene un error variante, específicamente en un caso la masa se duplica en el software, sin embargo, en general se tiene un error de masa del 20% con las piezas modeladas (sean de laboratorio o de la empresa).

Al proponer una metodología inversa con los datos relativos a la masa de los componentes se puede observar que la evaluación arroja datos de factores de impacto similares a los expuestos.

La metodología para este paquete de cómputo propone lo siguiente;

Se tiene la masa del material y de bases de datos se puede obtener la densidad (acarreado la limitante de la caracterización del material).

Con ellos se obtiene determinado volumen que describe alguna pieza especificada que se someterá a evaluación.

Obtenido el volumen se procede a la evaluación de sustentabilidad del ACV de la pieza, con ello se concluye lo siguiente:

La evaluación de sustentabilidad dependerá de la especificación de las propiedades del material usado, entonces, se elimina un porcentaje de error.

Como es sabido, el software pertenece más a la rama de diseño de piezas mecánicas con módulos relativos al diseño, por lo cual la evaluación de sustentabilidad depende de la masa de la pieza no del diseño geométrico del componente. Por lo cual como se menciona en la metodología sólo se necesita un volumen con las características del material, o lo que es lo mismo la masa del material para una buena evaluación del producto, en el cual el único error que se tendrá es por la caracterización del material.

Lo que sigue es comentar que algunos de los software's citados en la presente labor, llevan a cabo las evaluaciones de sustentabilidad solo con la masa del

material, recorriendo cada etapa del ciclo de vida del producto, por lo mismo no es arduo dar con la metodología propuesta para el paquete de cómputo visto.

Resultado de la metodología.



Ilustración 34 Liner, modelo proporcionado por la empresa.

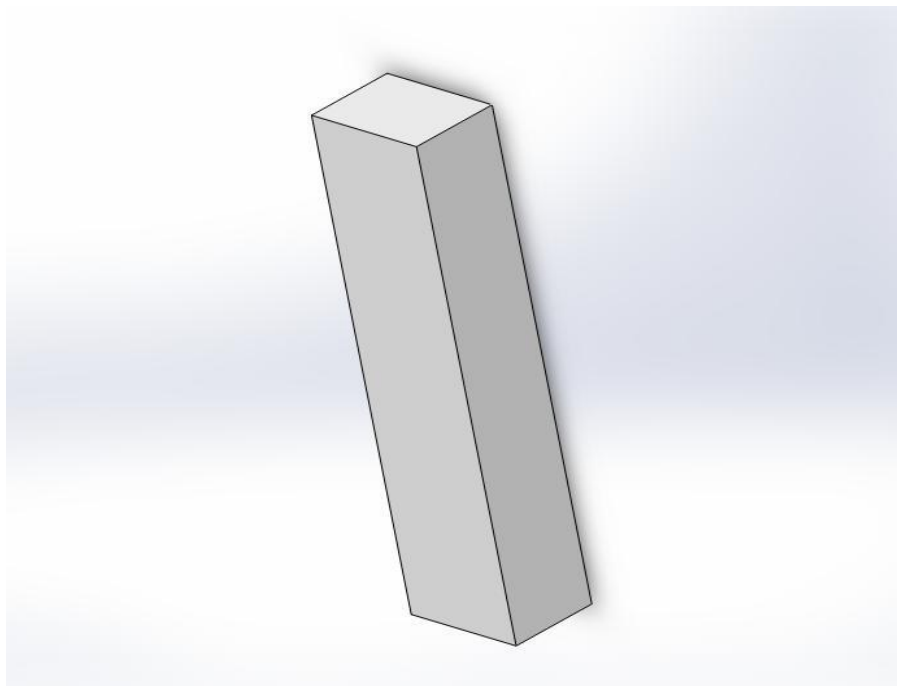


Ilustración 35 Pieza modelada aproximada en masa y material al liner.

Resultados comparativos de la evaluación de componentes con masas iguales.

	Liner	Pieza con la masa del mismo material
Material:	PS Flujo medio/alto	PS Flujo medio/alto
Contenido reciclado:	0.00%	0.00%
Peso:	1059.69 g	1060 g
Proceso de fabricación:	Personalizado	Personalizado
Construido para durar:	10 year	10 year
Región:	North America	North America
Consumo de electricidad:	1.4 kWh/lbs	1.4 kWh/lbs
Consumo de gas natural:	0.00 BTU/lbs	0.00 BTU/lbs
Tasa de desecho:	0.00%	0.00%
Región:	North America	North America
Utilización durante:	10 year	10 year
Distancia en camión:	1000 km	1000 km
Reciclado:	25%	25%
Incinerado:	25%	25%
Vertedero:	50%	50%
FACTORES DE IMPACTO		
Huella de carbono		
Material:	2.2 kg CO ₂	2.2 kg CO ₂
Fabricación:	1.2 kg CO ₂	1.2 kg CO ₂
Transporte:	0.052 kg CO ₂	0.052 kg CO ₂
Fin de la vida útil:	0.880 kg CO ₂	0.880 kg CO ₂
Total	4.4 kg CO ₂	4.4 kg CO ₂
Energía total consumida		
Material:	77 MJ	77 MJ
Fabricación:	17 MJ	17 MJ
Transporte:	0.775 MJ	0.775 MJ
Fin de la vida útil:	0.673 MJ	0.673 MJ
Total	95 MJ	95 MJ
Acidificación atmosférica		
Material:	5.2E-3 kg SO ₂	5.2E-3 kg SO ₂
Fabricación:	8.0E-3 kg SO ₂	8.0E-3 kg SO ₂
Transporte:	2.3E-4 kg SO ₂	2.3E-4 kg SO ₂
Fin de la vida útil:	6.3E-4 kg SO ₂	6.3E-4 kg SO ₂
Total	0.014 kg SO ₂	0.014 kg SO ₂
Eutrofización del agua		
Material:	5.6E-4 kg PO ₄	5.6E-4 kg PO ₄
Fabricación:	2.9E-4 kg PO ₄	2.9E-4 kg PO ₄
Transporte:	5.3E-5 kg PO ₄	5.3E-5 kg PO ₄
Fin de la vida útil:	4.4E-4 kg PO ₄	4.4E-4 kg PO ₄
Total	1.4E-3 kg PO ₄	1.4E-3 kg PO ₄

Figuras 5. Tabla. Resultado de la evaluación de ambas piezas.

Como se puede observar, de la evaluación se obtienen los mismos valores de los factores de impacto, por lo tanto, para trabajar en el software no se requiere de un modelo exacto de la pieza, sólo se requiere de la misma masa así como de sus propiedades, con lo cual se consigue hacer más eficientes las evaluaciones de sustentabilidad en el software reduciendo el tiempo de modelaje a sencillas operaciones matemáticas.

Después de haber realizado toda la evaluación, no se puede decir que la puerta es sustentable o no, esto ocurrirá hasta que se comparen los resultados obtenidos con normas de regularización. Como se mencionó en los objetivos, la tesis sólo se concentra en evaluar los componentes, con los resultados obtenidos se tomarán medidas para el rediseño de los componentes del refrigerador con mayor impacto, la cual es la siguiente etapa del proyecto.

La importancia de la evaluación de los componentes recae en proponer mejores productos que generen menores impactos, obteniendo un mejor ambiente y un uso más racional de los recursos, no agotándolos totalmente ni poniéndolos en riesgo para que puedan ser utilizados por futuras generaciones, consecuentemente se mejora la calidad de los estándares de la empresa manufacturera, lo cual mejora su imagen y promueve un ambiente de crecimiento económico. Cuando se obtenga un refrigerador que genere menos emisiones se podrá normalizar la empresa con los países europeos y con ello, exportar sus productos, lo cual consigue abrir nuevos mercados de venta y generar mayores ingresos y ganancias a la empresa.

La importancia de una evaluación de sustentabilidad de estas características radica en ahorrar a la empresa el llevar un nuevo producto al mercado que no cumplirá con normas correspondientes de exportación, traducido a fases del ciclo de vida, ahorrará el dinero invertido en la manufactura, embalaje, transporte y puesta en venta del producto. Con un estudio pertinente, como el realizado en este trabajo, se evita el rechazo del producto, ya que se predice el comportamiento del mismo.

Bibliografía

1. Álvaro González, H. Mesa G, D. La importancia del método en la selección de materiales, *Scientia et Technica* Año X, No 24, Mayo 2004. UTP. ISSN 0122-1701.
2. Análisis de ciclo de vida (ACV), Deloitte, Boletín sustentabilidad, noviembre 2012.
3. Ashby, M. Introducción a CES EduPack 2012 (2012), Department of Engineering, University of Cambridge.
4. Astier, M. R. Masera, O. Yankuic Galván-Miyoshi. Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional, 1ed (2008). ISBN 978-84-612-5641-9.
5. Barrow, M. Buckley, B. Caldicott, T. Cumberlege, T. Hsu, J. Kaufman, S. Ramm, K. Rich, D. Temple-Smith, W. Greenhouse gas protocol, Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions (v1.0).
6. C. Bare, J. Developing a Consistent Decision-Making Framework by Using the U.S. EPA's TRACI, Systems Analysis Branch, Sustainable Technology Division, National Risk Management, Research Laboratory, US Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH.
7. Cepeda, F. Fernando, P. Rossin, A. Acurio, G. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina (1997).
8. Chambouleyron, M. Arena, A. P. Pattini, A. Diseño de productos y desarrollo sustentable, estrategias de revalorización de productos manufacturados para su introducción en un nuevo ciclo de vida. LAHV (Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda) INCIHUSA (Instituto de Ciencias Humanas y Sociales) Mendoza- Argentina.
9. Chile: ejemplos de desarrollo sustentable, Gobierno de Chile, Comisión Nacional del Medio Ambiente.
10. Claas van der Linde. Competitive implications of environmental regulation in the refrigerator industry (1994). Management Institute for Environment and Business (MEB), U.S. Environmental Protection Agency.
11. Clementes, R. Complete Guide to ISO 14.000, (1996), ISBN: 84-8088-209-3.
12. Consejo de administración sustentable (2010), Deloitte.
13. D. Janz, W. Sihn, Product Redesign Using Value-Oriented Life Cycle Costing.
14. Departamento de medio ambiente de CCOO de Aragón (comisiones obreras), Guía sobre consumo energético de aparatos electrodomésticos.
15. División difusión y comunicaciones. Huella de carbono, SIGWEB, www.sigweb.cl.
16. Donald R. Askeland, Ciencia e Ingeniería de los materiales 4ed, ISBN 970-686-361-3.
17. Dr. Achkar, Indicadores de sustentabilidad (2005), Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio, Departamento de Geografía. Facultad de Ciencias. U de la R.

18. Dr. M.R.M. Crul y Mr. J.C. Diehl, Delft, Diseño para la sostenibilidad, Un enfoque práctico para economías en desarrollo (2007). University of Technology, Países Bajos, Facultad de Ingeniería en Diseño Industrial. ISBN 978-92-807-2915-3.
19. Dra. Suppen R., Dra. González C., Gestión de ciclo de vida para la sustentabilidad empresarial (2008). Seminario/taller Empresa socialmente responsable.
20. Elastogran. Espumas de poliuretano, ¿Qué ocurre cuando se queman? (1998).
21. Empresas sostenibles: creación de más y mejores empleos, Organización Internacional del Trabajo.
22. Estudio comparativo, Refrigeradores.
23. Flores Calderón, A. Borja Ramírez, V. Conceptos para la implementación del desarrollo sustentable del producto (2008), Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica (CDMIT), Facultad de Ingeniería, UNAM.
24. Gabi software. Welcome to Gabi 4.4!, www.gabi-software.com. Product sustainability.
25. Garavito, J. Identificación de plásticos protocolo, curso de materiales (2008), Escuela Colombiana de Ingeniería, Laboratorio de producción.
26. García Castañón, R. Apuntes de ciencia y tecnología de materiales. Teoría de tratamientos, Universidad de Oviedo, Escuela Superior de la Marina Civil de Gijón.
27. Goedkoop, M. Effting, S. Collignon, M. Eco-indicador 99. Método para evaluar el impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida (1999).
28. Gudynas, E. Ecología, Economía y Desarrollo sostenible (2004), Centro Latino Americano de Ecología Social y D3E - Desarrollo, Economía, Ecología.
29. Herramientas, Análisis de ciclo de vida (LCA). Eco-diseño.
30. IHOBE, Sociedad pública de Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida y huella de carbono (2009).
31. Índice de sustentabilidad de la Bolsa Mexicana de Valores (2010), Deloitte.
32. INEGI. INE. Indicadores de desarrollo sustentable en México (2000).
33. Info Reach, Guía básica del reglamento Reach (2010), Generalidad de Cataluña. Departamento de empresas y empleo.
34. Info Reach, Guía breve para fabricantes y/o importadores (2008), Generalidad de Cataluña. Departamento de empresas y empleo.
35. Ing. Arturo M. Calvente, El concepto moderno de sustentabilidad (2007), Centro de Altos Estudios Globales, Universidad Abierta Interamericana.
36. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAT), Indicadores de desarrollo sustentable en México (2000), ISBN 970-13-3015-3.
37. José Luis Miguel, Huella de carbono, Cálculo de emisiones (PAS 2050) y Neutralidad de carbono (PAS 2060), (2011).
38. Jóvenes Socialistas del país. Guía de buenas prácticas medioambientales, reciclaje (2010). Valencia, España.
39. La empresa completamente sustentable, desafío y oportunidad (2010), Deloitte.

40. M. Hauschild, J. Jeswiet, L. Alting, From Life Cycle Assessment to Sustainable Production: Status and Perspectives.
41. Mabe S.A. de C.V. Instructivo refrigeradores automáticos/No frost. No. de parte: 200D5431P001.
42. Mabe S.A. de C.V. Manual de instrucciones, refrigeradores/Frost free. Cód. 238C4349P004.
43. Maggio Magofke, A. Toxicología, 18 Compañía del CBS Toxicología, Hazmat Nivel 2.
44. Marbán Flores, R. La agenda 21 impulsora del desarrollo sostenible y de la protección del medio ambiente en Europa y España, Boletín económico de ICE Nº 2899, 11 al 17 de diciembre de 2006.
45. MI Trujillo Barragán, M. El ciclo de inyección, laboratorio de procesos de plásticos, Facultad de ingeniería, UNAM.
46. MI Trujillo Barragán, M. Química de polímeros, laboratorio de procesos de plásticos, Facultad de ingeniería, UNAM.
47. Pierri Estades, N. Foladori, G. Taks, J. La coevolución sociedad – naturaleza, www.universidadur.edu.uy/retema/archivos/Sustentabilidad.pdf
48. Niembro García, I. Categorías de evaluación de impacto de ciclo de vida vinculadas con energía: revisión y prospectiva, 12th International Conference on Project Engineering.
49. ONUDI. Manual de producción más limpia, Gestión de desechos y reciclaje.
50. P. Ortega, L. La contaminación del aire, curso 2012-13, IES Santiago Grisolia.
51. Quide. Espuma de poliuretano PU, Ficha técnica (2010).
52. R. Márquez, E. Guía empaque 1, papeles y cartones, Instituto de diseño de Valencia, España.
53. Riechmann, J. Un concepto esclarecedor potente y persuasivo para pensar la sustentabilidad, Biomimesis, El ecologista, nº 36, verano de 2003.
54. Rieznik L., N. Hernández Aja, A. Análisis de ciclo de vida (2005).
55. Rivera, B. Análisis de ciclo de vida una aproximación necesaria (2010), Construcción sostenible, nuevas perspectivas y normalización.
56. Romero R. B. El análisis del ciclo de vida y la gestión ambiental, Tendencias tecnológicas, Boletín IIE, julio-septiembre de 2003.
57. Silva, A. F. Ashby, M. Melia, H. The use of CES EduPack at all levels of Higher Education, Granta teaching resources (2012).
58. SimaPro7. Product ecology consultants (PRÉ), data base manual, Methods library (2008).
59. Simón Rojo, M. Herramientas para la sustentabilidad de las intervenciones urbanas en barrios. Sustainable building conference.
60. SolidWorks Education. Guía del instructor para la enseñanza del software SolidWorks, Serie de diseño de ingeniería y tecnología. Número de documento: PME0119-ESP.
61. SolidWorks Education. SolidWorks Sustainability an introduction to sustainable design, Engineering design and technology series. Document Number: PME0518-ENG.
62. Sustainable Minds Introduces First Web-based, On-demand Life Cycle, Assessment Software for Greener Product Design (2009).

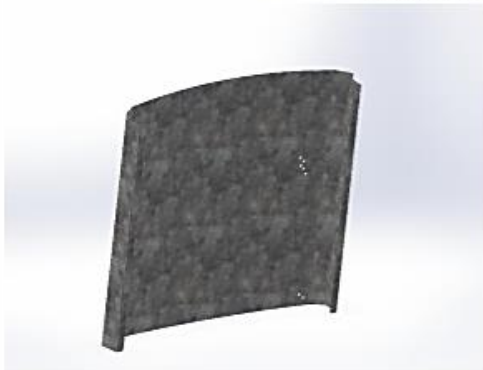
63. Sustainable Minds, design greener products right, from the start, Quick Start Guide Release 2.5.
64. Tecnología del plástico. Presente y futuro de compuestos de plástico y madera. B2B2 Portales, ed7, Vol. 24, octubre-noviembre 2009.
65. UL-style 1015, 600v, PVC single cores, UL/CSA approved.
66. Universidad Politécnica de Madrid. Conceptos básicos de diseño mecánico.
67. Wenzel, H. Petersen, C. Hansen, K. Technical University of Denmark, The Product, Functional Unit and Reference Flows in LCA (2004).
68. White, P. Okala, Impact Factors North American single-figure process values for impact assessment (2007).
69. William F. Smith, Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales 3ed, ISBN 0-07-059241-1.
70. Willian D. Callister, Jr. Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales, Departamento de ciencia e ingeniería, Universidad de Utah.
71. Zapata, D. Borja Ramírez, V. Ramírez Reivich, A. Guerra L., V. Aplicación de los criterios de toxicidad, ciclicidad y eficiencia para evaluar la sustentabilidad de productos (2012).
72. Zaror, D. Claudio. PRINCIPIOS DE DISEÑO DE PROCESOS LIMPIOS. Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Concepción. Chile

ANEXOS

ANEXO A



Informe de Sustainability



Nombre del modelo: 225d6730p001
 Material: Acero galvanizado
 Contenido reciclado: 12 %
 Peso: 1839.71 g
 Proceso de fabricación: Chapa metálica troquelada/conformada
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, si procede, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Fabricación		Utilización	
Región:	North America	Región:	Europe
Proceso:	Chapa metálica troquelada/conformada	Utilización durante:	10 year
Consumo de electricidad:	0.187 kWh/lbs		
Consumo de gas natural:	1500 BTU/lbs		
Tasa de desecho:	9.7 %		
Construido para durar:	10 year		
Transporte		Fin de la vida útil	
Distancia en camión:	0.00 km	Reciclado:	50 %
Distancia en tren:	0.00 km	Incinerado:	0.00 %
Distancia en barco:	9000 km	Vertedero:	50 %
Distancia en avión:	0.00 km		

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	225d6730p001	Material:	Acero galvanizado	Peso:	1839.71 g	Proceso de fabricación:	Chapa metálica troquelada/conformada
		Contenido reciclado:	12 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Impacto medioambiental

Huella de carbono



5.0 kg CO₂

Energía total consumida



54 MJ

Acidificación atmosférica



0.013 kg SO₂

Eutrofización del agua



1.3E-3 kg PO₄

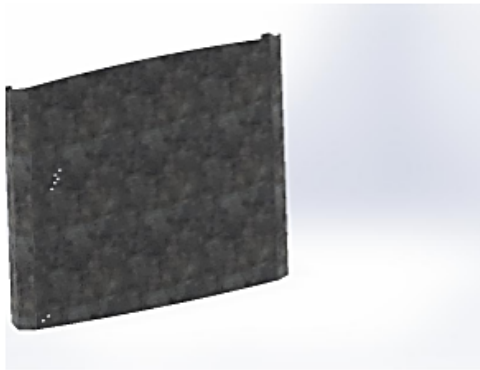
Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	225d6730p001	Material:	Acero galvanizado	Peso:	1839.71 g	Proceso de fabricación:	Chapa metálica troquelada/conformada
		Contenido reciclado:	12 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year
Material		Acero galvanizado		12 %			

ANEXO B



Informe de Sustainability



Nombre del modelo: 225d6730p001
 Material: Acero galvanizado
 Contenido reciclado: 12 %
 Peso: 1639.71 g
 Proceso de fabricación: Chapa metálica troquelada/conformada
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, si procede, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	225d6730p001	Material:	Acero galvanizado	Peso:	1639.71 g	Proceso de fabricación:	Chapa metálica troquelada/conformada
		Contenido reciclado:	12 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year
Material	Acero galvanizado		12 %				

Fabricación		Utilización	
Región:	North America	Región:	North America
Proceso:	Chapa metálica troquelada/conformada	Utilización durante:	10 year
Consumo de electricidad:	0.187 kWh/lbs		
Consumo de gas natural:	1500 BTU/lbs		
Tasa de desecho:	9.7 %		
Construido para durar:	10 year		
Transporte		Fin de la vida útil	
Distancia en camión:	230 km	Reciclado:	17 %
Distancia en tren:	0.00 km	Inclinerado:	0.00 %
Distancia en barco:	0.00 km	Vertedero:	83 %
Distancia en avión:	0.00 km		

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	225d6730p001	Material:	Acero galvanizado	Peso:	1639.71 g	Proceso de fabricación:	Chapa metálica troquelada/conformada
		Contenido reciclado:	12 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Impacto medioambiental

Huella de carbono



5.7 kg CO₂

Material:	3.7 kg CO ₂
Fabricación:	0.257 kg CO ₂
Transporte:	0.018 kg CO ₂
Fin de la vida útil:	1.8 kg CO ₂

Energía total consumida



54 MJ

Material:	49 MJ
Fabricación:	3.7 MJ
Transporte:	0.276 MJ
Fin de la vida útil:	1.4 MJ

Acidificación atmosférica



0.013 kg SO₂

Material:	9.3E-3 kg SO ₂
Fabricación:	1.7E-3 kg SO ₂
Transporte:	8.3E-5 kg SO ₂
Fin de la vida útil:	1.4E-3 kg SO ₂

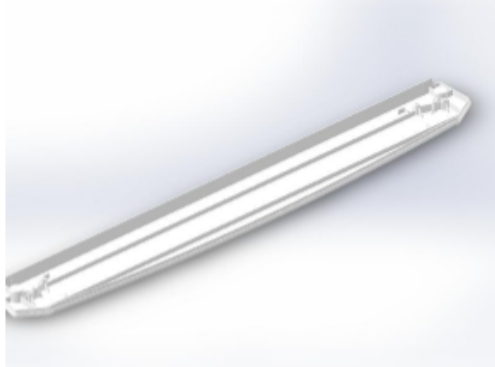
Eutrofización del agua



1.3E-3 kg PO₄

Material:	8.9E-4 kg PO ₄
Fabricación:	6.3E-5 kg PO ₄
Transporte:	1.9E-5 kg PO ₄
Fin de la vida útil:	3.0E-4 kg PO ₄

ANEXO C



Nombre del modelo: 225d6731p001
Material: ABS
Contenido reciclado: 0.00 %
Peso: 170.38 g
Proceso de fabricación: Moldeo por inyección
Construido para durar: 10 year
Utilización durante: 10 year



■ **Región de fabricación**
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

■ **Región de utilización**
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, si procede, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	225d6731p001	Material:	ABS	Peso:	170.38 g	Proceso de fabricación:	Moldeo por inyección
		Contenido reciclado:	0.00 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Material **ABS** **0.00 %**

Fabricación

Región: North America
Proceso: Moldeo por inyección
Consumo de electricidad: 1.8 kWh/lbs
Consumo de gas natural: 0.00 BTU/lbs
Tasa de desecho: 2.0 %
Construido para durar: 10 year

Utilización

Región: Europe
Utilización durante: 10 year

Transporte

Distancia en camión: 0.00 km
Distancia en tren: 0.00 km
Distancia en barco: 9000 km
Distancia en avión: 0.00 km

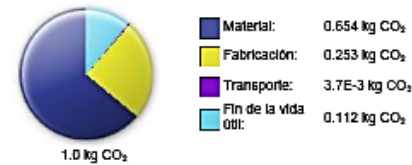
Fin de la vida útil

Reciclado: 50 %
Incinerado: 0.00 %
Vertedero: 50 %

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	225d6731p001	Material:	ABS	Peso:	170.38 g	Proceso de fabricación:	Moldeo por inyección
		Contenido reciclado:	0.00 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Huella de carbono



Energía total consumida



Acidificación atmosférica



Eutrofización del agua



ANEXO D



Informe de Sustainability



Nombre del modelo: 225d6731p001
 Material: ABS
 Contenido reciclado: 0.00 %
 Peso: 170.38 g
 Proceso de fabricación: Moldeo por inyección
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, si procede, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	225d6731p001	Material:	ABS	Peso:	170.38 g	Proceso de fabricación:	Moldeo por inyección
		Contenido reciclado:	0.00 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Material: ABS, Contenido reciclado: 0.00 %

Fabricación		Utilización	
Región:	North America	Región:	North America
Proceso:	Moldeo por inyección	Utilización durante:	10 year
Consumo de electricidad:	1.8 kWh/lbs		
Consumo de gas natural:	0.00 BTU/lbs		
Tasa de desecho:	2.0 %		
Construido para durar:	10 year		
Transporte		Fin de la vida útil	
Distancia en camión:	230 km	Reciclado:	17 %
Distancia en tren:	0.00 km	Incinerado:	0.00 %
Distancia en barco:	0.00 km	Vertedero:	83 %
Distancia en avión:	0.00 km		

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	225d6731p001	Material:	ABS	Peso:	170.38 g	Proceso de fabricación:	Moldeo por inyección
		Contenido reciclado:	0.00 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Huella de carbono



Energía total consumida



Acidificación atmosférica



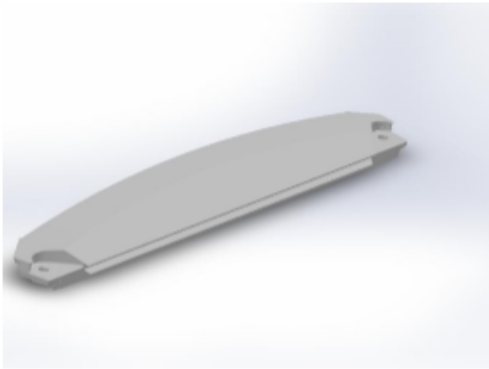
Eutrofización del agua



ANEXO E



Informe de Sustainability



Nombre del modelo: 225d6732p001
 Peso: 192.68 g
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, el proceso, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Proceso de ensamblaje

Región: North America
 Tipo de energía: None
 Cantidad de energía: 0.00 MJ
 Construido para durar: 10 year

Utilización

Región: Europe
 Tipo de energía: None
 Cantidad de energía: 0.00 MJ
 Utilización durante: 10 year

Transporte

Distancia en camión: 0.00 km
 Distancia en tren: 0.00 km
 Distancia en barco: 0.00 km
 Distancia en avión: 0.00 km

Fin de la vida útil

Reciclado: 50 %
 Incinerado: 0.00 %
 Vertedero: 50 %

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	225d6732p001	Peso:	192.68 g
		Construido para durar:	10 year
		Utilización durante:	10 year

Huella de carbono



1.2 kg CO₂

Material:	0.740 kg CO ₂
Fabricación:	0.286 kg CO ₂
Utilización:	0.00 kg CO ₂
Transporte:	6.5E-3 kg CO ₂
Fin de la vida útil:	0.126 kg CO ₂

Energía total consumida



21 MJ

Material:	<-energy_mati/>
Fabricación:	<-energy_manuf/>
Utilización:	<-energy_use/>
Transporte:	<-energy_trans/>
Fin de la vida útil:	<-energy_eol/>

Acidificación atmosférica



4.7E-3 kg SO₂

Material:	2.5E-3 kg SO ₂
Fabricación:	1.9E-3 kg SO ₂
Utilización:	0.00 kg SO ₂
Transporte:	2.1E-4 kg SO ₂
Fin de la vida útil:	1.0E-4 kg SO ₂

Eutrofización del agua



4.2E-4 kg PO₄

Material:	3.0E-4 kg PO ₄
Fabricación:	<-water_manuf/>
Utilización:	<-water_use/>
Transporte:	<-water_trans/>
Fin de la vida útil:	<-water_eol/>

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	225d6732p001	Peso:	192.68 g
		Construido para durar:	10 year
		Utilización durante:	10 year

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	225d6732p001	Peso:	192.68 g
		Construido para durar:	10 year
		Utilización durante:	10 year

Impacto medioambiental de componentes

Los diez componentes que más contribuyen a las cuatro áreas de impacto medioambiental

Componente	Carbono	Agua	Aire	Energía
225d6732p0011	1.2 	4.6E-4 	4.6E-3 	21 
Pieza4	0.00	0.00	0.00	0.00

ANEXO F



Nombre del modelo: 225d6732p001
 Peso: 192.68 g
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, si procede, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	225d6732p001	Peso:	192.68 g
		Construido para durar:	10 year
		Utilización durante:	10 year

Proceso de ensamblaje

Región: North America
 Tipo de energía: None
 Cantidad de energía: 0.00 MJ
 Construido para durar: 10 year

Transporte

Distancia en camión: 230 km
 Distancia en tren: 0.00 km
 Distancia en barco: 0.00 km
 Distancia en avión: 0.00 km

Utilización

Región: North America
 Tipo de energía: None
 Cantidad de energía: 0.00 MJ
 Utilización durante: 10 year

Fin de la vida útil

Reciclado: 17 %
 Incinerado: 0.00 %
 Vertedero: 83 %

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	225d6732p001	Peso:	192.68 g
		Construido para durar:	10 year
		Utilización durante:	10 year

Impacto medioambiental

Huella de carbono



1.6 kg CO₂

Energía total consumida



26 MJ

Acidificación atmosférica



6.7E-3 kg SO₂

Eutrofización del agua




5.3E-4 kg PO₄

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	225d8732p001	Peso:	192.68 g
		Construido para durar:	10 year
		Utilización durante:	10 year

Impacto medioambiental de componentes

Los diez componentes que más contribuyen a las cuatro áreas de impacto medioambiental

Componente	Carbono	Agua	Aire	Energía
225d8732p0011	1.2 	4.6E-4 	4.6E-3 	22 
Pieza7	0.00	0.00	0.00	0.00

ANEXO G



Nombre del modelo: 225d6736p001
Material: PS Flujo medio/alto
Contenido reciclado: 0.00 %
Peso: 1059.69 g
Proceso de fabricación: Personalizado
Construido para durar: 10 year
Utilización durante: 10 year

Fabricación		Utilización	
Región:	North America	Región:	Europe
Proceso:	Personalizado	Utilización durante:	10 year
Consumo de electricidad:	1.4 kWh/lbs		
Consumo de gas natural:	0.00 BTU/lbs		
Tasa de desecho:	0.00 %		
Construido para durar:	10 year		
Transporte		Fin de la vida útil	
Distancia en camión:	0.00 km	Reciclado:	50 %
Distancia en tren:	0.00 km	Incinerado:	0.00 %
Distancia en barco:	9000 km	Vertedero:	50 %
Distancia en avión:	0.00 km		

Nombre del modelo:	225d6736p001	Material:	PS Flujo medio/alto	Peso:	1059.69 g	Proceso de fabricación:	Personalizado
		Contenido reciclado:	0.00 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year



■ **Región de fabricación**
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

■ **Región de utilización**
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, el proceso, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Impacto medioambiental

Huella de carbono



Energía total consumida



Acidificación atmosférica



Eutrofización del agua



Nombre del modelo:	225d6736p001	Material:	PS Flujo medio/alto	Peso:	1059.69 g	Proceso de fabricación:	Personalizado
		Contenido reciclado:	0.00 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Material PS Flujo medio/alto 0.00 %

ANEXO H



Nombre del modelo: 225d6736p001
 Material: PS Flujo medio/alto
 Contenido reciclado: 0.00 %
 Peso: 1.06 kg
 Proceso de fabricación: Personalizado
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, el proceso, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Nombre del modelo:	225d6736p001	Material:	PS Flujo medio/alto	Peso:	1.06 kg	Proceso de fabricación:	Personalizado
		Contenido reciclado:	0.00 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

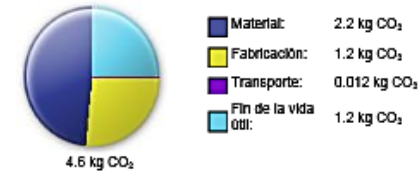
Material: PS Flujo medio/alto 0.00 %

Fabricación		Utilización	
Región:	North America	Región:	North America
Proceso:	Personalizado	Utilización durante:	10 year
Consumo de electricidad:	1.4 kWh/lbs		
Consumo de gas natural:	0.00 BTU/lbs		
Tasa de desecho:	0.00 %		
Construido para durar:	10 year		
Transporte		Fin de la vida útil	
Distancia en camión:	230 km	Reciclado:	17 %
Distancia en tren:	0.00 km	Incinerado:	0.00 %
Distancia en barco:	0.00 km	Vertedero:	83 %
Distancia en avión:	0.00 km		

Nombre del modelo:	225d6736p001	Material:	PS Flujo medio/alto	Peso:	1.06 kg	Proceso de fabricación:	Personalizado
		Contenido reciclado:	0.00 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Impacto medioambiental

Huella de carbono



Energía total consumida



Acidificación atmosférica



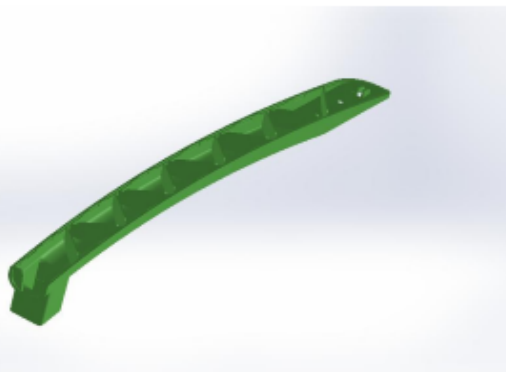
Eutrofización del agua





Informe de Sustainability

ANEXO I



Nombre del modelo: 225d7164p003
 Peso: 87.53 g
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year

Proceso de ensamble

Región: North America
 Tipo de energía: None
 Cantidad de energía: 0.00 MJ
 Construido para durar: 10 year

Transporte

Distancia en camión: 0.00 km
 Distancia en tren: 0.00 km
 Distancia en barco: 0.00 km
 Distancia en avión: 0.00 km

Utilización

Región: Europe
 Tipo de energía: None
 Cantidad de energía: 0.00 MJ
 Utilización durante: 10 year

Fin de la vida útil

Reciclado: 50 %
 Incinerado: 0.00 %
 Vertedero: 50 %

Informe de Sustainability

Nombre del modelo: 225d7164p003

Peso: 87.53 g
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year

Impacto medioambiental



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, si procede, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Nombre del modelo: 225d7164p003

Peso: 87.53 g
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year

Huella de carbono



0.525 kg CO₂

Materiat: 0.336 kg CO₂
 Fabricación: 0.130 kg CO₂
 Utilización: 0.00 kg CO₂
 Transporte: 1.5E-3 kg CO₂
 Fin de la vida útil: 0.057 kg CO₂

Energía total consumida



9.7 MJ

Materiat: <energy_mati/>
 Fabricación: <energy_manuf/>
 Utilización: <energy_use/>
 Transporte: <energy_trans/>
 Fin de la vida útil: <energy_eol/>

Acidificación atmosférica



2.1E-3 kg SO₂

Materiat: 1.1E-3 kg SO₂
 Fabricación: 8.8E-4 kg SO₂
 Utilización: 0.00 kg SO₂
 Transporte: 4.9E-5 kg SO₂
 Fin de la vida útil: 4.7E-5 kg SO₂

Eutrofización del agua



1.8E-4 kg PO₄

Materiat: 1.4E-4 kg PO₄
 Fabricación: <water_manuf/>
 Utilización: <water_use/>
 Transporte: <water_trans/>
 Fin de la vida útil: <water_eol/>

Informe de Sustainability

Nombre del modelo: 225d7164p003

Peso: 87.53 g
Construido para durar: 10 year
Utilización durante: 10 year

Impacto medioambiental de componentes

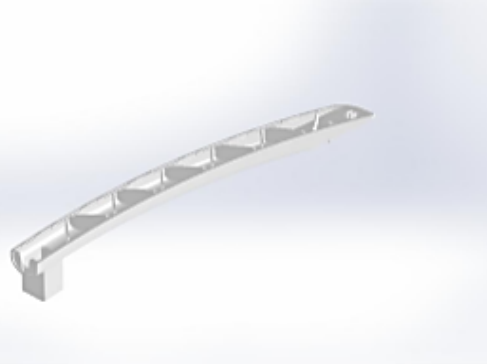
Los diez componentes que más contribuyen a las cuatro áreas de impacto medioambiental

Componente	Carbono	Agua	Aire	Energía
ALL_SOLID	0.541	2.1E-4	2.1E-3	9.7

ANEXO J



Informe de Sustainability



Nombre del modelo: 225d7164p003
 Peso: 87.53 g
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, el proceso, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Informe de Sustainability

Nombre del modelo: 225d7164p003

Peso: 87.53 g
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year

Proceso de ensamble

Región: North America
 Tipo de energía: None
 Cantidad de energía: 0.00 MJ
 Construido para durar: 10 year

Transporte

Distancia en camión: 230 km
 Distancia en tren: 0.00 km
 Distancia en barco: 0.00 km
 Distancia en avión: 0.00 km

Utilización

Región: North America
 Tipo de energía: None
 Cantidad de energía: 0.00 MJ
 Utilización durante: 10 year

Fin de la vida útil

Reciclado: 17 %
 Incinerado: 0.00 %
 Vertedero: 83 %

Informe de Sustainability

Nombre del modelo: 225d7164p003

Peso: 87.53 g
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year

Impacto medioambiental

Huella de carbono



0.573 kg CO₂

Energía total consumida



9.9 MJ

Acidificación atmosférica



2.1E-3 kg SO₂

Eutrofización del agua



2.0E-4 kg PO₄

Informe de Sustainability

Nombre del modelo: 225d7184p003

Peso: 87.53 g
Construido para durar: 10 year
Utilización durante: 10 year

Impacto medioambiental de componentes

Los diez componentes que más contribuyen a las cuatro áreas de impacto medioambiental

Componente	Carbono	Agua	Aire	Energía
ALL_SOLID	0.573	2.0E-4	2.1E-3	0.0

ANEXO K



Informe de Sustainability



Nombre del modelo: 225d7166p004
 Peso: 43.13 g
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, el proceede, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Informe de Sustainability

Nombre del modelo: 225d7166p004

Peso: 43.13 g
 Construido para durar: 10 year
 Utilización: 10 year

Proceso de ensamble

Región: North America
 Tipo de energía: None
 Cantidad de energía: 0.00 MJ
 Construido para durar: 10 year

Transporte

Distancia en camión: 0.00 km
 Distancia en tren: 0.00 km
 Distancia en barco: 0.00 km
 Distancia en avión: 0.00 km

Utilización

Región: Europe
 Tipo de energía: None
 Cantidad de energía: 0.00 MJ
 Utilización durante: 10 year

Fin de la vida útil

Reciclado: 50 %
 Incinerado: 0.00 %
 Vertedero: 50 %

Nombre del modelo: 225d7166p004

Peso: 43.13 g
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year

Impacto medioambiental

Huella de carbono



0.259 kg CO₂

Energía total consumida



4.8 MJ

Acidificación atmosférica



1.0E-3 kg SO₂

Eutrofización del agua



9.1E-5 kg PO₄

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	225d7188p004	Peso:	43.13 g
		Construido para durar:	10 year
		Utilización durante:	10 year

Impacto medioambiental de componentes

Los diez componentes que más contribuyen a las cuatro áreas de impacto medioambiental

Componente	Carbono	Agua	Aire	Energía
ALL_SOLID-1	0.267	1.0E-4	1.0E-3	4.8

ANEXO L



Nombre del modelo: 225d7166p004
 Peso: 43.13 g
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year

Proceso de ensamble

Región: North America
 Tipo de energía: None
 Cantidad de energía: 0.00 MJ
 Construido para durar: 10 year

Utilización

Región: North America
 Tipo de energía: None
 Cantidad de energía: 0.00 MJ
 Utilización durante: 10 year

Transporte

Distancia en camión: 230 km
 Distancia en tren: 0.00 km
 Distancia en barco: 0.00 km
 Distancia en avión: 0.00 km

Fin de la vida útil

Reciclado: 17 %
 Incinerado: 0.00 %
 Vertedero: 83 %

Nombre del modelo:	225d7166p004	Peso:	43.13 g
		Construido para durar:	10 year
		Utilización durante:	10 year



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, el proceso, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	225d7166p004	Peso:	43.13 g
		Construido para durar:	10 year
		Utilización durante:	10 year

Impacto medioambiental

Huella de carbono



Energía total consumida



Acidificación atmosférica



Eutrofización del agua



Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	225d7166p004	Peso:	43.13 g
		Construido para durar:	10 year
		Utilización durante:	10 year

Los diez componentes que más contribuyen a las cuatro áreas de Impacto medioambiental

Componente	Carbono	Agua	Aire	Energía
ALL_SOLID-1	0.282	9.7E-5	1.0E-3	4.9



Informe de Sustainability

ANEXO M



Nombre del modelo: 225d7185p001
 Peso: 365.13 g
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year

Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.



Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, el proceso, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Informe de Sustainability

Nombre del modelo: 225d7185p001

Peso: 365.13 g
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year

Proceso de ensamblaje

Región: North America
 Tipo de energía: None
 Cantidad de energía: 0.00 MJ
 Construido para durar: 10 year

Transporte

Distancia en camión: 0.00 km
 Distancia en tren: 0.00 km
 Distancia en barco: 0.00 km
 Distancia en avión: 0.00 km

Utilización

Región: Europe
 Tipo de energía: None
 Cantidad de energía: 0.00 MJ
 Utilización durante: 10 year

Fin de la vida útil

Reciclado: 50 %
 Incinerado: 0.00 %
 Vertedero: 50 %

Informe de Sustainability

Nombre del modelo: 225d7185p001

Peso: 365.13 g
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year

Impacto medioambiental

Huella de carbono



Acidificación atmosférica



Energía total consumida



Eutrofización del agua















Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	225d7185p001	Peso:	385.13 g
		Construido para durar:	10 year
		Utilización durante:	10 year

Impacto medioambiental de componentes

Los diez componentes que más contribuyen a las cuatro áreas de impacto medioambiental

Componente	Carbono	Agua	Aire	Energía
225d7185p0011	1.3 	3.3E-4 	4.7E-3 	25 
225d7185p0012	0.197 	6.9E-5 	5.2E-4 	3.5 
225d7185p0013	0.108 	3.7E-6 	2.8E-4 	1.9 

ANEXO N



Informe de Sustainability



Nombre del modelo: 225d7185p001
 Peso: 683.44 g
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, si procede, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	225d7185p001	Peso:	683.44 g
		Construido para durar:	10 year
		Utilización durante:	10 year

Proceso de ensamblaje

Región: North America
 Tipo de energía: None
 Cantidad de energía: 0.00 MJ
 Construido para durar: 10 year

Transporte

Distancia en camión: 0.00 km
 Distancia en tren: 0.00 km
 Distancia en barco: 0.00 km
 Distancia en avión: 0.00 km

Utilización

Región: North America
 Tipo de energía: None
 Cantidad de energía: 0.00 MJ
 Utilización durante: 10 year

Fin de la vida útil

Reciclado: 17 %
 Incinerado: 0.00 %
 Vertedero: 83 %

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	225d7185p001	Peso:	683.44 g
		Construido para durar:	10 year
		Utilización durante:	10 year

Impacto medioambiental

Huella de carbono



3.4 kg CO₂

Energía total consumida



48 MJ

Acidificación atmosférica



0.013 kg SO₂

Eutrofización del agua



1.1E-3 kg PO₄













Informe de Sustainability

Nombre del modelo: 225d7185p001

Peso: 683.44 g
Construido para durar: 10 year
Utilización durante: 10 year

Impacto medioambiental de componentes

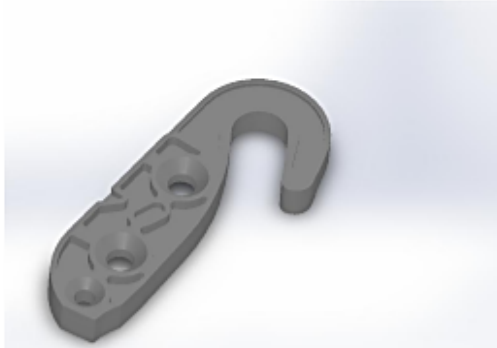
Los diez componentes que más contribuyen a las cuatro áreas de impacto medioambiental

Componente	Carbono	Agua	Aire	Energía
225d7185p0011-1	1.5 	3.8E-4 	4.8E-3 	28 
225d7185p0012-1	0.481 	1.3E-4 	1.3E-3 	4.5 
225d7185p0013-1	0.268 	6.8E-5 	7.2E-4 	2.4 

ANEXO O



Informe de Sustainability



Nombre del modelo: 238c4767p001
 Material: POM Acetal Copolymer
 Contenido reciclado: 0.00 %
 Peso: 7.30 g
 Proceso de fabricación: Moldeo por inyección
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, si procede, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Fabricación
 Región: North America
 Proceso: Moldeo por inyección
 Consumo de electricidad: 1.8 kWh/lbs
 Consumo de gas natural: 0.00 BTU/lbs
 Tasa de desecho: 2.0 %
 Construido para durar: 10 year

Utilización
 Región: Europe
 Utilización durante: 10 year

Transporte
 Distancia en camión: 0.00 km
 Distancia en tren: 0.00 km
 Distancia en barco: 9000 km
 Distancia en avión: 0.00 km

Fin de la vida útil
 Reciclado: 50 %
 Incinerado: 0.00 %
 Vertedero: 50 %

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	238c4767p001	Material:	POM Acetal Copolymer	Peso:	7.30 g	Proceso de fabricación:	Moldeo por inyección
		Contenido reciclado:	0.00 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Impacto medioambiental

Huella de carbono



0.053 kg CO₂

Material:	0.037 kg CO ₂
Fabricación:	0.011 kg CO ₂
Transporte:	1.6E-4 kg CO ₂
Fin de la vida útil:	4.8E-3 kg CO ₂

Energía total consumida



0.899 MJ

Material:	0.736 MJ
Fabricación:	0.157 MJ
Transporte:	2.0E-3 MJ
Fin de la vida útil:	3.7E-3 MJ

Acidificación atmosférica



1.3E-4 kg SO₂

Material:	5.1E-5 kg SO ₂
Fabricación:	7.3E-5 kg SO ₂
Transporte:	5.3E-6 kg SO ₂
Fin de la vida útil:	3.9E-6 kg SO ₂

Eutrofización del agua



1.7E-5 kg PO₄

Material:	1.3E-5 kg PO ₄
Fabricación:	2.7E-6 kg PO ₄
Transporte:	5.0E-7 kg PO ₄
Fin de la vida útil:	8.2E-7 kg PO ₄

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	238c4767p001	Material:	POM Acetal Copolymer	Peso:	7.30 g	Proceso de fabricación:	Moldeo por inyección
		Contenido reciclado:	0.00 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Material: POM Acetal Copolymer, 0.00 %

ANEXO P



Nombre del modelo: 238c4767p001
 Material: POM Acetal Copolymer
 Contenido reciclado: 0.00 %
 Peso: 7.30 g
 Proceso de fabricación: Moldeo por Inyección
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, si procede, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Fabricación
 Región: North America
 Proceso: Moldeo por Inyección
 Consumo de electricidad: 1.8 kWh/lbs
 Consumo de gas natural: 0.00 BTU/lbs
 Tasa de desecho: 2.0 %
 Construido para durar: 10 year

Utilización
 Región: North America
 Utilización durante: 10 year

Transporte
 Distancia en camión: 230 km
 Distancia en tren: 0.00 km
 Distancia en barco: 0.00 km
 Distancia en avión: 0.00 km

Fin de la vida útil
 Reciclado: 17 %
 Incinerado: 0.00 %
 Vertedero: 83 %

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	238c4767p001	Material:	POM Acetal Copolymer	Peso:	7.30 g	Proceso de fabricación:	Moldeo por Inyección
		Contenido reciclado:	0.00 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Impacto medioambiental

Huella de carbono



Acidificación atmosférica



Energía total consumida



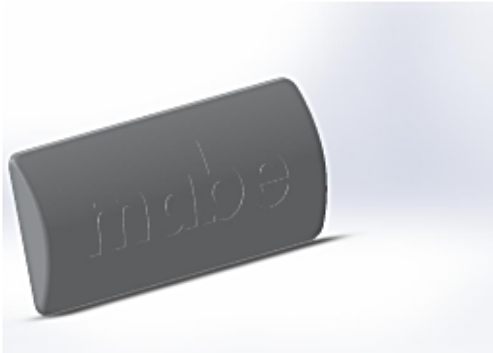
Eutrofización del agua



Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	238c4767p001	Material:	POM Acetal Copolymer	Peso:	7.30 g	Proceso de fabricación:	Moldeo por Inyección
		Contenido reciclado:	0.00 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year
Material	POM Acetal Copolymer		0.00 %				

ANEXO Q



Nombre del modelo: 277b1234p001
 Material: Aleación 1060
 Contenido reciclado: 0.00 %
 Peso: 2.56 g
 Proceso de fabricación: Chapa metálica troquelada/conformada
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, el proceso, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	277b1234p001	Material:	Aleación 1060	Peso:	2.56 g	Proceso de fabricación:	Chapa metálica troquelada/conformada
		Contenido reciclado:	0.00 %	Construido para durar:	10 year		
				Utilización durante:	10 year		

Material Aleación 1060 0.00 %

Fabricación		Utilización	
Región:	North America	Región:	North America
Proceso:	Chapa metálica troquelada/conformada	Utilización durante:	10 year
Consumo de electricidad:	0.798 kWh/lbs		
Consumo de gas natural:	3100 BTU/lbs		
Tasa de desecho:	5.4 %	Fin de la vida útil	
Construido para durar:	10 year	Reciclado:	17 %
		Inclinerado:	0.00 %
Transporte		Vertedero:	83 %
Distancia en camión:	230 km		
Distancia en tren:	0.00 km		
Distancia en barco:	0.00 km		
Distancia en avión:	0.00 km		

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	277b1234p001	Material:	Aleación 1060	Peso:	2.56 g	Proceso de fabricación:	Chapa metálica troquelada/conformada
		Contenido reciclado:	0.00 %	Construido para durar:	10 year		
				Utilización durante:	10 year		

Impacto medioambiental

Huella de carbono



0.038 kg CO₂

Material:	0.034 kg CO ₂
Fabricación:	1.7E-3 kg CO ₂
Transporte:	2.9E-5 kg CO ₂
Fin de la vida útil:	2.8E-3 kg CO ₂

Energía total consumida



0.444 MJ

Material:	0.418 MJ
Fabricación:	0.024 MJ
Transporte:	4.3E-4 MJ
Fin de la vida útil:	2.2E-3 MJ

Acidificación atmosférica



2.4E-4 kg SO₂

Material:	2.3E-4 kg SO ₂
Fabricación:	1.1E-5 kg SO ₂
Transporte:	1.3E-7 kg SO ₂
Fin de la vida útil:	2.3E-6 kg SO ₂

Eutrofización del agua



8.1E-6 kg PO₄

Material:	7.2E-6 kg PO ₄
Fabricación:	4.1E-7 kg PO ₄
Transporte:	3.0E-8 kg PO ₄
Fin de la vida útil:	4.8E-7 kg PO ₄

ANEXO R



Nombre del modelo: 277b1234p001
 Material: Aleación 1060
 Contenido reciclado: 0.00 %
 Peso: 2.56 g
 Proceso de fabricación: Chapa metálica troquelada/conformada
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year

Fabricación		Utilización	
Región:	North America	Región:	Europe
Proceso:	Chapa metálica troquelada/conformada	Utilización durante:	10 year
Consumo de electricidad:	0.798 kWh/lbs		
Consumo de gas natural:	3100 BTU/lbs		
Tasa de desecho:	5.4 %		
Construido para durar:	10 year		
Transporte		Fin de la vida útil	
Distancia en camión:	0.00 km	Reciclado:	50 %
Distancia en tren:	0.00 km	Incinerado:	0.00 %
Distancia en barco:	9000 km	Vertedero:	50 %
Distancia en avión:	0.00 km		



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, el proceso, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	277b1234p001	Material:	Aleación 1060	Peso:	2.56 g	Proceso de fabricación:	Chapa metálica troquelada/conformada
		Contenido reciclado:	0.00 %	Construido para durar:	10 year		
				Utilización durante:	10 year		

Material Aleación 1060 0.00 %

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	277b1234p001	Material:	Aleación 1060	Peso:	2.56 g	Proceso de fabricación:	Chapa metálica troquelada/conformada
		Contenido reciclado:	0.00 %	Construido para durar:	10 year		
				Utilización durante:	10 year		

Impacto medioambiental

Huella de carbono



Energía total consumida



Acidificación atmosférica



Eutrofización del agua



ANEXO S

SOLIDWORKS Informe de Sustainability



Nombre del modelo: 355b1188p001
 Material: AISI 1020
 Contenido reciclado: 18 %
 Peso: 1.83 g
 Proceso de fabricación: Personalizado
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, si procede, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	355b1188p001	Material:	AISI 1020	Peso:	1.83 g	Proceso de fabricación:	Personalizado
		Contenido reciclado:	18 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Material AISI 1020 18 %

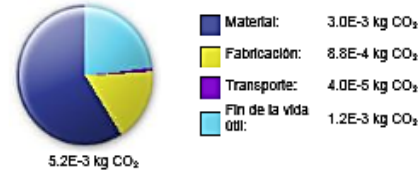
Fabricación		Utilización	
Región:	North America	Región:	Europe
Proceso:	Personalizado	Utilización durante:	10 year
Consumo de electricidad:	0.598 kWh/lbs		
Consumo de gas natural:	0.00 BTU/lbs		
Tasa de desecho:	0.00 %		
Construido para durar:	10 year		
		Fin de la vida útil	
		Reciclado:	50 %
		Incinerado:	0.00 %
		Vertedero:	50 %

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	355b1188p001	Material:	AISI 1020	Peso:	1.83 g	Proceso de fabricación:	Personalizado
		Contenido reciclado:	18 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Impacto medioambiental

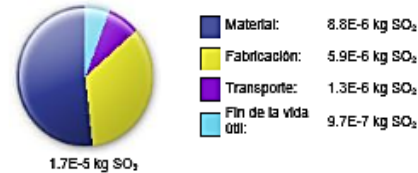
Huella de carbono



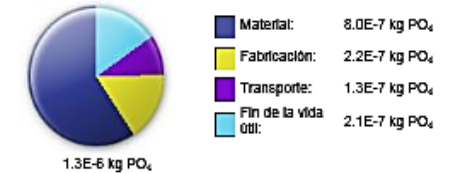
Energía total consumida



Acidificación atmosférica



Eutrofización del agua



ANEXO T



Nombre del modelo: 355b1188p001
 Material: AISI 1020
 Contenido reciclado: 18 %
 Peso: 1.83 g
 Proceso de fabricación: Personalizado
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, el proceso, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Nombre del modelo:	355b1188p001	Material:	AISI 1020	Peso:	1.83 g	Proceso de fabricación:	Personalizado
		Contenido reciclado:	18 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Material	AISI 1020	18 %
----------	-----------	------

Fabricación		Utilización	
Región:	North America	Región:	North America
Proceso:	Personalizado	Utilización durante:	10 year
Consumo de electricidad:	0.598 kWh/lbs		
Consumo de gas natural:	0.00 BTU/lbs		
Tasa de desecho:	0.00 %		
Construido para durar:	10 year		
Transporte		Fin de la vida útil	
Distancia en camión:	230 km	Reciclado:	17 %
Distancia en tren:	0.00 km	Inclinerado:	0.00 %
Distancia en barco:	0.00 km	Vertedero:	83 %
Distancia en avión:	0.00 km		

Nombre del modelo:	355b1188p001	Material:	AISI 1020	Peso:	1.83 g	Proceso de fabricación:	Personalizado
		Contenido reciclado:	18 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Impacto medioambiental

Huella de carbono



Energía total consumida



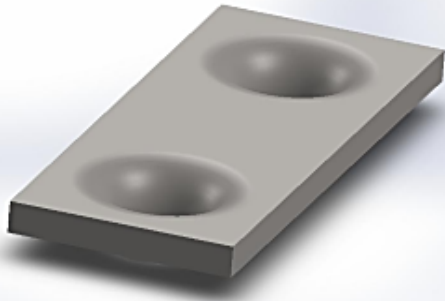
Acidificación atmosférica



Eutrofización del agua



ANEXO U



Nombre del modelo: 355b1505p001
 Material: AISI 1020
 Contenido reciclado: 18 %
 Peso: 2.82 g
 Proceso de fabricación: Personalizado
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, el proceso, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	355b1505p001	Material:	AISI 1020	Peso:	2.82 g	Proceso de fabricación:	Personalizado
		Contenido reciclado:	18 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Material AISI 1020 18 %

Fabricación		Utilización	
Región:	North America	Región:	Europe
Proceso:	Personalizado	Utilización durante:	10 year
Consumo de electricidad:	0.276 kWh/lbs		
Consumo de gas natural:	0.00 BTU/lbs		
Tasa de desecho:	2.0 %		
Construido para durar:	10 year		
		Fin de la vida útil	
		Reciclado:	50 %
		Incinerado:	0.00 %
		Vertedero:	50 %

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	355b1505p001	Material:	AISI 1020	Peso:	2.82 g	Proceso de fabricación:	Personalizado
		Contenido reciclado:	18 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Impacto medioambiental

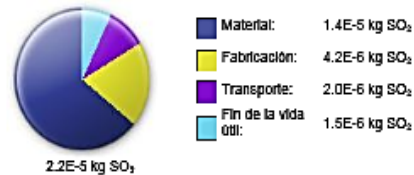
Huella de carbono



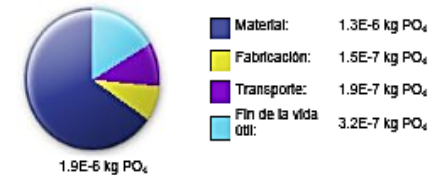
Energía total consumida



Acidificación atmosférica



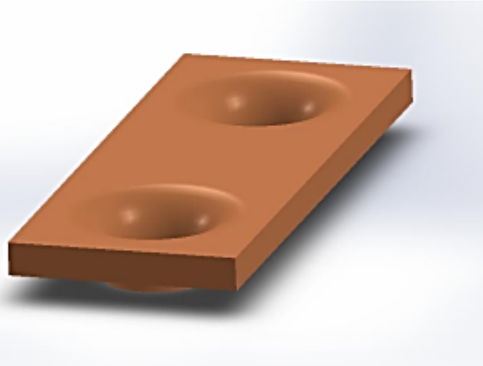
Eutrofización del agua



ANEXO V

SOLIDWORKS

Informe de Sustainability



Nombre del modelo: 355b1505p001
 Material: AISI 1020
 Contenido reciclado: 18 %
 Peso: 2.82 g
 Proceso de fabricación: Personalizado
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, el proceso, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	355b1505p001	Material:	AISI 1020	Peso:	2.82 g	Proceso de fabricación:	Personalizado
		Contenido reciclado:	18 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Material: AISI 1020 18 %

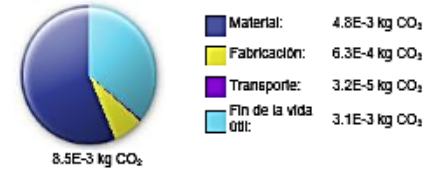
Fabricación		Utilización	
Región:	North America	Región:	North America
Proceso:	Personalizado	Utilización durante:	10 year
Consumo de electricidad:	0.276 kWh/lbs		
Consumo de gas natural:	0.00 BTU/lbs		
Tasa de desecho:	2.0 %		
Construido para durar:	10 year	Fin de la vida útil	
		Reciclado:	17 %
		Incinerado:	0.00 %
		Vertedero:	83 %
Transporte			
Distancia en camión:	230 km		
Distancia en tren:	0.00 km		
Distancia en barco:	0.00 km		
Distancia en avión:	0.00 km		

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	355b1505p001	Material:	AISI 1020	Peso:	2.82 g	Proceso de fabricación:	Personalizado
		Contenido reciclado:	18 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Impacto medioambiental

Huella de carbono



Energía total consumida



Acidificación atmosférica

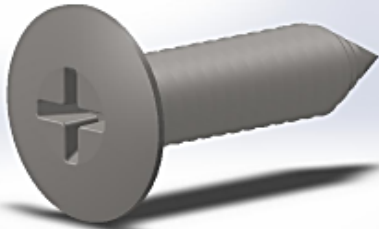


Eutrofización del agua



ANEXO W

SOLIDWORKS Informe de Sustainability



Nombre del modelo: 355b2853p001
 Material: AISI 1020
 Contenido reciclado: 18 %
 Peso: 1.40 g
 Proceso de fabricación: Personalizado
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, el proceso, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Fabricación		Utilización	
Región:	North America	Región:	Europe
Proceso:	Personalizado	Utilización durante:	10 year
Consumo de electricidad:	0.598 kWh/lbs	Fin de la vida útil	
Consumo de gas natural:	0.00 BTU/lbs	Reciclado:	50 %
Tasa de desecho:	2.0 %	Incinerado:	0.00 %
Construido para durar:	10 year	Vertedero:	50 %
Transporte			
Distancia en camión:	0.00 km		
Distancia en tren:	0.00 km		
Distancia en barco:	9000 km		
Distancia en avión:	0.00 km		

Informe de Sustainability

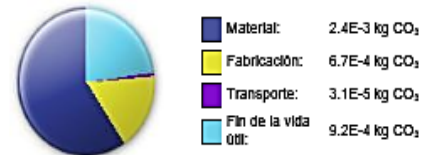
Nombre del modelo:	355b2853p001	Material:	AISI 1020	Peso:	1.40 g	Proceso de fabricación:	Personalizado
		Contenido reciclado:	18 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Informe de Sustainability

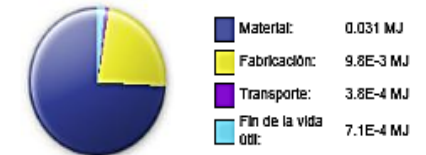
Nombre del modelo:	355b2853p001	Material:	AISI 1020	Peso:	1.40 g	Proceso de fabricación:	Personalizado
		Contenido reciclado:	18 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year
Material	AISI 1020		18 %				

Impacto medioambiental

Huella de carbono



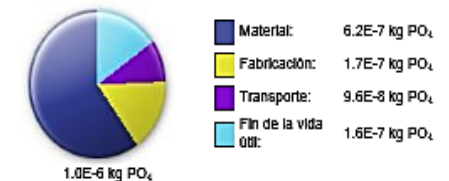
Energía total consumida



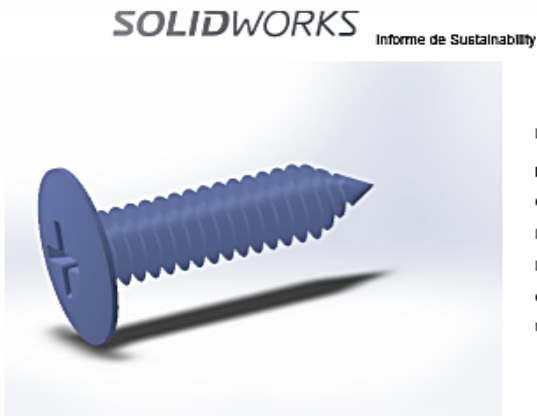
Acidificación atmosférica



Eutrofización del agua



ANEXO X



Nombre del modelo: 355b2853p001
Material: AISI 1020
Contenido reciclado: 18 %
Peso: 1.40 g
Proceso de fabricación: Personalizado
Construido para durar: 10 year
Utilización durante: 10 year



■ **Región de fabricación**
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

■ **Región de utilización**
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, el proceso, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Fabricación		Utilización	
Región:	North America	Región:	North America
Proceso:	Personalizado	Utilización durante:	10 year
Consumo de electricidad:	0.598 kWh/lbs	Fin de la vida útil	
Consumo de gas natural:	0.00 BTU/lbs	Reciclado:	17 %
Tasa de desecho:	2.0 %	Incinerado:	0.00 %
Construido para durar:	10 year	Vertedero:	83 %
Transporte			
Distancia en camión:	230 km		
Distancia en tren:	0.00 km		
Distancia en barco:	0.00 km		
Distancia en avión:	0.00 km		

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	355b2853p001	Material:	AISI 1020	Peso:	1.40 g	Proceso de fabricación:	Personalizado
		Contenido reciclado:	18 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Impacto medioambiental

Huella de carbono



Energía total consumida



Acidificación atmosférica



Eutrofización del agua



Informe de Sustainability

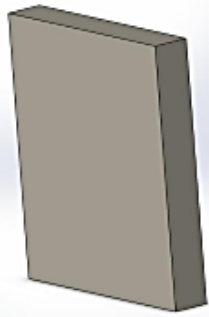
Nombre del modelo:	355b2853p001	Material:	AISI 1020	Peso:	1.40 g	Proceso de fabricación:	Personalizado
		Contenido reciclado:	18 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

Material AISI 1020 18 %

ANEXO Y

SOLIDWORKS

Informe de Sustainability



Nombre del modelo: Pieza2
 Material: Espuma rígida de poliuretano
 Contenido reciclado: 0.00 %
 Peso: 0.85 kg
 Proceso de fabricación: Personalizado
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year

Fabricación		Utilización	
Región:	North America	Región:	Europe
Proceso:	Personalizado	Utilización durante:	10 year
Consumo de electricidad:	0.766 kWh/lbs		
Consumo de gas natural:	410 BTU/lbs		
Tasa de desecho:	5.0 %		
Construido para durar:	10 year		
Transporte		Fin de la vida útil	
Distancia en camión:	0.00 km	Reciclado:	50 %
Distancia en tren:	0.00 km	Incinerado:	0.00 %
Distancia en barco:	9000 km	Vertedero:	50 %
Distancia en avión:	0.00 km		

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	Pieza2	Material:	Espuma rígida de poliuretano	Peso:	0.85 kg	Proceso de fabricación:	Personalizado
		Contenido reciclado:	0.00 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year

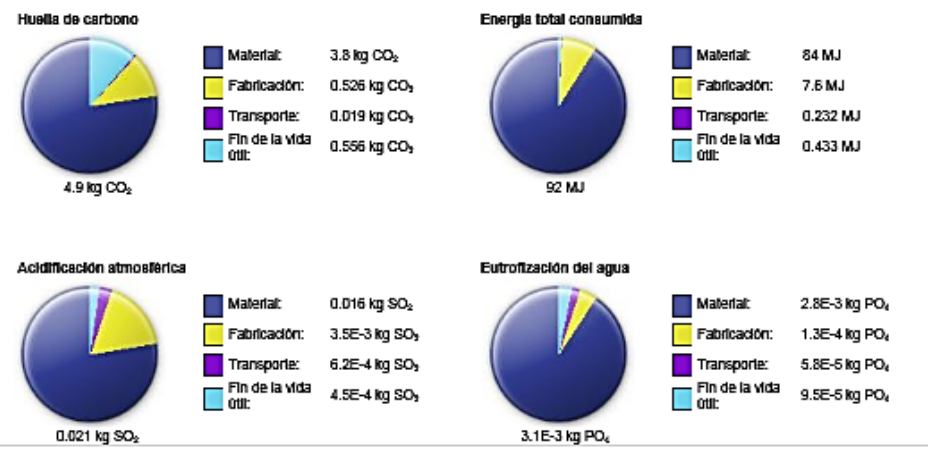


Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, el proceso, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Informe de Sustainability

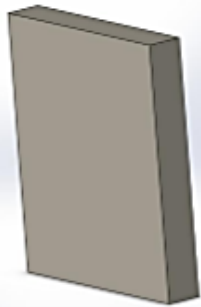
Nombre del modelo:	Pieza2	Material:	Espuma rígida de poliuretano	Peso:	0.85 kg	Proceso de fabricación:	Personalizado
		Contenido reciclado:	0.00 %	Construido para durar:	10 year	Utilización durante:	10 year
Material		Espuma rígida de poliuretano	0.00 %				



ANEXO Z

SOLIDWORKS

Informe de Sustainability



Nombre del modelo: Pieza2
 Material: Espuma rígida de poliuretano
 Contenido reciclado: 0.00 %
 Peso: 0.85 kg
 Proceso de fabricación: Personalizado
 Construido para durar: 10 year
 Utilización durante: 10 year

Fabricación		Utilización	
Región:	North America	Región:	North America
Proceso:	Personalizado	Utilización durante:	10 year
Consumo de electricidad:	0.766 kWh/lbs		
Consumo de gas natural:	410 BTU/lbs		
Tasa de desecho:	5.0 %		
Construido para durar:	10 year		
Transporte		Fin de la vida útil	
Distancia en camión:	230 km	Reciclado:	17 %
Distancia en tren:	0.00 km	Incinerado:	0.00 %
Distancia en barco:	0.00 km	Vertedero:	83 %
Distancia en avión:	0.00 km		

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	Material:	Peso:	Proceso de fabricación:
Pieza2	Espuma rígida de poliuretano	0.85 kg	Personalizado
	Contenido reciclado:	Construido para durar:	
	0.00 %	10 year	
		Utilización durante:	
		10 year	



Región de fabricación
 La elección de la región de fabricación determina los recursos energéticos y las tecnologías utilizadas en la creación de materiales y las etapas de fabricación del ciclo de vida del producto.

Región de utilización
 Se utiliza para determinar los recursos energéticos consumidos durante la fase de utilización del producto, si procede, y el destino del producto al alcanzar el final de su vida útil. Junto con la región de fabricación, la región de utilización también se utiliza para calcular los impactos medioambientales asociados con el transporte del producto desde su lugar de fabricación al de utilización.

Informe de Sustainability

Nombre del modelo:	Material:	Peso:	Proceso de fabricación:
Pieza2	Espuma rígida de poliuretano	0.85 kg	Personalizado
	Contenido reciclado:	Construido para durar:	
	0.00 %	10 year	
		Utilización durante:	
		10 year	

Material: Espuma rígida de poliuretano 0.00 %

Huella de carbono



Energía total consumida



Acidificación atmosférica



Eutrofización del agua

