



VOLUMEN 2 NÚMERO 1-2

Revista Internacional de

Sostenibilidad

Estudio de la sostenibilidad de un Sistema
Producto-Servicio. Creación de un pequeño
espacio comercial de venta de ropa

NATALIA MUÑOZ, JOSÉ LUIS SANTOLAYA Y ANNA BIEDERMANN

REVISTA INTERNACIONAL DE SOSTENIBILIDAD

Primera Edición Common Ground Research Networks 2021
University of Illinois Research Park
2001 South First Street, Suite 202
Champaign, IL 61820 USA
Tel.: +1-217-328-0405
www.cgespanol.org

ISSN: 2642-2719 (versión impresa)

ISSN: 2642-2700 (versión electrónica)

Derechos de autor:

© 2021 Autor(es). Publicado y Sostenido por Common Ground Research Networks



Disponible bajo los términos y condiciones de Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0
Licencia Pública Internacional: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Estudio de la sostenibilidad de un Sistema Producto-Servicio. Creación de un pequeño espacio comercial de venta de ropa

(Sustainability Assessment of a Product-Service System. Creation of a Small Clothing Store)

Natalia Muñoz,¹ Universidad de Zaragoza, España
José Luis Santolaya, Universidad de Zaragoza, España
Anna Biedermann, Universidad de Zaragoza, España

Resumen: La creciente preocupación global sobre problemas medioambientales y sociales ha fomentado la aplicación de enfoques de sostenibilidad por parte de la industria. Actualmente, los Sistemas Producto-Servicio (SPS) están recibiendo la atención de investigadores y diseñadores debido a su potencial para alcanzar mejoras en la sostenibilidad en un amplio número de actividades económicas y modelos de negocios. Sin embargo, los métodos y herramientas existentes para evaluar la sostenibilidad son principalmente orientados a producto y difícilmente aplicables para analizar la sostenibilidad en el desarrollo de un servicio. Se localizan diferentes retos en la aplicación de la metodología de Análisis de la Sostenibilidad del Ciclo de Vida (ASCV): la identificación de la unidad funcional, el establecimiento de los límites del sistema teniendo en cuenta que están involucrados diferentes ciclos de vida, de productos y de servicios, y la selección de los indicadores apropiados para evaluar cuantitativamente tres dimensiones de la sostenibilidad: la medioambiental, la económica y la social. En este trabajo, el ASCV ha sido aplicado a la fase de implementación de un servicio de venta al por menor de prendas de vestir para evaluar su sostenibilidad. Se han identificado las relaciones entre las etapas del ciclo de vida del servicio y de la tienda de ropa donde operará el servicio. Para medir la sostenibilidad del sistema y conseguir una representación global de los resultados se han utilizado unos indicadores apropiados. Los resultados revelan las actividades que causan el impacto más alto y, por lo tanto, deberían ser revisadas convenientemente para alcanzar una mejora efectiva de la sostenibilidad del servicio.

Palabras clave: diseño sostenible, sostenibilidad medioambiental y social, ASCV

Abstract: The growing global concern about environmental and social problems has increased sustainability approaches from the industry. Nowadays, Product-Service Systems are currently receiving the attention of researchers, designers, and designers-makers due to their potential to achieve sustainability improvements in a wide number of economic activities and business models. Nevertheless, the existing methods and tools to assess sustainability are mainly product-oriented and are hardly applied to analyze the sustainability in service development. Different challenges are found in the application of Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA): identifying the functional unit, establishing the system boundaries taking into account that the life cycles of different products and services are involved and selecting the suitable indicators to quantitatively assess each of the three dimensions of the sustainability: environmental, economic and social. In this work, LCSA approach has been applied to assess the sustainability of the implementation stage of a retail clothing service. Links between life cycle stages of the service and the clothing retail store in which service will be operated were identified. A number of appropriate indicators were used to measure sustainability performance and to achieve a comprehensive presentation of the results. Results revealed the activities that cause the highest impact and should be conveniently reviewed to achieve an effective improvement of service sustainability.

Keywords: Sustainable Design, Environmental and Social Sustainability, LCSA

Introducción

Nos encontramos ante un periodo de profundas transformaciones en múltiples campos afrontando un auténtico cambio de época. Los análisis multidisciplinares apuntan que el presente y el futuro serán distintos y que el ciclo actual está históricamente agotado

¹ Corresponding Author: Natalia Muñoz, Edificio Torres Quevedo, Calle María de Luna 3, Departamento de Diseño y Fabricación, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 50008, España. email: nataliam@unizar.es

(Prats et al. 2016). Las principales élites institucionales, empresariales y académicas son conscientes de que los patrones de desarrollo vigentes conducen a la humanidad hacia un colapso eco-social y reconocen la extraordinaria importancia de llevar a cabo los 17 objetivos de desarrollo sostenible que se adoptaron en la convención mundial de la Cumbre de París sobre el Clima (COP 2015) que reunió a 195 países debatiendo sobre la amenaza del cambio climático. Este conjunto de objetivos globales forma parte de la nueva agenda de desarrollo sostenible para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos. Para ello deben actuar conjuntamente los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil.

Crisis eco-social

Existe una urgencia en la cuestión ecológica que se explica porque los sistemas ambientales y climáticos que sustentan la vida actual en el planeta están en riesgo y, por lo tanto, nuestra propia sociedad y nuestras vidas (desde la producción de alimentos y la obtención de energía y agua dulce hasta la eliminación de residuos). El origen y las soluciones relacionadas con este problema provienen y requieren transformaciones integrales que afectan a cuestiones estructurales de los modelos socioeconómicos y culturales actuales. Además, los plazos de tiempo para realizar dichas transformaciones son tan cortos y los lastres del pasado tan fuertes que existen muchas dudas sobre si todavía se está a tiempo de evitar alteraciones irreversibles que podrían afectar gravemente al clima, los ciclos y los ecosistemas que sostienen nuestra civilización. Por esto, es fundamental afrontar el desafío ecológico actuando de manera inmediata y con una visión más amplia y de mayor contundencia de lo que se ha hecho hasta ahora.

Por otro lado, a pesar de que se produjo un crecimiento económico excepcional desde la Segunda Guerra Mundial, donde el PIB mundial pasó de los 20 billones de dólares de 1989 a los 71 billones de dólares en 2016 (Mason 2012), las desigualdades han seguido creciendo y, pese a la acumulación de riqueza, aún subsisten millones de seres humanos en estado de extrema pobreza. Según informes de la Agenda 2030 de Naciones Unidas (“Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible” 2015), el 13% de la población sigue desnutrido y el 21% vive en situaciones de extrema pobreza. El informe “Gobernar para las élites, secuestro democrático y desigualdades sociales” presentado por Oxfam en 2014 desvela cómo casi la mitad de la riqueza mundial se acumula en un 1% de la población (Fuentes-Nieva 2014).

Las dinámicas de crecimiento poblacional y, muy especialmente, de acumulación de capital y de consumo en las sociedades más ricas han provocado una expansión extraordinaria y desigual de la huella ecológica. Hoy necesitaríamos 1,5 planetas como la Tierra para poder compensar el exceso de impacto inducido por la acción humana (WWF 2010). Esto explica la multiplicación de problemas medioambientales que afronta la humanidad; desde la gravedad del cambio climático hasta la contaminación atmosférica de las ciudades, pasando por la crisis de los ecosistemas y ciclos vitales en la biosfera.

De acuerdo con el informe *Consensus Statement From Global Scientists* (MAHB 2013) sobre los sistemas que soportan la vida en el siglo XXI, la humanidad se está aproximando rápidamente a puntos clave de no retorno y las condiciones de vida pueden sufrir degradaciones sustanciales a mediados del presente siglo. Nos enfrentamos a un problema multidimensional y sistémico que, por una parte, encuentra unas limitaciones ecológicas claras y alarmantes y, por otra, se enfrenta a la obligación de intentar solucionar los problemas sociales. Por tanto, es esa interdependencia entre las cuestiones medioambientales, sociales, económicas y políticas la que obliga a que los requerimientos ambientales se renueven y amplíen para poder afrontar un auténtico cambio civilizatorio en clave de bienestar, justicia social y sostenibilidad ambiental. No es concebible pensar en una sociedad saludable en un entorno de ecosistemas degradados y tampoco es posible regenerar, con dinero o tecnología, el deterioro de unos sistemas naturales que suministran alimentos, agua y aire limpio imprescindibles para la vida.

La rapidez del crecimiento de las actividades humanas y sus impactos ecológicos y climáticos obligan a reflexionar sobre los escenarios inmediatos y los de medio plazo. La

posibilidad de alcanzar un colapso eco-social por la forma en la que se producen y consumen los bienes es de un calado tal, que incluso las propias organizaciones empresariales, que tan comprometidas están con los patrones de desarrollo vigentes, empiezan a ser conscientes de ello y a tomar cartas en el asunto. En 2010, veintinueve grandes compañías privadas del *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD 2010) realizaron el informe “Visión 2050” en el que se reconoce que los *business-as-usual* no conducen a situaciones sociales y económicas viables y que son necesarios cambios radicales para conseguir corregir el continuo crecimiento de las extralimitaciones ecológicas.

Hacia los servicios sostenibles

El concepto de desarrollo sostenible se aplica al desarrollo socio-económico y a la sostenibilidad ambiental y fue formalizado por primera vez en el documento conocido como Informe Brundtland en 1987 (Brundtland 1987), fruto de los trabajos de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas. Se define como: “Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades”.

El desarrollo sostenible global, la seguridad, el bienestar y la supervivencia del planeta dependen de cambios en el modelo económico (Bermejo et al. 2010), por lo tanto, también de cambios fundamentales en la forma en que las sociedades producen y consumen (McHarry et al. 2005). Actualmente las estructuras actuales de consumo y producción no son sostenibles pese a los grandes esfuerzos realizados por empresas de todo tipo en lo que concierne a aspectos de sostenibilidad con un enfoque en el resultado final. Por medio del manejo de cadenas de suministro, informes corporativos y adoptando estándares internacionales relacionados, las empresas están mejorando la eficiencia de la producción actual y el diseño de nuevos productos y servicios para satisfacer las necesidades del consumidor.

Tradicionalmente, el foco de las actividades de producción y comercialización se había puesto en los productos, mientras los servicios se habían propuesto, en muchos casos, como un complemento a la utilidad de los productos. A lo largo de las últimas décadas, los servicios están recibiendo la atención de modelos de negocios y sistemas productivos que buscan una posible respuesta al desafío de la sostenibilidad, ya que éstos pueden satisfacer las necesidades de los consumidores eficientemente. Se propone proporcionar utilidad a los consumidores a través del uso de servicios más que de productos como una estrategia de desmaterialización y una posible respuesta el reto de la sostenibilidad.

Muchas actividades económicas se basan en la combinación de ambos, lo que es considerado como Sistema Producto-Servicio (SPS), definido como “una mezcla de productos tangibles y servicios intangibles diseñados y combinados para que juntos sean capaces de satisfacer las necesidades del consumidor final” (Tukker 2006a, 1552–56). O también, como “un conjunto integrado de productos y servicios cuyo objetivo es crear utilidad para el consumidor y generar valor” (Boehm 2013, 245–60).

Algunos trabajos tratan este tipo de Sistemas Producto-Servicio como un enfoque de negocio innovador que cambia el foco de negocio tradicional desde el consumo de masas a los comportamientos individuales y a las necesidades altamente personalizadas (Morelli 2006, 1495–1501) y, desde la venta de productos físicos únicamente, a la venta de una mezcla de productos y servicios que combinados son capaces de satisfacer las necesidades específicas de los consumidores (por ejemplo, de la venta de una máquina de lavar a la venta de servicios de limpieza).

Los principales agentes que están involucrados en un SPS son: los clientes o usuarios finales, el proveedor del servicio, los actores que participan como intermediarios y otros agentes sociales, internos o externos, propios del funcionamiento de la organización. Para interpretar la actividad de un servicio, se propone una estructura triangular, en cuyos vértices se encuentran el proveedor del servicio, el consumidor o usuario y un mediador. Estos agentes interactúan entre sí

(Gadrey 2002, 26–53) generando mapas de interacción (Morelli 2006, 1495–1501). Por otro lado, los servicios generalmente están peor diseñados y de una manera menos eficiente comparados con el desarrollo de productos, ya que las empresas normalmente utilizan métodos sin una perspectiva del ciclo de vida completo a la hora de diseñar soluciones de SPS (Cavalieri 2012, 278–88).

Las investigaciones ligadas al desarrollo de SPS están aumentando en los últimos años debido a que son considerados como una estrategia viable y prometedora de la sostenibilidad (Vezzoli et al. 2014; Tukker 2015, 1552–56; Pigosso 2016, 33–41). Se considera que los SPS tienen el potencial de proporcionar soluciones a las demandas económicas de la sociedad actual. Sin embargo, el desarrollo de SPS no es sostenible intrínsecamente. El uso de técnicas cuantitativas facilita la medición y la validez de la sostenibilidad.

Además, la Producción Más Limpia (PmL) puede ser aplicada a estos sistemas como una estrategia integrada de prevención ambiental en los productos y los servicios, con el objetivo de reducir riesgos para los seres humanos y el medio ambiente, incrementar la competitividad de las empresas y garantizar la viabilidad económica según el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). De esta manera surge el reto de compatibilizar esta estrategia de PmL con sostenibilidad ambiental, consumo y producción, que solo podrá ser viable si las empresas abren sus fronteras para entender lo que está sucediendo en el mundo exterior en términos de innovación, asociación e integración de mercados para aunar esfuerzos buscando que toda una cadena de producción se fortalezca permitiendo el crecimiento de cada una de las empresas que hacen parte del ciclo de vida del producto (Cañón 2013).

Evaluación de la sostenibilidad de un servicio

El ACV constituye una de las más importantes metodologías de evaluación ambiental. Según la Comisión Europea (COM 2003), el ACV proporciona el mejor marco disponible en la actualidad para evaluar los impactos ambientales de los productos. Los primeros estudios de ACV datan de finales de los años 60 y principios de los 70 realizados en distintos sectores industriales obteniendo gran cantidad de datos sobre procesos industriales (Boustead 1979). Pero, no fue hasta la década de los 90, cuando la metodología de ACV se desarrolló, siendo su aplicación bastante limitada hasta entonces. En este desarrollo hay que destacar el trabajo en el año 1993 de la publicación de referencia del ACV: *Guidelines for Life Cycle Assessment: A “Code of Practice”* elaborada por la SETAC - *Society of Environmental Toxicology and Chemistry*. Esta asociación estableció la primera definición oficial del ACV como:

un proceso objetivo para evaluar cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad identificando y cuantificando el uso de materia y energía y los vertidos al entorno; para determinar su impacto en el medioambiente y evaluar y poner en práctica estrategias de mejora medioambiental. (Consoli et al. 1993)

A diferencia de otras metodologías que se centran en la mejora de los impactos medioambientales de los procesos, el ACV estudia los aspectos medioambientales y los impactos potenciales a lo largo de toda la vida de los productos y/o servicios, ‘desde la cuna hasta la tumba’, es decir, desde la extracción de las materias primas y la energía necesaria hasta la producción, uso y disposición de los productos desde una perspectiva global, sin ningún tipo de límites geográficos, funcionales o temporales. En el año 1996, SETAC elaboró el informe *Towards a Methodology for Life Cycle Impact Assessment*, que sirvió de base para la elaboración de las primeras normas sobre ACV (ISO 14040-14043) publicadas entre 1997 y 1998.

Utilizar el ACV en el contexto de servicio implica importantes retos. Se identifican tres: definir el sistema de referencia para que el servicio pueda ser comparado, definir la unidad funcional y establecer los límites del sistema. Dependiendo del servicio analizado se establecerán unos límites del sistema coherentes. Además, la combinación de productos y servicios en un SPS

requiere la consideración de varios ciclos de vida, los cuales incrementan en gran medida la complejidad de los análisis. Algunos autores introducen una distinción entre los ciclos de vida de productos y servicios, pero no analizan el ciclo de vida completo del servicio (Tan 2006). Consecuentemente, para conseguir una evaluación de la sostenibilidad es necesario una especificación gradual de los ciclos de vida, así como su integración efectiva.

Por otro lado, la sostenibilidad no consiste solamente en el impacto medioambiental. El enfoque del ACV es ampliado atendiendo a la triple “P” para contemplar la sostenibilidad globalmente: *people* (social)- *planet* (ambiental)- *profit* (económica) (WCED 1987; UNCED 1992). De esta manera, los aspectos económicos, los temas medioambientales y los asuntos sociales deben ser analizados simultáneamente para evaluar de una manera efectiva la sostenibilidad de un servicio. Acorde con esta perspectiva se propone el marco del Análisis de la Sostenibilidad del Ciclo de Vida (ASCV) para considerar interdependencias entre sistemas medioambientales y socio-económicos (Kloepffer 2007, 89–95; Finkbeiner et al. 2010, 3309–22; Valdivia et al. 2013, 1673–85).

ASCV permite la evaluación de impactos y proporciona una guía para lograr productos y servicios sostenibles por la combinación de técnicas, tales como: la de Análisis del Ciclo de Vida Medioambiental (ACV-M) que se centra en aspectos medioambientales de cada etapa del ciclo de vida, la de Ciclo de Vida de los Costes (CV-C) que informa acerca de aspectos económicos recopilando y evaluando flujos de dinero y la de Análisis del Ciclo de Vida Social (ACV-S) que se centra en el tratamiento del impacto en la sociedad para mejorar la actuación de organizaciones y diferentes agentes sociales. De acuerdo con las directrices de UNEP (UNEP/SETAC 2009), los impactos socioeconómicos se pueden dividir en cinco categorías de agentes: trabajadores, comunidad local, sociedad, consumidores y actores de la cadena de valor. También se pueden encontrar otras clasificaciones alternativas basadas en temas sociales (Benoit et al. 2011, 682–90).

El ASCV puede ser aplicado utilizando la misma estructura de cuatro fases considerada en un ACV: i) Objetivo y definición del alcance; ii) Inventario de la Sostenibilidad del Ciclo de Vida (ISCV); iii) Análisis del Impacto de la Sostenibilidad del Ciclo de Vida (AISCV); iv) Interpretación de los resultados de ASCV. La selección de los límites del sistema y de la unidad funcional en las tres técnicas debe ser consistente e idealmente la misma. El tipo de datos analizados pueden ser cuantitativos, semicuantitativos o cualitativos.

La elección y establecimiento del conjunto de indicadores que deben ser utilizados en cada categoría de impacto es un punto crítico y es importante realizar una lectura de los resultados de una técnica en combinación con otra más que la suma total de ellas (Kloepffer 2008). Se recomienda realizar una representación paralela de las tres técnicas para identificar impactos potenciales y reales, así como intercambios entre los resultados, y el uso de análisis de sensibilidad para evaluar la incertidumbre de los datos cualitativos (Valdivia et al. 2013). Sin embargo, existen diferentes iniciativas para desarrollar indicadores simplificados que faciliten la comunicación de los resultados de la sostenibilidad para los responsables en la toma de decisiones: Traverso, en 2012, implementa el Tablero de la Sostenibilidad del Ciclo de Vida (*Life Cycle Sustainability Dashboard, LCSD*) para comparar los resultados de productos diferentes y utiliza un índice agregado de actuación de la sostenibilidad, que es obtenido por una media ponderada de todos los valores de los indicadores (Traverso et al. 2012). Se propone el uso de los eco-costes como un método que proporciona una puntuación sencilla de la evaluación del impacto combinando los resultados de ACV-M y CV-C (Bernier et al. 2013).

Se distinguen dos tipos de indicadores para la evaluación de la sostenibilidad: indicador simple e indicador múltiple. Éste último indica que se utiliza un criterio multidimensional (medioambiental-económico-social) para la evaluación de la sostenibilidad. Además, es habitual analizar varias alternativas o escenarios en temas de sostenibilidad y a menudo se propone un método de Toma de Decisiones Multi-Criterio (*Multi-Criteria Decision Making, MCDM*) para determinar el sistema más sostenible (Ren et al. 2015).

Teniendo en cuenta que el sector de la construcción es el mayor generador de residuos en la UE-28, un 34% sobre el total (European Commission 2013), se cree de vital importancia dedicar este trabajo al análisis de la sostenibilidad de la etapa de implementación o construcción de una tienda bien equipada que será utilizada por un servicio dedicado a la venta de prendas de vestir. Esta evaluación se realiza no solo desde una dimensión medio medioambiental, sino también desde una perspectiva socio-económica a través de la recopilación de costes de producción y el uso de indicadores que reflejan el impacto social en los agentes involucrados.

Metodología

En el ciclo de vida de un servicio se han identificado tres etapas: 1. Implementación o creación, 2. Operación o provisión y 3. Desmantelamiento o fin de vida. En este trabajo se estudia la primera de las etapas. Normalmente, la mayoría de los servicios que están basados en la venta de productos se realizan en un espacio de venta físico abierto al público, por lo que su creación consiste principalmente en la transformación de un espacio vacío en una tienda totalmente equipada para poder satisfacer las necesidades del consumidor y proveer el servicio. De esta manera, la transformación de este local se considera la construcción de un producto y está involucrado en el desarrollo del servicio.

La Figura 1 muestra las etapas del ciclo de vida del servicio y de la construcción del producto y las relaciones entre ellas. En el ciclo de vida de la construcción de un producto asociado a los trabajos de edificios e ingeniería civil se identificaron las siguientes etapas (UNE-EN 15804:2012): A) Producto y proceso de construcción, B) Uso y C) Final de vida. Las fases de producto, A1-3, se refieren a la extracción de materiales, el transporte a la fábrica y su manufactura. Y las fases del proceso de construcción, A4-5, se asocian al transporte de los materiales manufacturados al lugar de construcción y los procesos de construcción o instalación.

Se observa la relación entre la etapa de implementación del servicio y las etapas de producto y proceso de construcción del producto, que, en este caso, es el local vacío inicial transformado en una tienda equipada y preparada para proveer el servicio. Además, también se observa relación entre la etapa de uso del producto y la etapa de operación del servicio. Por último, se identifica la relación entre la etapa de fin de vida del producto y la etapa de desmantelamiento del servicio prestado.

Se aplicó la metodología de Análisis de la Sostenibilidad del Ciclo de Vida (ASCV) para evaluar las dimensiones medioambientales, económicas y sociales de la sostenibilidad. La aplicación del ASCV está estructurada en cuatro fases: la primera consistió en definir el objetivo y el alcance del estudio, así como identificar la unidad funcional y establecer los límites del sistema. Después se llevó a cabo un análisis del inventario a través de la recogida de datos y los procedimientos de cálculo. Además, también se identificaron y cuantificaron las salidas y entradas en relación a la unidad funcional, así como los recursos utilizados en los procesos de transformación. En la siguiente fase fueron obtenidos los impactos medioambientales, económicos y sociales utilizando un conjunto de indicadores apropiados (Tabla 1). Los indicadores seleccionados fueron considerados particularmente útiles puesto que pueden ser utilizados para estudiar sistemas muy diferentes y proporcionar una evaluación cuantitativa. Finalmente, en la fase de interpretación se obtuvieron los resultados de la evaluación del impacto y se propusieron las recomendaciones para el proceso de toma de decisiones.

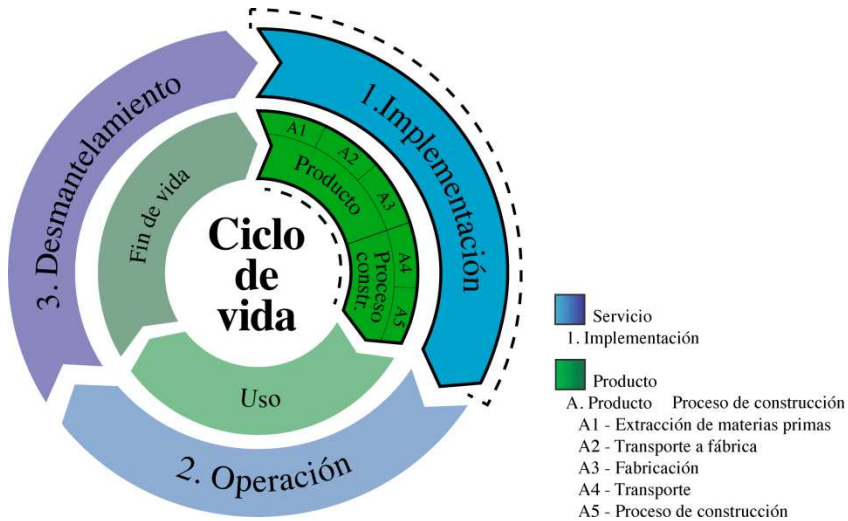


Figura 1: etapas del ciclo de vida del servicio y del producto construido en el desarrollo del servicio
 Fuente: elaboración propia, 2019.

Los indicadores utilizados para evaluar la sostenibilidad en las dimensiones medioambiental, económica y social están definidos en la Tabla 1. La dimensión medioambiental de la sostenibilidad fue evaluada por los indicadores de Potencial de Calentamiento Global (GWP_{100}), que mide las emisiones totales de gases de efecto invernadero en un horizonte de tiempo de 100 años (este indicador puede determinarse aplicando diferentes horizontes temporales pero ha sido elegido el horizonte de 100 años por ser utilizado también en el Protocolo de Kyoto (ESU-Services Ltd. 2019)) y la Energía Global (GE), que cuantifica el consumo de energía considerando el uso de la electricidad como valor calorífico de recursos. Para determinar estos indicadores han sido utilizadas diferentes bases de datos que están basados principalmente en datos medios representando una producción y unas condiciones de suministro medias para una variedad de productos y servicios básicos. En este trabajo han sido utilizados el módulo medioambiental del software CYPE Ingenieros, la base de datos Probas (UBA 2007), los factores de emisiones de compañías eléctricas comerciales y de plantas de reciclaje de residuos de construcción y demolición que operan en España (Conama, 2014). En la dimensión económica fueron propuestos los siguientes indicadores: el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) que expresa los costes necesarios para desarrollar una actividad y la Eco-Eficiencia (EE) que combina los aspectos económicos y medioambientales, permitiendo una comparación sencilla entre éstos. Los agentes involucrados, seleccionados para analizar la dimensión social de la sostenibilidad fueron los trabajadores de la construcción de acuerdo con las guías de UNEP (UNEP/ SETAC 2009). Los indicadores utilizados fueron el tiempo requerido por los trabajadores para desarrollar la actividad (T_i) y el salario de los trabajadores involucrados en el desarrollo de cada actividad (S_i).

Tabla 1: indicadores de sostenibilidad

<i>Dimensión medioambiental</i>	
GWP_{100} (KgCO ₂ -eq)	Potencial de Calentamiento Global. Emisiones totales de gases de efecto invernadero calculando la fuerza radiactiva a lo largo de un horizonte de tiempo de 100 años.
GE (MJ)	Energía Global. Consumo de energía considerando el uso de la electricidad como valor calorífico neto de recursos.
<i>Dimensión económica</i>	
PEM (€)	Presupuesto de Ejecución Material. Expresa el coste total del desarrollo de una actividad.
EE (€/KgCO ₂ -eq)	Eco-eficiencia. Ratio entre PEM y GWP_{100} . Permite una comparación sencilla entre los impactos económicos y ambientales.
<i>Dimensión social</i>	
T_i (h)	Tiempo de trabajo. Tiempo requerido por los trabajadores para desarrollar una actividad.
S_i (€)	Salario de los trabajadores involucrados en el desarrollo de una actividad.

Fuente: elaboración propia, 2019.

Caso de estudio

Se analiza un servicio de venta de prendas de vestir al por menor que está actualmente operativo. Se desarrolla en un local comercial de 65 m², situado en el centro de una ciudad de tamaño medio. El servicio prestado consiste en el asesoramiento y venta de prendas de vestir a mujeres de un nivel adquisitivo medio-alto. El local es de una planta entre medianeras con un pequeño altillo y una fachada que sirve de escaparate y entrada.

La sostenibilidad de la fase de implementación del servicio ha sido analizada teniendo en cuenta las dimensiones medioambiental, económica y social. Para ello se identificaron los principales agentes involucrados, así como la secuencia de actividades desarrolladas, la utilización de los recursos y los flujos económicos resultantes (Figura 2).

1.Etapa de implementación

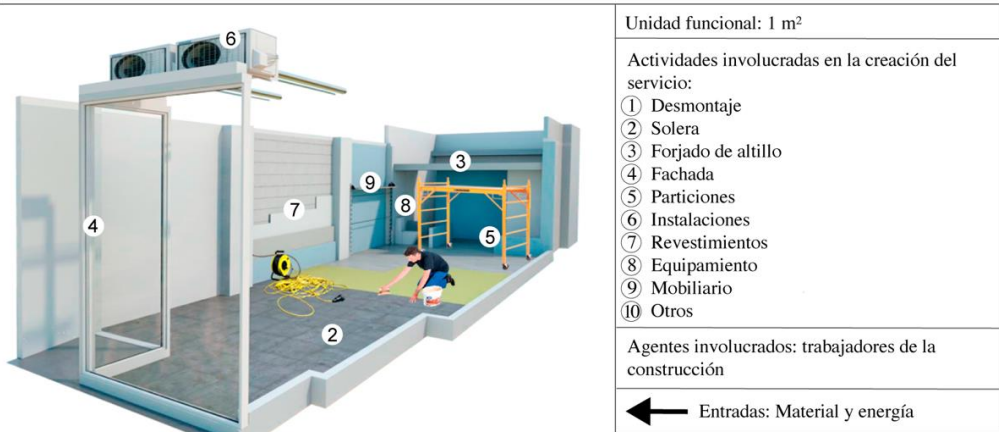


Figura 2: etapa de implementación del servicio de venta de ropa.
Fuente: elaboración propia, 2019.

Objetivo y alcance

La etapa de implementación del servicio se establece como los límites del sistema. El objetivo de este trabajo es la cuantificación de los impactos medioambientales, económicos y sociales teniendo en cuenta todas las actividades y materiales necesarios para crear el servicio. Como se muestra en la Figura 1, en el proceso de creación del servicio están involucradas dos etapas del ciclo de vida de la tienda de ropa: producto y proceso de construcción, donde pueden ser diferenciadas las fases desde la A1 a la A5. La unidad funcional es 1 m².

Inventario

Las principales actividades involucradas en la creación del servicio fueron organizadas en un total de 10 grupos (1. Desmontaje, 2. Solera, 3. Forjado de altillo, 4. Fachada, 5. Particiones, 6. Instalaciones, 7. Revestimientos, 8. Equipamiento, 9. Mobiliario y 10. Otros). Se resumen en la Tabla 2 los datos asociados a cada una de las actividades. En particular se han indicado los valores del indicador de GE en las fases de construcción (A1-3) y producto (A4-5), el tiempo de trabajo y el salario de los trabajadores en la fase A5 y los costes totales. Todos los datos están expresados por unidad, la cual es utilizada para medir el progreso de la actividad. Si revisamos el grupo 6. Instalaciones, conlleva las actividades de 6.1. Tubería de distribución de Agua Caliente Sanitaria (ACS), 6.2. Unidad de tratamiento de aire, 6.3. Instalación de fontanería, 6.4. Extintor portátil de polvo y 6.5. Luminarias fijas y móviles. Si observamos la actividad 6.1. Tubería de distribución de ACS en detalle, ésta supone una medición de 1,10 m y un consumo de energía de 9,45 y 0,09 MJ/m en las fases de producto y proceso de construcción respectivamente, también son necesarios 2 trabajadores en esa actividad que trabajan 0,24 h/m y reciben un salario de 4,15 €/m y el coste total de la actividad es de 15,2 €/m.

Evaluación del impacto

Para evaluar la sostenibilidad de la etapa de implementación se utilizan los indicadores definidos en la Tabla 1. Los resultados obtenidos de las actividades involucradas en la creación del servicio son resumidos en la Tabla 3, además de los valores totales. Si revisamos el grupo de actividades número 6 destinado a las instalaciones, se obtienen 1.338,24 kg CO₂-eq y 9.475,65MJ en los indicadores medioambientales de GWP y GE, respectivamente. Además, se obtiene un PEM de 8.806,37 € y una EE de 6,62 €/kgCO₂-eq en cuanto a los indicadores de la dimensión económica.

Y en la dimensión social se obtienen 74,74 h como el tiempo que dedican los trabajadores en ese grupo de actividades y por el que reciben un salario de 744,20 €, obteniendo los valores de los indicadores de T_t y S_t , respectivamente. Considerando las 10 actividades de construcción y montaje se obtienen un total de 7.298,02 kg CO₂-eq y 81.195,11 MJ de los indicadores de GWP y GE respectivamente. En la dimensión económica, el PEM total es de 27.979,40 € y la EE total es de 3,83 €/kgCO₂-eq. Además, se obtienen 396,55 h y 6.018,47 € de T_t y S_t respectivamente en los indicadores sociales.

Tabla 2: información de las actividades necesarias para la creación del servicio de venta de ropa

Actividades de construcción y montaje	Med.	Unid.	GE		Trabajadores (A5)			Coste
			A1-2-3 (MJ/unid.)	A4-5 (MJ/unid.)	Nº	Tt (h/unid)	St (€/unid)	A1-5 (€/unid)
1. Desmontaje								
1.1. Desmontaje de puerta garaje	1,00	pc.	0,00	2,12	3	1,15	19,48	19,87
2. Base								
2.1. Solera de hormigón	65,29	m²	130,19	7,78	3	0,08	1,20	4,74
3. Estructura de altillo								
3.1. Estructura de hormigón armado	9,43	m²	553,63	11,31	6	1,49	26,54	50,44
4. Fachadas								
4.1. Carpintería acero escarapate	1,00	pc.	5.581,18	53,48	2	0,38	6,60	643,58
4.2. Rejilla metálica de ventilación	1,75	m²	21,97	0,13	2	0,61	10,61	114,45
4.3. Puerta enrollable aut. de acero	1,00	pc.	3.097,24	30,16	6	5,46	94,06	1641,06
4.4. Puerta de acero templado	1,00	pc.	15,13	0,28	2	2,12	34,38	269,80
4.5. Vidrio laminado de seguridad	9,23	m²	589,53	10,35	2	0,96	15,57	58,89
5. Particiones								
5.1. Tabiquería interior	33,29	m²	268,17	21,95	4	1,93	33,01	43,31
5.2. Puerta interior abatible	1,00	pc.	158,45	4,77	2	2,00	34,42	187,31
5.3. Trasdosoado autoport. arriostrado	69,59	m²	126,51	4,68	2	0,48	7,46	22,92
6. Instalaciones								
6.1. Tubería distribución de ACS	1,10	m	9,45	0,09	2	0,24	4,15	15,20
6.2. Unidad de tratamiento de aire	1,00	pc.	112,91	1,37	2	7,94	137,09	4.084,21
6.3. Instalación de fontanería	1,00	pc.	157,06	1,82	2	5,40	162,29	265,38
6.4. Extintor portátil de polvo	1,00	pc.	754,44	3,45	1	0,10	1,62	44,32
6.5. Luminarias fijas y móviles	31,00	pc.	127,07	0,35	2	0,82	14,15	143,54
7. Revestimientos								
7.1. Alicatado con azulejo en aseo	10,16	m²	208,06	8,40	2	0,70	11,89	23,64
7.2. Guarnizado de yeso	33,85	m²	61,06	0,86	2	0,51	8,73	10,78
7.3. Base para rampa de entrada	1,20	m²	363,28	6,89	2	0,50	8,43	20,01
7.4. Pavimento laminado de HDF	58,61	m²	44,10	3,22	2	0,18	2,83	24,17
7.5. Rodapié de MDF	29,30	m²	1,66	0,17	1	0,09	1,37	8,33
7.6. Aplicación manual de pintura	236,51	m²	9,17	0,18	2	0,34	5,68	10,80
7.7. Enfoscado de cemento	10,16	m²	39,89	1,38	2	1,01	17,07	18,73
7.8. Falso techo continuo	36,80	m²	113,96	4,73	2	0,45	7,14	22,58
7.9. Aislamiento termoacúst. suelo	51,74	m²	33,97	1,38	2	0,28	4,36	9,89
8. Equipamientos								
8.1. Inodoro de porcelana sanitaria	1,00	pc.	1.020,04	12,48	1	1,26	22,84	250,97
8.2. Lavabo de porcelana sanitaria	1,00	pc.	743,99	8,85	1	1,31	23,75	485,13
9. Mobiliario								
9.1. Mobiliario en almacén	5,00	pc.	79,08	4,77	2	1,06	18,03	175,73
9.2. Mobiliario en espacio de venta	10,00	pc.	706,67	4,77	2	1,06	18,03	292,48
10. Otros								
10.1. Transporte de residuos	20,00	m³	-	55,13	-	-	-	3,32
10.2. Seguridad y Salud	1,00	pc.	761,08	3,79	4	1,34	21,66	715,85

Fuente: elaboración propia, 2019.

Interpretación de los resultados

Para facilitar el análisis y la interpretación de los resultados se muestra la distribución porcentual del impacto generado por los grupos de actividades involucrados en la creación del servicio en la Figura 3 donde se han analizado los indicadores GWP_{100} , PEM, y Tt. En el indicador medioambiental, los grupos de actividades 7. Revestimientos (20,7%), 5. Particiones (20,2%) y

6. Instalaciones (18,7%) son los que producen un mayor impacto. En el indicador económico, los grupos 6. Instalaciones (31,4%) y 7. Revestimientos (22,9%) son los que causan un mayor impacto.

En cuanto al indicador social, los grupos que crean mayor impacto son 7. Revestimientos, 5. Particiones (25,1%) y 6. Instalaciones (19,3%). Se puede observar que los grupos de actividades 5. Particiones, 6. Instalaciones y 7. Revestimientos acumulan más del 60% del impacto total en los indicadores de GWP₁₀₀ y PEM y más del 80% en el indicador Tt. Además, se muestran en detalle las actividades de los grupos con un impacto más alto en cada caso. Las actividades que causan un impacto más alto entre los indicadores analizados son la 7.8. Falso techo continuo (4,8%) y la 7.6. Aplicación manual de pintura (4,4%) en la dimensión medioambiental, las actividades 6.5. Luminarias fijas y móviles (15,8%) y 6.2. Unidad de tratamiento de aire (14,5%) en la dimensión económica y la actividad 7.6 Aplicación manual de pintura (20,4%) en la dimensión social. De esta manera se han identificado las actividades que tienen mayor efecto en la sostenibilidad de la etapa de implementación del servicio.

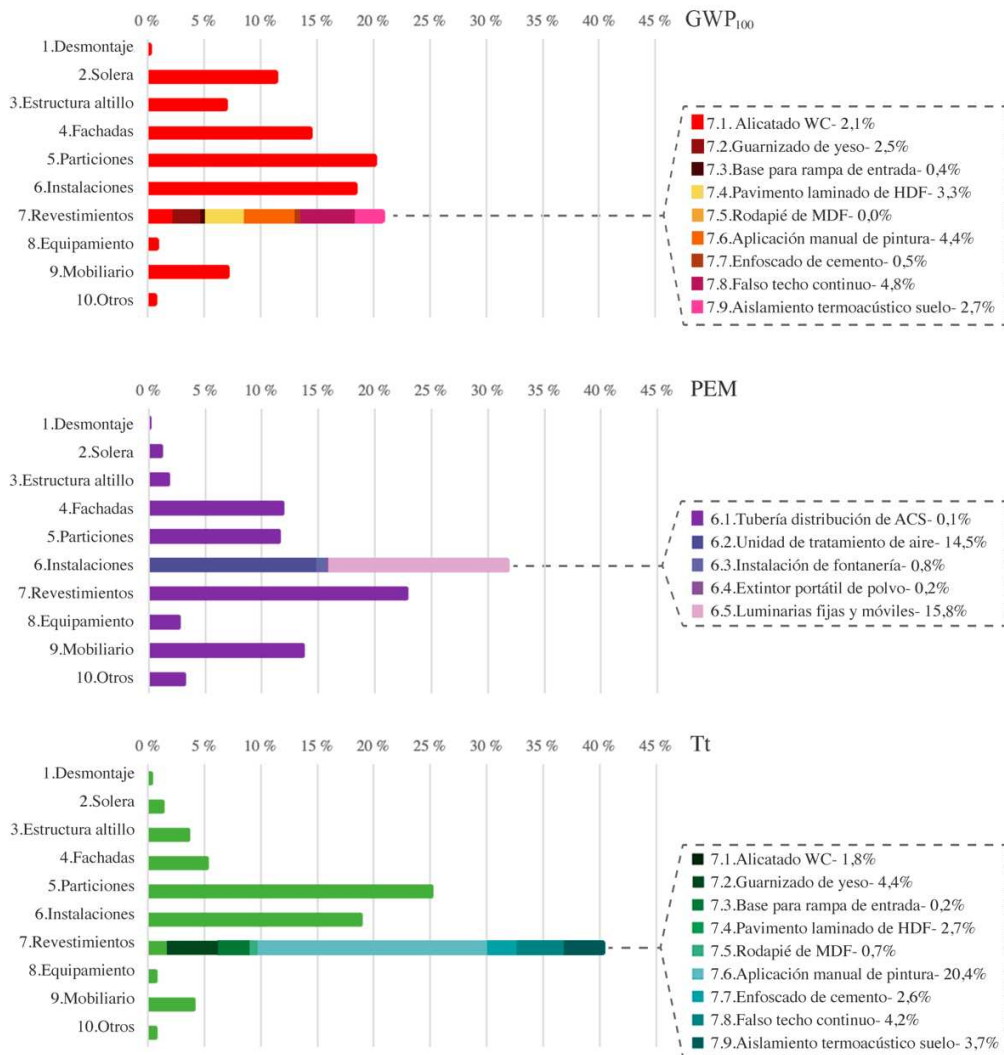


Figura 3: impacto causado por las actividades
Fuente: elaboración propia, 2019.

En la Tabla 4 se muestran los indicadores de la sostenibilidad tratados en la etapa de implementación del servicio de ropa, expresados por unidad funcional. Un total de 111,7 kg CO₂-eq y un total de 1.243,4 MJ fueron obtenidos respectivamente en los indicadores de emisiones de gases de efecto invernadero y energía incorporada por metro cuadrado. Los costes de ejecución fueron 428,4 €/m², por lo que se obtienen 3,8 €/kgCO₂-eq en el indicador de eco-eficiencia. El tiempo de trabajo y el salario de los trabajadores implicados en la fase de construcción fueron 6,07 h/m² and 92,1 €/m² respectivamente.

Tabla 4: indicadores de sostenibilidad de las actividades

Dimensión medioambiental		Dimensión económica		Dimensión social	
GWP ₁₀₀ (KgCO ₂ -eq/m ²)	GE (MJ/m ²)	PEM (€/m ²)	EE (€/KgCO ₂ -eq)	Tt (h/m ²)	St (€/m ²)
111,7	1.243,4	428,4	3,8	6,07	92,1

Fuente: elaboración propia, 2019.

Conclusiones

En este trabajo se ha analizado la sostenibilidad de la etapa de implementación de un servicio que se dedica a la venta al por menor de prendas de vestir. Las dimensiones medioambiental, económica y social han sido evaluadas aplicando una metodología de ASCV. Se han identificado las relaciones entre las diferentes etapas del ciclo de vida del servicio y las etapas del producto en construcción, que en este caso se considera la tienda como lugar físico donde se va a proporcionar el servicio. Los límites del sistema se han establecido en la fase de implementación del servicio (y, por tanto, en la fase de construcción de la tienda) y se han seleccionado a los trabajadores de la construcción como los principales agentes involucrados para evaluar la dimensión social.

Se han seleccionado una serie de indicadores que pueden ser utilizados para estudiar y comparar diferentes sistemas y proporcionar una evaluación cuantitativa de los aspectos medioambientales y socio-económicos. Estos indicadores han sido obtenidos mediante un estudio detallado y de acuerdo a las actividades llevadas a cabo en la etapa de implementación. Al realizar la evaluación de la sostenibilidad se han identificado las fuentes de impacto más importantes. De este modo, es posible proponer una mejora en la sostenibilidad del servicio y progresar en el estudio de diseño de servicios y sistemas producto-servicio sostenibles.

El análisis de la etapa de implementación del servicio de venta de ropa ha permitido obtener una serie de conclusiones relativas a los principales focos de impacto: las actividades asociadas a la aplicación de revestimientos son especialmente importantes en los resultados obtenidos en los indicadores medioambientales y sociales, y las actividades asociadas al desarrollo de las instalaciones causan el impacto económico más alto. Estas actividades deberán ser revisadas para lograr una mejora efectiva de los indicadores de sostenibilidad. El objetivo de un trabajo futuro será la evaluación de la sostenibilidad del ciclo de vida completo teniendo en cuenta también las etapas de uso y de final de vida del servicio, y el desarrollo de estrategias para obtener una mejora en la sostenibilidad.

REFERENCIAS

- Benoît-Norris, Catherine., Gina Vickery-Niederman, Sonia Valdivia, Juliane Franze, Marzia Traverso, Andreas Ciroth and Bernard Mazijn. 2011. "Introducing the UNEP/SETAC Methodological Sheets for Subcategories of Social LCA." *Int J Life Cycle Assess* 16: 682–90. <http://dx.doi.org/10.1007/s11367-011-0301-y>
- Bermejo, Roberto., Iñaki Arto, David Hoyos y Eneko Garmendia. 2010. *Menos Es Más: del Desarrollo Sostenible al Decrecimiento Sostenible*. Vitoria-Gasteiz: Cuadernos de Trabajo de Hegoa.
- Bernier, Etienne, Francois Maréchal and Réjean Samson. 2013. "Life Cycle Optimization of Energy-Intensive Processes Using Eco-Costs." *Journal of Life Cycle Assessment* 18 (9): 1747–61.
<https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1007%2Fs11367-013-0560-x>
- Boehm, Matthias and Oliver Thomas. 2013. "Looking Beyond the Rim of One's Teacup: A Multidisciplinary Literature Review of Product-Service Systems in Information Systems, Business Management, and Engineering Design." *J. Clean. Prod.* 51: 245–260. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.01.019>
- Boustead, Ian. 1979. *Handbook of Industrial Energy Analysis*. United Kingdom: Ellis Horwood Ltd.
- Brundtland, Gro. 1987. *Our Future Common. World Commission on Environment and Development*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Cañón, Dora M. 2013. "Protocolo para Identificación de Criterios de Producción Más Limpia en la Selección de Estudios de Caso en Empresas del Sector Manufacturero Competitivas y Altamente Contaminantes". *Revista Questionar* 1(1) enero-diciembre: 7–17. <http://hdl.handle.net/20.500.11839/6322>
- Cavaliere, Sergio, and Giuditta Pezzotta. 2012. "Product-Service Systems Engineering: State of the Art and Research Challenges." *Computers in Industry* 63 (4): 278–88. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2012.02.006>
- Comisión de las Comunidades Europeas, COM/2003/0302 final. "Communication from the Commission to the Council and the European Parliament - Integrated Product Policy - Building on Environmental Life-Cycle Thinking." Bruselas. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52003DC0302>
- ESU-Services Ltd. 2019. "Description of Life Cycle Impact Assessment Methods". Schaffhausen, SH, Switzerland.
- European Commission. 2013. "Eurostat statistics for waste flow generation". Accessed 12/2013. <https://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>
- Finkbeiner, Matthias., Erwin M. Schau, Lehmann Annekatrin, and Marzia Traverso. 2010. "Towards Life Cycle Sustainability Assessment". *Sustain* 2(10): 3309–22. <https://doi.org/10.3390/su2103309>
- Fuentes-Nieva, Ricardo y Nick Galaso. 2014. *Gobernar para las Élités, Secuestro Democrático y Desigualdades Sociales*. United Kingdom: Oxfam GB.
- Gadrey, Jean, and Faiz Gallouj. 2002. "The Misuse of Productivity Concepts in Services: Lessons from a Comparison Between France and the United States". In: Gadrey, J., Gallouj, F. (Eds.) *Productivity, Innovation and Knowledge in Services: New Economic and Socio-economic Approaches* 26–53.
- Government of Spain. 2018. "Emission factors of electric companies." Accessed June 3, 2019. https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factores_emision_tcm30-446710.pdf
- UNCED (United Nations Conference on Environment and Development). 1992. Agenda 21. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>

- UNEP/SETAC. 2009. *Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products*. Paris: United Nations Environment Programme UNEP/SETAC
- ISO, 2006a. ISO 14040 “International Standard.” In: *Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework*. International Organisation, Geneva, Switzerland.
- ISO, 2006b. ISO 14040 International Standard. In: *Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and Guidelines*. International Organisation, Geneva, Switzerland.
- Kloepffer, Walter. 2007. “Life-Cycle Based Sustainability Assessments as Part of LCM.” In: *Proceedings of the 3rd LCM Conference*, Zurich, Switzerland.
- . 2008. “Life Cycle Sustainability Assessment of Products” (with comments by Helias A. Udo de Haes, p. 95). *Int J Life Cycle Assessment* 13(2): 89–95.
- MAHB. 2013. “Consensus Statement from Global Scientists”. <https://mahb.stanford.edu/consensus-statement-from-global-scientists/>
- Mason, Paul. 2012. *Postcapitalismo. Hacia un Nuevo Futuro*. Barcelona: Paidós.
- McHarry, Jan., Rosalie Callway, Janet Strachan and Georgina Ayre. 2005. *The Plain Language Guide to the World Summit on Sustainable Development*. Londres: Taylor and Francis Ltd.
- Morelli, Nicola. 2006. “Developing New Product Service Systems (PSS): Methodologies and Operational Tools.” *J. Clean. Prod.* 14(17): 1495–1501.
- Pigosso, Daniela C.A, and Tim C. McAloone. 2016. “Maturity-Based Approach for the Development of Environmentally Sustainable Product/Service-Systems.” *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology* 15: 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2016.04.003>
- Prats, Fernando, Yayo Herrero, y Alicia Torrego. 2016. *La Gran Encrucijada: Sobre la Crisis Eco-Social y el Cambio de Ciclo Histórico*. Madrid: Libros en Acción.
- Ren, Jingzheng., Alessandro Manzardo, Anna Mazzi, Filippo Zuliani and Antonio Scipioni. 2015. “Prioritization of Bioethanol Production Pathways in China Based on Life Cycle Sustainability Assessment and Multicriteria Decision-Making.” *Journal of Life Cycle Assessment* 20 (6): 842–53. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0877-8>
- Tan, Adrian., Timothy C. McAloone and Mogens M. Andreasen. 2006. “What Happens to Integrated Product Development Models with Product/Service-System Approaches?” *Proceedings of the 6th Workshop on Integrated Product Development*. Magdeburg, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.
- Traverso, Marcia, and Laura Schneider. 2012. “Life Cycle Sustainability Dashboard.” *Journal of Industrial Ecology* 16 (5): 680–88.
- Tukker, Arnold, and Ursula Tischner. 2006. “Product-services as a research field: past, present and future. Reflections from a decade of research.” *J Clean Prod* 14 (17): 1552–56.
- UBA (Umweltbundesamt) (German Environmental Protection Agency). 2007. PROBAS Database. <http://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php>
- Valdivia, Sonia., Cassia M. L. Ugaya, Jutta Hildenbrand, Marzia Traverso, Bernard Mazijn, and Guido Sonnemann. 2013. “A UNEP/SETAC Approach Towards a Life Cycle Sustainability Assessment—Our Contribution to Rio+20.” *Int J Life Cycle Assess* 18(9):1673–85.
- Vezzoli, Carlo., Cindy Kohtala, Amrit Srinivasan, Liu Xin, Moi Fusakul, Deepta Sateesh and J. C. Diehl. 2014. *Product-Service System Design for Sustainability*. London: Routledge.
- WBCSD (World Business Council for Sustainable Development). 2010. “Vision 2050: The new agenda for business”. <https://www.wbcsd.org/Overview/About-us/Vision2050/Resources/Vision-2050-The-new-agenda-for-business>
- WCED (World Commission on Environment and Development). 1987. “Our Common Future”. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

WWF Internacional. 2010. “Informe Planeta Vivo 2010: Biodiversidad, biocapacidad y desarrollo”. WWF Internacional. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/informe-planeta-vivo-2010-biodiversidad-biocapacidad-desarrollo>

SOBRE LOS AUTORES

Natalia Muñoz: Profesora asociada, Departamento de Diseño y Fabricación, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España

José Luis Santolaya: Profesor Contratado Doctor, Departamento de Diseño y Fabricación, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España

Anna Biedermann: Profesora asociada, Departamento de Diseño y Fabricación, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España

La Revista Internacional de Sostenibilidad busca crear un marco intelectual de referencia y de diálogo interdisciplinar a través de teorías innovadoras y prácticas de sostenibilidad.

La Revista Internacional de Sostenibilidad emplea un sistema de revisión por pares, apoyado en rigurosos procesos de clasificación de artículos conforme a criterios académicos y comentarios cualitativos, para asegurarse de que sólo los trabajos intelectuales de gran sustancia e impacto sean publicados.

La Revista Internacional de Sostenibilidad es una publicación académica sujeta a revisión por pares.