



**Basque  
Ecodesign  
Center**

Alianza pública-privada  
en ecodiseño y  
economía circular

## MÉTODOS DE HUELLA AMBIENTAL DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

# INDICADORES AMBIENTALES



Herri-baltza  
Sociedad Pública del

**EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO**

EKONOMIAREN GARAPEN,  
JASANGARRITASUN  
ETA INGURUMEN SAILA  
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO  
ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD  
Y MEDIO AMBIENTE

# MÉTODOS DE HUELLA AMBIENTAL DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

**1 Matrices de análisis**

**2 Indicadores ambientales**

**3 Análisis de ciclo de vida**

©

**Ihobe, Ingurumen Jarduketarako Sozietate Publikoa**  
**Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental**

**Edita:**

**hobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental**  
**Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad**  
**Gobierno Vasco**

Alda. de Urquijo n.º 36-6.ª (Plaza Bizkaia)

48011 Bilbao

[info@ihobe.eus](mailto:info@ihobe.eus)

[www.ihobe.eus](http://www.ihobe.eus)

[www.basqueecodesigncenter.net](http://www.basqueecodesigncenter.net)

**Edición:**

Diciembre 2020

**CONTENIDO:**

Este documento ha sido elaborado por Ihobe con la colaboración de IK INGENIERÍA

# Índice

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Descripción de los indicadores ambientales</b>	<b>7</b>
2.1	¿Qué son los indicadores ambientales?	7
2.2	¿Qué es el modelo de indicadores ambientales adaptados al tejido industrial vasco?	8
2.3	Cómo se aplican los indicadores ambientales adaptados al tejido industrial vasco?	9
2.4	¿Para qué sirven los indicadores ambientales?	12
2.5	¿A quién van dirigidos los indicadores ambientales?	13
<b>3</b>	<b>Ejemplos de aplicación práctica del modelo de indicadores ambientales adaptados al tejido industrial vasco</b>	<b>14</b>
3.1	Aplicación a un producto de consumo – B2C	14
3.2	Aplicación a un producto intermedio – B2C	22
3.3	Aplicación a un servicio sin producto	28
3.4	Aplicación a un servicio con producto	32

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b>	<b>- Características de las metodologías de análisis ambiental</b>	<b>6</b>
<b>Tabla 2</b>	<b>- Modelos de indicadores ambientales más relevantes</b>	<b>8</b>
<b>Tabla 3</b>	<b>- Categorías de impacto ambiental</b>	<b>9</b>
<b>Tabla 4</b>	<b>- Casos de aplicación práctica</b>	<b>14</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b>	<b>- Perspectiva de ciclo de vida</b>	<b>5</b>
<b>Figura 2</b>	<b>- Plantilla indicadores ambientales – parámetros básicos</b>	<b>10</b>
<b>Figura 3</b>	<b>- Plantilla indicadores ambientales – etapa de producción</b>	<b>10</b>
<b>Figura 4</b>	<b>- Plantilla indicadores ambientales – etapa de uso</b>	<b>11</b>
<b>Figura 5</b>	<b>- Plantilla indicadores ambientales – etapa de fin de vida</b>	<b>11</b>
<b>Figura 6</b>	<b>- Aspectos ambientales más significativos – teléfono móvil</b>	<b>21</b>
<b>Figura 7</b>	<b>- Aspectos ambientales más significativos – componente automoción</b>	<b>27</b>
<b>Figura 8</b>	<b>- Aspectos ambientales más significativos – servicio limpieza</b>	<b>38</b>



# Glosario

## **CICLO DE VIDA**

Etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema de producto (o servicio), desde la adquisición de materia prima o su generación a partir de recursos naturales hasta la disposición final.

## **ASPECTO AMBIENTAL**

Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que interactúa o puede interactuar con el medio ambiente. Un aspecto ambiental puede causar uno o varios impactos ambientales.

## **IMPACTO AMBIENTAL**

Cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización.

## **ANÁLISIS CUALITATIVO**

Proporciona información basada en criterios subjetivos y no cuantificables.

## **ANÁLISIS CUANTITATIVO**

Proporciona información basada en criterios objetivos y cuantificables detallados, obtenidos como resultado de un proceso de cálculo.

## **ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA / ACV / LCA**

Metodología que cuantifica los impactos ambientales asociados a los productos/servicios, detectando áreas de mejora a través del estudio del ciclo de vida del producto/servicio.

## **ANÁLISIS DE COSTES DEL CICLO DE VIDA / LCC**

Método para la evaluación de todos los costes económicos asignables a un producto/servicio desde que se inicia la concepción de la idea hasta el final de su vida útil, por o para cualquier agente asociado a las fases de la vida del producto/servicio.

## **ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA SOCIAL / SLCA**

Método de evaluación de los impactos negativos y positivos de los productos u organizaciones en relación a los aspectos socio-económicos y sociales a lo largo de su ciclo de vida.

## **ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD EN EL CICLO DE VIDA / LCSA**

Método para la evaluación de todos los impactos ambientales, sociales y económicos negativos y beneficiosos a lo largo del ciclo de vida de un producto de forma simultánea.

## **UNIDAD FUNCIONAL**

Desempeño cuantificado de un sistema de producto para su utilización como unidad de referencia. El propósito de la unidad funcional es proporcionar una referencia a partir de la cual se normalizan (en un sentido matemático) los datos de entrada y salida.

## **HUELLA DE CARBONO**

Suma de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero de una organización o de un sistema de producto a lo largo de su ciclo de vida, expresadas como Kg de CO<sub>2</sub> equivalente.

## **HUELLA DE AGUA**

Recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales relacionados con el agua utilizada o afectada, por un producto, un proceso, o una organización.

## **HUELLA ECOLÓGICA**

Medida del impacto de las actividades humanas sobre la naturaleza, representada por la superficie necesaria para producir los recursos y absorber los impactos de una determinada actividad.

## **HUELLA AMBIENTAL**

La huella ambiental es una medida multicriterio del comportamiento ambiental de una organización, un producto o un servicio, utilizando la perspectiva del ciclo de vida completo.

## **ECODISEÑO**

Técnica que considera los aspectos ambientales en todas las etapas del proceso de diseño y desarrollo de productos y servicios, buscando conseguir productos con el impacto ambiental mínimo posible a lo largo de todo su ciclo de vida.

## **DECLARACIÓN AMBIENTAL DE PRODUCTO / DAP / EPD**

Manifestación que indica los aspectos ambientales de un producto o servicio, proporcionando datos ambientales cuantificados utilizando parámetros predeterminados y, cuando corresponda, información ambiental adicional.

## **NORMA ISO 14001**

Norma internacional de aplicación voluntaria que regula la implantación de sistemas de gestión ambiental a nivel empresarial.

## **NORMA ISO 14006**

Norma internacional de aplicación voluntaria que regula la implantación de sistemas de gestión ambiental orientados a la incorporación del ecodiseño a nivel empresarial.

## **REGLAMENTO EMAS**

El Reglamento Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría (EMAS) o *Eco-Management and Audit Scheme*, es un sistema orientado a la gestión del comportamiento ambiental en una empresa.

## **ECONOMÍA CIRCULAR**

Modelo económico en el cual el valor de los productos, los materiales y los recursos se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y en la que se reduzca al mínimo la generación de residuos.

## **REACONDICIONAMIENTO**

Proceso de devolver un producto a su estado original mediante la reparación de componentes estropeados y la sustitución o reparación preventiva de componentes que vayan a quedar obsoletos.

## **REMANUFACTURA**

Proceso de devolver un producto a un estado de calidad equivalente o superior al del producto original. Incluye una fase de actualización para mejorar las prestaciones del producto respecto al original.

## **DURABILIDAD**

Vida operativa o técnica de un producto bajo unas condiciones óptimas de funcionamiento.

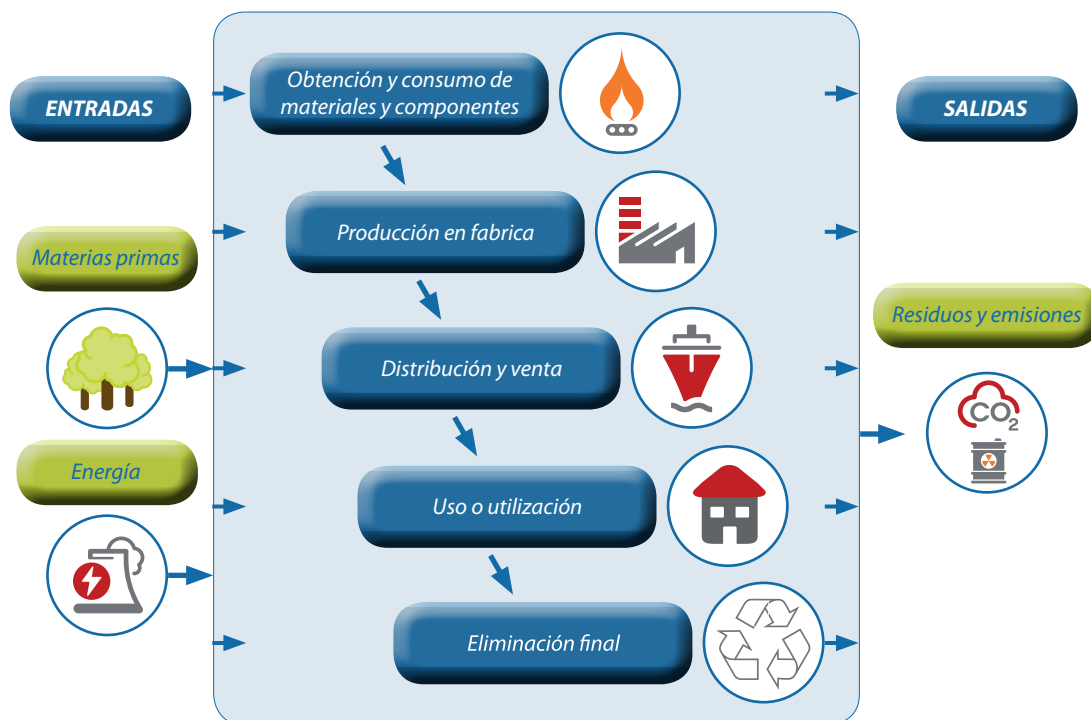
## **SERVITIZACIÓN**

La servitización es una estrategia de negocio basada en la complementación e incluso sustitución de los productos por servicios equivalentes.

# 1 Introducción

La guía que se presenta a continuación, forma parte de una serie de documentos independientes pensados para explicar de una forma sencilla las características, el funcionamiento y la aplicabilidad de los principales métodos de análisis ambiental de productos y servicios.

Actualmente, existen diferentes métodos para analizar el perfil ambiental de un producto/servicio y establecer prioridades ambientales. Todos ellos se basan en la perspectiva del ciclo de vida (concepto ya incluido en la última versión de la norma ISO 14001:2015), lo que significa que el diagnóstico se realiza considerando los aspectos ambientales que ocurren a lo largo de todas las etapas del ciclo de vida del producto/servicio. Cada elemento de la cadena que forma el ciclo de vida de un producto/servicio desde la obtención de materias primas hasta su disposición final, representa un determinado impacto ambiental. El conocimiento detallado de estos impactos, representa un importante valor añadido en el proceso de toma de decisiones de mejora sobre un producto/servicio.



**Figura 1** - Perspectiva de ciclo de vida (Guía de ACV y huella de carbono. Ithobe.2009).

Existen dos formas principales de poder evaluar el impacto ambiental de un producto/servicio. Cualitativamente, si proporciona información basada en criterios subjetivos y no cuantificables, o cuantitativamente, si proporciona información basada en criterios objetivos y cuantificables detallados, obtenidos como resultado de un proceso de cálculo.

Estos conceptos, tendrán relación directa sobre otros dos aspectos clave de un análisis ambiental, como son el grado de dificultad de ponerlo en práctica y la calidad de los resultados obtenidos con el proceso de análisis.

La siguiente tabla, recoge estas características para los métodos de análisis ambiental que han sido identificados como los de mayor aplicabilidad durante el proceso de elaboración de estas guías, como son las matrices de análisis ambiental, los indicadores ambientales y el análisis de ciclo de vida.

Método	Tipo de análisis		Grado de dificultad	Calidad de resultados
	Cualitativo	Cuantitativo		
Matrices de análisis ambiental	✓		bajo	bajo
Indicadores ambientales		✓	medio	medio
Análisis de ciclo de vida		✓	alto	alto

**Tabla 1** - Características de las metodologías de análisis ambiental.

La presente guía explicativa se centra en las matrices de análisis ambiental. Adicionalmente, se han preparado otras guías independientes para los demás métodos.

Estas guías sobre análisis ambiental, encajan dentro del contexto de los manuales de ecodiseño desarrollados por la Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco, Ihobe, buscando tener un carácter práctico que facilite la aplicación del ecodiseño y la economía circular en el tejido empresarial vasco.

Asimismo, estas guías cobran una especial relevancia en el marco de implantación de diferentes sistemas de gestión ambiental como ISO 14001, EMAS e ISO 14006, dada la creciente importancia que está cobrando el concepto de la consideración del ciclo de vida del producto/servicio en los mismos.

Las guías están pensadas teniendo a las empresas como principal público objetivo, ya que su contribución para conseguir que la sociedad avance hacia el nuevo paradigma de economía circular es imprescindible.

La estructura del presente documento está compuesta por dos secciones diferenciadas. La primera, recoge una descripción de la metodología, incluyendo su origen y características, así como las principales pistas sobre su funcionamiento y las recomendaciones básicas de uso.

En la sección final, se presentan una serie de ejemplos prácticos de aplicación del método, estando adaptados cada uno de ellos a un tipo concreto de empresa.

1. Empresa que comercializa un producto de consumo (Business to consumer-B2C).
2. Empresa que comercializa un producto intermedio (Business to Business -B2B).
3. Empresa que comercializa servicios.
4. Empresa que comercializa servicios que incluyen además productos.

Los mismos ejemplos prácticos presentados en esta guía, han sido resueltos en las demás guías que pertenecen a esta familia de documentos sobre análisis ambiental de productos y servicios. De este modo, una misma empresa puede consultar si para su caso concreto es más conveniente la utilización de un método u otro.

## 2 Descripción de los indicadores ambientales

### 2.1 ¿Qué son los indicadores ambientales?

Los indicadores ambientales, son un método cuantitativo de fácil manejo pensada para diseñadores de productos. A través del uso de unos factores numéricos predefinidos, que representan la repercusión hacia diferentes categorías de impacto ambiental, es posible conocer la importancia de cada aspecto del ciclo de vida de un producto o servicio.

Se puede considerar que este método es más preciso que las matrices de análisis ambiental a la hora de priorizar los aspectos ambientales de un producto/servicio en su ciclo de vida, porque la priorización se basa en cálculos numéricos.

El objetivo de estos indicadores es proporcionar a los departamentos de diseño una orientación sobre el impacto ambiental potencial de materiales, fuentes de energía y procesos, permitiéndoles guiar las alternativas de diseño (o rediseño) de sus productos desde una perspectiva ambiental de una forma sencilla. Los indicadores ambientales se encuentran habitualmente tabulados, y nacen como resultado de un trabajo de análisis ambiental de aspectos concretos como recursos materiales, medios de transporte, consumos de energía o tratamientos de residuos.

El primer proyecto de relevancia en esta línea, fue la metodología *Eco-indicator 95*, desarrollada por *PRé Consultants* con el apoyo de diferentes universidades de Países Bajos (Universidad de Leiden, Universidad de Amsterdam, Universidad Técnica de Delft). *Eco-indicator 95* consistió en un listado de 100 indicadores expresando el comportamiento ambiental de diferentes elementos, asociándolos de una manera sencilla a un valor numérico. Este método se fue refinado posteriormente, utilizando un mecanismo de evaluación ambiental más elaborado, pasando a denominarse primero *Eco-indicator 99* y después *ReCiPe*, combinando la solidez científica con la facilidad de interpretación. Su objetivo fue evaluar el impacto ambiental que ejerce la actividad industrial sobre el medio ambiente, centrándose en la repercusión sobre los ecosistemas, los recursos y la salud humana a nivel europeo.

Posteriormente, la evolución de los métodos de evaluación ambiental en la última década y la mayor disponibilidad de bases de datos de inventarios de ciclo de vida, han permitido el desarrollo de otros modelos similares como *Ecolizer* o *Ecocosts*. De la misma forma, listados de factores de emisión preparados para calcular una huella de carbono pueden servir para el mismo objetivo, si nos centramos sólo en 1 categoría de impacto medioambiental como el cambio climático en este caso.

Modelo	Desarrollador	Fuente	Comentarios
Indicadores ambientales adaptados al tejido industrial del País Vasco	Ihobe	<a href="http://www.basqueecodesigncenter.net/Paginas/Ficha.aspx?IdMenu=ff806c13-d728-48c7-9117-3c101b6fefec&amp;Idioma=es-ES">http://www.basqueecodesigncenter.net/Paginas/Ficha.aspx?IdMenu=ff806c13-d728-48c7-9117-3c101b6fefec&amp;Idioma=es-ES</a>	Multicriterio, considera diferentes categorías de impacto ambiental
Idematapp	TU Delft	<a href="http://www.ecocostsvalue.com/index.html">http://www.ecocostsvalue.com/index.html</a>	Multicriterio, considera diferentes categorías de impacto ambiental
Ecolizer Ecodesign tool	OVAM	<a href="http://www.ecolizer.be/">http://www.ecolizer.be/</a>	Multicriterio, considera diferentes categorías de impacto ambiental
Factores de emisión de la herramienta de huella de carbono del MITECO	MITECO	<a href="https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadoras.aspx">https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadoras.aspx</a>	Sólo para la categoría de potencial de cambio climático

**Tabla 2** - Modelos de indicadores ambientales más relevantes.

Además de utilizando estos modelos de indicadores predefinidos, también es posible calcular nuevos indicadores ambientales, pero para ello será necesario utilizar herramientas de análisis de ciclo de vida y bases de datos de inventarios más sofisticadas. En la serie de publicaciones sobre herramientas de evaluación ambiental que acompañan el presente documento, también existe una guía dedicada específicamente al análisis de ciclo de vida.

✳ **Más información sobre análisis de ciclo de vida**

[Guía de análisis de ciclo de vida y huella de carbono. Ihobe. 2009](#) 

En última instancia, a la hora de utilizar un modelo de indicadores ambientales concreto, corresponderá al usuario comprobar si el modelo seleccionado es adecuado y consistente con el alcance del análisis ambiental que pretende realizar. No es recomendable mezclar indicadores de diferentes fuentes ni de diferentes niveles de calidad.

Gracias a su reciente desarrollo, su adaptación específica al contexto industrial de la Comunidad Autónoma Vasca y a su sistema de evaluación multicriterio, desde Ihobe se recomienda la utilización del modelo de indicadores ambientales adaptados al tejido industrial del País Vasco como la mejor opción sobre los demás modelos citados en la tabla anterior.

## 2.2 ¿Qué es el modelo de indicadores ambientales adaptados al tejido industrial vasco?

El modelo de indicadores ambientales adaptados al tejido industrial vasco, está basado en inventarios de ciclo de vida presentes en bases de datos internacionales, adaptados a la realidad del tejido industrial vasco para representar los impactos ambientales de los materiales, procesos, energías, transportes y tratamientos de fin de vida empleados en el diseño y fabricación de sus productos.

Los indicadores presentados en este modelo, proporcionan un orden de magnitud de los impactos ambientales y no deben considerarse valores absolutos, ya que son muchos los parámetros que pueden influir en los resultados de dichos impactos. Por este motivo, no están destinados a ser utilizados para cuantificar los impactos ambientales dentro de un análisis de ciclo de vida exhaustivo, ni para el desarrollo de declaraciones ambientales de producto.

El objetivo es proporcionar a los departamentos de diseño una orientación sobre el impacto ambiental de productos y procesos que les permitan:

- Guiar las opciones de diseño de sus productos al proporcionar un criterio ambiental desde un enfoque multicriterio.
- Mejorar el conocimiento de los materiales y procesos desde una perspectiva ambiental.

## 2.3 ¿Cómo se aplican los indicadores ambientales adaptados al tejido industrial vasco?

Las tablas disponibles en el modelo de indicadores ambientales adaptados al tejido industrial vasco, representan de forma numérica el impacto ambiental de un elemento dado hacia una serie de categorías de impacto ambiental. Estos elementos pueden ser materiales, procesos, medios de transporte, consumos de energía o tratamientos de residuo.

Dado que cada problemática ambiental representa un caso independiente, la contribución de cada uno de estos elementos a una categoría de impacto ambiental concreta, vendrá expresada en su unidad de referencia correspondiente. Por ejemplo, la unidad de referencia de la categoría de impacto ambiental de cambio climático son los Kg de CO<sub>2</sub> eq, mientras que la unidad de medida de la categoría de acidificación son los Kg de SO<sub>2</sub> eq.

Categoría de impacto ambiental		Unidad de referencia
Cambio climático	Considera el impacto potencial de las emisiones de diferentes gases de efecto invernadero sobre el calentamiento global en un horizonte temporal de 100 años.	kg CO <sub>2</sub> eq
Agotamiento de la capa de ozono	Calcula el efecto destructivo de las emisiones de ciertos contaminantes sobre la capa de ozono estratosférica, considerando un horizonte temporal de 100 años.	kg CFC-11 eq
Formación de ozono fotoquímico	Expresa la contribución potencial a la formación fotoquímica de ozono en la zona de la troposfera, causando afecciones hacia la salud.	kg NMVOC eq
Acidificación	Describe el potencial de cambio en la acidez del terreno y de las masas de agua dulce, que se deriva de la deposición de ciertos contaminantes emitidos al aire.	molc H+ eq
Eutrofización de agua dulce	Expresa el grado en el que los diferentes nutrientes emitidos a nivel europeo alcanzan masas de agua dulce y su capacidad para causar efectos de eutrofización.	kg P eq
Eutrofización marina	Expresa el grado en el que los diferentes nutrientes emitidos a nivel europeo alcanzan los océanos y su capacidad para causar efectos de eutrofización.	kg N eq
Eutrofización terrestre	Mide el efecto negativo de un exceso de nutrientes sobre los ecosistemas, capaz de dañar la flora y la fauna de la zona.	molc. N eq
Ecotoxicidad de agua dulce	Medida de la toxicidad ambiental sobre masas de agua dulce debido a diferentes emisiones.	CTUe
Partículas en suspensión	Estima los efectos potenciales sobre la salud humana que se derivan de las emisiones de partículas finas de polvo.	kg PM <sub>2,5</sub> eq
Toxicidad humana	Expresa el incremento estimado en la morbilidad sobre la población debida a diferentes clases de emisiones sobre la naturaleza.	CTUh
Radiación ionizante hacia la salud humana	Estima los efectos de las emisiones radiactivas ionizantes sobre la salud humana.	kBq U <sub>235</sub> eq
Uso de suelo	Hace referencia al déficit en la cantidad y calidad de suelo ocupado o transformado, basándose en cambios sobre la materia orgánica.	kg C déficit
Agotamiento de recursos minerales fósiles	Considera la destrucción de recursos minerales y fósiles, considerando la disponibilidad concreta del recurso.	kg Sb eq
Agotamiento de recursos hídricos	Análisis del uso de agua relacionado con la escasez local en diferentes países.	m <sup>3</sup> agua eq
Consumo de recursos energéticos renovables	Evalúa el consumo de recursos energéticos de origen renovable a lo largo del ciclo de vida del sistema analizado.	MJ
Consumo de recursos energéticos no renovables	Evalúa el consumo de recursos energéticos de origen no renovable a lo largo del ciclo de vida del sistema analizado.	MJ
Recipe	Contempla el efecto de diferentes emisiones y extracciones de recursos sobre una serie categorías de impacto ambiental, agregándolas en base modelos de daños para obtener un indicador único que representa el impacto ambiental global.	Ptos

Tabla 3 - Categorías de impacto ambiental.

Para aplicar los indicadores ambientales a un producto/servicio concreto, será necesario rellenar una serie de plantillas como las que se muestran en las siguientes figuras. Cada plantilla hace referencia a una etapa del ciclo de vida del producto.

En la primera plantilla, se hace referencia a los parámetros básicos como el nombre del proyecto, el autor, la fecha o la unidad funcional a la que se relativizarán todos los impactos del producto. Se recomienda la utilización de hojas Excel para simplificar el cálculo y la recopilación del inventario de indicadores ambientales.

Cuando hacemos un análisis ambiental poniendo el foco sobre un producto o un servicio, cobra especial relevancia la reflexión sobre cuál debe de ser esta unidad funcional o referencia del análisis. Se deben de buscar unidades funcionales que permitan considerar en el análisis cual es la función que cumple nuestro producto/servicio, así como su vida útil, tratando de evitar referencias basadas únicamente en unidades de producto físico. De esta forma, será más sencillo representar en el análisis la posible repercusión de la etapa de uso y de las posibles segundas vidas que pueda tener el producto en el marco actual de la economía circular.

<b>PROYECTO</b>		<b>AUTOR</b>	
<b>UNIDAD FUNCIONAL</b>		<b>FECHA</b>	
<b>NOTAS Y CONCLUSIONES</b>			

Figura 2 - Plantilla indicadores ambientales – Parámetros básicos.

<b>PRODUCCIÓN</b>				
<b>Material o proceso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Indicador</b>	<b>Resultado</b>
<b>TOTAL</b>				

Figura 3 - Plantilla indicadores ambientales – Etapa de producción.

USO				
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador	Resultado
<b>TOTAL</b>				

Figura 4 - Plantilla indicadores ambientales – Etapa de uso.

FIN DE VIDA				
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador	Resultado
<b>TOTAL</b>				

Figura 5 - Plantilla indicadores ambientales – Etapa de fin de vida.

### Etapa producción

Se rellenará la plantilla de esta etapa incluyendo todos los aspectos ambientales relacionados con la fabricación del producto, incluyendo el listado de los materiales que lo componen, la energía consumida por los procesos de fabricación, los transportes asociados al aprovisionamiento de materias primas y los residuos generados durante la fabricación.

Para cada uno de los aspectos, se buscará su indicador ambiental correspondiente en las tablas de indicadores ambientales. En la plantilla se rellenarán los siguientes valores.

- Cantidad consumida de cada aspecto.
- Valor del indicador de cada aspecto, en su unidad correspondiente.
- Resultado parcial, que se calculará multiplicando los dos valores anteriores para cada aspecto analizado.
- Resultado total de la fase, que se calculará como la suma de todos los resultados parciales.

### Etapa uso

Se rellenará la plantilla de esta etapa incluyendo todos los aspectos ambientales relacionados con el uso y el mantenimiento del producto. Es importante resaltar, que las cantidades recopiladas para esta etapa, tendrán que hacer referencia al total de años de vida útil estimada para el producto.

Se incluirán los aspectos relacionados con los materiales de embalaje, así como los materiales necesarios para los recambios y consumibles del producto. Se incluirá también el agua consumida si fuera el caso. También se contabilizará la energía consumida durante el periodo de operación del producto, si procede, ya sea eléctrica u obtenida a través de materiales combustibles. El impacto asociado al transporte del producto hasta el cliente final del mismo, también será incluido en esta etapa. Finalmente, también se añadirá la cantidad de residuos generada durante la operación del producto como un aspecto adicional.

### Etapa fin de vida

Hace referencia a la gestión final del producto y sus componentes una vez alcanzado el fin de su vida útil. En función del tratamiento al que se destine cada uno de los materiales del producto, se deberá seleccionar un indicador ambiental diferente de entre los disponibles.

Finalmente se suman todos los resultados parciales calculados. El valor resultante, representa el impacto de nuestro producto/servicio a lo largo de todo su ciclo de vida. Asimismo, la suma parcial de los valores de cada plantilla nos dará una idea del impacto del producto en cada fase concreta frente a las demás fases del ciclo de vida. A mayor valor obtenido, mayor será el impacto ambiental de ese aspecto ambiental concreto, por lo que se deberán de buscar áreas de mejora en los aspectos que arrojen un mayor resultado tras el cálculo.

**NOTA:** Cuando no existan indicadores ambientales adecuados al contexto concreto del producto analizado, es posible que se estén quedando fuera del análisis los aspectos ambientales más relevantes. En estos casos, deberá de valorarse la utilización de herramientas de análisis ambiental más sofisticadas, como el análisis de ciclo de vida, o de complementar el estudio con otras herramientas de tipo cualitativo, como las matrices de análisis ambiental.

En la serie de documentos sobre otros métodos de análisis ambiental que acompañan a la presente guía, existe uno dedicado específicamente a estas matrices.

## 2.4 ¿Para qué sirven los indicadores ambientales?

Los indicadores ambientales son un método recomendable en las siguientes situaciones:

- Para **primeras experiencias en ecodiseño** en combinación con la matriz METCO, ya que facilita el entendimiento de todo el proceso y la importancia de optimizar cada aspecto ambiental y cada etapa del ciclo de vida.
- Cuando interese tener **rápidamente una visión global** de las prioridades ambientales y **no es necesaria mucha precisión**.
- Cuando se desee **comparar los aspectos ambientales de diferentes alternativas** de un mismo producto.
- Cuando se desee fundamentar la **priorización ambiental de forma cuantitativa**, basada en cifras.
- Cuando **no se quiera utilizar una herramienta software** más sofisticada.

- Cuando se desee **conocer las capacidades del producto/servicio** para su adaptación al concepto de **economía circular**, en base a indicadores cuantitativos.
- Cuando se desee **dar respuesta a la identificación de aspectos ambientales** de un producto /servicio a lo largo del ciclo de vida **requerida por un sistema de gestión ambiental**, en base a indicadores cuantitativos.

Los indicadores ambientales no son un método recomendable en las siguientes situaciones:

- **Cuando no existan indicadores ambientales** relevantes para los materiales y procesos analizados, ya que no podría cuantificarse la mejora ambiental.
- Cuando analicemos **productos complejos**.
- Cuando los resultados del análisis estén pensados para hacer **comunicación externa**.
- Cuando los resultados del análisis estén pensados para obtener una **certificación ambiental** (Declaraciones ambientales de producto, Huellas ambientales, otras ecoetiquetas).

✳ **Más información sobre certificaciones ambientales**

[Etiquetado ambiental de producto. Guía de criterios ambientales. lhobe. 2011](#) 

## 2.5 ¿A quién van dirigidos los indicadores ambientales?

Los indicadores ambientales están pensados como herramienta de apoyo a la toma de decisiones durante el diseño del producto/servicio. El carácter cuantitativo de los indicadores permite priorizar desde la perspectiva medioambiental unas decisiones de diseño sobre otras (elección de materiales, proveedores alternativos, procesos de fabricación, destino de residuos...).

El uso de indicadores ambientales proporciona una herramienta de evaluación sencilla, gratuita, basada en valores cuantitativos y objetivos y que permite analizar el ciclo de vida completo de un producto/servicio.

En base a estas características, los indicadores ambientales están dirigidos a:

- Empresas que comienzan a trabajar en proyectos de ecodiseño
- Empresas que quieran conocer y mejorar el perfil ambiental de su producto, pero no quieran adquirir herramientas software sofisticadas.
- Departamentos y/o empresas de diseño, ingeniería o desarrollo de productos.
- Departamentos de medio ambiente, para el análisis interno de sus productos / servicios.

### 3 Ejemplos de aplicación práctica del modelo de indicadores ambientales adaptados al tejido industrial vasco

Para finalizar la guía y con el objetivo de facilitar la comprensión de la metodología, se muestran a continuación una serie de ejemplos de aplicación de los indicadores ambientales en cuatro situaciones empresariales diferentes.

Caso empresarial	Producto/Servicio
Producto de consumo – B2C	Teléfono móvil
Producto intermedio – B2B	Componente de automoción
Servicio sin producto	Servicio de paquetería
Servicio con producto	Servicio de limpieza de hoteles

Tabla 4 - Casos de aplicación práctica.

De este modo, la aplicación de los indicadores ambientales en estos cuatro casos concretos permitirá comprender las características específicas de la herramienta para cada situación de producto / servicio diferente, facilitando su aplicación según las diferentes coyunturas existentes. Se utilizará el modelo de indicadores ambientales adaptados al tejido industrial del País Vasco para realizar los cuatro casos prácticos.

#### 3.1 Aplicación a un producto de consumo – B2C

Como ejemplo de aplicación de la matriz METCO en un producto de consumo, se ha seleccionado el caso de una empresa que fabrica teléfonos móviles. El caso analizado se describe a continuación.

##### TELÉFONO MÓVIL

###### INFORMACIÓN TÉCNICA

El producto pesa 170,1 gr y está formado por los siguientes componentes:

- **Procesador.** Compuesto por 12,4 gr de componentes electrónicos, 6,5 gr de conectores y 20,6 gr de piezas de policarbonato.
- **Cámara.** Compuesto por 2,21 gr de círculos impresos, 1,48 gr de circuitos integrados y 7,13 gr de piezas de policarbonato.



- **Auxiliares.** Hace referencia a elementos como el micrófono, el dispositivo de vibración y los conectores. Este grupo está compuesto por 1,32 gr de circuitos impresos, 0,8 gr de imanes, 1,35 gr de circuitos integrados, 0,81 gr de conectores y 0,92 gr de un motor eléctrico para la función de vibración.
- **Pantalla.** La pantalla es de tipo LCD, con un peso de 40,75 gr. En este componente también se incluyen 10,8 gr de policarbonato para su anclaje y 0,96 gr de circuitos impresos.
- **Batería.** La batería es de ion-Litio y pesa 38 gr.
- **Carcasa.** La carcasa exterior está formada por varias piezas de policarbonato con un peso total de 15,7 gr una pieza de poliuretano de 3,9 gr y pequeñas juntas de goma con un peso total de 0,5 gr.

Los componentes se fabrican en China y se transportan hasta Bizkaia en barco a lo largo de 14.875 Km. para proceder a su ensamblaje. Se ha considerado que los aspectos ambientales más relevantes de esta etapa son un consumo de alcohol de 0,74 gr por cada dispositivo usando para limpieza de componentes, y un consumo de electricidad de 2,69 kWh debido a la maquinaria en la planta de ensamblaje. La empresa adquiere electricidad con garantía renovable.

### DISTRIBUCIÓN A CLIENTE

- El embalaje del producto está compuesto por una caja de cartón de 62 gr envuelta por un film de polietileno de 15,4 gr.
- Como no se dispone información detallada de todos los clientes, se estima que el producto recorrerá una distancia de 149 Km. en camión hasta llegar al cliente, como promedio.

### SUPUESTOS DE FUNCIONAMIENTO

- En las condiciones normales de uso para las que ha sido diseñado el dispositivo, la vida útil estimada del producto será de 3 años.
- Tras 2 años de funcionamiento será necesario sustituir la batería del dispositivo ya que su capacidad habrá disminuido considerablemente.
- Considerando el grado de uso habitual que se espera del dispositivo, teniendo en cuenta el segmento de mercado al que está orientado y sus funciones, se ha calculado que el consumo de electricidad asociado a la carga de las baterías será de 4,93 kWh anuales.

### ESCENARIO DE FIN DE VIDA

- Una vez alcanzado el final de su vida útil, se estima que el dispositivo será depositado en un establecimiento especializado, donde se enviará a reciclar. Todas las piezas del producto pueden ser recicladas debidamente tras su desensamblaje, excepto 4 gr de plásticos que serán depositados en un vertedero.
- Hasta llegar a su destino final, se estima que las piezas del teléfono móvil recorrerán una distancia de 1.480 Km., de los cuales un 25 % se realizará en tren y el 75 % restante en camión.

El primer paso, consiste en plantear las plantillas para la recopilación de los indicadores ambientales. Tendremos una plantilla para cada una de las principales etapas del ciclo de vida del producto. Etapa por etapa, la empresa realiza una reflexión sobre cuáles son los principales aspectos que ocurren a lo largo del ciclo de vida del producto. Estos aspectos pueden ser materiales, procesos, medios de transporte, consumos de energía o tratamientos de residuo.

Cada uno de estos aspectos, queda reflejado en la plantilla de recopilación de indicadores. La empresa, tiene que conocer la cantidad consumida de cada uno de los aspectos, en relación con la unidad funcional analizada, que en este caso son 3 años de uso del teléfono móvil, ya que es importante que la referencia del estudio esté asociada a la función que cumple el producto y a la vida útil del mismo. Por este motivo, todos los valores representados en las plantillas de recopilación, estarán referidos no al producto físico, sino a la unidad funcional seleccionada, que será la referencia del estudio.

En base a la información recopilada sobre cada una de las etapas del ciclo de vida del producto, se va rellenando la plantilla.

## PRODUCCIÓN

Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado	Unidad	Resultado
Polcarbonato	58,21	gr			
Poliuretano	3,90	gr			
Goma sintética	0,50	gr			
Batería Ion-Litio	38,00	gr			
Pantalla LCD	40,75	gr			
Circuitos integrados	2,83	gr			
Placas impresas	4,48	gr			
Conectores eléctricos	7,31	gr			
Comp. electrónicos	14,12	gr			
Transporte a Bizkaia	2,53	tkm			
Electricidad montaje	2,79	kWh			
Alcohol	0,74	gr			
<b>TOTAL</b>					

## USO

Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado	Unidad	Resultado
Transporte cliente	0,04	tkm			
Cartón	61,80	gr			
Polietileno, baja densidad	15,40	gr			
Batería Ion-Litio	38,00	gr			
Electricidad uso	14,80	kWh			
<b>TOTAL</b>					

FIN DE VIDA						
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado		Unidad	Resultado
Transporte residuo camión	0,189	tkm				
Transporte residuo tren	0,063	tkm				
Reciclaje de plástico	78,01	gr				
Reciclaje de RAEE	69,49	gr				
Reciclaje de cartón	61,80	gr				
Reciclaje de baterías	38,00	gr				
<b>TOTAL</b>						

En algunas ocasiones, las unidades de referencia establecidas para los indicadores ambientales no son muy intuitivas y pueden inducir a error. Por ejemplo, en la figura anterior se puede apreciar como los diferentes transportes vienen medidos en una unidad virtual denominada “tkm”. Esta es una unidad virtual que representa el impacto de que un producto de 1 tonelada recorra 1 Km utilizando un medio de transporte concreto. Para conocer las toneladas por kilómetro o “tkm” que representa el trayecto recorrido por un producto, se debe de multiplicar el peso total en toneladas del producto, incluyendo su embalaje, por la distancia que recorre el producto en cuestión.

En la situación concreta de un producto de consumo, cobra especial relevancia la consideración de un alcance de la cuna a la tumba, incluyendo las etapas que ocurren más allá de la fabricación del producto, como el transporte al cliente, el uso y mantenimiento del producto y el fin de vida del mismo. Estas etapas, pueden acarrear una importante repercusión ambiental dentro del ciclo de vida del producto, y por ese motivo no deben de ser obviadas a la hora de realizar el análisis.

Por este motivo, se ha incluido la energía necesaria para recargar las baterías a lo largo de los 3 años estimados de vida útil del producto, así como la necesidad de incorporar un recambio de la batería.

Una vez que se han identificado los aspectos principales en la plantilla, es necesario acudir a las tablas de indicadores del modelo escogido para hacer el análisis, que en este caso práctico es el modelo de indicadores ambientales adaptados al tejido industrial vasco. En estas tablas, la empresa busca uno por uno todos los aspectos ambientales, para conocer el indicador correspondiente a cada elemento, que representa su repercusión ambiental.

En algunas ocasiones, no será posible encontrar el aspecto ambiental buscado entre las tablas de indicadores, ya que la información disponible en este tipo de herramientas suele ser limitada. Dependiendo de la complejidad del producto analizado, podremos cubrir un menor o mayor número de aspectos ambientales usando tablas de indicadores ambientales. Cuando no encontremos un indicador, tendremos dos opciones. La primera, sería dejar en blanco esa línea, sabiendo que la evaluación de ese aspecto está quedando fuera del alcance del análisis. La otra posibilidad, será seleccionar otro indicador similar al que estamos buscando, de entre las opciones que sí estén disponibles en las tablas.

Tendremos que ser conscientes de que al realizar este tipo de estimaciones, la calidad de los resultados obtenidos va disminuyendo, pudiendo enmascarar impactos ambientales de relevancia al no estar evaluándolos con el detalle necesario. Cuando se identifique que para los aspectos más relevantes del estudio no se está utilizando un indicador adecuado, será recomendable acudir a herramientas de análisis ambiental más sofisticadas como el análisis de ciclo de vida.

La empresa fabricante de teléfonos móviles, ha seleccionado los siguientes indicadores para realizar la evaluación de su producto. Se puede apreciar en las tablas, como para algunos de los aspectos se han seleccionado indicadores que se han considerado similares, dado que no existe en las tablas el indicador exacto.

PRODUCCIÓN						
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado	Unidad	Resultado	
Polcarbonato	58,21	gr	Policarbonato			
Poliuretano	3,90	gr	Espuma poliuretano			
Goma sintética	0,50	gr	Caucho sintético			
Batería Ion-Litio	38,00	gr	Batería Ion-Litio			
Pantalla LCD	40,75	gr	Co. Electrónico pasivo			
Circuitos integrados	2,83	gr	Circuitos impresos			
Placas impresas	4,48	gr	Circuitos impresos			
Conectores eléctricos	7,31	gr	Cobre			
Comp. electrónicos	14,12	gr	Co. Electrónico pasivo			
Transporte a Bizkaia	2,53	tkm	Transp. carga camión			
Electricidad montaje	2,79	kWh	Electricidad renovable			
Alcohol	0,74	gr	Químico orgánico			
<b>TOTAL</b>						

USO						
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado	Unidad	Resultado	
Transporte cliente	0,04	tkm	Transp. carga camión			
Cartón	61,80	gr	Cartón			
Polietileno, baja densidad	15,40	gr	Polietileno, LDPE			
Batería Ion-Litio	38,00	gr	Batería Ion-Litio			
Electricidad uso	14,80	kWh	Electricidad			
<b>TOTAL</b>						

FIN DE VIDA						
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado		Unidad	Resultado
Transporte residuo camión	0,189	tkm	Transp. carga camión			
Transporte residuo tren	0,063	tkm	Transp. carga tren			
Reciclaje de plástico	78,01	gr	Tratamiento plástico			
Reciclaje de RAEE	69,49	gr	Tratamiento RAEE			
Reciclaje de cartón	61,80	gr	Tratamiento cartón			
Reciclaje de baterías	38,00	gr	Tratamiento RAEE			
<b>TOTAL</b>						

Finalmente, una vez seleccionados los indicadores más adecuados de entre los disponibles en las tablas, se escribirá el valor de impacto ambiental asociado a cada indicador. El modelo de indicadores ambientales adaptados al tejido industrial vasco, permite evaluar el producto usando diferentes categorías de impacto ambiental. En nuestro caso, se ha realizado la evaluación utilizando la metodología ReCiPe, que ofrece un resultado de puntuación única ponderando la afección hacia diferentes problemáticas ambientales. Cabe destacar que también sería válido realizar este análisis escogiendo los indicadores en otras unidades distintas, que permitieran conocer la afección del producto hacia otras problemáticas ambientales concretas (Ver tabla 3).

Con esa información se van completando los huecos de las plantillas, y se multiplica la cantidad consumida de cada aspecto por su indicador correspondiente, obteniendo cada uno de los resultados parciales.

## PRODUCCIÓN

Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado	Unidad	Resultado	
Polcarbonato	58,21	gr	Policarbonato	0,65	mPt/gr	38,05
Poliuretano	3,90	gr	Espuma poliuretano	0,48	mPt/gr	1,86
Goma sintética	0,50	gr	Caucho sintético	0,36	mPt/gr	0,18
Batería Ion-Litio	38,00	gr	Batería Ion-Litio	2,19	mPt/gr	83,10
Pantalla LCD	40,75	gr	Co. Electrónico pasivo	15,30	mPt/gr	623,49
Circuitos integrados	2,83	gr	Circuitos impresos	54,70	mPt/gr	154,87
Placas impresas	4,48	gr	Circuitos impresos	54,70	mPt/gr	245,29
Conectores eléctricos	7,31	gr	Cobre	4,83	mPt/gr	35,32
Comp. electrónicos	14,12	gr	Co. Electrónico pasivo	15,30	mPt/gr	216,11
Transporte a Bizkaia	2,53	tkm	Transp. carga camión	1,26	mPt/tkm	3,18
Electricidad montaje	2,79	kWh	Electricidad renovable	2,42	mPt/kWh	6,50
Alcohol	0,74	gr	Químico orgánico	0,25	mPt/gr	0,18
<b>TOTAL</b>						<b>1.408,15</b>

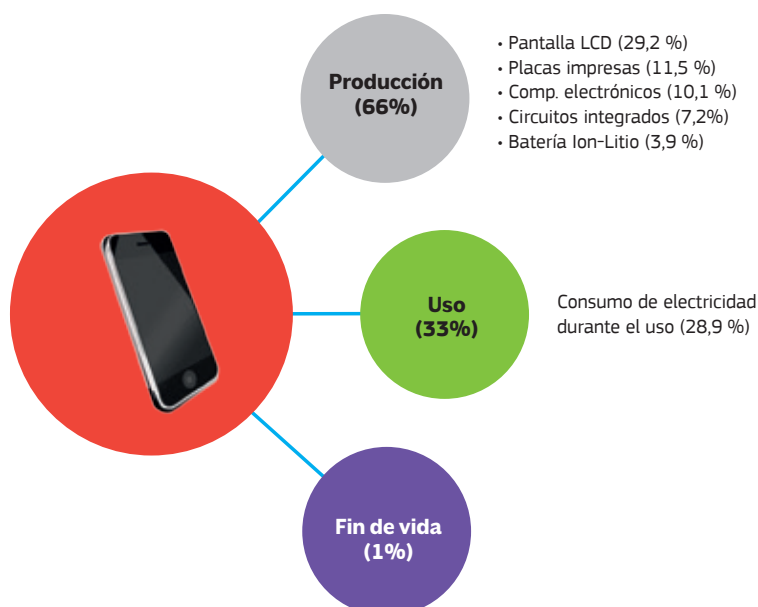
## USO

Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado	Unidad	Resultado	
Transporte cliente	0,04	tkm	Transp. carga camión	48,86	mPt/tkm	1,80
Cartón	61,80	gr	Cartón	0,12	mPt/gr	7,69
Polietileno, baja densidad	15,40	gr	Polietileno, LDPE	0,28	mPt/gr	4,24
Batería Ion-Litio	38,00	gr	Batería Ion-Litio	2,19	mPt/gr	83,10
Electricidad uso	14,80	kWh	Electricidad	41,79	mPt/kWh	618,44
<b>TOTAL</b>						<b>715,28</b>

FIN DE VIDA						
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado		Unidad	Resultado
Transporte residuo camión	0,189	tkm	Transp. carga camión	48,86	mPt/kWh	9,23
Transporte residuo tren	0,063	tkm	Transp. carga tren	4,84	mPt/kWh	0,30
Reciclaje de plástico	78,01	gr	Tratamiento plástico	0,035	mPt/gr	2,71
Reciclaje de RAEE	69,49	gr	Tratamiento RAEE	0,020	mPt/gr	1,41
Reciclaje de cartón	61,80	gr	Tratamiento cartón	0,003	mPt/gr	0,21
Reciclaje de baterías	38,00	gr	Tratamiento RAEE	0,020	mPt/gr	0,77
<b>TOTAL</b>						<b>14,64</b>

Una vez llegados a este punto, la empresa puede conocer la repercusión de cada una de las etapas del ciclo de vida del producto. Los resultados muestran como de un total de 2.138,07 milipuntos ambientales, asociados a los 3 años de uso del dispositivo, la fase de producción es la más representativa con 1.408,15 milipuntos (66%), seguida de la etapa de uso con 715,28 milipuntos (33%) y de la etapa de fin de vida a mucha distancia con 14,64 milipuntos (1%).

En un análisis más detallado de los aspectos ambientales, se identifican los siguientes como prioritarios para la empresa fabricante.



**Figura 6** - Aspectos ambientales más significativos – Teléfono móvil.

Sobre este listado de aspectos, será sobre los que la empresa debe de orientar sus esfuerzos de mejora. Es importante destacar que la priorización se ha realizado en base a los resultados numéricos ofrecidos por el análisis, que como se ha explicado previamente, pueden no tener el nivel de detalle requerido por el estudio.

Por ejemplo, en este caso concreto, el indicador utilizado para la pantalla LCD es el mismo que el indicador utilizado para los componentes electrónicos. Esto implica que se estén considerando ambas piezas como ambientalmente equivalentes, cuando realmente no lo son. Al haberse identificado estas piezas como aspectos ambientales relevantes en el ciclo de vida tras el diagnóstico, es recomendable que esta empresa utilice una herramienta ambiental más sofisticada para realizar su análisis que disponga de mayor detalle en los indicadores o que le permita crear indicadores adaptados a su realidad.

### 3.2 Aplicación a un producto intermedio – B2B

Como ejemplo de aplicación de los indicadores ambientales en un producto intermedio, se ha seleccionado el caso de una empresa que fabrica componentes de automoción. Concretamente, la empresa fabrica una pieza que forma parte del conjunto de suspensión, denominada compás/bieleta.

#### COMPONENTE DE AUTOMOCIÓN

##### INFORMACIÓN TÉCNICA

El producto pesa 782,7 gr y está formado principalmente por los siguientes componentes:

- **Varilla.** Fabricada en acero y con un peso de 125 gr.
- **Casquillo.** Fabricado en acero y con un peso de 340 gr.
- **Asiento esférico.** Está fabricado en poliamida, y tiene un peso de 7,8 gr
- **Rótula.** Pesa 288,7 gr y está fabricado en acero inoxidable.
- **Guardapolvos.** Esta pieza es de caucho, de 12,2 gr de peso.
- **Anillo de cierre pequeño.** Pesa 1,05 gr y está fabricada en acero de baja aleación.

Además de estas piezas, al producto se le aplican 3 gramos de grasa. No es necesario engrasar el componente a lo largo de su vida útil.

Todos los materiales se traen en camión desde una distancia de 422 Km.

Para conformar cada una de las piezas, ha sido necesario recurrir a una serie de procesos de mecanizado y tratamiento superficial. La empresa ha analizado la magnitud de los procesos de fabricación de cada pieza, recopilando la siguiente información.

##### FABRICACIÓN

- Para las piezas de acero, es necesario mecanizar 15 gr de acero por taladro y 152 gr por fresado.
- El asiento esférico está fabricado a través de un moldeado por inyección.
- Es necesario efectuar una soldadura de 40 cm entre 2 de las piezas del producto.
- Se aplica un tratamiento de cinzado a un total de 40 cm<sup>2</sup> de superficie, mientras que se recubren con una pintura otros 400 cm<sup>2</sup>.

##### DISTRIBUCIÓN A CLIENTE

- Esta pieza se distribuye siempre al mismo cliente, recorriendo una distancia de 318 Km en camión y 3.225 Km en barco.
- El producto se transporta en cajas de cartón que se montan sobre un palet de madera. Al palet se le añaden 6 flejes metálicos de 100 gr y se envuelve con 300 gr de film de polietileno. En 1 palet de 25 Kg se montan 9 cajas de cartón de 1 Kg de peso, que contienen 50 productos acabados cada una.

##### SUPUESTOS DE FUNCIONAMIENTO

- Se ha decidido dejar esta etapa fuera del alcance del análisis.

##### ESCENARIO DE FIN DE VIDA

- Se ha decidido dejar esta etapa fuera del alcance del análisis.



En cualquier evaluación ambiental, es importante hacer una reflexión sobre cuál es el sistema a analizar y la unidad funcional a la que deben de referenciarse los resultados del diagnóstico. Para este caso, se ha considerado como referencia del estudio 1 compás/bieleta de acero entregado al cliente. Se ha elegido esta unidad funcional dado que al no incluir la etapa de funcionamiento del producto dentro del alcance del estudio, no es posible establecer una unidad de referencia asociada a la propia función del producto analizado.

El primer paso, consiste en plantear las plantillas para la recopilación de los indicadores ambientales. En este caso, será suficiente con una plantilla haciendo referencia a la obtención de materiales / fabricación del producto y otra que haga referencia a los materiales de embalaje y el transporte hasta el cliente.

La empresa ha realizado una reflexión sobre cuáles son los principales aspectos que ocurren dentro de estas dos grandes etapas del ciclo de vida. Estos aspectos pueden ser materiales, procesos, medios de transporte, consumos de energía o tratamientos de residuo.

Cada uno de los aspectos identificados, queda reflejado en la plantilla de recopilación de indicadores. La empresa, tiene que conocer la cantidad consumida de cada uno de los aspectos, en relación con la unidad funcional analizada, que en este caso es 1 unidad de compás/bieleta, como ya se ha detallado. En base a la información recopilada sobre cada una de las etapas del ciclo de vida del producto, se va rellenando la plantilla.

MATERIALES / PRODUCCIÓN						
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado	Unidad	Resultado	
Varilla	125,00	gr				
Casquillo	340,50	gr				
Asiento esférico	7,80	gr				
Rótula	288,70	gr				
Guardapolvos	12,20	gr				
Anillo de cierre grande	4,45	gr				
Anillo de cierre pequeño	1,05	gr				
Grasa	3,00	gr				
Transporte en camión	0,33	tkm				
Taladro de acero	15,00	m				
Soldadura de acero	0,04	cm <sup>2</sup>				
Recubrimiento pintura	400,00	gr				
Fresado acero	85,00	gr				
Moldeo inyección	7,80	kWh				
Fresado acero	67,00	gr				
Tratamiento superficial	40,00	cm <sup>2</sup>				
<b>TOTAL</b>						

TRANSPORTE A CLIENTE						
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado		Unidad	Resultado
Film polietileno embalaje	0,67	gr				
Cartón embalaje	20,00	gr				
Acero embalaje	1,30	gr				
Madera embalaje	0,000085	gr				
Transporte en camión	0,274	tkm				
Transporte en barco	2,774	tkm				
<b>TOTAL</b>						

En el escenario analizado, el mecanizado de las diferentes piezas que conforman la bieleta, se realiza en Amurrio. El componente se transporta una vez ensamblado hasta el cliente por medio de un transporte en barco.

Principalmente se han considerado para el estudio los materiales necesarios para conformar el producto y su embalaje, todas las operaciones de conformado, mecanizado y acabado que se realizan sobre la pieza.

Una vez que se han identificado los aspectos principales en la plantilla, es necesario acudir a las tablas de indicadores del modelo escogido para hacer el análisis, que en este caso práctico es el modelo de indicadores ambientales adaptados al tejido industrial vasco. En estas tablas, la empresa busca uno por uno todos los aspectos ambientales, para conocer el indicador correspondiente a cada elemento, que representa su repercusión ambiental.

En algunas ocasiones, no será posible encontrar el aspecto ambiental buscado entre las tablas de indicadores, ya que la información disponible en este tipo de herramientas suele ser limitada. Dependiendo de la complejidad del producto analizado, podremos cubrir un menor o mayor número de aspectos ambientales usando tablas de indicadores ambientales. Cuando no encontremos un indicador, tendremos dos opciones. La primera, sería dejar en blanco esa línea, sabiendo que la evaluación de ese aspecto está quedando fuera del alcance del análisis. La otra posibilidad, será seleccionar otro indicador similar al que estamos buscando, de entre las opciones que sí estén disponibles en las tablas.

Tendremos que ser conscientes de que al realizar este tipo de estimaciones, la calidad de los resultados obtenidos va disminuyendo, pudiendo enmascarar impactos ambientales de relevancia al no estar evaluándolos con el detalle necesario. Cuando se identifique que para los aspectos más relevantes del estudio no se está utilizando un indicador adecuado, será recomendable acudir a herramientas de análisis ambiental más sofisticadas como el análisis de ciclo de vida.

La empresa fabricante del componente de automoción, ha seleccionado los siguientes indicadores para realizar la evaluación de su producto. Se puede apreciar en las tablas, como para algunos de los aspectos se han seleccionado indicadores que se han considerado similares, dado que no existe en las tablas el indicador exacto. Además, no ha sido posible encontrar el indicador ambiental de la grasa ni alguno similar, por lo que se ha decidido no incluir este aspecto en la evaluación.

### MATERIALES / PRODUCCIÓN

Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado	Unidad	Resultado
Varilla	125,00	gr	Acero mix		
Casquillo	340,50	gr	Acero mix		
Asiento esférico	7,80	gr	Nylon 6-6		
Rótula	288,70	gr	Acero inox. mix		
Guardapolvos	12,20	gr	Caucho sintético		
Anillo de cierre grande	4,45	gr	Acero mix		
Anillo de cierre pequeño	1,05	gr	Acero mix		
Grasa	3,00	gr	-		
Transporte en camión	0,33	tkm	Transporte en camión		
Taladro de acero	15,00	m	Taladro de acero		
Soldadura de acero	0,04	cm <sup>2</sup>	Soldadura por gas		
Recubrimiento pintura	400,00	gr	Cincado		
Fresado acero	85,00	gr	Fresado acero		
Moldeo inyección	7,80	kWh	Moldeo inyección		
Fresado acero	67,00	gr	Fresado acero		
Tratamiento superficial	40,00	cm <sup>2</sup>	Cincado		
<b>TOTAL</b>					

### TRANSPORTE A CLIENTE

Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado	Unidad	Resultado
Film polietileno embalaje	0,67	gr	Polietileno LDPE		
Cartón embalaje	20,00	gr	Cartón		
Acero embalaje	1,30	gr	Acero mix		
Madera embalaje	0,000085	gr	Madera conifera		
Transporte en camión	0,274	tkm	Transporte en camión		
Transporte en barco	2,774	tkm	Transporte en barco		
<b>TOTAL</b>					

En algunas ocasiones, las unidades de referencia establecidas para los indicadores ambientales no son muy intuitivas y pueden inducir a error. Por ejemplo, en la figura anterior se puede apreciar como los diferentes transportes vienen medidos en una unidad virtual denominada “tkm”. Esta es una unidad virtual que representa el impacto de que un producto de 1 tonelada recorra 1 Km utilizando un medio de transporte concreto. Para conocer las toneladas por kilómetro o “tkm” que representa el trayecto recorrido por un producto, se debe de multiplicar el peso total en toneladas del producto, incluyendo su embalaje, por la distancia que recorre el producto en cuestión.

En este caso concreto, también es necesario expresar la cantidad de madera en m<sup>3</sup> o la cantidad de recubrimientos superficiales en m<sup>2</sup>. Para ello, se ha utilizado un valor aproximado de la densidad de la madera utilizada de 650 Kg/m<sup>3</sup> y se han calculado los m<sup>2</sup> de superficie a recubrir en la pieza.

Finalmente, una vez seleccionados los indicadores más adecuados de entre los disponibles en las tablas, se escribirá el valor de impacto ambiental asociado a cada indicador. El modelo de indicadores ambientales adaptados al tejido industrial vasco, permite evaluar el producto usando diferentes categorías de impacto ambiental. En nuestro caso, se ha realizado la evaluación utilizando la metodología ReCiPe, que ofrece un resultado de puntuación única ponderando la afección hacia diferentes problemáticas ambientales. Cabe destacar que también sería válido realizar este análisis escogiendo los indicadores en otras unidades distintas, que permitieran conocer la afección del producto hacia otras problemáticas ambientales concretas (Ver tabla 3).

Con esa información se van completando los huecos de las plantillas, y se multiplica la cantidad consumida de cada aspecto por su indicador correspondiente, obteniendo cada uno de los resultados parciales.

MATERIALES / PRODUCCIÓN						
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado		Unidad	Resultado
Varilla	125,00	gr	Acero mix	0,299	mPt/gr	37,37
Casquillo	340,50	gr	Acero mix	0,299	mPt/gr	101,79
Asiento esférico	7,80	gr	Nylon 6-6	0,694	mPt/gr	5,41
Rótula	288,70	gr	Acero inox. mix	0,853	mPt/gr	246,26
Guardapolvos	12,20	gr	Caucho sintético	0,356	mPt/gr	4,34
Anillo de cierre grande	4,45	gr	Acero mix	0,299	mPt/gr	1,33
Anillo de cierre pequeño	1,05	gr	Acero mix	0,299	mPt/gr	0,31
Grasa	3,00	gr	-	-	-	-
Transporte en camión	0,33	tkm	Transporte en camión	48,459	mPt/tkm	16,14
Taladro de acero	15,00	m	Taladro de acero	0,432	mPt/m	6,48
Soldadura de acero	0,04	cm <sup>2</sup>	Soldadura por gas	23,964	mPt/cm <sup>2</sup>	0,96
Recubrimiento pintura	400,00	gr	Cincado	0,083	mPt/gr	33,38
Fresado acero	85,00	gr	Fresado acero	0,774	mPt/gr	65,77
Moldeo inyección	7,80	kWh	Moldeo inyección	0,096	mPt/gr	0,75
Fresado acero	67,00	gr	Fresado acero	0,774	mPt/gr	51,84
Tratamiento superficial	40,00	cm <sup>2</sup>	Cincado	0,083	mPt/cm <sup>2</sup>	3,34
<b>TOTAL</b>						<b>575,47</b>

TRANSPORTE A CLIENTE						
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado		Unidad	Resultado
Film polietileno embalaje	0,67	gr	Polietileno LDPE	0,276	mPt/gr	0,18
Cartón embalaje	20,00	gr	Cartón	0,124	mPt/gr	2,48
Acero embalaje	1,30	gr	Acero mix	0,299	mPt/gr	0,39
Madera embalaje	0,000085	gr	Madera conifera	103,000	Pt/m <sup>3</sup>	8,80
Transporte en camión	0,274	tkm	Transporte en camión	48,859	mPt/tkm	13,39
Transporte en barco	2,774	tkm	Transporte en barco	1,258	mPt/tkm	3,49
<b>TOTAL</b>						<b>28,73</b>

Una vez llegados a este punto, la empresa puede conocer la repercusión de cada una de las etapas del ciclo de vida del producto. Los resultados muestran como de un total de 604,20 milipuntos ambientales, la fase de producción es con claridad la más representativa del ciclo de vida con 575,47 milipuntos (95%), seguida de la etapa de transporte a cliente con 28,73 milipuntos (5%).

En un análisis más detallado de los aspectos ambientales, se identifican los siguientes como prioritarios para la empresa fabricante:

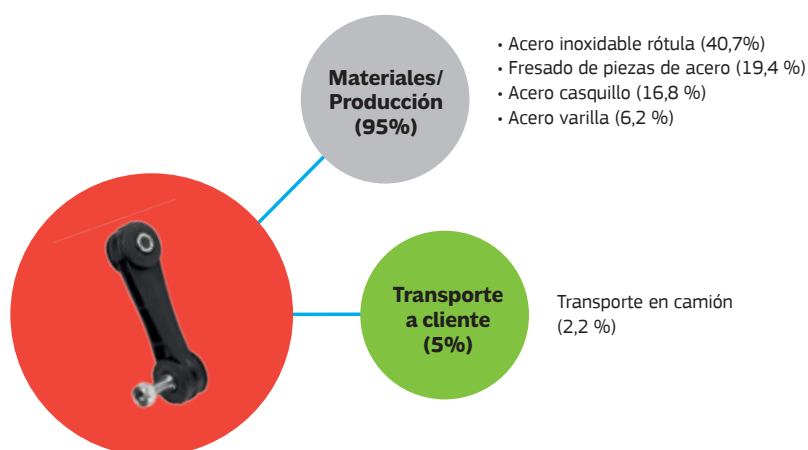


Figura 7 - Aspectos ambientales más significativos – Componente automoción.

Sobre este listado de aspectos, será sobre los que la empresa debe de orientar sus esfuerzos de mejora. Cabe destacar que la priorización se ha realizado en base a los resultados numéricos ofrecidos por el análisis, que en algunas ocasiones pueden no tener el nivel de detalle requerido por el estudio.

Por ejemplo, en este caso concreto, el indicador utilizado para el acero, no contempla el grado de aleación concreto de cada pieza ni el contenido de origen reciclado específico del material.

Además, los indicadores asociados a los tratamientos superficiales, los mecanizados o las operaciones de soldadura, pueden no reflejar con exactitud la tecnología disponible en la empresa para realizar estas operaciones. Al

haberse identificado algunos de estos procesos como aspectos ambientales relevantes en el ciclo de vida tras el diagnóstico, es recomendable que esta empresa utilice una herramienta ambiental más sofisticada para realizar su análisis que disponga de mayor detalle en los indicadores.

Además, en un análisis más sofisticado deberá de evaluarse también la grasa como aspecto ambiental, ya que hay que recordar que la grasa no ha podido ser evaluada ambientalmente con esta herramienta al no existir un indicador ambiental adecuado.

### 3.3. Aplicación a un servicio sin producto

Como ejemplo de aplicación de los indicadores ambientales en un servicio, se ha seleccionado el caso de una empresa de servicios de transporte postal. El caso analizado se describe a continuación.

#### SERVICIO DE PAQUETERÍA

##### INFORMACIÓN TÉCNICA

La empresa ofrece un servicio de distribución de paquetería regional. Para ello, dispone de un centro de clasificación en la localidad de Mendaro, donde recibe y almacena diferentes tipos de paquetes.

La empresa se encarga de transportar el envío durante el último tramo desde este centro propio hasta el cliente final. Los datos del último ejercicio completo indican que se han repartido 71.300 paquetes.

##### CENTRO DE CLASIFICACIÓN

En el centro de clasificación, se organizan los envíos según el tipo de paquete y el destino final de envío. En esta etapa de clasificación existe un consumo eléctrico de 40.000 kWh anual usado principalmente para iluminación (12%) y para la maquinaria de transporte interno (88%). Dado su compromiso con la sostenibilidad, la empresa contrata electricidad con garantía 100% renovable en sus instalaciones.

Además, la empresa tiene un gasto de 216.000 MJ de gas natural, usado en una caldera para calefacción del centro.

En cuanto a la gestión de residuos, se generan 4.634,5 Kg de residuos de cartón al año en el centro de clasificación.

##### DISTRIBUCIÓN A CLIENTE

La empresa trabaja en un radio de actuación de 150 km desde el centro de clasificación, haciendo el reparto en camiones diésel de bajo tonelaje. En algunas situaciones en las que los clientes están muy cercanos, se utiliza una furgoneta diésel para el reparto.

Tras analizar los datos de gasto en combustible del último ejercicio y los tipos de paquete entregados, se ha caracterizado como es el envío promedio efectuado por la empresa.

- Paquete de 6 Kg de peso que recorre un trayecto de 15 Km en furgoneta y de 85 Km en camión.



En la situación concreta de un servicio, es muy importante hacer una reflexión sobre cuál es el sistema a analizar y la unidad funcional a la que deben de referenciarse los resultados del diagnóstico. Esta reflexión, aunque necesaria en todas las situaciones, es más sencilla de realizar en el caso del análisis de un producto, resultando más complicada, y por ello, necesaria de mayor dedicación, en el caso de un servicio.

A la hora de seleccionar la unidad funcional, se ha tomado como referencia el envío de 1 paquete de 6 Kg que recorre el trayecto promedio enunciado en la descripción del caso práctico. De esta forma el impacto ambiental calculado representará una situación intermedia entre la distancia más favorable y la más desfavorable de entre los diferentes radios de acción cubiertos por la empresa. Esta elección de unidad de referencia permitirá a la em-

para tener una idea de sus impactos en relación con la cantidad de servicio que están ofreciendo a sus clientes. Todos los datos que se han recopilado con una perspectiva anual, se referirán por lo tanto a 1 paquete entregado, dividiendo el valor total por el número de paquetes entregados.

El primer paso, consiste en plantear las plantillas para la recopilación de los indicadores ambientales. En los casos de servicios sin producto, es habitual que los impactos se concentren únicamente en una fase, la de servicio, como así es nuestro caso. Por lo tanto, sólo se rellenará una plantilla de indicadores ambientales haciendo referencia a la etapa de servicio.

La empresa realiza una reflexión sobre cuáles son los principales aspectos que ocurren a lo largo del ciclo de vida del servicio. Estos aspectos serán principalmente medios de transporte, consumos de energía o tratamientos de residuo. Cada uno de los aspectos, queda reflejado en la plantilla de recopilación de indicadores. La empresa, tiene que conocer la cantidad consumida de cada uno de los aspectos, en relación con la unidad funcional analizada, que en este caso es el envío de 1 paquete de 6 Kg a un trayecto tipo, como ya se ha mencionado. Por este motivo, todos los valores representados en las plantillas de recopilación, estarán referidos a la unidad funcional seleccionada, dividiendo los datos anuales recopilados entre el número total de paquetes enviado.

En base a la información recopilada sobre el servicio, se va rellenando la plantilla.

SERVICIO					
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado	Unidad	Resultado
Electricidad iluminación	0,0673	kW/h			
Electricidad maquinaria	0,4937	kW/h			
Caldera gas natural	3,0295	MJ			
Residuos de cartón	0,0650	Kg			
Transporte en furgoneta	0,0900	tkm			
Transporte en camión	0,5100	tkm			
<b>TOTAL</b>					

En el escenario analizado, se han incluido los trayectos de transporte, así como los consumos de electricidad y residuos generados en el centro de clasificación, ya que se consideran como los principales aspectos ambientales relacionados con el servicio.

Una vez que se han identificado los aspectos principales en la plantilla, es necesario acudir a las tablas de indicadores del modelo escogido para hacer el análisis, que en este caso práctico es el modelo de indicadores ambientales adaptados al tejido industrial vasco. En estas tablas, la empresa busca uno por uno todos los aspectos ambientales, para conocer el indicador correspondiente a cada elemento, que representa su repercusión ambiental. En algunas ocasiones, no será posible encontrar el aspecto ambiental buscado entre las tablas de indicadores, ya que la información disponible en este tipo de herramientas suele ser limitada. Dependiendo de la complejidad del servicio analizado, podremos cubrir un menor o mayor número de aspectos ambientales usando tablas de indicadores ambientales. Cuando no encontremos un indicador, tendremos dos opciones. La primera, sería dejar en blanco esa línea, sabiendo que la evaluación de ese aspecto está quedando fuera del alcance del análisis. La otra posibilidad, será seleccionar otro indicador similar al que estamos buscando, de entre las opciones que sí estén disponibles en las tablas.

Tendremos que ser conscientes de que al realizar este tipo de estimaciones, la calidad de los resultados obtenidos va disminuyendo, pudiendo enmascarar impactos ambientales de relevancia al no estar evaluándolos con el detalle necesario. Cuando se identifique que para los aspectos más relevantes del estudio no se está utilizando un indicador adecuado, será recomendable acudir a herramientas de análisis ambiental más sofisticadas como el análisis de ciclo de vida.

La empresa proveedora de este servicio de paquetería, ha seleccionado los siguientes indicadores para realizar la evaluación de su servicio. Se puede apreciar en las tablas, como para algunos de los aspectos se han seleccionado indicadores que se han considerado similares, dado que no existe en las tablas el indicador exacto.

SERVICIO						
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado		Unidad	Resultado
Electricidad iluminación	0,0673	kW/h	Electricidad renovable			
Electricidad maquinaria	0,4937	kW/h	Electricidad renovable			
Caldera gas natural	3,0295	MJ	Calor, gas natural			
Residuos de cartón	0,0650	Kg	Gestión cartón			
Transporte en furgoneta	0,0900	tkm	Transporte furgoneta			
Transporte en camión	0,5100	tkm	Transporte en camión			
<b>TOTAL</b>						

En algunas ocasiones, las unidades de referencia establecidas para los indicadores ambientales no son muy intuitivas y pueden inducir a error. Por ejemplo, en la figura anterior se puede apreciar como los diferentes transportes vienen medidos en una unidad virtual denominada “tkm”. Esta es una unidad virtual que representa el impacto de que un producto de 1 tonelada recorra 1 Km utilizando un medio de transporte concreto. Para conocer las toneladas por kilómetro o “tkm” que representa el trayecto recorrido por un producto, se debe de multiplicar el peso total en toneladas del producto (0,006 Ton), por la distancia que recorre el paquete en cuestión.

Finalmente, una vez seleccionados los indicadores más adecuados de entre los disponibles en las tablas, se escribirá el valor de impacto ambiental asociado a cada indicador. El modelo de indicadores ambientales adaptados al tejido industrial vasco, permite evaluar el producto usando diferentes categorías de impacto ambiental. En nuestro caso, se ha realizado la evaluación utilizando la metodología IPCC, que ofrece un resultado del impacto ambiental de cada indicador hacia la problemática concreta de cambio climático. Cabe destacar que también sería válido realizar este análisis escogiendo los indicadores en otras unidades distintas, que permitieran conocer la afección del producto hacia otras problemáticas ambientales concretas (Ver tabla 3).

Con esa información se van completando los huecos de las plantillas, y se multiplica la cantidad consumida de cada aspecto por su indicador correspondiente, obteniendo cada uno de los resultados parciales.

SERVICIO						
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado		Unidad	Resultado
Electricidad iluminación	0,0673	kW/h	Electricidad renovable	14,1	grCO <sub>2</sub> eq/kw/h	0,95
Electricidad maquinaria	0,4937	kW/h	Electricidad renovable	14,1	grCO <sub>2</sub> eq/kw/h	6,96
Caldera gas natural	3,0295	MJ	Calor, gas natural	71,2	grCO <sub>2</sub> eq/kMJ	215,70
Residuos de cartón	0,0650	Kg	Gestión cartón	23,2	grCO <sub>2</sub> eq/Kg	1,51
Transporte en furgoneta	0,0900	tkm	Transporte furgoneta	497,0	grCO <sub>2</sub> eq/tkm	44,73
Transporte en camión	0,5100	tkm	Transporte en camión	497,0	grCO <sub>2</sub> eq/tkm	253,47
<b>TOTAL</b>						<b>523,32</b>

Una vez llegados a este punto, la empresa puede conocer la repercusión de cada uno de los aspectos que conforman su servicio. Los resultados muestran como de un total de 523,32 gr de CO<sub>2</sub>eq, el aspecto más representativo del servicio son los trayectos realizados en camión (48,4%), casi en el mismo orden de magnitud que el consumo de gas natural en la caldera (41,2%). Los trayectos en furgoneta representan el 8,5% de los impactos, mientras que la gestión de los residuos de cartón y el consumo de electricidad suponen en conjunto el 1,8% restante del potencial de cambio climático causado por cada paquete entregado.

Sobre este listado de aspectos, será sobre los que la empresa debe de orientar sus esfuerzos de mejora. Cabe destacar que la priorización se ha realizado en base a los resultados numéricos ofrecidos por el análisis, que en algunas ocasiones pueden no tener el nivel de detalle requerido por el estudio.

Por ejemplo, en este caso concreto, al no existir un indicador específico para el transporte en furgoneta, se ha utilizado el mismo indicador que el de transporte en camión, por considerar esta opción como la más similar de entre las disponibles.

Esto implica que el impacto del transporte en furgoneta, se está considerando de forma equivalente al impacto del transporte en un camión, cuando realmente no lo son el mismo medio de transporte.

Al haberse identificado estos trayectos como aspectos ambientales relevantes en el ciclo de vida tras el diagnóstico, es recomendable que esta empresa utilice una herramienta ambiental más sofisticada para realizar su análisis que disponga de mayor detalle en los indicadores relacionados con el transporte..

### 3.4 Aplicación a un servicio con producto

Como ejemplo de aplicación de los indicadores ambientales en un servicio con productos, se ha seleccionado el caso de una empresa de servicios de limpieza de cadenas hoteleras. El caso analizado se describe a continuación.

#### SERVICIO DE LIMPIEZA DE HOTELES

##### INFORMACIÓN TÉCNICA

En un año completo, la empresa consigue mantener limpios un total de 37.787.112 m<sup>2</sup>, que es la superficie de los hoteles para que los que tienen contratado su servicio. Para ello necesita consumir los siguientes productos.

##### PRODUCTOS DE LIMPIEZA

- **Detergente:** 4.448 litros.
- **Desinfectante:** 1.326 litros.
- **Cera:** 655 litros.
- **Descalcificador:** 1.595 litros.
- **Jabón líquido:** 5.000 litros.

##### SUPUESTOS DE FUNCIONAMIENTO

- **Ropa de algodón:** 396,2 Kg.
- **Microfibra:** 112,66 Kg.
- **Bolsas de basura:** 711 Kg.
- **Papel de manos:** 8.029 Kg.
- **Papel higiénico:** 13.604 Kg.
- **Guantes de goma:** 16 Kg.



##### SERVICIO

Asociado al servicio, se consumen también 104.843 kWh de electricidad anualmente, que se estima que se reparten de la siguiente manera entre los siguientes conceptos:

- 32,4% - Lavadoras.
- 48,5% - Secadoras.
- 13,9% - Recarga de baterías.
- 5,2% - Máquinas de limpieza.

También se consumen 5.282,436 m<sup>3</sup> de agua, de los cuales 3.889,44 m<sup>3</sup> son debidos a las lavadoras.

Cada año, se generan 5.282,463 m<sup>3</sup> de aguas residuales durante el servicio. Anualmente, también se generarán 8.029 Kg de residuos de papel, 727 Kg de residuos plásticos y 2.793 Kg de otros residuos.

##### TRANSPORTE DE EMPLEADOS

- Se ha contemplado dentro del alcance del análisis el transporte de los empleados hasta los hoteles en los que se ofrece el servicio de limpieza.
- La empresa dispone de 20 empleados, que hacen un recorrido promedio de 25 Km hasta llegar a los hoteles, durante 260 días al año. El 90,3% de los empleados utiliza su propio automóvil para llegar hasta los hoteles, mientras que el 9,7% restante se desplaza en autobús.

En la situación concreta de un servicio, es muy importante hacer una reflexión sobre cuál es el sistema a analizar y la unidad funcional a la que deben de referenciarse los resultados del diagnóstico. Esta reflexión, aunque necesaria en todas las situaciones, es más sencilla de realizar en el caso del análisis de un producto, resultando más complicada, y por ello, necesaria de mayor dedicación, en el caso de un servicio.

Para este caso, la empresa ha considerado como referencia del estudio 1 año de su servicio de limpieza. Durante

ese año, la empresa mantiene limpios 37.787.112 m<sup>2</sup>, que es la superficie total de los hoteles que han contratado su servicio. Por lo tanto, al referir los resultados a 1 año completo, la empresa está calculando también el impacto ambiental de mantener limpios 37.787.122 m<sup>2</sup>. Esta elección de unidad de referencia permitirá a la empresa tener una idea de sus impactos en relación con la cantidad de servicio que están ofreciendo a sus clientes.

El primer paso, consiste en plantear las plantillas para la recopilación de los indicadores ambientales. Tendremos una plantilla para cada una de las principales etapas del ciclo de vida del servicio. Etapa por etapa, la empresa realiza una reflexión sobre cuáles son los principales aspectos que ocurren a lo largo del ciclo de vida del servicio. Estos aspectos pueden ser materiales, procesos, medios de transporte, consumos de energía o tratamientos de residuo.

Cada uno de los aspectos, queda reflejado en la plantilla de recopilación de indicadores. La empresa, tiene que conocer la cantidad consumida de cada uno de los aspectos, en relación con la unidad funcional analizada, que en este caso es 1 año completo de servicio de limpieza de hoteles, como ya se ha detallado.

En este caso, coincide la unidad funcional escogida (1 año de servicio), con el periodo sobre el que se han recopilado los datos. Por este motivo, no será necesario convertir los valores tal cual han sido recopilados para llegar a la unidad funcional.

En base a la información recopilada sobre cada una de las etapas del ciclo de vida del servicio, se van rellenando las plantillas.

PRODUCCIÓN					
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado	Unidad	Resultado
Detergente	4.448,00	litros			
Desinfectante	1.326,00	litros			
Cera	655,00	litros			
Descalcificador	1.595,00	litros			
Ropa de algodón	396,20	Kg			
Microfibra	112,66	Kg			
Bolsas de basura	711,00	Kg			
Papel de manos	8.029,00	Kg			
Papel higiénico	13.604,00	Kg			
Jabón líquido	5.000,00	litros			
Guantes de goma	16,00	Kg			
<b>TOTAL</b>					

SERVICIO						
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado		Unidad	Resultado
Energía lavadora	33.967,00	kW/h				
Energía secadoras	50.808,00	kW/h				
Energía recarga baterías	14.568,00	kW/h				
Energía resto maquinaria	5,500,00	kW/h				
Transporte en coche	117.388,59	Km				
Transporte en autobús	12.611,41	Km				
Agua lavadoras	3.889.440,0	litros				
Otros consumos agua	1.393,023,0	litros				
<b>TOTAL</b>						

FIN DE VIDA						
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado		Unidad	Resultado
Aguas residuales	5.282.463,0	litro				
Residuos papel	8.029,00	Kg				
Residuos plástico	727,00	Kg				
Otros residuos	2.793,00	Kg				
<b>TOTAL</b>						

En el escenario analizado, se ha realizado un inventario de todos los productos de limpieza que consume la empresa como detergentes, jabones, desinfectantes o cera, entre otros. Además, también se han incluido otros consumibles requeridos por los empleados de limpieza como ropa, guantes, trapos, bolsas de basura o papel, que se considera que podrían tener una relevancia ambiental.

El consumo de agua en este tipo de empresas es un aspecto de relevancia, por lo que es necesario incluirlo como un material más en la plantilla que hace referencia al “servicio”. En esta plantilla también se han considerado los consumos energéticos asociados a la maquinaria de limpieza, lavadoras y secadoras de textil y los transportes de los empleados.

Asociado a este tipo de servicios, va a existir también un importante volumen de residuos sólidos y aguas residuales que deberán de ser gestionados adecuadamente para reducir el impacto ambiental de la actividad.

Para los servicios, puede resultar complicado seleccionar en cuál de las plantillas tiene que estar contemplado cada uno de los aspectos ambientales ya que las fases del servicio no suelen coincidir con las fases tradicionales

del ciclo de vida de un producto. No obstante, dado que la evaluación se realiza de forma individual sobre cada elemento considerado, no es tan determinante en qué etapa se haya considerado cada aspecto.

Una vez que se han identificado los aspectos principales en la plantilla, es necesario acudir a las tablas de indicadores del modelo escogido para hacer el análisis, que en este caso práctico es el modelo de indicadores ambientales adaptados al tejido industrial vasco. En estas tablas, la empresa busca uno por uno todos los aspectos ambientales, para conocer el indicador correspondiente a cada elemento, que representa su repercusión ambiental.

En algunas ocasiones, no será posible encontrar el aspecto ambiental buscado entre las tablas de indicadores, ya que la información disponible en este tipo de herramientas suele ser limitada. Dependiendo de la complejidad del servicio analizado, podremos cubrir un menor o mayor número de aspectos ambientales usando tablas de indicadores ambientales. Cuando no encontremos un indicador, tendremos dos opciones. La primera, sería dejar en blanco esa línea, sabiendo que la evaluación de ese aspecto está quedando fuera del alcance del análisis. La otra posibilidad, será seleccionar otro indicador similar al que estamos buscando, de entre las opciones que sí estén disponibles en las tablas.

Tendremos que ser conscientes de que al realizar este tipo de estimaciones, la calidad de los resultados obtenidos va disminuyendo, pudiendo enmascarar impactos ambientales de relevancia al no estar evaluándolos con el detalle necesario. Cuando se identifique que para los aspectos más relevantes del estudio no se está utilizando un indicador adecuado, será recomendable acudir a herramientas de análisis ambiental más sofisticadas como el análisis de ciclo de vida.

La empresa proveedora de este servicio de limpieza de hoteles, ha seleccionado los siguientes indicadores para realizar la evaluación de su servicio. Se puede apreciar en las tablas, como para algunos de los aspectos se han seleccionado indicadores que se han considerado similares, dado que no existe en las tablas el indicador exacto.

PRODUCCIÓN						
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado		Unidad	Resultado
Detergente	4.448,00	litros	Químico orgánico			
Desinfectante	1.326,00	litros	Químico orgánico			
Cera	655,00	litros	Aceite			
Descalcificador	1.595,00	litros	Químico inorgánico			
Ropa de algodón	396,20	Kg	Algodón			
Microfibra	112,66	Kg	Algodón			
Bolsas de basura	711,00	Kg	Polietileno, HDPE			
Papel de manos	8.029,00	Kg	Papel			
Papel higiénico	13.604,00	Kg	Papel			
Jabón líquido	5.000,00	litros	Químico orgánico			
Guantes de goma	16,00	Kg	Caucho sintético			
<b>TOTAL</b>						

SERVICIO						
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado	Unidad	Resultado	
Energía lavadora	33.967,00	kW/h	Electricidad, baja tens.			
Energía secadoras	50.808,00	kW/h	Electricidad, baja tens.			
Energía recarga baterías	14.568,00	kW/h	Electricidad, baja tens.			
Energía resto maquinaria	5,500,00	kW/h	Electricidad, baja tens.			
Transporte en coche	117.388,59	Km	Transporte en coche			
Transporte en autobús	12.611,41	Km	Transporte en autobús			
Agua lavadoras	3.889.440,0	litros	Agua			
Otros consumos agua	1.393,023,0	litros	Agua			
<b>TOTAL</b>						

FIN DE VIDA						
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado	Unidad	Resultado	
Aguas residuales	5.282.463,0	litro	Agua residuales			
Residuos papel	8.029,00	Kg	Tratamiento papel			
Residuos plástico	727,00	Kg	Tratamiento plástico			
Otros residuos	2.793,00	Kg	Residuos municipales			
<b>TOTAL</b>						

Finalmente, una vez seleccionados los indicadores más adecuados de entre los disponibles en las tablas, se escribirá el valor de impacto ambiental asociado a cada indicador. El modelo de indicadores ambientales adaptados al tejido industrial vasco, permite evaluar el producto usando diferentes categorías de impacto ambiental. En nuestro caso, se ha realizado la evaluación utilizando la metodología *ReCiPe*, que ofrece un resultado de puntuación única ponderando la afección hacia diferentes problemáticas ambientales. Cabe destacar que también sería válido realizar este análisis escogiendo los indicadores en otras unidades distintas, que permitieran conocer la afección del producto hacia otras problemáticas ambientales concretas (Ver tabla 3).

Con esa información se van completando los huecos de las plantillas, y se multiplica la cantidad consumida de cada aspecto por su indicador correspondiente, obteniendo cada uno de los resultados parciales.

## PRODUCCIÓN

Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado		Unidad	Resultado
Detergente	4.448,00	litros	Químico orgánico	0,249	Pt/litro	1.108,07
Desinfectante	1.326,00	litros	Químico orgánico	0,249	Pt/litro	330,33
Cera	655,00	litros	Aceite	0,263	Pt/litro	171,99
Descalcificador	1.595,00	litros	Químico inorgánico	0,173	Pt/litro	275,40
Ropa de algodón	396,20	Kg	Algodón	0,667	Pt/Kg	264,35
Microfibra	112,66	Kg	Algodón	0,667	Pt/Kg	75,17
Bolsas de basura	711,00	Kg	Polietileno, HDPE	0,268	Pt/Kg	190,75
Papel de manos	8.029,00	Kg	Papel	0,214	Pt/Kg	1.718,97
Papel higiénico	13.604,00	Kg	Papel	0,214	Pt/Kg	2.912,56
Jabón líquido	5.000,00	litros	Químico orgánico	0,249	Pt/litro	1.245,58
Guantes de goma	16,00	Kg	Caucho sintético	0,356	Pt/Kg	5,69
<b>TOTAL</b>						<b>8.298,85</b>

## SERVICIO

Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado		Unidad	Resultado
Energía lavadora	33.967,00	kW/h	Electricidad, baja tens.	0,04179	Pt/kW/h	1.419,37
Energía secadoras	50.808,00	kW/h	Electricidad, baja tens.	0,04179	Pt/kW/h	2.123,10
Energía recarga baterías	14.568,00	kW/h	Electricidad, baja tens.	0,04179	Pt/kW/h	608,75
Energía resto maquinaria	5.500,00	kW/h	Electricidad, baja tens.	0,04179	Pt/kW/h	229,83
Transporte en coche	117.388,59	Km	Transporte en coche	0,03219	Pt/Km	3.778,50
Transporte en autobús	12.611,41	Km	Transporte en autobús	0,02948	Pt/Km	371,81
Agua lavadoras	3.889.440,0	litros	Agua	0,00003	Pt/litro	99,94
Otros consumos agua	1.393,023,0	litros	Agua	0,00003	Pt/litro	35,80
<b>TOTAL</b>						<b>8.667,09</b>

FIN DE VIDA						
Material o proceso	Cantidad	Unidad	Indicador seleccionado		Unidad	Resultado
Aguas residuales	5.282.463,0	litro	Agua residuales	0,00005	Pt/litro	271,80
Residuos papel	8.029,00	Kg	Tratamiento papel	0,03067	Pt/litro	246,25
Residuos plástico	727,00	Kg	Tratamiento plástico	0,03470	Pt/Kg	25,23
Otros residuos	2.793,00	Kg	Residuos municipales	0,03086	Pt/Kg	86,18
<b>TOTAL</b>						<b>629,46</b>

Una vez llegados a este punto, la empresa puede conocer la repercusión de cada una de las etapas que conforman su servicio. Los resultados muestran como de un total de 17.595,40 puntos ambientales, asociados a 1 año de servicio proporcionado, la fase de servicio es la más representativa con 8.667,09 puntos (49%), casi en el mismo orden de magnitud que la etapa de obtención de productos de limpieza con 8.298,85 puntos (47%), y por último de la etapa de fin de vida con 629,46 puntos (4%).

En un análisis más detallado de los aspectos ambientales, se identifican los siguientes como prioritarios para la empresa prestadora del servicio:

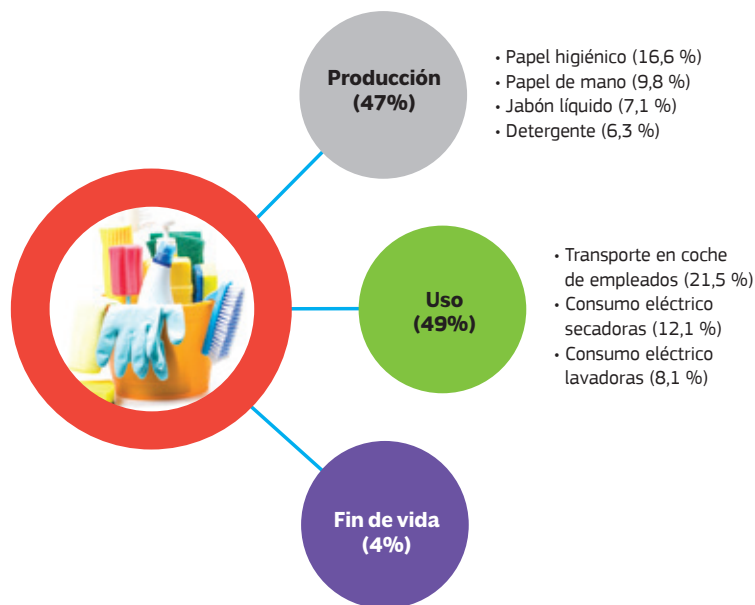


Figura 8 - Aspectos ambientales más significativos – Servicio limpieza.

Sobre este listado de aspectos, será sobre los que la empresa debe de orientar sus esfuerzos de mejora. Cabe destacar que la priorización se ha realizado en base a los resultados numéricos ofrecidos por el análisis, que en algunas ocasiones pueden no tener el nivel de detalle requerido por el estudio.

Por ejemplo, en este caso concreto, los indicadores utilizados para representar el impacto de los productos de limpieza, no tienen el nivel de detalle necesario para diferenciar los consumos de los diferentes artículos. Esto implica que el impacto del detergente, se esté considerando de forma equivalente al impacto de los consumos de desinfectante o de jabón, cuando realmente no lo son.

Al haberse identificado estos productos como aspectos ambientales relevantes en el ciclo de vida tras el diagnóstico, es recomendable que esta empresa utilice una herramienta ambiental más sofisticada para realizar su análisis que disponga de mayor detalle en los indicadores..



**EUSKO JAURLARITZA**



**GOBIERNO VASCO**

EKONOMIAREN GARAPEN,  
JASANGARRITASUN  
ETA INGURUMEN SAILA

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO  
ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD  
Y MEDIO AMBIENTE

[www.ihobe.eus](http://www.ihobe.eus)

[www.basqueecodesigncenter.net](http://www.basqueecodesigncenter.net)