

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CICLO DE VIDA Y LA CADENA DE  
PRODUCCIÓN EN PIEZAS DE MATERIAL P.O.P Y DE EXHIBICIÓN COMERCIAL

Guillermo Castaño Vélez  
Enero 2017

Universidad de Manizales  
Facultad de Ciencias Económicas, Contables y Administrativas  
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

## **RESUMEN**

En el presente trabajo se revisó la metodología del análisis del ciclo de vida, aplicado a un volumen de producción de 15.000 piezas de material POP elaboradas en poliestireno. Se analizaron los impactos ambientales del producto en sus diferentes etapas, desde que se produce hasta que se desecha, apoyándose en la metodología de los Eco-indicadores 99, la cual le asigna un valor numérico comparativo a cada etapa del análisis, esto con el fin de detectar en que parte del proceso de producción y consumo ocurren los impactos ambientales más significativos. Por último, basándose en los análisis de los resultados generar propuestas metodológicas y objetuales que desde el diseño industrial permitan reducir y en lo posible eliminar las cargas ambientales negativas del producto.

**Palabras Claves: Análisis del Ciclo de Vida, Eco-indicadores, Producción más limpia, Diseño Sostenible. Eco-Diseño.**

## **ABSTRACT**

In the present work, the methodology of the life cycle analysis was revised, applied to a production volume of 15.000 polystyrene pieces. The environmental impacts of the product were analyzed in its different stages, from the time it is produced until it is discarded, based on a methodology called the Eco-indicators 99, which assigns a comparative numerical value to each stage of the analysis, this in order to detect in which part of the process occur the most significant environmental impacts with the purpose of generating methodological and objectual proposals that from the industrial design allow to reduce and, where possible, to eliminate the negative environmental loads of the product.

**Key Words: Life Cycle Analysis, Eco-indicators, Cleaner Production, Sustainable Design. Eco-Design**

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	7
2.	PROBLEMATIZACIÓN .....	11
2.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	11
2.2	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	14
2.3	OBJETIVOS .....	15
2.3.1	OBJETIVO GENERAL.....	15
2.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2.4	JUSTIFICACIÓN .....	15
2.5	HIPÓTESIS.....	17
3.	DISEÑO TEÓRICO.....	18
3.1	EL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO.....	18
3.2	ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA.....	19
3.2.1	Etapas del Ciclo de Vida .....	20
3.2.2	Fases de un Análisis del Ciclo de Vida .....	23
3.3	P.O.P Y EXHIBICIÓN COMERCIAL .....	24
3.3.1	OBJETIVOS DEL P.O.P.....	25
3.3.2	TIPOLOGÍAS DEL P.O.P.....	26
3.3.3	ECODISEÑO.....	31
3.3.4	METODOLOGÍAS DE ECODISEÑO.....	33
A	- LA ECONOMÍA AZUL.....	33
B	- DE LA CUNA A LA CUNA (C2C) .....	35
D	- ECO-INDICADORES 99.....	36
4.	ANTECEDENTES .....	39
A	- POP Y SISTEMAS DE EXHIBICIÓN COMERCIAL .....	39
B	- ECODISEÑO.....	42
C	- ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA.....	44
5.	ABORDAJE METODOLÓGICO .....	49
5.1	ESTUDIO DE CASO .....	49
5.2	RECOLECCIÓN DE DATOS .....	51
5.2.1	Objetivo y alcance del estudio .....	51
5.2.2	Análisis de inventario.....	52
A	- Etapa creativa .....	53
B	- Etapa de consecución de materias primas y fabricación .....	54
C	- Etapa de ensamble, embalaje y transporte .....	55
D	- Etapa de gestión de residuos .....	56
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	57
6.1	TRABAJO DE CAMPO.....	57
6.1.1	Descripción de la unidad de análisis.....	57

6.1.2	Análisis de inventario.....	58
	A -Etapa Creativa.....	60
	B – Consecución de materias primas .....	61
	C – Fabricación y transporte .....	64
	D – uso .....	70
	E – Desuso .....	70
7.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	72
7.1	Primeras conclusiones.....	72
7.2	Grado de Afectación a los ecosistemas generado por el flanger.....	74
7.2.1	El impacto ambiental del poliestireno y otros plásticos.....	75
7.2.2	Problemática Ambiental en el sector del acero .....	80
7.3	Características del impacto ambiental y recomendaciones de mitigación para la pieza de material P.O.P flanger. ....	81
	A – Etapa creativa .....	82
	B – Etapa de consecución de materias primas y fabricación .....	83
	C – Etapa de ensamble, embalaje y transporte .....	91
	D - Etapa de uso y desuso .....	95
8.	CONCLUSIONES .....	96
9.	BIBLIOGRAFÍA .....	99
10.	ANEXOS .....	101
	A - ANEXO: Tablas del Eco-indicar 99.....	101
	B - ANEXO: Método para calcular el Eco-Indicador.....	106
	C - ANEXO: Tablas de campo para el análisis y cálculo del Eco-Indicador 99..	113

Evaluación del impacto del ciclo de vida y la cadena de producción en piezas de material P.O.P y de exhibición comercial

## 1. INTRODUCCIÓN

El Planeta Tierra está sufriendo las consecuencias de la revolución industrial que empezó a darse en Inglaterra a mediados del siglo XIX, y que tomó mayor fuerza al principio del siglo con la invención por parte de Henry Ford de lo que se conoce como la cadena de ensamble, la cual permitió que las empresas generaran productos en masa y a bajo costo, estando así al alcance de la gran mayoría de ciudadanos del planeta. En aquella época no se tenía un panorama de lo que se podía causar en términos ambientales dicho sistema enfocado al consumo masivo, no había un precedente anterior con el cual compararse. La situación se puso en evidencia 50 años después, en las décadas de los 70's y 80's donde un grupo de personas se dio cuenta que las calles, los ríos, los mares y los rellenos sanitarios estaban llenos de objetos industriales obsoletos, los cuales tenían ciclos de vida programados y demasiado cortos, lo que se conoce como "*obsolescencia programada*". En conclusión, los productos estaban diseñados para fallar obligando de cierta manera al usuario a adquirir uno nuevo. Esta es una problemática general de todos los productos industriales, se diseñan, se producen, se empaacan, se transportan, se venden, se botan, rompiendo de esa manera la cadena del producto. Un ejemplo actual se da con los teléfonos celulares, donde las empresas productoras se dedican a sacar un producto nuevo cada 6 meses haciendo el que se compró hace poco, un producto obsoleto, creando necesidades innecesarias a costa de un lujo aparente.

Las empresas de P.O.P no se escapan a esta realidad, entendemos el P.O.P como material de promoción para punto de venta o por sus siglas en inglés Point of Purchase, donde el volumen de producción no es tan alto como en empresas grandes (Samsung, Sony), pero donde si los ciclos de vida son más cortos y donde las piezas producidas tienen más posibilidades de convertirse en desecho ya que son productos que son de una mano, como pasa de manera similar con los empaques de alimentos y productos desechables, en otras palabras, productos diseñados para usarse una vez. A esto se le suma el costo vs beneficio, donde se usan materiales de baja calidad, con pocas posibilidades de reciclaje a favor de una mayor ganancia a la hora de la venta.

Se entiende por material P.O.P como aquel material publicitario que utilizan las empresas comercializadoras y/o productoras de bienes de consumo para afianzar sus marcas en el consumidor a la hora de hacer sus compras. “Invisible” para muchos consumidores, el material P.O.P está presente en la gran mayoría de locales comerciales del país, desde las tiendas de barrio hasta en las grandes cadenas de supermercados.





*Figura 1. 1- Metodología académica del proceso de diseño. Fuente: Bruno Munari, Cómo nacen los objetos. (Munari, 1981)*

Teniendo en cuenta la situación anterior, hay que recalcar que la gran mayoría de productos de consumo son realizados por diseñadores industriales, cayendo gran parte de la responsabilidad ambiental en ellos, sin embargo, las metodologías de diseño vigentes en el ámbito educativo, como las del argentino Bruno Munari (Fig.Nro.1.1), excluye la sostenibilidad del producto y el post – consumo, entendiendopost consumo como el momento en que el usuario final da por finalizado la vida útil del producto donde eventualmente pasa a convertirse en desechos industriales. En este punto se hace la pregunta, ¿de quién es la responsabilidad de la pieza una vez finalice su ciclo de vida? , ¿Del comerciante?, ¿Del cliente?, y en es en este mismo punto donde el diseñador industrial entra en juego involucrando un componente ambiental, sostenible, desde el primer

momento que es el *problema de diseño* y llevándolo más allá de la *verificación*, hasta el punto donde el producto finalice su vida útil y se pueda convertir en materia prima para otro producto, y no quedar obsoleto en un relleno sanitario u otros lugares donde su impacto ambiental puede ser aún mayor. Dicha metodología, no solo debe abordar al producto *per se*, también debe integrar todo lo que rodea al producto, que es extrínseco a lo físico del objeto, tal como los métodos de producción, mano de obra, empaque y embalaje, transporte y almacenamiento.

## 2. PROBLEMATIZACIÓN

### 2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, las empresas, sobre todo PYMES<sup>1</sup>, implementan “end of pipe solutions”<sup>2</sup>, que según (Cadena & Quiroz, 2000) “corresponde al manejo de los residuos domésticos e industriales al final del proceso productivo, en los que los residuos sólidos son llevados a vertederos, las emisiones gaseosas son lavadas o filtradas y las emisiones líquidas son sometidas a diversos tratamientos” (pág. 2). En la mayoría de los casos es debido a que, para las Pymes hacer una inversión para reducir impactos ambientales de sus productos es imposible debido a que estas tecnologías son costosas, por eso solo cumplen con las condiciones necesarias para no perder su licencia de funcionamiento.

Hay un segundo concepto, que se puede denominar como *enfoque integral preventivo*, el cual (Cadena & Quiroz, 2000) define como “aquel que pone énfasis en una mayor eficiencia de utilización de los recursos materiales o materias primas y los recursos energéticos, de modo que se incrementen simultáneamente la productividad y la competitividad.” (pág. 2). Dicho enfoque exige una continuidad en todo el proceso de producción y distribución para reducir y/o eliminar los daños causados al ser humano y al

---

1 Siglas para Pequeñas y Medianas Empresas.

2 Soluciones a final de tubo.

entorno que lo rodea, y por esto en Colombia, desde el Ministerio de Ambiente se promueve una política de producción limpia y consumo sostenible, la cual enuncia que:

“El capital natural de Colombia es el patrimonio que heredarán las futuras generaciones y la fuente del desarrollo del país. Para conservarlo, se requiere de un crecimiento económico diferente. Este nuevo modelo parte de la eficiencia económica que evita externalidades y da el valor que corresponde a todos los bienes y servicios ambientales y un cambio de paradigma hacia una producción cíclica, con criterios ambientales a lo largo del ciclo de vida del producto”. (Viceministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Es en este enfoque integral preventivo en donde se ubica la metodología a usar en este proyecto de investigación, el análisis del ciclo de vida o ACV, el cual ayuda a identificar los momentos en que los impactos ambientales ocurren, y el cómo y por qué ocurre, haciendo unas recomendaciones para el mejoramiento del sistema-producto en cuanto a los impactos ambientales se refiere. Anteriormente, la solución a este tipo de problemas se encontraba en el primer enfoque descrito, si el producto contamina pues se hace con materiales reciclables, que de una manera u otra es, de manera coloquial, “tirarle la pelota a otro” para que soluciones el problema. Si bien no es una técnica novedosa, ya que se lleva utilizando en empresas europeas desde principios de la década del 90, en Colombia hay pocos casos documentados, y en el área del P.O.P hay nulidad de casos.

Las piezas de material P.O.P y exhibición comercial son elaboradas, en su gran mayoría con materiales plásticos, celulósicos y metálicos, materiales que con un manejo de residuos inadecuados llegan a convertirse en un problema de desechos de grandes proporciones debido a las siguientes razones:

- Las piezas de material POP están diseñadas para durar en promedio de 3 a 5 meses.
- El volumen de producción de algunas piezas, sobre todo las plásticas, puede llegar a los 50.000.
- La cadena de uso de las piezas es la siguiente, empresa productora, cliente, comerciante. Una vez se hace la entrega al comerciante final llámese tendero, pequeño comerciante, hipermercados, almacenes de cadena, estos no se hacen responsables de la disposición de las piezas, convirtiéndolas en desechos.

Teniendo en cuenta la cadena de uso anterior, se encuentra un problema en los canales tradicionales, conocidos generalmente como tiendas de barrio en donde existe una saturación evidente en cuanto a material P.O.P se refiere. Dicho problema se resume en que la empresa distribuidora de P.O.P, llámese Postobón, Coca Cola o Bavaria, solo por dar un ejemplo, no tienen un proceso logístico para la recolección y disposición del material P.O.P en tiendas de barrio, lo que conlleva a que materiales altamente contaminantes como el poliestireno terminen dispuestos de manera incorrecta en vertederos, ríos o cuerpos de agua, o incinerados, generando diversos tipos de contaminación, esto solo abarca el problema de desuso de la pieza de P.O.P.

Dicho lo anterior no se ha tenido en cuenta los momentos anteriores a este, queriendo decir, la transición que ocurre cuando la pieza deja de ser una idea y pasa a ser un producto. Estos momentos a su vez representan una fuente de impactos ambientales representadas en gastos energéticos por procedimientos industriales, elaboraciones de materia prima por polimerización y eventuales externalidades generadas a partir de dichos procesos.

La causa de lo anterior, como se especifica al principio del documento, es la falta de herramientas metodológicas que desarrollen el producto como un sistema que se mueve a través del tiempo, y que impacta de diferentes maneras el medio ambiente en el transcurso del mismo.

## **2.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es el impacto ambiental generado por la producción de piezas de material P.O.P y exhibición comercial, desde los procesos de diseño a los de des-uso en Bogotá?

## **2.3OBJETIVOS**

### **2.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar el impacto del Ciclo de Vida de piezas de material P.O.P y exhibición comercial desde los procesos de diseño a los de des-uso en Bogotá.

### **2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir la afectación en el ecosistema a partir de una evaluación de los ciclos de vida de piezas de material P.O.P. y sus componentes.
- Identificar las características, la calidad y el impacto ambiental en el diseño y la producción de material P.O.P.

## **2.4JUSTIFICACIÓN**

La gran mayoría de empresas de P.O.P de la ciudad de Bogotá se encuentran dentro de la categoría de las PYMES<sup>3</sup>. La inversión en tecnologías para producción limpia es muy grande y sobrepasa los presupuestos de estas empresas, por esto las empresas deben apoyarse en las metodologías y herramientas que les permitan mejorar su productividad y aumentar el valor no solo económico sino comercial de sus productos. Siendo unas de las empresas que más contribuye a la contaminación visual y a la generación de residuos por publicidad, el ACV es una herramienta óptima para estas, ya que no solo permite el diseño

---

3 Pequeñas y Medianas Empresas

y la producción de productos ambientalmente aceptables, sino que también ayuda a reducir gastos operativos debido a que dicho análisis permite la optimización de materias primas y consumos energéticos.

Al mismo tiempo el presente trabajo pretende materializarse como una nueva herramienta para diseñadores y directores de producto. Ya que combina dos de las metodologías más usadas por grandes empresas para asegurar un producto sostenible, como son el análisis del ciclo de vida y los Eco-Indicadores 99. Dichas herramientas no solo son aplicables a las piezas de material publicitario P.O.P sino también se puede extender a todos los productos dependiendo de su complejidad, permitiendo tomar decisiones desde el proceso de diseño y planeación del producto.

Y de último, pero no menos importante, se puede referenciar el aporte al medio ambiente. Bogotá es una ciudad que resalta por su pobre manejo ambiental, en especial por la problemática de los humedales de la ciudad, ya que estos actúan como una esponja y se encargan de captar el agua lluvia para devolverlas a las fuentes hídricas subterráneas. Estos se encuentran en peligro ambiental, debido a que se disponen residuos inadecuadamente en estos cuerpos de agua, en su gran mayoría plásticos. Hay que tener en cuenta que el aporte potencial del proyecto, no solo se limita a los productos de publicidad en punto de venta, sino a todos los productos plásticos similares como empaques y envases, y el cual,



si se lleva a cabo en diferentes empresas del mismo sector, los beneficios para el manejo ambiental de los residuos generados por el uso de estos materiales es algo a tener en cuenta.

## **2.5HIPÓTESIS**

La producción de piezas en material P.O.P (diseño, producción, distribución y consumo) son factor de externalidades negativas y contaminación ambiental, y no contribuyen a procesos de recuperación y re-uso.

### 3. DISEÑO TEÓRICO

#### 3.1 EL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO

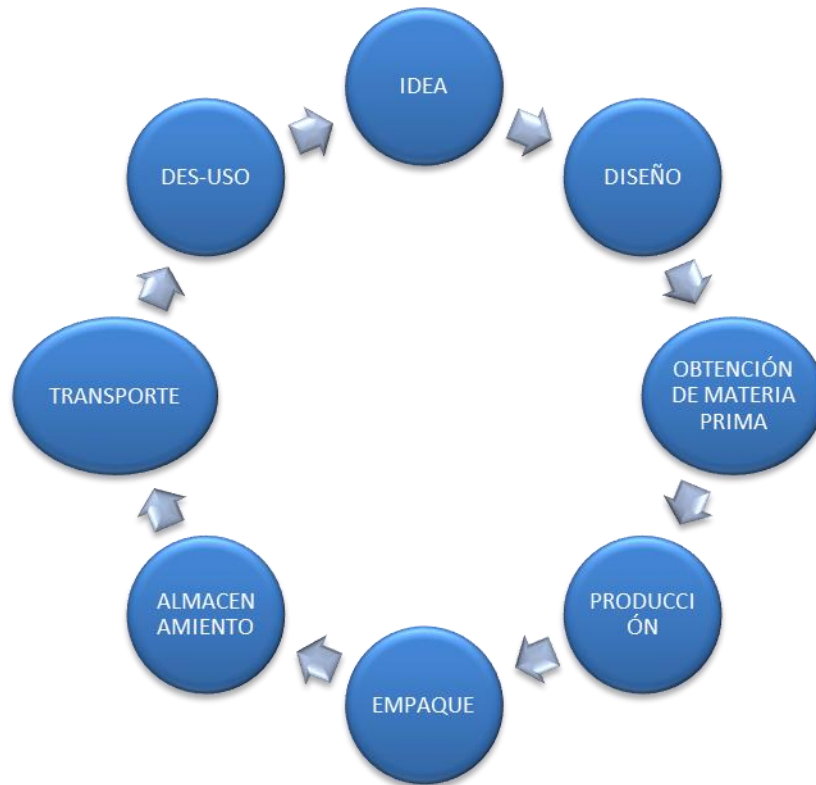
La definición clásica del diseño industrial según (Lobach, 1976) dice que “Los productos industriales son objetos encaminados a cubrir una determinada necesidad y que una vez proyectados se fabrican idénticos para un gran número de personas”.(pág. 39). Esta definición está acuñada en una época en donde los productos se producían de forma masiva, sin pensar en su desuso, generando de esta manera una trayectoria lineal del ciclo de vida, la cual se puede observar en la figura 3.1.



*Figura 3. 1 – Representación de una trayectoria lineal de vida del producto. Fuente: Elaboración propia.*

Debido a la crisis ambiental, los métodos de producción y diseño dieron un vuelco, dejando a un lado la trayectoria de vida lineal y pasar a la aplicación de un concepto cíclico. Este ciclo de vida tiene como objetivo que tanto diseñador, productor y consumidor tenga en cuenta que el producto no muere en el momento en que sale de las manos del usuario final. El des-uso del producto debe generar otra idea enmarcada en un proyecto de diseño o producción, permitiendo generar nuevos productos, reciclar materias primas o re-

manufacturar el producto.



*Figura 3. 2 - Representación de una trayectoria cíclica de vida del producto. Fuente: Elaboración propia*

### **3.2 ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA**

El Análisis de Ciclo de Vida o ACV, es una herramienta metodológica de Eco-diseño que sirve para medir el impacto ambiental de un producto, proceso o sistema a lo largo de todo su ciclo de vida, el cual comprende desde el momento en que se obtienen las materias primas y se extiende hasta que el producto o proceso llega a la etapa residual. El ACV Se basa en la recopilación y análisis de las entradas y salidas del sistema para obtener unos

resultados que muestren sus impactos ambientales potenciales, con el objetivo de poder determinar estrategias para la reducción de los mismos.

La principal característica de esta herramienta es su enfoque holístico, es decir, que se basa en la idea de que todas las propiedades de un sistema no pueden ser determinadas o explicadas solo de manera individual por las partes que lo componen. Es necesaria la integración total de todos los aspectos que participan; de ahí el concepto de tener en cuenta todo el ciclo de vida del sistema (Ihobe, 2009).

Según la norma ISO-14040, “el análisis del ciclo de vida (ACV), es una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados a un producto: compilando un inventario de las entradas y salidas relevantes de un sistema, evaluando los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas y salidas, e interpretando los resultados de la fase de inventario e impacto en relación con los objetivos de estudio”. (ICONTEC, 2007).

### **3.2.1 Etapas del Ciclo de Vida**

Para hacer un ACV efectivo y medir con precisión las entradas y las salidas del sistema, se tiene que dividir dicho sistema en subsistemas los cuales hacen referencia a los momentos o etapas en donde el ciclo de vida cobra importancia y los cuales definen la trayectoria del

producto. Dichas etapas las describe el ICONTEC<sup>4</sup> en su norma ISO 14040 (ICONTEC, 2007), y son las siguientes:

- **Adquisición de materias primas:** No solo se considera la elaboración del material como tal, también hay que tener en cuenta el *gasto energético* para su elaboración tanto como su *transporte y almacenamiento*. La adquisición de materias primas también incluye la extracción de materiales no renovables que son procesados y preparados usando procesos industriales nocivos para el ambiente que eventualmente generan residuos y son dispuestos en acuíferos en forma de químicos. Ejemplo de esto incluye la polimerización del etileno en poliestireno, material usado en gran mayoría de las piezas de material P.O.P.
- **Proceso y fabricación:** Engloba todos los métodos productivos necesarios para convertir la materia prima en producto. Esto incluye todos los materiales directos e indirectos que se necesitan para la realización del producto. Catalizadores y solventes son ejemplos de materiales directos, que no hacen parte del producto final. Herramientas son un ejemplo de materiales indirectos, los cuales tienen un gasto energético. Recursos como desarrollo, desarrollo de prototipo también se incluyen en esta etapa.

---

<sup>4</sup> Instituto Colombiano de Normas Técnicas

- **Distribución y transporte:** La distribución consiste en los sistemas de empaque y transporte usados para contener, proteger y transportar los productos procesados. Materiales de transferencia como elevadores y válvulas, carros de transporte y vagones también hacen parte de este componente al igual que las bodegas de almacenamiento son necesarias para la distribución.
- **Uso, reutilización y mantenimiento:** Se analiza hasta que cumple su función de servicio, así mismo como de igual forma se analizan los gastos de materiales y consumos energéticos utilizados para este fin. Por ejemplo, un automóvil en su proceso de uso tiene uso de combustibles y genera emisiones, y en su mantenimiento están involucrados otros componentes como los repuestos, el agua que se usa para lavarlo, etc.
- **Reciclaje:** agrupa todos los procesos de recolección de producto y separación de materiales en su etapa final, gestionando que porcentaje del producto se puede reintegrar a la cadena productiva y ser reciclado, reutilizado, re-manufacturado o desechado. Esta etapa también incluye todos los procesos y procedimientos relacionados.
- **Gestión de los residuos:** Esta etapa analiza el resultado de la separación de

residuos, si hay desechos, que estos sean depositados de manera adecuada. En el caso del porcentaje del producto que entra de nuevo a la cadena productiva, que se gestione como nueva materia prima para productos nuevos.

### 3.2.2 Fases de un Análisis del Ciclo de Vida

Cuando se habla de las fases de un ACV, se habla de las partes de las cuales consta la metodología, y no se debe confundir con las etapas. Las etapas son, los momentos del ciclo de vida del producto en donde se va a hacer el análisis, difieren de las fases que son los momentos del ACV como tal, esto quiere decir, los pasos a seguir para realizar un análisis del ciclo de vida exitoso. Se vuelve a citar la a norma NTC-ISO 14040 (ICONTEC, 2007), ya que esta recoge los conceptos teóricos y técnicos a tener en cuenta:

- **Definición de Objetivos y Alcance:** Define el objetivo y el uso previsto del estudio, así como el alcance de acuerdo con los límites del sistema, la unidad funcional y los flujos dentro del ciclo de vida, la calidad exigida a los datos, y los parámetros tecnológicos y de evaluación (ICONTEC, 2007).
- **Desarrollo del Inventario de Ciclo de Vida (ICV):** Es la fase del ACV en la que se recogen los datos correspondientes a las entradas y salidas para todos los procesos del sistema de producto (ICONTEC, 2007).

- **Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida (EICV):** Es la fase del ACV en la que el inventario de entradas y salidas es traspasado a indicadores de potenciales impactos ambientales al medio ambiente, a la salud humana y a la disponibilidad de recursos naturales (ICONTEC, 2007).
- **Interpretación:** Es la fase del ACV en la que los resultados del ICV y el EICV son interpretados de acuerdo al objetivo y alcance marcados inicialmente. En esta fase se realiza un análisis de los resultados y se marcan las conclusiones (ICONTEC, 2007).

### **3.3 P.O.P Y EXHIBICIÓN COMERCIAL**

Los sistemas de exhibición P.O.P o por sus siglas en inglés Point of Purchase, o exhibición en punto de venta, son herramientas publicitarias cuyo papel se centra específicamente en la construcción de marca e impulsar la decisión de compra de determinado producto. El material P.O.P, como se puede deducir de sus siglas, se encuentra ubicado en los lugares donde se vende el producto, que en el caso de Colombia se pueden dividir en dos canales principales, denominados, canal moderno y canal tradicional. El canal moderno incluye los formatos de grandes cadenas y supermercados (SIC, 2012) , mientras el canal



tradicional se encuentra conformado por las tiendas de barrio, los superetes<sup>5</sup> o minimercados (SIC, 2012).

### 3.3.1 OBJETIVOS DEL P.O.P

Si bien el objetivo principal de P.O.P, como de todo material publicitario es vender, hay otros beneficios de los cuales las marcas se pueden ver favorecidas si se lleva una correcta estrategia de diseño y publicidad. Desde la experiencia y la vida profesional, diseñar una pieza de P.O.P, se debe abordar como un instrumento para facilitar la venta y al mismo tiempo permitir la visibilidad de la marca y aumentar el consumo, pero desde la literatura no hay un acercamiento directo hacia los objetivos ya que la literatura sobre material P.O.P en el mercado es reducida. Dicho material se puede tratar como un medio publicitario, y teniendo en cuenta esto, Mario de la Garza en su libro Promoción y ventas (Gorostieta, 2001), hace un acercamiento de los objetivos al que todo material publicitario debe apuntar, los cuales se describen a continuación:

**Posicionar el diferencial de una marca:** Las marcas hoy en día se parecen más y ofrecen similares beneficios a precios muy competitivos, por esto uno de los objetivos del P.O.P es mostrar las bondades de la marca y formar un vínculo con el consumidor.

---

5 Tienda de barrio con espacios para góndola

**Incrementar el share of market:** share of market se puede interpretar como una porción del mercado. El P.O.P debe permitir a la marca captar más consumidores que la competencia.

**Captar mayor cantidad de consumidores:** el P.O.P debe permitir al consumidor formar un vínculo emocional con la marca.

**Mejorar imagen institucional:** dicho vínculo emocional con la marca debe estar representado por medio de valores institucionales y bondades del producto que de una forma u otra genera un pensamiento positivo por parte del consumidor, por ejemplo, productos amigables con el medio ambiente deben verse representados desde el P.O.P con ese tipo de valores.

**Aumentar awareness y naming:** el P.O.P debe generar un estado de conciencia del producto. El consumidor, así consuma o no el producto, debe saber que esa opción existe en el mercado.

### **3.3.2 TIPOLOGÍAS DEL P.O.P**

Las tipologías del P.O.P se desarrollan a partir de la evolución de los canales de venta, a medida que los canales evolucionan el material P.O.P evoluciona. Por esa razón los canales

de venta también tienen su clasificación, los cuales, según la superintendencia de industria y comercio (SIC, 2012) son *canal tradicional* (tiendas de barrio) y *canal moderno* (supermercados). Las tipologías se desarrollan a partir de los “espacios en blanco”<sup>6</sup>, de tal manera que se aprovecha la totalidad del espacio, generando nuevas oportunidades de negocios y exhibición. A continuación, se presentarán las diferentes tipologías de material P.O.P que se comercializan en Colombia. **Cabe resaltar que las imágenes y diseños mostrados como referencia son de diseño y elaboración propia, los cuales son propiedad intelectual de la empresa DIPRO S.A de la ciudad de Bogotá.**

## ISLA

**Función:** Exhibir, mostrar, presentar, exponer y proyectar al público usuarios un producto o una gama de productos en un punto de venta. Llamar la atención de los usuarios, por medio de su estética formal y gráfica publicitaria, con el fin de contribuir en la percepción de los usuarios de los productos exhibidos (Arévalo, 24).

**Medidas promedio:** 160x60x60cm.

**Canal de ubicación:** Canal Moderno.

**Materiales más frecuentes:** Cartón, plástico, metal, madera.



<sup>6</sup> Se refiere a espacios en blanco a aquellos espacios donde no hay producto, y al mismo tiempo no interfiere con la circulación del comprador.

## ROMPETRÁFICO

**Función:** Llamar la atención de los usuarios por medio de su estética formal y gráfica publicitaria, con el fin de contribuir en la percepción de los usuarios de los productos publicitados; a la vez que presenta características de dichos productos (Arévalo, p11).

**Medidas promedio:** 60x120cm.

**Canal de ubicación:** Canal Moderno.

**Materiales más frecuentes:** Plástico, cartón.



## HABLADOR

**Función:** Llamar la atención de los usuarios por medio de su estética formal y gráfica publicitaria, con el fin de contribuir en la percepción de los usuarios de los productos publicitados; a su vez que presenta características de dichos productos y servicios (Arévalo, p13).

**Medidas promedio:** 20x35cm.

**Canal de ubicación:** Canal Moderno, Canal Tradicional.

**Materiales más frecuentes:** Plástico, cartón



## PUNTA DE GÓNDOLA

**Función:** Exhibir, mostrar, presentar, exponer y proyectar al público o usuarios un producto o una gama de productos en una góndola, especialmente en la punta de góndola. Llamar la atención de los usuarios, por medio de su estética formal y gráfica publicitaria, con el fin de contribuir en la percepción de los usuarios de los productos exhibidos (Arévalo, p22).

**Medidas promedio:** 90x45x2000.

**Canal de ubicación:** Canal Moderno.

**Materiales más comunes:** Plástico, cartón, metales, madera.



## PUNTO DE DEGUSTACIÓN

**Función:** Exhibir, mostrar, presentar, exponer y proyectar al público o usuarios un producto o una gama de productos en un punto de venta. Llamar la atención de los usuarios, por medio de su estética formal y gráfica publicitaria, con el fin de contribuir en la percepción de los usuarios de los productos exhibidos. Dar muestras de producto a los usuarios para probar su calidad (Arévalo, p27).

**Medidas promedio:** 50x50x100cm

**Canal de ubicación:** Canal Moderno.



**Materiales más comunes:** Plástico, metal, madera.

## FLANGER

**Función:** Comunicar y llamar la atención de los usuarios, por medio de su estética formal y gráfica publicitaria, con el fin de contribuir en la percepción de los usuarios de los productos publicitados; a su vez que presenta características de dichos productos/servicios (Arévalo, p38).

**Medidas promedio:** 50x35cm

**Canal de ubicación:** Canal Tradicional.

**Materiales más comunes:** Plástico.



## DISPENSADOR

**Función:** Exhibir, mostrar, presentar, exponer y proyectar al público o usuarios un producto o una gama de productos en un punto de venta. Llamar la atención de los usuarios, por medio de su estética formal y gráfica publicitaria, con el fin de contribuir en la percepción de los usuarios de los productos exhibidos.

Dispensar una porción o unidad determinada de producto (Arévalo, p45).

**Medidas promedio:** Depende del producto.

**Canal de ubicación:** Canal Moderno, Canal Tradicional.



**Materiales más comunes:** Cartón.

### 3.3.3 ECODISEÑO

El Eco-diseño según (Félix Sanz, 2014) “consiste en integrar los aspectos ambientales en la concepción y desarrollo de un producto, con el objetivo de mejorar su calidad y, a la vez, reducir los costes de fabricación, a través de metodologías basadas en el estudio de todas las etapas de su vida (Ciclo de Vida del Producto) desde la obtención de materias primas y componentes hasta su eliminación y reciclado una vez desechado” (pág. 9).

En el Eco-diseño, la variable medio ambiental es tenida en cuenta y está en el mismo nivel que otros atributos funcionales del producto como la ergonomía, la estética, la semiología, la calidad etc. Desviándose de esa manera de las metodologías tradicionales de diseño en donde no hay un componente ambiental integral en todo el proceso de diseño.

El Eco-diseño permite reducir la degradación de los ecosistemas, el impacto directo en la salud humana y el agotamiento de los recursos naturales. La importancia del planteamiento de todo el ciclo de vida del producto radica en que permite identificar de un modo claro todas las entradas y salidas del proceso que suponen un impacto (no sólo las producidas en la propia fábrica o en una etapa concreta del ciclo). El siguiente paso será reducir al mínimo la cantidad y la toxicidad de las entradas (materiales y energía) y las salidas (emisiones y residuos) en cada fase, buscando el balance adecuado para minimizar el impacto global del producto, según (Félix Sanz, 2014, pág. 12), tenemos que:

- Al reducir el consumo de energía se mejora la gestión ambiental y se reducen costes de producción.
- Al minimizar la cantidad de material utilizado y utilizar materiales renovables o más fáciles de reciclar, se reduce el consumo de recursos y el coste de la materia prima.
- Al optimizar las técnicas de producción, se reduce el tiempo de entrega, se minimiza el impacto ambiental de los procesos y además la empresa mejora su capacidad innovadora.
- Optimizar el volumen y el peso de un producto, junto con el empleo racional del embalaje repercute en un consumo menor de materiales y menor gasto de energía en el transporte con la consiguiente disminución de costes.
- Al reducir consumibles y energía durante el uso del producto, se reducen emisiones y el coste al usuario.
- Al favorecer el mantenimiento y la reparación se alarga el ciclo de vida útil del producto y se consumen menos recursos.
- Al reducir el contenido de componentes tóxicos y peligrosos, se reduce el impacto directo sobre la salud humana.
- Al disminuir las emisiones (sobre el agua, el aire y el suelo) se reduce la degradación de los ecosistemas.
- Al favorecer el uso de productos más ecológicos, se contribuye a mejorar el ecosistema y la salud de la humanidad, así como a conservar los recursos naturales.



### **3.3.4 METODOLOGÍAS DE ECODISEÑO**

Se pueden encontrar una gran variedad de metodologías de diseño. Dependiendo el tipo de producto que se esté planificando, hay una metodología que se adapta a las necesidades del diseñador. Se pueden destacar las metodologías de diseño de Nigel Cross (Cross, 2008), donde se describen las estrategias de diseño y producción de diferentes tipos de productos, así como la citada anteriormente de Bruno Munari (Munari, 1981). Dichas metodologías suplen las necesidades del diseñador y del consumidor, mas no incluyen un componente que supla las necesidades medioambientales de un planeta que se encuentra en crisis. Las metodologías citadas a continuación hacen un esfuerzo por eliminar las cargas ambientales de la producción en masa, de la cual los diseñadores industriales son directos responsables, y suplen en cierta forma ese componente faltante de las metodologías de diseño tradicionales.

#### **A - LA ECONOMÍA AZUL**

La economía azul es un concepto introducido por Gunter Pauli en el año 2010. Dicho concepto se basa en la premisa que los diseñadores, arquitectos, científicos y demás profesionales tienen que mirar a la naturaleza como una fuente de inspiración a la hora de realizar productos. Esto incluye según dejar la química<sup>7</sup> que tanto daño le genera al planeta

---

<sup>7</sup> El autor hace referencia a los productos químicos como jabones, derivados del petróleo y otros compuestos usados para realizar productos.

y enfocarse en mirar hacia la física de la naturaleza y la forma como ella misma resuelve sus propios problemas. Esto quiere decir que hay que eliminar el concepto de desecho, y asegurar que el desperdicio de una actividad productiva como por ejemplo, la producción de café o la siembra de caña de azúcar<sup>8</sup> convierta sus desechos en materia prima para sembrar setas con alto valor proteico y convertir el bagazo de la caña en polímeros para reemplazar los altamente contaminantes plásticos derivados del petróleo.

Lo anterior no solo aplica a procesos, sino a productos. Un ejemplo muy característico de esto es el Nanopass-33, la cual es una aguja para inyectar insulina en el torrente sanguíneo. Según el autor (Pauli, 2010), el japonés Masayuki Okano, ingeniero de diseño, hizo una observación exhaustiva del mosquito tropical, el cual puede extraer sangre del cuerpo humano sin dolor alguno y adaptó el apéndice del mosquito a una aguja de acero templado la cual se puede introducir en la piel sin dolor alguno ayudando así a los pacientes con diabetes que dependen de inyecciones diarias para su bienestar.

La economía azul no proporciona una metodología precisa para la elaboración de productos, más bien da una nueva forma de aplicar los conceptos funcionales de la naturaleza y aplicarlos a soluciones innovadoras que solucionen problemas y al mismo tiempo ayuden a la conservación y no degradación del planeta.

---

<sup>8</sup> Estas dos actividades agrícolas tienen la menor cantidad de aprovechamiento de biomasa, el caso del café se desperdicia un 98%.

## **B - DE LA CUNA A LA CUNA (C2C)**

Así como la Economía Azul, el objetivo principal que plantea C2C es crear un flujo cerrado en materia basado en los ciclos naturales y creando valor apoyándose en la ecoefectividad (McDonough & Braungart, 2002). EL concepto es introducido por el químico Michael Braungart y el arquitecto William McDonough en su libro *cradle to cradle: rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. En el documental 100% hecho de basura (100% Hecho de Basura, 2009) basado en este nuevo paradigma productivo, el arquitecto McDonough afirma que basura es igual a alimento, lo que él denomina **sistema de producto inteligente**, dicho sistema dice que en biología los residuos vuelven a la naturaleza y se convierten en energía para otros procesos biológicos, al tiempo que afirma que los sistemas productivos deben comportarse de la misma manera. Como por ejemplo textiles que al final de su vida útil se convierten en abono natural para las plantas.

La idea principal es eliminar el concepto de desperdicio o desecho, inclusive a la hora de reciclar el material. Según McDonough (McDonough & Braungart, 2002), el reciclaje no se debería llamar reciclaje sino “downcycling” ya que cuando se recicla un material siempre se pierde calidad del mismo y eventualmente, después de cumplir los ciclos de reciclaje que el material puede tener, inevitablemente se irá a un incinerador generando emisiones de CO<sub>2</sub> o a un relleno sanitario. En su lugar propone un nuevo modelo holístico donde todas las áreas de conocimiento estén integradas para general un producto el cual no

tenga que reciclarse sino volverse materia prima para un proceso natural, en otras palabras, volver a la naturaleza en forma de energía.

Otro concepto interesante del paradigma CSC es el de diseño para el desmontaje. Como ya se ha dicho antes, el paradigma C2C elimina el concepto de reciclaje ya que lo considera igual de nocivo para el ambiente que el desecho, en vez de eso se generan materiales que en el caso de que no se puedan reciclar infinitamente pueden servir de materia prima para la naturaleza en forma de abono. Es donde entran aquellos productos donde hay una mezcla de materiales, como por ejemplo en el caso de los zapatos, teóricamente se puede tener una suela de caucho infinitamente reciclable y un tejido que sirva de abono<sup>9</sup>. El producto debe facilitar el desmontaje de las piezas para su posterior uso. Esto no solo aplica para el paradigma C2C sino para todas las metodologías de Ecodiseño, en el caso de que la metodología que se siga sea diferente e involucre el reciclaje, ya que si un material no se puede separar de otro, el porcentaje de producto reciclado es mínimo y el indicador de desecho es alto, haciendo que el producto pierda propiedades dentro del Ecodiseño.

## **D - ECO-INDICADORES 99**

El Eco-Indicador 99 es una técnica de Ecodiseño creada especialmente para diseñadores de productos de uso. El Eco-Indicador 99 nace como una necesidad para los diseñadores

---

<sup>9</sup> Estos materiales son reales en el paradigma C2C, la aplicación se puede ver con claridad en el producto NIKE IEHN.

de tener un punto de comparación o una forma de pesar el impacto ambiental de sus productos por medio de valores o cargas ambientales asociados a un material o proceso<sup>10</sup>. Dichos valores son calculados en términos cuantificables, por ejemplo, en kilogramos de material, en energía por hora, combustible por kilómetro, etc.

La clasificación de los Eco-Indicadores va muy de la mano, con las fases del ACV, las cuales según (Ministry of Housing, Spatial Planning and the Enviroment, 2000), son las siguientes: materiales, procesos de producción, procesos de transporte, procesos de transformación de energía y escenarios de eliminación. Debido a esto la fase más importante para la aplicación de la metodología es precisamente realizar un diagrama del ACV de manera clara donde se puedan visualizar todas las entradas al sistema – producto como se muestra en la (fig.–3.1).

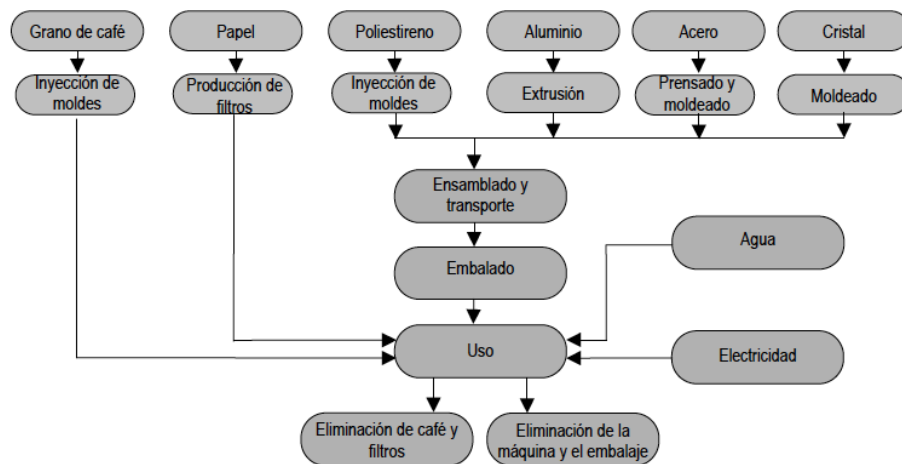


Figura 3. 3 - Proceso simplificado del ciclo de vida para una cafetera sencilla. Fuente (Ministry of Housing, Spatial Planning and the Enviroment, 2000)

<sup>10</sup> Las tablas de valores de la metodología Eco-Indicadores 99 se anexan al final del documento.

Con base en este diagrama se llenan unos formularios<sup>11</sup> en los cuales se puede visualizar la ponderación de los índices por fases, la cual, después de un análisis exhaustivo, dependiendo de la complejidad del producto, trae como conclusión la fase en la cual el impacto ambiental del producto es mayor, lo que dirige el análisis a una fase de soluciones y mejoras.

Es de importancia aclarar que la metodología Eco-Indicador 99, es una metodología de uso libre y gratuito y sus instrumentos son de libre acceso y difusión siempre y cuando se utilizan de manera académica o de manera práctica. En ninguna circunstancia los indicadores pueden ser utilizados como herramienta de marketing o para comparaciones productivas entre productos de la competencia.

---

<sup>11</sup> En la fase metodológica se profundizará más este tema.

#### **4. ANTECEDENTES**

Según el enfoque del trabajo de grado, la búsqueda del estado del arte se dividió en tres áreas de conocimiento diferentes, sistemas de exhibición comercial, análisis de ciclo de vida y Ecodiseño. Esto debido a que son tres temas que convergen en un solo proyecto de investigación y no hay antecedentes investigativos al respecto.

##### **A - POP Y SISTEMAS DE EXHIBICIÓN COMERCIAL**

**Autor:** Ángela María Arenas, Francesca Scarcella

**Título del trabajo:** P.O.P, Material silencioso que debe hablar y escuchar.

**Tema de Investigación:** Material publicitario en punto de venta

##### ***Aporte a la investigación:***

Esta investigación revisa el estado del arte actual en cuando a sistemas de exhibición y P.O.P. Al ser un trabajo de comunicación social, no ofrece mucha profundidad metodológica en cuanto a diseño, pero proporciona un gran panorama de lo que es el P.O.P, sus características y su función objetual principal. A parte de eso hace referencia en la importancia para la marca el P.O.P ya que según (Arenas & Scarzella, 2009) los métodos de exhibición de producto convencionales son insuficientes debido a que el 70% de las

decisiones de compra se toman en el punto de venta (pág. 33).

También hace referencia a que el P.O.P debe transformarse, argumenta que estamos en un cambio generacional donde los consumidores se preocupan por más cosas como el “valor agregado” de la marca, el cual se puede interpretar como todos los beneficios intangibles de un producto<sup>12</sup>; y estos, los consumidores, toman sus decisiones de compra dependiendo si el P.O.P de la marca representa sus valores, en el caso de este proyecto, cuidado por el medio ambiente.

**Autor:** Juan Camilo López Hernández, Luis Felipe Gonzales Jaramillo

**Título del trabajo:** Influencia del material P.O.P en el comprador de la tienda de barrio

**Tema de Investigación:** Material publicitario en punto de venta

### *Aporte a la Investigación.*

Esta tesis aborda un tema un tema importante y es la decisión de compra en lo que se llama el canal tradicional o tienda de barrio, “comprobando” de cierta manera lo que se afirmó en la investigación anterior sobre que la mayoría de decisiones de compra se hacen en el punto de venta. Como se verá más adelante, una de los productos en los que se llevará a cabo el ACV es una pieza que se conoce en los círculos publicitarios como flanger. La tesis

---

<sup>12</sup> Se refiere a valor intangible de un producto aquel que se da al consumidor en forma de aporte a su estilo de vida. Por ejemplo, aquel consumidor que compra un producto que promociona la salud y el cuidado por el planeta, puede sentir que está haciendo algo bueno, es un sentimiento a parte del consumidor.



también justifica el uso de material P.O.P al momento de comprar una bebida azucarada, y sin dar un volumen de producto exacto, los tenderos entrevistados afirman que el flanger es la pieza que más se les ofrece por las compañías productoras de bienes alimenticios, en especial de bebidas. Si tenemos en cuenta la cantidad de tiendas de barrio en Colombia, que según el DANE son 198.000<sup>13</sup>, es un dato que refuerza la necesidad de realizar este proyecto de investigación.

La metodología usada es la entrevista a usuarios y tenderos de barrios, y nos genera unos datos que, si bien no son importantes para el ACV, sacan a relucir que el P.O.P en canal tradicional es efectivo.

**Autor:** Anthony Hernández

**Título del trabajo:** Elaboración de material P.O.P de bajo impacto ambiental mediante la reutilización de cartón papel y plástico.

**Tema de Investigación:** Diseño y producción de P.O.P

**Aporte a la Investigación.**

Al revisar este trabajo investigativo se puede extraer de este la necesidad de hacer un análisis del ciclo de vida con los productos plásticos. El anterior documento contiene

---

<sup>13</sup> Fuente: DANE + IDT (Informe de Distribución en Tiendas)

entrevistas a expertos, diseñadores y empresarios de tres diferentes empresas de material P.O.P, los cuales por unanimidad piensan que el plástico y los materiales derivados del petróleo como los polímeros son los materiales más utilizados por dichas empresas y al mismo tiempo son los materiales que más contaminan. Si bien estos profesionales y empresas están ubicadas en la ciudad de Caracas, Venezuela, los problemas medio-ambientales no son diferentes a los presentados en Colombia en Colombia.

La tesis al mismo tiempo presenta un acercamiento al Ecodiseño desde el P.O.P, haciendo propuestas de recuperación de material y transformándolo en diferentes productos de uso diario. Esto puede dar un indicador en el momento de hacer el ACV en su etapa de gestión de residuos, observar cuanto porcentaje del material P.O.P se puede recuperar en materias primas para nuevos productos.

## **B - ECODISEÑO**

**Autor:** Guillermo Andrés Alvarado Nieto, Paola Andrea Roa López, Diana Lorena Zuleta Ortiz

**Título del trabajo:** Formación en Diseño Industrial: una propuesta metodológica coherente con el desarrollo sostenible

**Tema de Investigación:** Metodología del Ecodiseño.

### **Aporte a la investigación.**

El anterior trabajo se presenta como una propuesta metodológica para el Ecodiseño. Retoma varias de las metodologías tradicionales que tienen una fuerte acogida en las academias de diseño industrial, así como en las empresas y talleres de diseño. El autor hace un análisis de cada una de las metodologías descritas y evalúa los parámetros metodológicos relacionados con la sostenibilidad y extrae los más importantes para reunirlos en una sola metodología.

Se hace énfasis en la importancia del ciclo de vida del producto, y enfatiza que es importante para el diseñador hacer un “pre ACV”, intentando prever futuros impactos medio-ambientales del producto para tomar las decisiones correspondientes antes de efectuar un ACV profundo.

**Autor:** Valentina Ramírez Hernández

**Título del trabajo:** Integración del diseño para re-manufacturar en el Ecodiseño

**Tema de Investigación:** producción sostenible.

**Aporte a la investigación.**

Este trabajo investigativo que de forma descriptiva se enfoca, en el tema de la re-manufactura como alternativa al Ecodiseño. Pretende integrar los conceptos clásicos de la producción automovilística, de la cual, según (Ramírez Hernández, 2014) los 2/3 de su producción son re-manufacturados, a los métodos y estrategias de Ecodiseño como son el ACV y el el EcoDesignPilot. Argumentando que desde la etapa exploratoria de diseño se pueden generar productos en módulos para que sus partes puedan integrarse nuevamente al ciclo de producción de nuevos productos, siempre y cuando cumplan con unos estándares satisfactorios vistos desde el punto de vista del ciclo de vida. En general esta tesis de maestría aporta conceptos a tener en cuenta a la hora de revisar el desuso en la pieza a analizar, teniendo en cuenta cuanto porcentaje de la pieza se puede re-manufacturar o reutilizar en un nuevo sistema de exhibición P.O.P para una marca diferente, reforzando un preconcepto que se tenía al inicio del proceso de investigación en el caso de hacer propuestas de diseño y es diseñar sistemas de exhibición multiusos y multimarca.

**C - ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA**

**Autor:** Ulises Emmanuel Jiménez Ocampo

**Título del trabajo:** Análisis del ciclo de vida de las botellas de PET que se recolectan como residuo en el municipio de Ecatatepec de Morelos, México.

**Tema de Investigación:** análisis del ciclo de vida.

**Aporte a la investigación.**

Este trabajo es una aplicación práctica del ACV, que, si bien no es una aplicación a un producto en específico, sino a un servicio, se dejan en claro los parámetros y pasos a seguir junto con los lineamientos a tener en cuenta a la hora de enfrentarnos a un ACV. Al mismo tiempo recomienda una serie de herramientas y bases de datos que sirven como tabla informativa para evaluar el impacto ambiental de un determinado proceso o material, como por ejemplo la herramienta de Ecodiseño Eco-Indicador 99. Esta herramienta permite darle un valor numérico a un material y a un proceso industrial, esto quiere decir que el impacto ambiental de un producto se puede medir y se puede pesar, teniendo así un valor estadístico para generar un concepto de impacto, y también datos contundentes a la hora de hacer mejoras en un proceso productivo.

**Autor:** Camilo Andrés Guarín García

**Título del trabajo:** Análisis ambiental de proceso de fabricación de guantes de látex en Eterna S.A aplicando la metodología de análisis de ciclo de vida

**Tema de Investigación:** análisis del ciclo de vida.

**Aporte a la investigación**

Es un Trabajo de grado en donde se desarrolla una aplicación directa a un producto industrial. Igualmente, como en el trabajo anterior vemos a fondo los pasos y las fases de un ACV aplicado, si bien no tiene en cuenta la fase de diseño, hace un profundo análisis del proceso de producción en su totalidad. Se puede decir que el aporte más importante de este trabajo de investigación es el descubrimiento de diferentes bases de datos que contienen indicadores ambientales, similar a lo ocurrido con el Eco-Indicador 99. Estas bases de datos se encuentran en internet, las cuales, con ayuda de software especializado, en este caso el software SimaPro, pueden dar un peso y un valor numérico de los impactos ambientales generados por los productos.

**Autor:** Louise Lindkvist

**Título del trabajo:** Exploring product life cycle Information flows with a focus on remanufacturing.

**Tema de Investigación:** análisis del ciclo de vida con enfoque a la re-manufactura.

**Aporte a la investigación.**

El estudio realizado comprende tres estudios de caso de tres diferentes productos enfocados a la re-manufacturación, en tres diferentes empresas, sin especificar estos mismos. Procede a hacer un análisis de rápido de ciclo de vida conocido como matriz MET (Materiales,

Energía, Toxicidad) y pondera los resultados del ACV para cada producto. Como conclusión se obtuvo que el producto en donde el ACV se hizo como un enfoque integral preventivo a la hora de diseñar el producto, salió favorecido en la escala de impacto ambiental por un amplio margen.

Dicho enfoque ambiental integral se hace desde la fase de diseño, y se diseña para el separado y la re-manufactura del producto, lo que indica que si el producto se puede separar fácilmente los componentes se pueden recuperar. No se hace ninguna referencia el ciclo de vida en su totalidad, solo a sus procesos de diseño, producción y gestión de residuos.

**Autor:** Aida Sanes Orrego

**Título del trabajo:** El análisis del ciclo de vida en el desarrollo sostenible: propuesta metodológica para la evaluación de la sostenibilidad en sistemas productivo.

**Tema de Investigación:** análisis del ciclo de vida con enfoque a la producción limpia.

**Aporte a la investigación.**

Otra aplicación práctica de un ACV, esta vez enfocado al proceso productivo de una fábrica artesanal de platería en la ciudad de Bogotá. Este trabajo en especial, nos muestra la capacidad de aplicabilidad del ACV, y al mismo tiempo la gran facultad que tiene para adicionarle valor el estudio por medio de métodos alternativos, para este caso en particular,

el llamado sistema ergonómico PESTE<sup>14</sup>, el cual según (Sanes , 2012) permite analizar los factores del entorno, los cuales se enuncian en la sigla PESTE, y el enfoque sistémico del método productivo, en este caso el ACV. Adicionalmente, el aporte metodológico que proporciona esta revisión es importante, ya que se tienen unos acercamientos a los diarios de campo y a los diarios de registro de las diferentes fases del ACV.

---

14 PESTE, Político – Jurídicos, Económico – Financieros, Socio - Culturales, Técnico – Científicos, Ecológico – Geográfico.



## 5. ABORDAJE METODOLÓGICO

El proceso de investigación se va a realizar con la metodología de estudio de caso. A esta metodología se le va a integrar como instrumento de recolección de datos la técnica del ACV o en análisis del ciclo de vida, y los resultados obtenidos se van a comparar y analizar usando la metodología de los Eco-Indicadores 99.

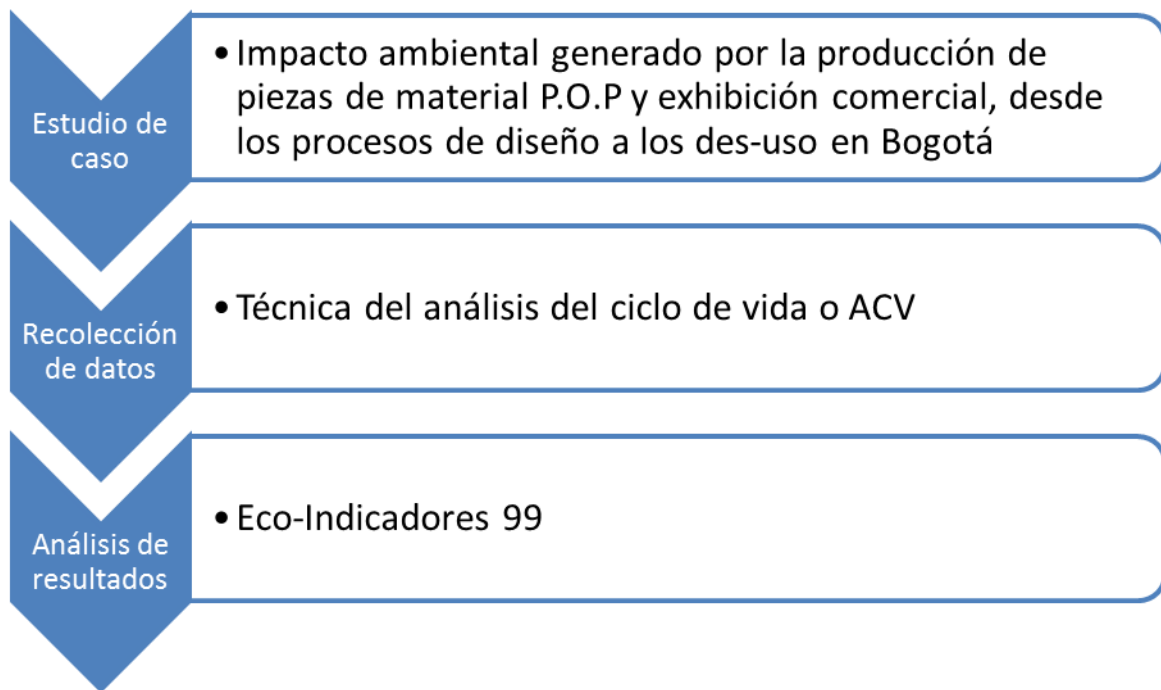


Figura 5. 1– Abordaje metodológico. Fuente: elaboración propia.

### 5.1 ESTUDIO DE CASO

El proyecto de investigación se abordará como un estudio de caso, según (Díaz de Salas, Mendoza Martínez, & Porrás Morales, 2011) este mismo se puede usar como técnica para

entender o tomar decisiones con relación a un objeto de estudio. Técnicamente de acuerdo con Robert Yin (Yin, 2002), la metodología del estudio presenta el siguiente nombre, *Estudio de caso único observacional de tipo simple con diseño incrustado con enfoque de situación crítica*.

- Observacional, ya que el principal método de obtención de datos es la observación.
- Simple con diseño incrustado, debido a que el estudio se desarrolla sobre un solo objeto y proceso.
- Enfoque de situación crítica, examina una situación singular de interés único, o sirve como prueba crítica de una aseveración acerca de un programa, proyecto problema o estrategia de trabajo (Díaz de Salas, Mendoza Martínez, & Porras Morales, 2011).

En los estudios de caso, la unidad de análisis es el caso mismo. Como está enunciado en el título del trabajo, se va a analizar el impacto ambiental generado por las piezas de material P.O.P, de las cuales se va a tomar como muestra de lista presentada en el marco teórico el *FLANGER*, debido a que estas encierran a las otras en cierta proporción y su producción en números es la más alta. Hay que tener en cuenta que el análisis se va a realizar sobre la producción de las piezas<sup>i</sup> y no sobre la pieza unitaria.

## 5.2 RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos se va a llevar a cabo con la técnica del análisis del ciclo de vida, la cual presenta las siguientes fases:

### 5.2.1 Objetivo y alcance del estudio

**Motivo:** Como se recoge anteriormente en el apartado introductorio, las piezas de material P.O.P en su gran mayoría utilizan materiales de alto impacto ambiental como derivados del petróleo y esto en tirajes de producción grandes.

**Objetivo:** El objetivo principal de la investigación es evaluar el impacto ambiental, para así proponer estrategias de mitigación desde el diseño del producto, y no al final de la cadena de uso.

**Unidad funcional:** Se va a tener en cuenta para el FLANGER un tiraje de producción de 15.000 unidades<sup>15</sup>.

**Alcance:** Generar una metodología de diseño alterna a la tradicional en donde los daños al medio ambiente puedan ser tacados desde el momento de la planeación del producto.

---

<sup>15</sup> 15.000 unidades es el tiraje más común de producción en este tipo de piezas.

### 5.2.2. Análisis de inventario

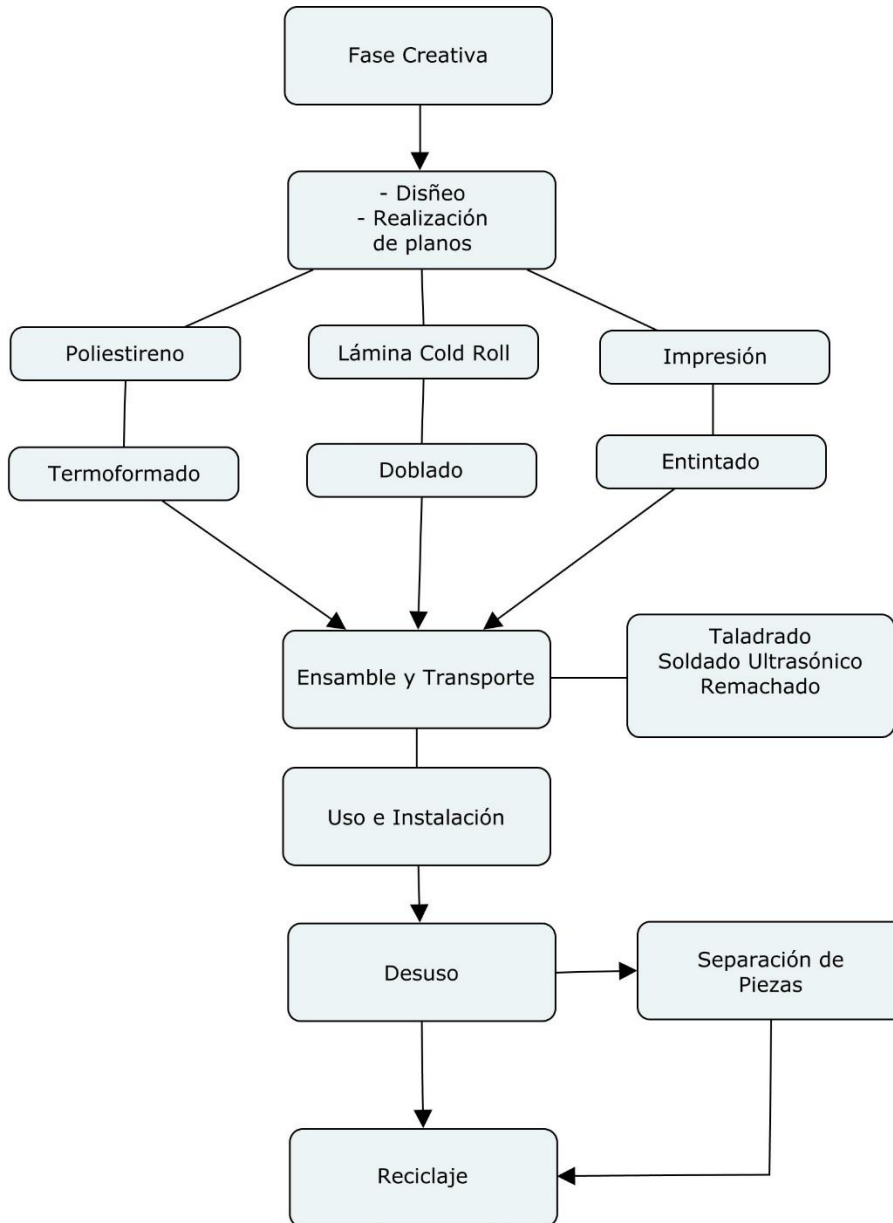


Figura 5. 2 - Diagrama del ciclo de vida para la pieza P.O.P flanger. Fuente: elaboración propia, basado en los aportes de la metodología Eco-Indicador 99

A continuación, se procede a analizar cada una de las fases propuestas y los parámetros a observar para la recolección de los datos. Cabe resaltar que al ACV estándar se va a agregar una etapa al principio que anteriormente no se ha tenido en cuenta, y es la ETAPA CREATIVA. Se toma esta decisión debido a que los objetivos van encaminados a resolver los problemas de impactos desde la etapa del diseño y por ende es una etapa que debe ser resaltada y tener su lugar como tal, sin embargo, a la hora de realizar el análisis y los conteos de impactos se van a tener en cuenta en la etapa de proceso y fabricación.

En el análisis de inventario, para este caso en particular se van a presentar los instrumentos de campo para la medición del impacto ambiental. Dicho proceso, medido para cada etapa del ciclo de vida, va a tener un campo para llenar con el nombre de indicador, este indicador se refiere al **ECO-INDICADOR 99**, referenciado en el diseño teórico. Dicho indicador va a dar un resultado que servirá a en el momento del análisis de datos.

### **A – Etapa creativa**

En la etapa creativa se tienen dos procesos importantes, los cuales son, concepción de la pieza y la elaboración de material técnico como planos y archivos de CNC<sup>16</sup>. Esta etapa se

---

16 Control Numérico Computarizado

realiza 100% en software CAD<sup>17</sup>, por lo que se tiene un gasto energético dado por el tiempo en que los computadores están encendidos, este consumo se mide en Kilovatios por Hora.

ETAPA CREATIVA			
PROCESO	CANTIDAD (Kw/h)	INDICADOR	RESULTADO
DISEÑO			
REALIZACIÓN DE PLANOS			

*Tabla 5. 1 - - Tabla de medición para el consumo energético en la etapa creativa. Fuente: elaboración propia basadas en (Ministry of Housing, Spatial Planning and the Enviroment, 2000).*

## **B – Etapa de consecución de materias primas y fabricación**

En esta etapa se procede a enumerar los materiales a usar en la pieza, los cuales son poliestireno(PS) y lámina cold roll<sup>18</sup>. Hay que calcular la cantidad de dichos materiales para un tiraje productivo de 15.000 unidades, y calcular el indicador equivalente. Así mismo se evalúa el proceso de fabricación o procesamiento de materias primas, el cual tiene un gasto energético que de igual manera hay que calcular para el mismo tiraje de producción.

<sup>17</sup> Computer Aided Design (Diseño asistido por computador)

<sup>18</sup> Enrollado en frío

ETAPA DE CONSECUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS Y FABRICACIÓN			
PROCESO O MATERIAL	CANTIDAD	INDICADOR	RESULTADO
POLIESTIRENO (PS)			
TERMOFORMADO O MOLDEO AL VACÍO			
LAMINA CR (COLD ROLL)			
DOBLADO - ACERO			
TINTAS A BASE DE PVC			
IMPRESIÓN EN SCREEN			

*Tabla 5. 2 - Tabla de medición para para cálculo de indicadores en la etapa de consecución de materias primas y fabricación. Fuente: elaboración propia basadas en (Ministry of Housing, Spatial Planning and the Enviroment, 2000).*

### **C - Etapa de ensamble, embalaje y transporte**

En esta etapa se contempla en el ensamblaje, el cual está dado por un procedo de taladrado para unir las piezas metálicas a las plásticas y un proceso de soldadura ultrasónica la cual utiliza el sonido como generador de calor lo que permite unir piezas plásticas sin derretirlas; estos procesos generan un gasto calórico y energético el cual hay que consignar en la tabla. Así mismo en la parte el embalaje hay que considerar el empaque, que para este caso son cajas de cartón corrugado, el cálculo estará dado en cuantas cajas de cartón corrugado se necesitan para embalar 15.000 unidades de producto. El transporte también genera un gasto energético y de emisión de gases, el cálculo del indicador estará dado por la distancia, y la cantidad de viajes que X unidad transportadora necesite para llevar las Y cantidades de cajas de producto.

ETAPA DE ENSAMBLE EMBALAJE Y TRANSPORTE			
PROCESO O MATERIAL	CANTIDAD	INDICADOR	RESULTADO
TALADRADO			
SOLDADURA ULTRASÓNICA			
EMPAQUE			
TRANSPORTE			

Tabla 5. 3- Tabla de medición para cálculo de indicadores en la etapa de ensamble, embalaje y transporte. Fuente: elaboración propia basadas en (Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 2000).

#### D – Etapa de gestión de residuos

Esta es la última etapa donde se van a considerar estas dos opciones de gestión, la separación de piezas y el reciclaje del PS.

ETAPA DE GESTIÓN DE RESIDUOS			
PROCESO	CANTIDAD	INDICADOR	RESULTADO
SEPARACIÓN DE PIEZAS			
RECICLAJE			

Tabla 5. 4- Tabla de medición para cálculo de indicadores en la etapa de gestión de residuos. Fuente: elaboración propia basadas en (Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 2000).



## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 TRABAJO DE CAMPO

#### 6.1.1 Descripción del objeto de análisis

Como se mencionó en el apartado metodológico, la tipología con la cual se va a trabajar en este trabajo de campo se llama FLANGER. Se tomó la decisión de tomar esta pieza debido a que es la pieza que más altos volúmenes de producción tiene, y la cantidad de marcas que la usan es alta. Entre los casos más notables están las marcas de bebidas azucaradas y cervezas.



Imagen digitalizada de la pieza FLANGER. Realizada en el software CAD Rhinoceros. Por razones de propiedad intelectual las imágenes de marca no se van a incluir. Diseño e información contenida o derivada de este componente hace parte de la Empresa DIPRO S.A de la ciudad de Bogotá, Colombia.

*Ilustración 6. 1 – Unidad de análisis*

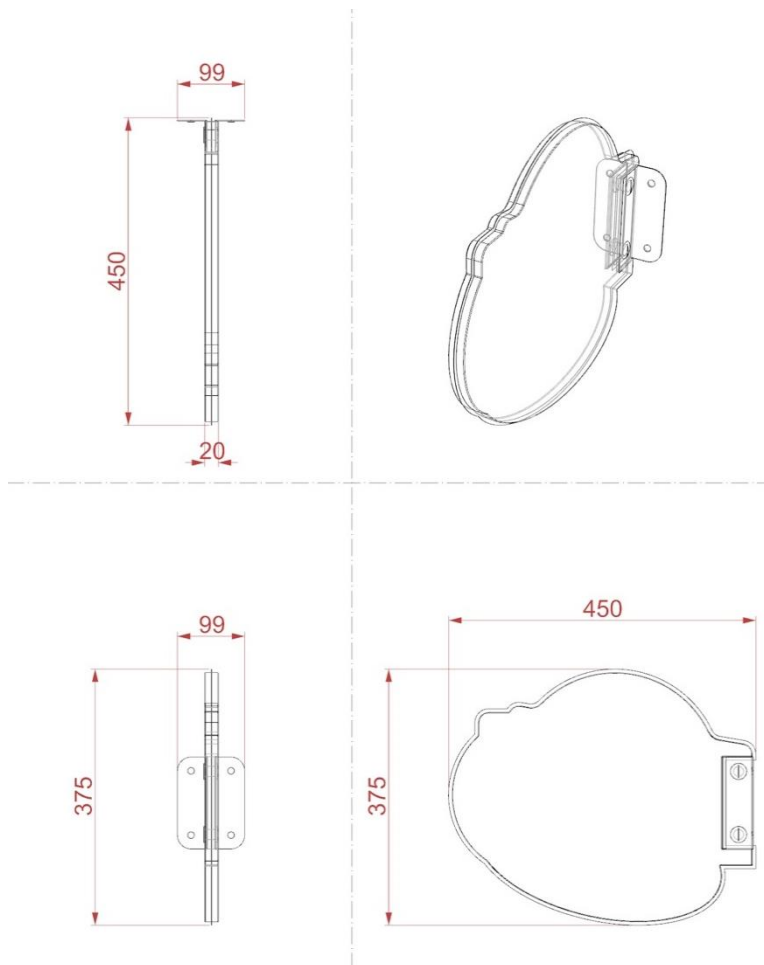


Ilustración 6. 2 - Dibujo técnico y medidas generales del flanger

### 6.1.2 Análisis de inventario

Se procede a realizar la primera FASE del ACV que es en análisis del inventario. En esta fase se va a proceder a describir todos los elementos del ciclo de vida a analizar según sus ETAPAS. Así mismo se recolectarán los datos para proceder a asignar el Eco-Indicador

adecuado para calcular los impactos ambientales. A continuación, se va a enlazar en análisis de inventario propuesto en la parte metodológica con las etapas del ACV.

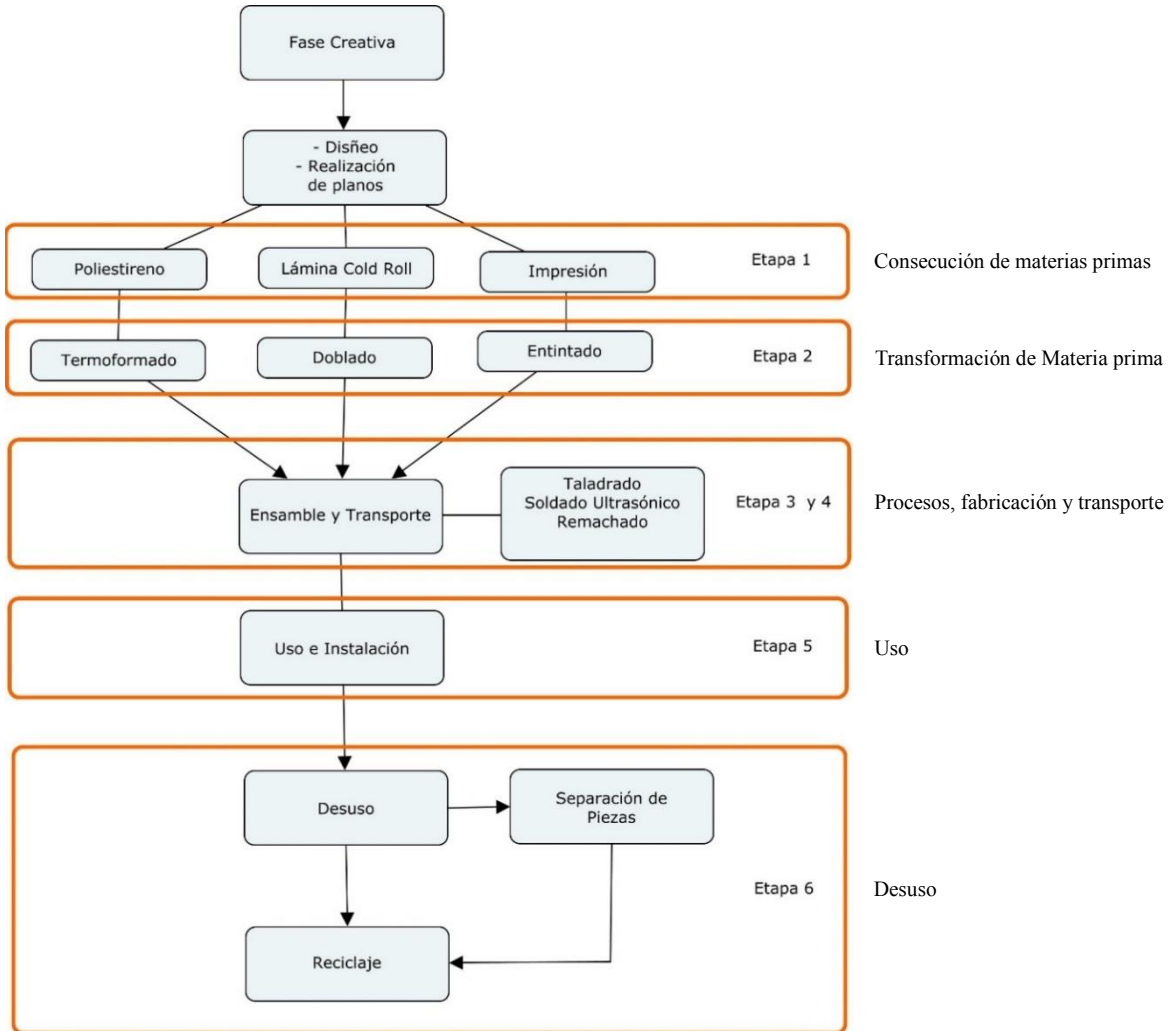


Figura 6. 1 – Análisis del inventario de la pieza de P.O.P FLANGER

### ***A -Etapa Creativa***

La fase creativa consta de dos momentos principales, la etapa de diseño y la etapa de elaboración de planos. La etapa de diseño consiste en entender los requerimientos del cliente y transformarlo en una pieza o producto. Esta fase se lleva a cabo en un software de dibujo asistido por computador o CAD llamado Rhinoceros. La etapa de elaboración de planos consiste, como su nombre lo indica, en elaborar los dibujos técnicos necesarios para la producción de la pieza, incluyendo los consumos y las diagramaciones necesarias. Los impactos ambientales a tener en cuenta en esta fase son los consumos energéticos generados por los computadores donde estas dos fases se llevan a cabo. Para esto se necesita el cálculo del tiempo que cada fase se lleva en su realización. El siguiente cálculo se obtuvo promediando el tiempo utilizado para realizar piezas similares por 6 diseñadores.

*Tiempo de uso de computador en la fase de diseño, 11 horas.*

*Tiempo de uso de computador en la fase de elaboración de planos, 5 horas*

Los computadores de mesa usados para realizar las tareas son iMac retina 4k de 22", con procesador Intel Core i7 de 4 núcleos a 3.3mhz, 16 GB de RAM y un disco duro de 2TB. Según el fabricante, el consumo promedio con las especificaciones al máximo es de 119 Vatios. El consumo energético se obtiene multiplicando las horas de uso por la potencia y se divide entre mil:

*Fase de Diseño*

$$(11 \text{ horas}) \times (119 \text{ W}) / 1000 = 1.309 \text{ kW/h}$$

*Fase de elaboración de planos*

$$(5 \text{ horas}) \times (119 \text{ w}) / 1000 = 0.595 \text{ kW/h}$$

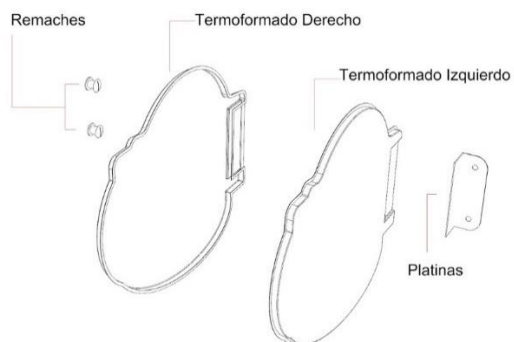
Enseguida se procede a hacer el cálculo del eco indicador el cual se obtiene multiplicando la cantidad de kW/h por el indicador de consumo eléctrico para bajos voltajes.

ETAPA CREATIVA			
PROCESO	CANTIDAD (kW/h)	INDICADOR	RESULTADO
DISEÑO	1,309	26	34,034
REALIZACIÓN DE PLANOS	0,595	26	15,47

Tabla 6. 1 – Cálculo de Eco-Indicadores para la etapa creativa

***B – Consecución de materias primas***

Para el análisis de esta etapa, primero se tienen que identificar los diferentes componentes del flanger y sus materiales.



*Ilustración 6. 3 – Explosión y ensamblaje de las piezas que conforman la pieza de P.O.P FLANGER*

Componente	Material	Cantidad por pieza	Cantidad total
Termoformado izquierdo	Poliestireno Calibre 80	1	15000
Termoformado derecho	Poliestireno Calibre 80	1	15000
Platinas	Lámina Cold Rolled Calibre 16	2	30000
Remaches POP	Aluminio	2	30000

Tabla 6. 2 – Cantidades totales de material a usar en la etapa de consecución de materias primas y fabricación.

Se debe tener en cuenta, como se planteó en el apartado metodológico, que al análisis se va a hacer sobre una unidad de producción de 15.000 unidades. No tiene sentido hacerla sobre una sola pieza, ya que esta tipología en especial requiere cantidades altas de producción para que salga económicamente rentable.

Ya identificados las piezas y los materiales, se tiene que calcular la cantidad de material que se va a consumir en la totalidad de la producción. Los eco indicadores para este apartado están dados en milipuntos por kilogramo, lo que quiere decir que tenemos que calcular el peso por material de la totalidad del tiraje de producción

El termoformado izquierdo y el termoformado derecho son de la misma medida, y requieren la misma cantidad de material para su elaboración, por esta razón se va a

considerar los dos termoformados como uno solo, duplicando las unidades a producir que en este caso son 30.000. Si tenemos en cuenta la medida comercial de una lámina de Poliestireno es de 1m x 1.2m, y que de esa misma lámina salen dos termoformados, **la cantidad de láminas de poliestireno a utilizar son 15.000.**

Según datos del proveedor de plásticos, una lámina de poliestireno de alto impacto pesa 2,592 Kg, si multiplicamos eso por las 15.000 láminas que se usarán para la producción tenemos:

$$\text{Peso total del PS} = 2,592\text{kg} \times 15.000 \text{ láminas} = 38880\text{kg}$$

Las platinas tienen una medida de 10cm x 10cm, estas están elaboradas de acero inoxidable, de una variedad llamada Cold Rolled, o enrollado en frío. Una lámina comercial de lámina CR calibre 16 mide 1m x 2m. Teniendo esto en cuenta, se puede deducir que por cada lámina se pueden elaborar 200 platinas lo que nos da un total de 150 láminas para elaborar las 30.000 necesarias para la producción. Según datos del proveedor, la lámina CR calibre 16 pesa 18,67kg por lo que tenemos:

$$150 \text{ láminas} \times 18,67\text{kg} = 2800\text{kg}.$$

La platina tiene dos procesos de transformación, el corte y el doblado a 90. El proceso de corte se puede considerar no significativo para el análisis de impactos ya que se hace manualmente y no tiene ningún gasto energético, por otro lado, el proceso de doblado si se considera significativo, por esta razón se incluye en la tabla.

Los remaches POP que se utilizan para unir los termoformados a las platinas están elaborados de aluminio. En la ficha técnica del fabricante de remaches se puede observar que el peso de cada remache es de solo 0.946 gramos, por consiguiente:

$$30.000 \text{ unidades} \times 0.956 \text{ gr} = 28680\text{gr} \text{ o } 28,680\text{kg}$$

ETAPA DE CONSECUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS Y FABRICACIÓN			
PROCESO O MATERIAL	CANTIDAD	INDICADOR	RESULTADO
POLIESTIRENO (PS)	38880 kg de PS	360	13996800
TERMOFORMADO O MOLDEO AL VACÍO	38880 kg de PS	9,1	353808
LAMINA CR (COLD ROLL)	2800kg de Acero	86	240800
DOBLADO - ACERO	30000 unidades	0,0008	24
REMACHES	28,68 kg de aluminio	60	1720,8

Tabla 6. 3 -Tabla de Eco-Indicadores para la etapa de consecución de materias primas y transformación.

### ***C – Fabricación y transporte***

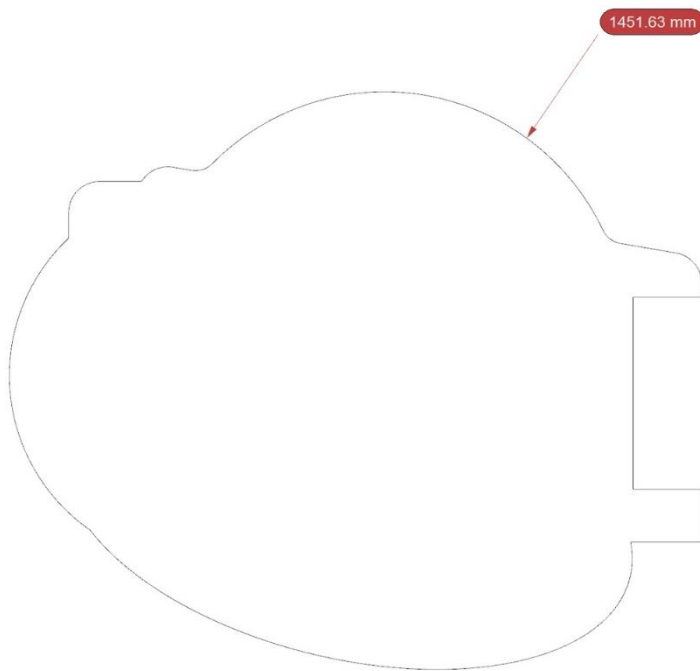
En esta etapa del ciclo de vida se van a tener 4 criterios de impacto a evaluar, correspondientes a los momentos de fabricación, transporte y embalaje del producto. Hay



que tener en cuenta que, en la fabricación, para este caso, se entiende más como el ensamble de las materias primas transformadas.

### **Soldado ultrasónico.**

El proceso de soldado ultrasónico se utiliza para unir piezas de plástico, utilizando el calor que genera el ultrasonido para fundirlos. El cálculo del indicador se hace con respecto al metro lineal soldado. Dicha distancia se puede calcular en el software CAD Rhinoceros, y corresponde al contorno del área soldada y medirlo en línea recta:



*Ilustración 6. 4 – Cálculo del perímetro de la pieza de P.O.P FLANGER*

La distancia que devuelve el software es de  $1451,63\text{mm}$  o  $1,451\text{m}$ , esta corresponde a la distancia de soldado de una sola pieza, si se calcula la distancia total a soldar en toda la producción se tiene:

$$15.000 \text{ unidades} \times 1,451\text{m} = 21.765 \text{ metros de soldadura ultrasónica.}$$

### **Taladrado**

El taladrado en este caso se utiliza para abrir los orificios para introducir los remaches, el cálculo del Eco-Indicador se hace por el tiempo en que el taladro está funcionando para las 15.000 piezas y calculando el gasto energético del taladro. El tiempo de funcionamiento del taladro por pieza se calculó sacando un promedio de cuanto un operario se demora en perforar 2 huecos en el material seleccionado, para este caso poliestireno calibre 80. Se hicieron 20 mediciones y el promedio es de 3 segundos para hacer dos huecos por pieza. Se tiene entonces:

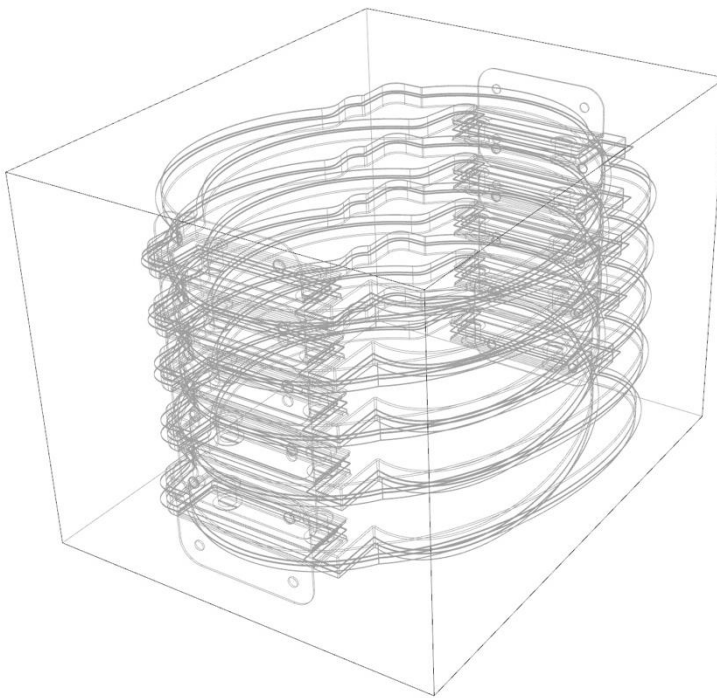
$$3 \text{ segundos} \times 15.000 \text{ piezas} = 45.000 \text{ segundos de taladrado o } 12.5 \text{ horas}$$

Si se tiene en cuenta que la potencia estándar de un taladro para procesos industriales es de 550W, y usando la ecuación para el gasto energético que se utilizó en la etapa creativase tiene:

$$(12.5 \text{ Horas}) \times (550\text{W}) / 1000 = 6.875 \text{ kW}$$

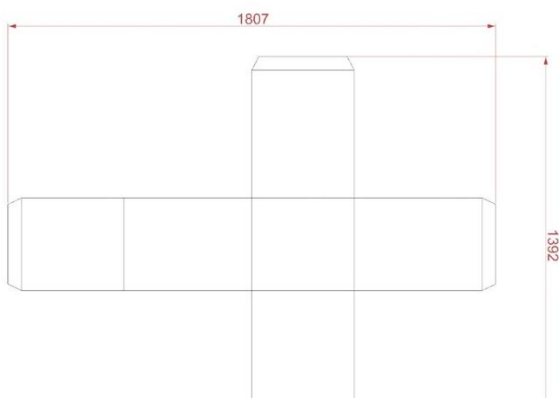
### **Empaque**

El empaquetado de las piezas para transporte se realiza en cajas de a 10 unidades, en cajas de cartón corrugado sencillo.



*Ilustración 6. 5 – Diagrama de empaque por caja*

Si se tiene en cuenta que son 15.000 unidades de producto, la cantidad de cajas a utilizar son 1500, y las cuales presentan las siguientes dimensiones



*Ilustración 6. 6 – Medidas generales de la caja a usar para embalar las piezas*

El Eco-Indicador para cartón corrugado sencillo esta dado en mili puntos por kilogramo, para esto tenemos que calcular cuánto pesa cada caja usada. Según el proveedor de cartón, al gramaje de una caja de cartón para empaque y embalaje es de 600gr por metro cuadrado, y que la caja tiene un área de 2.34 m<sup>2</sup>, tenemos que:

$$2.34m^2 \times 600g/2 = 1.404kg \text{ de cartón por caja}$$

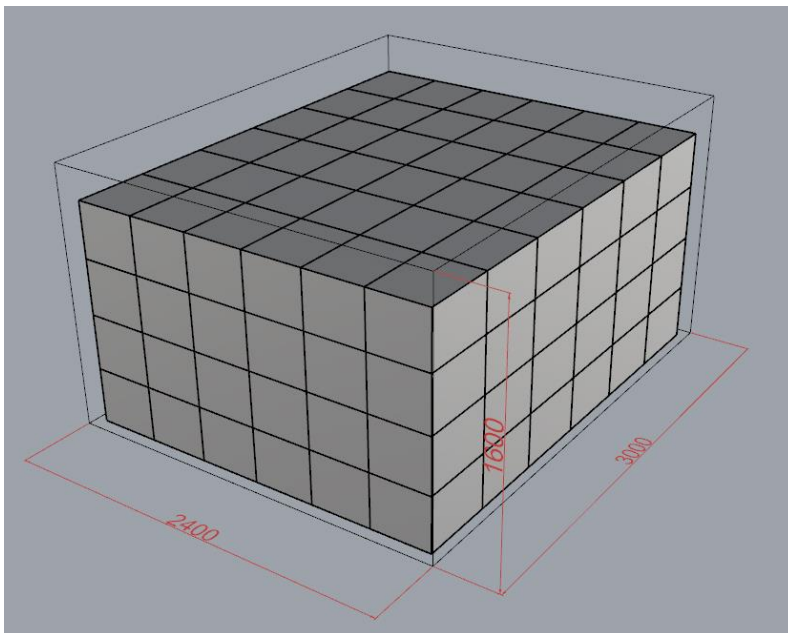
$$1.404kg \times 1.500 \text{ cajas} = 2.106 \text{ kilogramos de cartón en toda la producción}$$

### **Transporte**

El Eco-Indicador correspondiente a la etapa de transporte esta dado en milipuntos por kilómetro recorrido, por eso se tiene que calcular cuantos kilómetros en total se van a recorrer entregando el producto desde las bodegas de la empresa, las cuales están ubicadas en inmediaciones de la avenida Boyacá con calle 95 de la ciudad de Bogotá, y se entregan en las bodegas de la empresa receptora ubicada en el municipio de Tocancipá. Por razones de propiedad intelectual y seguridad empresarial, la empresa receptora no será revelada en

este documento. El recorrido total es de 39 kilómetros por trayecto de ida y 39 kilómetros por trayecto de vuelta.

El recorrido se realiza en un camión de 3.5 Toneladas de capacidad, cuyo espacio de carga esta dado por las siguientes dimensiones:



Largo: 3.0m  
Alto: 1.6m  
Ancho: 2.4m

*Ilustración 6. 7 – Diagrama de espacio por unidad de transporte*

En el camión, según las dimensiones caben 144 cajas, lo que quiere decir que para transportar las 1.500 cajas hasta la bodega destino, el camión tiene que hacer 11 viajes de ida y 11 viajes de vuelta, lo que nos da un total de:

$$11 \text{ viajes} \times (39 \text{ km ida} + 39 \text{ km vuelta}) = 468 \text{ km de trayecto en camión.}$$

ETAPA DE ENSAMBLE EMBALAJE Y TRANSPORTE			
PROCESO O MATERIAL	CANTIDAD	INDICADOR	RESULTADO
TALADRADO	6875 horas de uso	26	178750
SOLDADURA ULTRASÓNICA	21756 metros soldados	0,098	2132,088
EMPAQUE	2106 kg de cartón corrugado	69	145314
TRANSPORTE	468 kilómetros de recorrido	140	65520

Tabla 6. 4 – Cálculo de Eco-Indicadores para la etapa de fabricación y transporte

### ***D – uso***

En la etapa de uso no se va a considerar ningún impacto ambiental, ya que esta etapa no genera emisiones. La pieza flanger se coloca en una pared y se deja en la misma posición hasta que se desecha.

### ***E – Desuso***

Para calcular el impacto ambiental, se tendrá en cuenta que la totalidad de la producción se recuperará como material para reciclaje. En esta etapa se tienen dos acciones importantes

a tener en cuenta y son, el separado de piezas y el reciclaje. El flanger, al ser una pieza diseñada para el desmontaje, su pieza requiere solo actividad humana sin ninguna generación de contaminación. Según la tabla, se tiene que el indicador para el reciclaje de materiales se obtiene al multiplicarlo por la cantidad en kilogramos de material, cuyos datos se calcularon en la etapa de obtención de materias primas.

ETAPA DE GESTIÓN DE RESIDUOS			
PROCESO	CANTIDAD	INDICADOR	RESULTADO
RECICLAJE PS	38880kg de Ps recuperado	-240	-9331200
RECICLAJE LÁMINA CR	2800 kg de material recuperado	-94	-263200

*Tabla 6. 5 – Cálculo de Eco-Indicadores para la etapa de gestión de residuos*

## 7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 7.1 Primeras conclusiones

Una vez realizado el trabajo de campo, y obteniendo los cálculos de los Eco-Indicadores para cada una de las etapas, se tiene el siguiente cuadro, donde se expresan las cantidades totales en milipuntos y el porcentaje de contribución al impacto por cada una de las etapas. Para aclarar, en la siguiente tabla se tienen indicadores positivos, que son los impactos directos al medio ambiente, e indicadores negativos que son aquellos que mitigan el impacto, en este caso el de la gestión de residuos.

	Totales	% de contribución
Fase Creativa	49,504	0,00
Consecución de Materias primas y fabricación	14593152,8	97,39
Ensamble Embalaje y transporte	391716,088	2,61
<b>TOTAL POSITIVO</b>	<b>14984918,39</b>	

*Tabla 7. 1 – Cálculo de los totales positivos y su contribución al impacto total*



	Totales	% de mitigación
Gestión de Residuos	9.594.400,00	64,03
TOTAL NEGATIVO	9594400,00	

Tabla 7. 2 – Cálculo de los totales negativos y su contribución a la mitigación del impacto ambiental

Observando la tabla anterior se pueden sacar unas conclusiones a primera vista, las cuales encaminan el análisis de resultados, y son las siguientes:

- El valor de la etapa de gestión de residuos se da en valores negativos, esto debido a que el reciclaje del material ayuda a amortiguar el impacto. El porcentaje de contribución es de un 64.02%, lo que significa que, en todo el proceso, siempre y cuando se recupere el 100% del material producido, la mitigación de los impactos ambientales va a ser de ese valor. Se estima que a medida que la cantidad de material recuperado disminuye, el porcentaje de mitigación va a ser menor.
- El indicador de la etapa creativa es marginal, las recomendaciones encaminadas a mejorar esta fase, si bien pueden ser tenidas en cuenta, no van a generar un impacto total significativo.
- El indicador de la etapa de ensamblaje y transporte es igualmente muy bajo, casi marginal. Es importante tener en cuenta, que, si bien hay un impacto ambiental evidente, sobre todo en la parte de transportes debido a la emisión de gases producto de la combustión, no es algo que se pueda controlar, ya que las distancias a recorrer no son “negociables” o se pueden reducir.
- Es evidente que el impacto ambiental total esta consignado en la parte de materias primas y fabricación, la cual se pasa a analizar a continuación.

ETAPA DE CONSECUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS Y FABRICACIÓN				
PROCESO O MATERIAL	CANTIDAD	INDICADOR	RESULTADO	% Contribución
POLIESTIRENO (PS)	38880	360	13996800	95,91347526
TERMOFORMADO O MOLDEO AL VACÍO	38880	9,1	353808	2,424479513
LAMINA CR (COLD ROLL)	2800	86	240800	1,650088938
DOBLADO - ACERO	30000	0,0008	24	0,000164461
REMACHES	28,68	60	1720,8	0,011791832
Total			14593152,8	

Tabla 7. 3 – Cálculo de los totales de contribución al impacto ambiental de la etapa de consecución de materias primas y fabricación

Observando los porcentajes de contribución, se puede concluir que:

- El impacto ambiental total, en la fase de consecución de materias primas y fabricación está causada por el material usado, en este caso el poliestireno, con un 95% de contribución.
- Los procesos restantes se pueden considerar marginales, en cuanto al porcentaje, pero si se presta atención el indicador de impacto del proceso de Termoformado, es casi igual a la sumatoria de los impactos de la fase de ensamblaje y transporte completa.
- Si se toma en cuenta el indicador que devuelve la tabla para el reciclaje de poliestireno y se le resta al indicador del poliestireno total usado, se tiene que el poliestireno, en caso de ser recuperado en su totalidad, aportaría el 31,1% del impacto ambiental. Esto siempre y cuando se recupere el 100% del poliestireno utilizado, a medida que el porcentaje de recuperación disminuya la contribución al impacto ambiental va a ser mayor.

## 7.2 Grado de Afectación a los ecosistemas generado por el flanger

En esta parte se pasa a analizar el grado de afectación de cada una de las etapas del ciclo de vida de la pieza. Para este caso se va a tener en cuenta solo la pieza unitaria, ya que los

impactos se pueden extrapolar. Principalmente este análisis se va a centrar en los impactos más significativos y que de una manera u otra tiene contacto con los ecosistemas.

### **7.2.1 El impacto ambiental del poliestireno y otros plásticos.**

Como principal contribuyente a los impactos ambientales, el poliestireno entra en esta discusión por sus altos impactos ambientales no solo en su producción sino también en la problemática de desuso no solo para el flanger en cuestión, sino para todos los productos elaborados con el mismo. El poliestireno es un polímero derivado del petróleo, al cual se le adicionan productos químicos como benceno y estireno para lograr sus características de dureza y resistencia al impacto. Sus componentes cancerígenos lo hacen perjudiciales para la salud humana, principalmente porque su uso comercial más común es en la industria de los empaques para alimentos, y dependiendo de las temperaturas, genera una pérdida de componentes los cuales se pueden mezclar con el alimento. Ya desde su fabricación, el poliestireno se considera ambientalmente peligroso, y aunque, para este caso de estudio los datos que no se relacionan con el flanger en específico puede ser despreciables, es importante resaltar, que, sin usar el material para la producción, ya se está creando un daño al medio ambiente.

Tal vez el impacto más importante de la pieza termoformada de poliestireno está en su desuso. Si bien anteriormente al hacer las tablas de eco indicadores, consideramos que se estaba recuperando el 100% del material, esto solo con la intención de calcular el

porcentaje de mitigación, para este caso de análisis se va a considerar que no se recupera la totalidad del material y que eventualmente hay una pérdida de piezas, las cuales, eventualmente van a resultar potencialmente en dos lugares mal dispuestas.

El primero de ellos, se puede considerar los cuerpos de agua de la ciudad. Como bien se sabe, Bogotá es una ciudad con una precipitación anual muy alta, expuesta a inundaciones y a desastres por lluvias. Para mitigar estos impactos, el distrito tiene como prioridad la conservación de unos cuerpos de agua que se conocen como humedales urbanos, que según la sociedad geográfica de Colombia son “cuerpos de agua de no más de seis metros de profundidad, con amplios sectores donde se combinan el agua y la tierra permitiendo la existencia de plantas y con ellas muchas especies de animales” (Moreno, García, & Villalba, 2007). Estos cuerpos actúan como esponjas, absorbiendo el agua de escorrentía. Lastimosamente esta agua de escorrentía se lleva todo lo que se encuentra a su paso, y cabe la posibilidad de que piezas de P.O.P incorrectamente desechadas terminen ahí.

La Secretaría Distrital del Medio Ambiente de la ciudad de Bogotá (Secretaría Distrital del Medio Ambiente, 2010) ha identificado una lista de factores que han contribuido al deterioro de los humedales, entre ellas hay dos que involucran directamente a las piezas de material P.O.P y son las siguientes:

**Residuos sólidos:** la acumulación de residuos sólidos contribuye con la terrización (consolidación de suelos que se alejan del sistema de fluctuación acuática). (Secretaría Distrital del Medio Ambiente, 2010)

**Vertimiento de residuos químicos:** compuestos que contaminan el agua y la vida dentro de él, compuestos que el poliestireno tiene en su composición.

Dichos factores no solo contribuyen a que los humedales dejen de ser cuerpos de agua que actúen como esponjas, sino que también afecta la flora y la fauna que conforman el ecosistema, llevándolo al deterioro total.



Ilustración 7.1 -Evidencia de la contaminación por plásticos en los humedales de Bogotá. Fuente Fundación Humedales de Bogotá, [www. humedalesbogota.com](http://www.humedalesbogota.com)

Esta problemática no solo afecta a los humedales de la ciudad de Bogotá. Una parte de los residuos plásticos mal dispuestos de la ciudad termina en las corrientes de los ríos, contaminando las laderas y los bancos de peses que dan alimento a muchas comunidades, especial mente del río Magdalena, donde desemboca el río Bogotá, el cual es su principal fuente de contaminación. Todos estos residuos terminan en el océano atlántico, donde los impactos ambientales a la vida marina han sido documentados innumerables cantidades por diferentes medios escritos y audiovisuales.

Ahora, se procede a analizar la otra cara del espectro, y es el material recuperado. Hay una razón por la cual, en el caso de que se recuperara el 100% del poliestireno para este estudio de caso, el porcentaje de mitigación de impacto solo llega al 64%, y es porque el reciclaje, si bien es una actividad que mitiga impactos ambientales, esta actividad al mismo tiempo tiene sus impactos ambientales.

Según Francisco Cadena (Cadena & Quiroz, 2000), hay tres formas de reciclar poliestireno:

- Reciclaje mecánico
- Reciclaje químico
- Reciclaje térmico.

El reciclaje mecánico es la opción más común, y la única aplicable en la ciudad de Bogotá. Es un reciclaje de bajo costo, y consiste en triturar el material, y por medio de un proceso térmico, volverlo nuevamente materia prima para otros productos plásticos. Sin embargo, este proceso tiene dos desventajas. La primera es que es un proceso que abusa del agua, ya

que el poliestireno tiene que estar totalmente limpio para poder someterse al reciclado, ya que cualquier suciedad puede dañar la calidad final, por eso cada pieza de poliestireno a reciclar tiene que ser completamente lavada, sin un cálculo exacto de cuánta agua se necesita para lavar un kg de poliestireno. Según la metodología Cradle to Cradle (McDonough & Braungart, 2002), lo que se conoce como Reciclaje es más un proceso de “down-cycling”<sup>19</sup>, cuando el plástico es “reciclado” es mezclado con otros plásticos para producir híbridos de menor calidad, de los cuales se hacen productos baratos y ordinarios (pág. 56). Esto quiere decir que, el poliestireno reciclado va perdiendo sus propiedades progresivamente, y eventualmente en un momento de su ciclo de vida como material, va a terminar en vertederos o en cuerpos de agua.

El reciclado químico tampoco es una buena opción, ya que eventualmente los residuos de dicho proceso van a terminar en cuerpos de agua o mal dispuestos, y Bogotá no es una ciudad que se caracterice por su control adecuado de vertimientos, los cuales terminan nuevamente en los humedales o en el río Bogotá. Un subproducto del reciclaje químico del poliestireno es la espuma de poliestireno, o poliestireno expandido, conocido comercialmente en Colombia como Icopor<sup>®</sup>, ampliamente usado en la industria de alimentos y el cual multitud de ciudades está prohibiendo su uso debido a la migración de componentes cancerígenos a la comida como a su problema de disposición final, esto debido a que es altamente contaminante, no es reciclable mecánicamente y ocupa bastante

---

19 Del inglés down o bajar, se conoce down cycling como el proceso donde el material al ser reciclado va perdiendo sus propiedades progresivamente.

espacio en los rellenos sanitarios, mermando su vida útil progresivamente.

Y como último, el reciclaje térmico, el cual se utiliza ampliamente en países como Suecia y Noruega, los cuales han controlado su problema de basuras y residuos incinerándolos para obtener energía, donde según (Cadena & Quiroz, 2000) un kilo de plástico equivale a un “kilo de gas natural .... sin embargo, es necesario tomar en cuenta que, como producto de la combustión y la degradación de los materiales plásticos, podrían emitirse a la atmósfera sustancias nocivas o contaminantes” (pág. 58)

### **7.2.2 Problemática Ambiental en el sector del acero**

Ahora se analizarán los impactos ambientales que rodean al sector productivo del acero laminado en frío, o como se conoce en este documento lámina CR. Si bien la contribución al impacto ambiental para la pieza flanger se puede considerar despreciable a comparación del impacto del poliestireno, es importante darle una mirada a este aspecto, ya que puede servir como referencia para futuros procesos de diseño que involucren una mayor cantidad de materiales ferrosos.

Si bien, a diferencia del poliestireno, el acero es un material infinitamente reciclable según (Cadavid Marín, 2014) “la fabricación del acero tiene una variedad de efectos en el medio ambiente. Los principales impactos provienen de la utilización de la energía y las materias



primas, que se traducen en emisiones de CO<sub>2</sub>, óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), polvo al aire, así como el uso de agua y sus emisiones asociadas” (pág. 85). También la industria del acero hace uso de una gran cantidad de agua. Según [ (Ucrós Fajardo, 2009)citado por (Cadavid Marín, 2014)], se consumen en promedio 180 litros de agua por segundo para producirlo. Si bien esta agua no es vertida, sino que es evaporada en procesos de enfriamiento, la cual vuelve al ciclo del agua, y se puede considerar un uso eficiente del agua ya que en total no hay mucha pérdida, si hay transporte de cuerpos de agua hacia otras regiones.

Hay que resaltar que la industria mundial del acero es una industria que está en constante proceso de innovación hacia un acero más sostenible, procesos que se resaltan en la página de la asociación mundial del acero (<https://www.worldsteel.org/>).

### **7.3 Características del impacto ambiental y recomendaciones de mitigación para la pieza de material P.O.P flanger.**

Anterior mente se analizó rápidamente los totales de impacto, sacando unas conclusiones de los impactos ambientales generales. En este apartado se procederá a revisar cada una de las etapas del ciclo de vida, analizando los impactos sin importar el porcentaje de contribución al impacto total. Así mismo se procederá a hacer una serie de recomendaciones desde el punto de vista del diseño industrial, para reducir la carga

ambiental del producto.

Nota de aclaración: las tablas expuestas a continuación son las mismas tablas usadas en la elaboración del trabajo de campo. Se traen de nuevo en este apartado para facilitar el proceso de análisis.

### ***A – Etapa creativa***

ETAPA CREATIVA			
PROCESO	CANTIDAD (KW/h)	INDICADOR	RESULTADO
DISEÑO	1,309	26	34,034
REALIZACIÓN DE PLANOS	0,595	26	15,47

*Tabla 7.4 – Cálculo del Eco-Indicador para la etapa creativa (Retomada del capítulo 6)*

Como se puede ver, el impacto ambiental en esta etapa está dado exclusivamente por el consumo energético de los computadores a la hora de realizar el proceso de diseño. Impacto que en verdad no es mitigable debido a que la energía ya está generada. Una concepción común sobre el consumo energético en los hogares y en las empresas es que a medida que se apaguen los electrodomésticos o las máquinas se va a contaminar menos debido a que se consume menos energía, la verdad sobre esto es que las plantas generadoras de energía producen una energía constante la cual, si no se gasta en los hogares o en las empresas, ingresa a la red nacional energética y en algún lugar del país se consumirá. La estrategia detrás del uso de energías renovables como la energía solar, es mermar la producción constante de la planta generadora, para así reducir la cantidad de agua que necesita la planta

para operar. Lastimosamente en ciudades como Bogotá, donde la luz solar es tan variable y poco predecible, la energía solar, que en este caso puede ser una solución, no lo es tanto debido a que no podrá operar al máximo de sus capacidades.

Como recomendación, algo contradictoria, es necesario aumentar el tiempo en esta etapa. Esto se debe a que las mejoras de las etapas siguientes dependen del resultado de esta, y es válido sacrificar unas horas extras en consumo energético por un resultado ambientalmente aceptable.

### ***B – Etapa de consecución de materias primas y fabricación***

ETAPA DE CONSECUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS Y FABRICACIÓN			
PROCESO O MATERIAL	CANTIDAD	INDICADOR	RESULTADO
POLIESTIRENO (PS)	38880 kg de PS	360	13996800
TERMOFORMADO O MOLDEO AL VACÍO	38880 kg de PS	9,1	353808
LAMINA CR (COLD ROLL)	2800 kg de Acero	86	240800
DOBLADO - ACERO	30000 unidades	0,0008	24
REMACHES	28,68 kg de aluminio	60	1720,8

*Tabla 7. 5 – Cálculo del Eco-Indicador para la etapa de consecución de materias primas y fabricación (retomada del capítulo 6)*

En esta parte se debe separar el impacto del material y el impacto del proceso; en cuanto al poliestireno, en el capítulo anterior se detalla el problema ambiental del mismo, tanto como el del acero y sus derivados ferrosos, por esto no se va a profundizar demasiado en

el tema, solo dejar nuevamente en evidencia que el poliestireno como materia prima es causante de la mayor parte del impacto ambiental.

*El impacto ambiental de los procesos industriales involucrados en la fabricación del flanger.*

En cuanto a los procesos industriales, el proceso de laminado de la lámina de acero es despreciable y no aporta una cantidad significativa al impacto ambiental, por el otro lado el proceso del termoformado, si bien igual es un aporte pequeño en esta etapa debido a los gastos energéticos de las máquinas de termoformado este es equivalente en impacto al de ensamblaje, embalaje y transporte. El termoformado es un proceso de moldeo de plástico en cual consiste en calentar una lámina de plástico, poliestireno en este caso, y a esta al alcanzar cierta temperatura, se moldea al vacío logrando así que tome la forma de un molde. El gasto energético más alto en este proceso es generar el calor para calentar la lámina de poliestireno. Las máquinas más comunes de termoformado usan una técnica llamada el *calentamiento por contacto*, la cual consiste en colocar la lámina de poliestireno

directamente en contacto con una lámina metálica (Plastiglas de México), esta lámina esta permanente mente caliente, lo que la hace poco eficiente en el uso energético, ya que hay periodos en los que la lámina no estará trabajando. Para solucionar el tema de la eficiencia energética se propone a la empresa maquiladora de termoformado usar máquinas que usen calentamiento por radiación, el cual es instantáneo y posee ciclos de exposición muy cortos. (Plastiglas de México)

Como conclusión de este apartado de termoformado, si bien se hizo una propuesta para mejorar la eficiencia energética del proceso, es algo que no se puede controlar, ya que como bien se ha manifestado en todo este documento, el impacto ambiental se tiene que minimizar desde la etapa de diseño. El termoformado, si bien es un proceso propuesto por el diseñador de la pieza, se producción se tiene que adaptar a los proveedores disponibles de la ciudad, según el precio ofrecido, y la disposición para entregar las piezas a tiempo. La solución de que la empresa proporcione la máquina está lejos de ser tenida en cuenta, ya que es una máquina que vale una gran cantidad de dinero, y como se ha manifestado antes, la mayoría de empresas de material P.O.P son PYMES, y no tienen la capacidad económica para invertir en tal tecnología. Por lo anterior, para este caso de estudio, el

termoformado es un proceso el cual sus impactos por gastos energéticos no se van a poder mitigar.

*Alternativas sostenibles al uso del poliestireno.*

Como ya se ha dicho anteriormente, el mayor impacto ambiental está dado por el material plástico usado para la fabricación de la pieza flanger, el poliestireno. En el capítulo anterior se hizo un análisis extenso de lo que representa el poliestireno en términos ambientales, por consiguiente, en este apartado se pasará a dar alternativas para reducir el impacto ambiental causado por este.

Una de las etapas esenciales en el proceso de diseño es la asignación de materiales a todas las partes del producto que se va a realizar. Hay que tener en cuenta que de esto depende el perfecto funcionamiento del producto, no es lo mismo hacer un flanger para la intemperie de plástico a uno de material celulósico, ya que factores como la humedad pueden cambiar las propiedades físicas del mismo. En el mercado hay remplazos comerciales con las

mismas características del poliestireno, pero igual o más dañinos para el medio ambiente, sin embargo, si las condiciones de oferta y presupuesto para la elaboración del flanger es ajustado se podría considerar el PET como una opción menos dañina.

Si bien el PET en su proceso de fabricación tiene las mismas consecuencias que el poliestireno ya que sus procesos son similares, este material tiene una ventaja ya que es infinitamente reciclable. Debido al problema ambiental de las botellas y envases de PET a nivel mundial, esta industria está a la vanguardia del proceso de reciclaje de plásticos, produciendo un material conocido como RPET<sup>20</sup>, al cual no es apto para su contacto con alimentos debido a sus condiciones de salubridad <sup>21</sup>, pero es óptimo para producción de piezas de termoformado. Este material no mitiga totalmente el impacto, ya que hay que tener en cuenta que todavía hay gastos de agua y gastos energéticos involucrados en el proceso de reciclaje, pero lo puede reducir ampliamente ya que es un material que, al ser infinitamente reciclable, su demanda aumenta, lo que hace que gran cantidad del mismo

---

20 Recycled Polyethylene Terephthalate

21 Esto debido a que anteriormente ha estado en contacto con alimentos.

pueda retornar a las plantas peletizadoras <sup>22</sup>, y menor cantidad de material termina mal dispuesto como se resaltó en el capítulo anterior.

Por otro lado, hay alternativas 100% libres de impactos, y están en el mundo de los bioplásticos o biopolímeros, los cuales según dice (Pacheco, Flores, & Rodríguez-Sanoja, 2014) son todos aquellos producidos por la naturaleza como son el almidón y la celulosa (pág. 28). Hay que aclarar que bioplástico no es sinónimo de plástico biodegradable, ya que el prefijo ‘bio’ tiene más que ver con la consecución de materias primas. Sin embargo, dentro de los bioplásticos hay una categoría llamada los plásticos compostables, los cuales según ((Luengo et al.,2002) citado por (Pacheco, Flores, & Rodríguez-Sanoja, 2014) siguen las filosofías de diseño de *la economía azul* y *cradle to cradle*, los cuales “pueden ser asimilados por varias especies (biodegradables) y no tienen efecto tóxico en el hospedero (biocompatibles) dándoles una gran ventaja con respecto a los polímeros tradicionales” (pág. 14).

Entre esta categoría se recomienda usar el material conocido como Biomax®, fabricado por

---

22 Del proceso industrial de Peletizar, que consiste en granular el plástico para la fabricación de láminas o moldeados.



la empresa Dupont. Este material cuenta con las características necesarias para fabricar un flanger resistente y duradero y tiene la ventaja de que no se recicla. Se puede disponer en el relleno sanitario ya que no ocupa mucho espacio y este se deja compactar, se puede usar como compost para cultivos, y lo más importante en caso tal de que termine mal dispuesto, en un cuerpo de agua, se va a degradar con el ecosistema sirviéndole de alimento a las plantas las aves y los peces que habiten en la zona.

Como tercera alternativa, se puede considerar realizar un P.O.P reutilizable, el cual se use un cierto número de veces, con impresiones intercambiables según la marca, esto representa una gran cantidad de ventajas tanto para los productores como para las empresas consumidoras de P.O.P, las cuales son:

- Diseño para el desmontaje, esto permite tener piezas separadas y reutilizables varias veces.
- Los impactos ambientales de todo el proceso no disminuyen en el primer ciclo de vida, pero para el segundo, los impactos ambientales solo están dados en la parte logística, ya que no hay que conseguir nuevos poliestirenos y no hay que termoformar de nuevo.

- Se asegura la recuperación del 100% del material.
- Reduce costos de producción, ya que no hay materiales ni mano de obra involucrada.

Como toda alternativa tiene sus desventajas, que en este caso puede estar dado con que el diseño es el mismo siempre. Las empresas consumidoras de P.O.P son muy exclusivas con sus formas y esta alternativa puede no ser de su agrado, pero si se involucra una conciencia ambiental en su filosofía, esta alternativa se adapta a sus necesidades, y al mismo tiempo se puede convertir en una ventaja de marketing.

ALTERNATIVA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
USO DE RPET	- Material infinitamente reciclable	- Igual impacto ambiental que el poliestireno - Igual impacto ambiental a la hora de reciclar
USO DE BIOMAX	- Material 100% biodegradable	- Precio potencialmente alto
P.O.P REUTILIZABLE	- Impacto ambiental amortizable dependiendo de las veces que se use la pieza. - Se asegura la recuperación total, del material - Reduce costos de producción	- poca versatilidad en la forma de la pieza

*Tabla 7. 6 – Ventajas y desventajas de las alternativas propuestas para reemplazar el uso de poliestireno en la pieza de P.O.P FLANGER*

### ***C – Etapa de ensamble, embalaje y transporte***

Si bien el aporte al impacto ambiental de esta etapa, es corto, y por las características del mismo, difícil de mitigar, no está exento de observaciones y posibilidades de mejorar. Hay que tener en cuenta que cualquier mejora que represente mejorar el ciclo de vida de un producto, tiene como función mejorar los métodos productivos de la empresa, dándole así ventajas competitivas.

ETAPA DE ENSAMBLE EMBALAJE Y TRANSPORTE			
PROCESO O MATERIAL	CANTIDAD	INDICADOR	RESULTADO
TALADRADO	6875 horas de uso	26	178750
SOLDADURA ULTRASÓNICA	21756 metros soldados	0,098	2132,088
EMPAQUE	2106 kg de cartón corrugado	69	145314
TRANSPORTE	468 kilómetros de recorrido	140	65520

*Tabla 7. 7 – Cálculo del Eco-Indicador para la etapa de ensamblaje y transporte*

*Un ensamble con un uso efectivo de la energía.*

Se puede evidenciar un alto indicador en el proceso del taladrado, esto debido al consumo energético del mismo. Los taladros que actualmente se encuentran en los talleres de la empresa son de alta potencia, específicamente para trabajar en materiales como maderas y metales, el poliestireno, al ser un material plástico, se perfora con facilidad, esto nos da un exceso de energía, para una actividad que requiere poca. Para mitigar impacto en este proceso se tienen 3 opciones.

La primera es cambiar los taladros por unos taladros de menor potencia, específicos para tareas livianas. Sin embargo, esta estrategia no es viable debido a que toca reemplazar una gran cantidad de taladros, y la idea no es generar un gasto extra. Al mismo tiempo, si se cambian los taladros, va a haber consumo energético, y la reducción del indicador no va a ser muy significativa.

Otra alternativa es cambiar el proceso eléctrico por uno manual, esto elimina 100% el impacto por consumo, pero aumenta el tiempo de ensamblaje, lo que supone un aumento en la cadena de producción de la pieza, lo que acarrea costos de mano de obra, por este motivo esta alternativa no es viable.

Como el objetivo del trabajo es poder solucionar todos los impactos desde la etapa creativa, la mejor opción es realizar el molde del termoformado con las perforaciones incluidas. Esta alternativa no genera consumos extras de poliestireno, ni gasto energético en el proceso de

termoformado y la pieza pasa directamente a la etapa de ensamblaje, que requiere solo un proceso de remachado para unir el cuerpo termoformado a las platinas metálicas.

El otro proceso involucrado es la soldadura ultrasónica utilizada para unir las dos piezas metálicas. Para este proceso no se tiene una alternativa más adecuada que la que ya hay. Se puede reducir el tiempo de soldadura mermando el perímetro de la pieza, pero la reducción en el impacto no es muy significativa. Hay otras opciones químicas para unir las piezas como cloruros y aditivos plásticos, pero esto no reducirá el impacto, antes lo aumentará debido a la cantidad de químicos, y no solo se tiene un problema de medio ambiente, sino también de salud al operario, debido a la inhalación de los mismos.

*El diseño como herramienta para reducir consumos de material y espacio.*

El embalaje y el transporte son procesos inamovibles del ciclo de vida del material P.O.P, todos los productos fabricados deben ser empacados y embalados. Por esto como en etapas anteriores tenemos un impacto que no se puede mitigar en condiciones estándar. Se debe hacer uso del proceso de diseño para lograr la máxima eficiencia tanto en el embalaje, para reducir consumo de material y número de unidades por caja, la pieza. Actualmente la pieza objeto de este estudio tiene una distribución dentro del embalaje que no permite la

apilabilidad<sup>23</sup>.



Ilustración 7. 2 – Ejemplo de apilabilidad.

Desde la etapa de diseño se debe diseñar un flanger termoformado que permita aplicar este concepto a esta etapa. Esto permitirá, reducir el consumo de cartón, y que se necesite menor número de cajas para empaquetar las 15.000 unidades de producto, lo que reducirá el número de cajas se van a reducir el número de viajes de furgón necesarios. Esto tiene consecuencias inmediatas en el impacto ambiental, sobre todo al reducir la contaminación por combustión de fósiles. No se tiene en cuenta el cartón como generador de impacto, debido a que es un material altamente reciclable, y si bien en su producción se usan materias primas de alto impacto ambiental como tala de bosques y uso de grandes cantidades de agua, la industria del papel actualmente toma medidas para mitigar estos impactos.

---

<sup>23</sup> La apilabilidad es un concepto clave para los productos producidos en masa y consiste en poder agrupar una gran cantidad de elementos en un espacio reducido.

### ***D - Etapa de uso y desuso***

En estas dos etapas se va a prescindir de recomendaciones. En la etapa de uso no tenemos impacto alguno, ya que la función del flanger es estar pegado de una pared y el usuario no tiene contacto con el mismo. Las recomendaciones para la etapa de desuso están consignadas en el análisis de las etapas anteriores, y la reducción del impacto ambiental total depende de que tan bien se ejecuten.

## 8. CONCLUSIONES

El ACV es una estrategia válida para contribuir al mejoramiento de la calidad medioambiental de la ciudad de Bogotá, Proporcionando una mirada a los momentos clave donde el impacto se produce.

Se evaluó el impacto ambiental de un tiraje de producción correspondiente a 15.000 unidades de la pieza conocida como *FLANGER*, pudiendo identificar el momento en el cual el mayor impacto ambiental.

El impacto ambiental más significativo, el 90% del impacto ambiental total, está determinado por el uso de materiales derivados del petróleo, para este caso de estudio, el poliestireno.

Se concluyó que la manera más acertada para reducir al mínimo el impacto ambiental generada por la producción del *FLANGER*, es utilizar plásticos derivados de elementos vegetales, los cuales se degradan de manera natural, la cual no genera desechos ni contaminantes que degraden los ecosistemas.

Si bien, la mejor manera de mitigar impactos ambientales es utilizar polímeros de procedencia vegetal, estos son muy costosos y pocas empresas pueden estar dispuestas a pagar por el incremento de presupuesto. Por esto mismo se cuenta con una segunda opción



la cual consiste en general P.O.P reutilizable que si bien tiene impacto ambiental en primera instancia, para segundas o terceras iteraciones de producción, el impacto se va a reducir hasta valores mínimos, debido a que no hay una nueva transformación de materias primas contaminantes.

El ACV es una técnica que permite fusionarse con otras técnicas similares permitiendo lograr mejores resultados y análisis más profundos. La metodología de los Eco-Indicadores 99, facilitó la evaluación de impactos ya que, al asignarle un número al impacto, ofrece un valor comparativo entre todos los componentes del ACV.

El ACV es una estrategia válida para contribuir al mejoramiento de la calidad medioambiental de la ciudad de Bogotá, Proporcionando una mirada a los momentos clave donde el impacto se produce.

Los resultados de la evaluación del ciclo de vida en conjunto con la metodología de los Eco-Indicadores 99 no solo permiten ver fallos al momento del diseño y la producción de las piezas de material P.O.P, al mismo tiempo evidencia una falta de compromiso por parte de las empresas que compran este material por hacer que sus productos promocionales tengan un adecuado manejo post consumo.

La metodología anteriormente propuesta para el análisis del impacto ambiental de la pieza *FLANGER* se puede extrapolar a otras piezas diferentes del P.O.P propuestas en el marco teórico, logrando metodología productiva que contribuya con la reducción de impactos ambientales que abarque la totalidad de los productos que actualmente se producen. Permitiendo hacer las recomendaciones pertinentes desde el punto de vista del diseño industrial para mitigar el impacto ambiental. Sin embargo, se necesita un equipo interdisciplinar para tomar decisiones más completas sobre todo en las etapas de producción y en aquellas que involucran un componente logístico.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- 100% Hecho de Basura* (2009). [Película].
- Aguayo González, F., Peralta Álvarez, M. E., Lama Ruiz, J. R., & Soltero Sánchez, V. (2013). *Ecodiseño, Ingeniería Sostenible de la Cuna a la Cuna*. Madrid, España: Alfaomega.
- Alvarado Nieto, G. A., Roa López, P. A., & Zuleta Ortiz, D. L. (2015). *Formación en Diseño Industrial: Una Propuesta Metodológica Coherente con el Desarrollo Sostenible [Tesis de Postgrado]*. Manizales, Caldas, Colombia: Universidad de Manizales.
- Arenas, A., & Scarzella, F. (2009). *P.O.P., Material Silencioso que Debe Hablar y Escuchar [Tesis de Pregrado]*. Bogotá, Colombia: Universidad Javeriana.
- Cadavid Marín, G. (2014). *Análisis del Ciclo de Vida (ACV) del Proceso Siderúrgico [Tesis de Postgrado]*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Cadena, F., & Quiroz, F. (2000). *Manual de Reciclaje de Plásticos*. Quito: Corporación OIKOS.
- Cross, N. (2008). *Métodos de Diseño, Estrategias para el Diseño de Productos*. México D.F: Limusa Wiley.
- Díaz de Salas, S. A., Mendoza Martínez, V. M., & Porras Morales, C. M. (2011). Una Guía para la Elaboración de Estudios de Caso. *Razón y Palabra*, 75.
- Félix Sanz, A. (2014). *Ecodiseño. Un Nuevo Concepto Para el Desarrollo de Productos*. Logroño, La Rioja, España: Universidad de la Rioja.
- Gorostieta, M. d. (2001). *Promoción de ventas: estrategias mercadológicas de corto plazo*. México: Compañía Editorial Continental.
- Guarín García, C. A. (2004). *Análisis Ambiental del Proceso de Fabricación de Guantes de Látex en Eterna S.A Aplicando la Metodología del Ciclo de Vida*. Bogotá, Colombia: Universidad de los andes.
- Hernandez, A. (2012). *Elaboración de Material P.O.P de Bajo Impacto Ambiental Mediante la Reutilización de Cartón Papel y Plástico Suministrados por la Empresa Copicentro [Tesis de Postgrado]*. Caracas, Venezuela: Universidad Nueva Esparta.
- ICONTEC. (26 de 09 de 2007). NTC-ISO 14040. Bogotá, Colombia.
- Ihobe. (2009). *Análisis de Ciclo de Vida y Huella de Carbono, Dos Maneras de Medir el Impacto Ambiental de un Producto*. Bilbao, País Vasco, España.
- Jones, C. (1982). *Métodos de Diseño*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Keoleian, G., & Menerey, D. (1993). *Life Cycle Design Guidance Manual, Enviromental Requeriments and the Product Systems*. Cincinatti, Estados Unidos.
- Lindkvist, L. (2014). *Exploring Product Life-Cycle Information Flows With a Focus on Remanufacturing*. Linköping, Sweden: Linköping Studies in Science and Technology.
- Lobach, B. (1976). *Diseño Industrial*. Munich: Gustavo Gili.
- López Hernández, J., & González Jaramillo, L. F. (2015). *Influencia del Material P.O.P en el Comprador de Tienda de Barrio [Tesis de Postgrado]*. Medellín, Colombia: Universidad EAFIT.

- McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle, Remaking the Way We Make Things*. Nueva York: Nort Point Press.
- Ministry of Housing, Spatial Planning and the Enviroment. (2000). *Eco-Indicator 99 Manual for Designers, a Damage Oriented Method for Life Cycle Impact Assessment*. Amsterdam, Países Bajos.
- Moreno, V., García, J., & Villalba, J. (2007). *Descripción General de los Humedales de Bogotá D.C.* Bogotá: Sociedad Geográfica de Colombia.
- Munari, B. (1981). *¿Cómo nacen los objetos? Apuntes para una Metodología Proyectual*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Gustavo Gili.
- Munigozgueren, J., & Mínguez, R. (2006). Ecodiseño de un Producto y Desarrollo Sostenible. *FABRIKART*, 6, 40-52.
- Ocampo, U. J. (2013). *Análisis del Ciclo de Vida de las Botellas de PET que se Recolectan Como Residuo en el Municipio de Ecatepec de Morelos*. México D.F: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pacheco, G., Flores, N., & Rodríguez-Sanoja, R. (2014). Bioplásticos. *Biotecnología*, 18(2), 27-36.
- Pauli, G. (2010). *La Economía Azul, 10 Años, 100 Innovaciones, 100 Millones de Trabajos*. Paradigm Publications.
- Plastiglas de México. (s.f.). *Manual Técnico, Termoformado*. México D.F. Obtenido de <https://tecnologia3bunlp.files.wordpress.com/2015/03/manual-determoformado.pdf>
- Ramírez Hernández, V. (2014). *Integración del Diseño Para Remanufacturar en el Ecodiseño [Tesis de Postgrado]*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Sanes, O. S. (2012). *El Análisis del Ciclo de Vida en el Desarrollo Sostenible: Propuesta Metodológica para la Evaluación de la Sostenibilidad en Sistemas Productivos [Tesis de Postgrado]*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional.
- Secretaría Distrital del Medio Ambiente. (2010). *Protocolo de Recuperación y Rehabilitación Ecológica de Humedales en Centros Urbanos*. Bogotá.
- SIC. (2012). *Marcas Propias en el Sector Retail en Colombia*. (S. d. Comercio, Ed.) Bogotá, Colombia.
- Téllez Maldonado, A. (2012). *La Complejidad de la Problemática Ambiental de los Residuos Plásticos: una Aproximación al Análisis Narrativo de Política Pública en Bogotá [Tesis de Postgrado]*. Bogotá: Universidad Nacional.
- Ucrós Fajardo, J. (2009). *Propuesta para la Implementación de Instrumentos de Política Ambiental en la Planta Siderúrgica de Acerías Paz del Río S.A [Tesis de Postgrado]*. Bogotá: Universidad Javeriana.
- Viceministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Política Nacional de Producción y Consumo, Hacia una Cultura de Consumo Sostenible y Transformación Productiva*. Bogotá, Colombia.
- Yate Arévalo, A. (2012). *Material P.O.P, Publicidad en Punto de Venta*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Yin, R. (2002). *Case Study Research, Desing and Methods*. Washintong: SAGE Publications.

## 10. ANEXOS

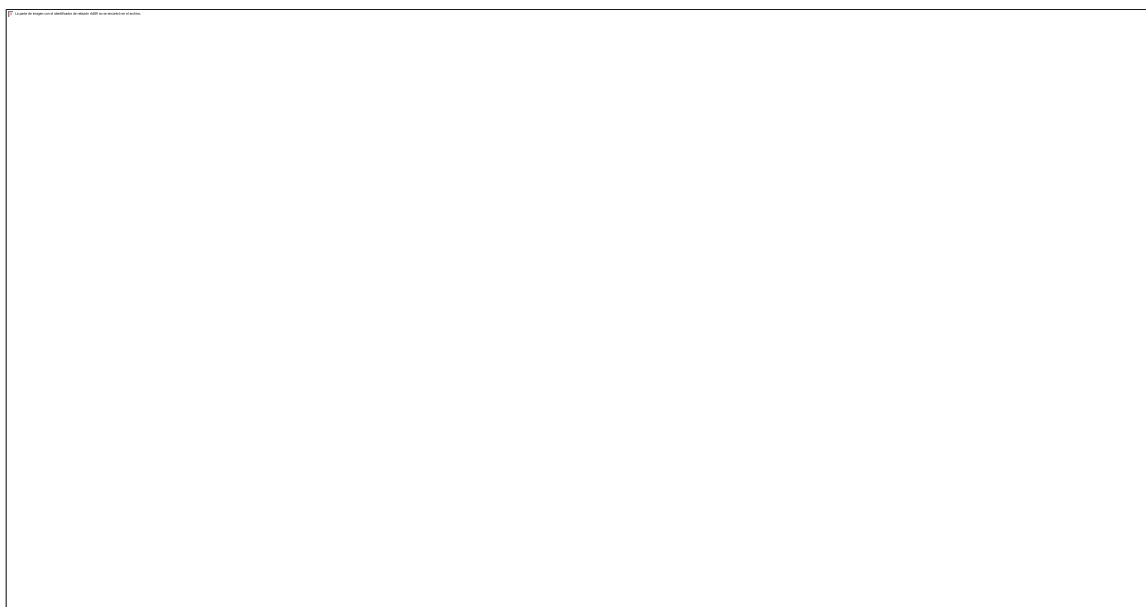
### *A - ANEXO: Tablas del Eco-indicador 99.*

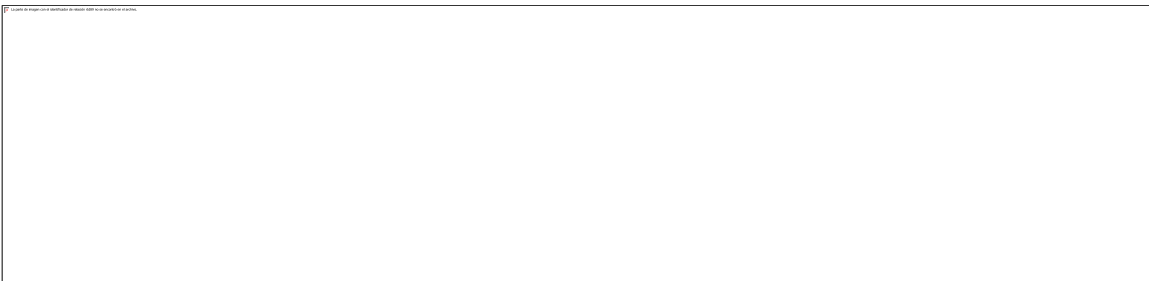
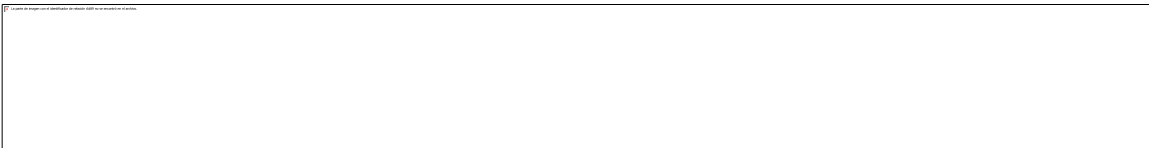
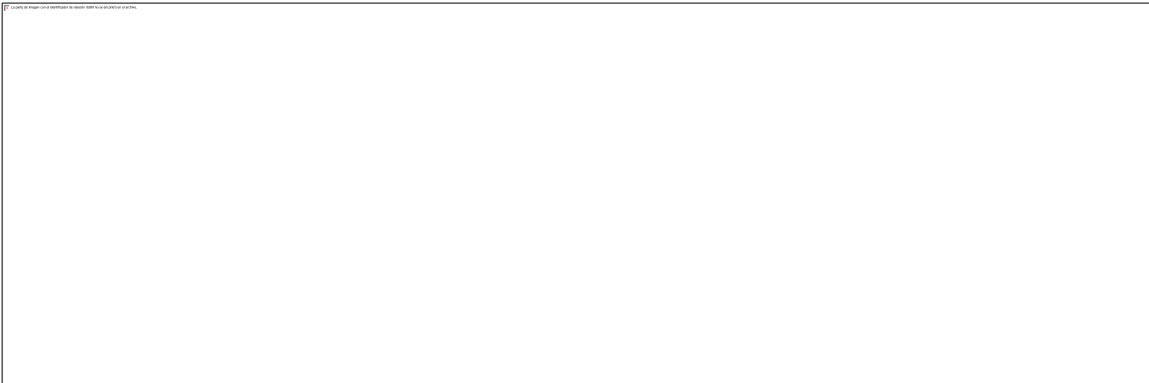
#### **Producción de metales férricos (en milipuntos por kg).**

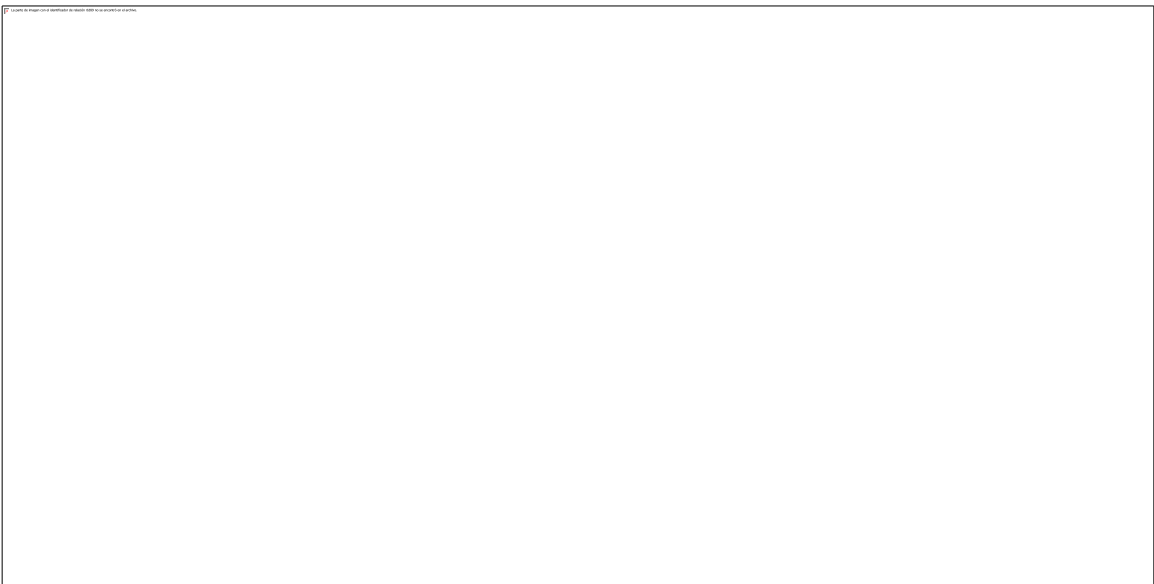
<b>Material</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descripción</b>	
Hierro fundido	240	Hierro fundido con >2% de carbón	1
Acero de convertidores	94	Bloques de material que sólo contienen acero primario	1
Acero de arco eléctrico	24	Bloques de material que sólo contienen chatarra (acero secundario)	1
Acero	86	Bloques de material que sólo contienen 80% de hierro primario y 20% de restos	1
Acero de alta aleación	910	Bloques de material que sólo contienen 71% de acero primario, 16% Cr, 13% Ni.	1
Acero de baja aleación	110	Bloques de material que sólo contienen 93% de acero primario, 5% de restos y 1% de materiales de aleación	1

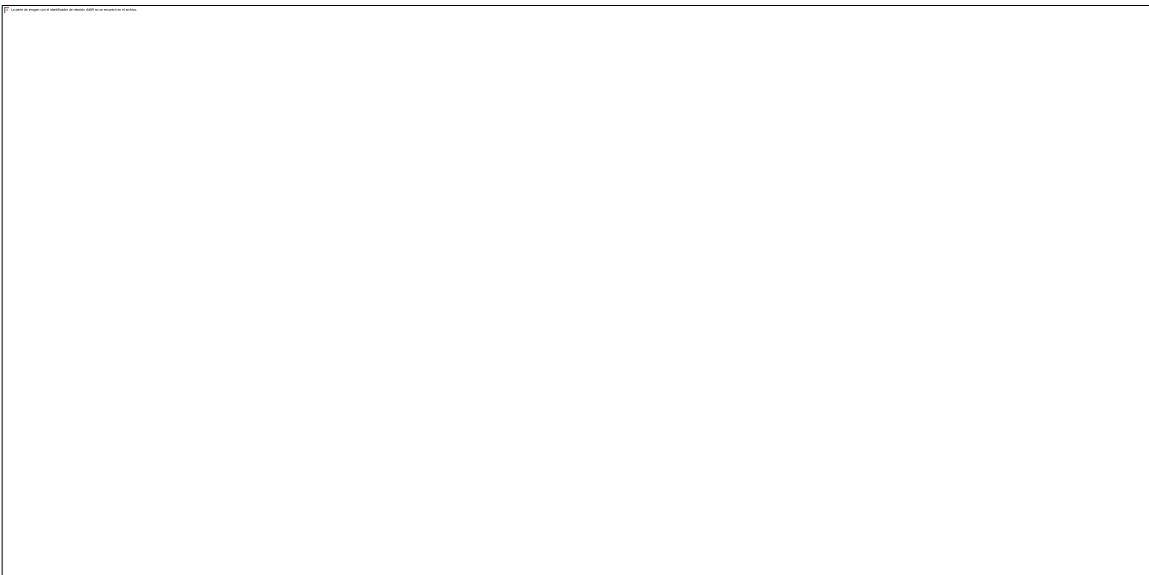
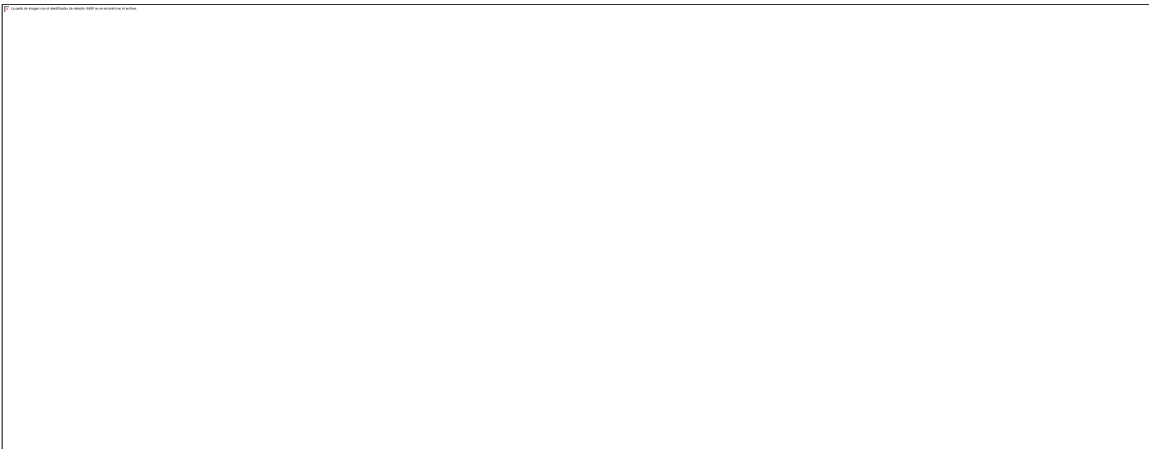
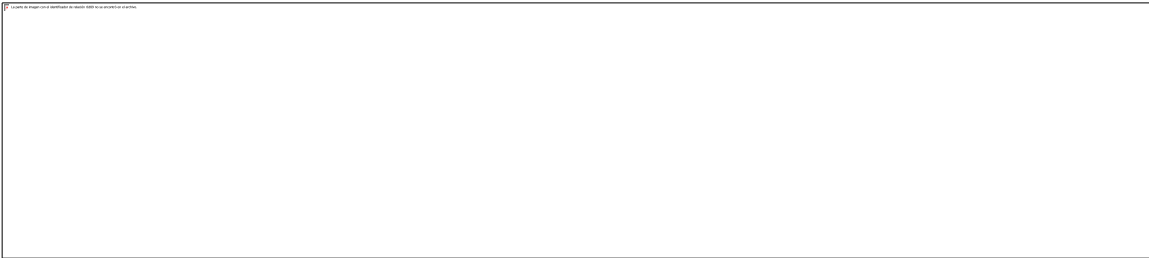
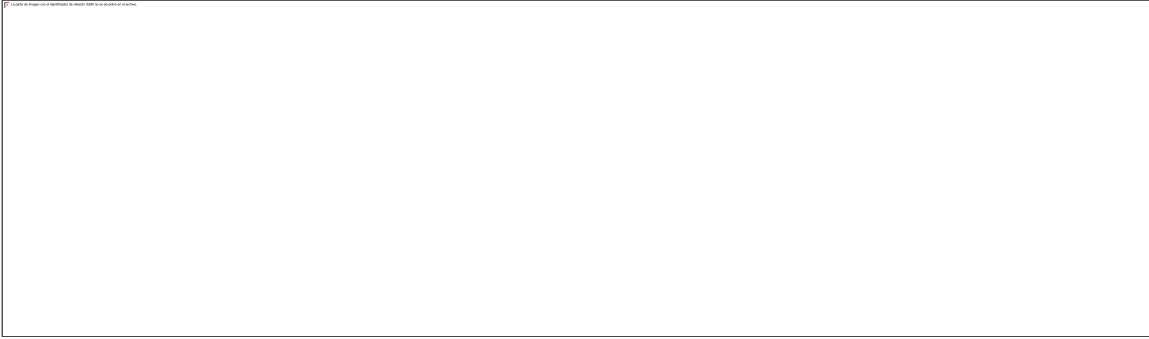
#### **Producción de metales no férricos (en milipuntos por kg).**

<b>Material</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descripción</b>	
Aluminio 100% rec.	60	Bloques de material que sólo contienen materiales secundarios	1
Aluminio 0% rec.	780	Bloques de material que sólo contienen materiales primarios	1
Cromo	970	Bloques de material que sólo contienen materiales primarios	1
Cobre	1400	Bloques de material que sólo contienen materiales primarios	1
Plomo	640	Bloques de material que contienen 50% de plomo secundario	1
Níquel enriquecido	5200	Bloques de material que sólo contienen materiales primarios	1
Paladio enriquecido	4600000	Bloques de material que sólo contienen materiales primarios	1
Platino	7000000	Bloques de material que sólo contienen materiales primarios	1
Rodio enriquecido	12000000	Bloques de material que sólo contienen materiales primarios	1
Zinc	3200	Bloques de material que sólo contienen materiales primarios (baño de calidad)	1

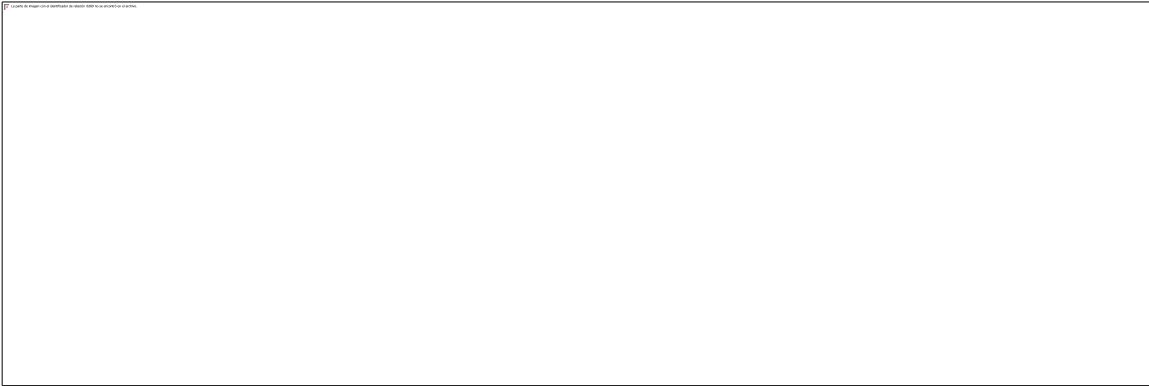




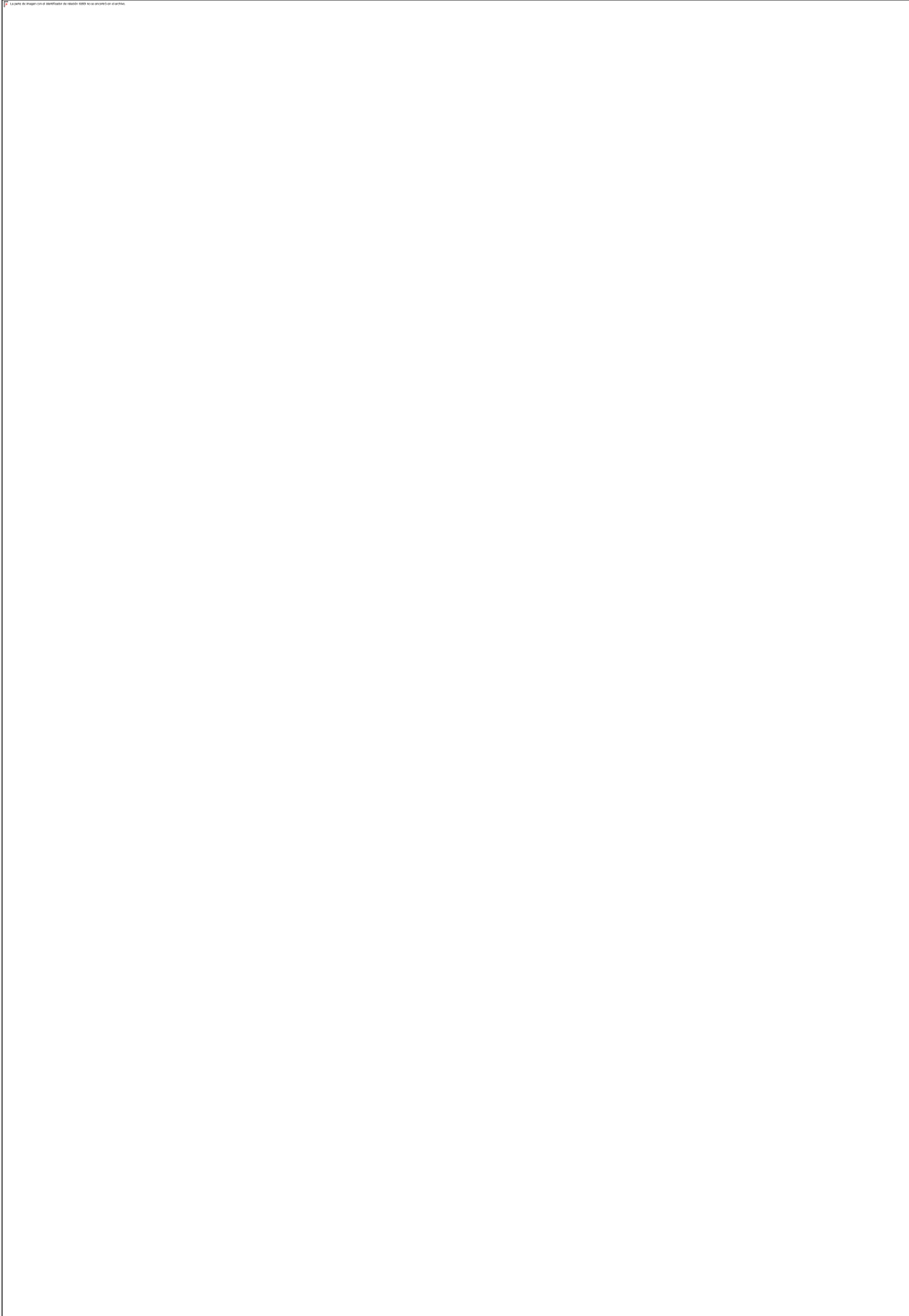


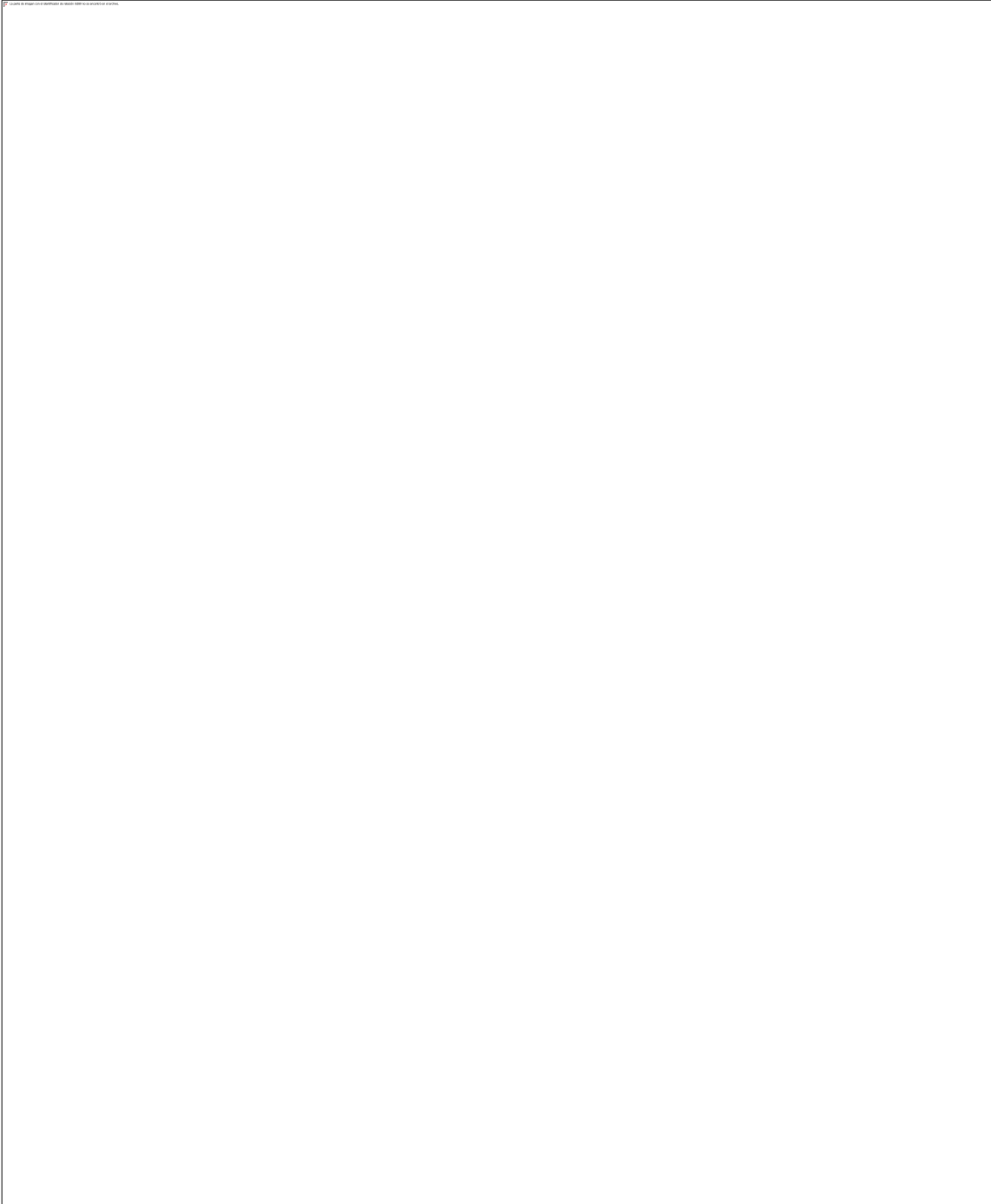


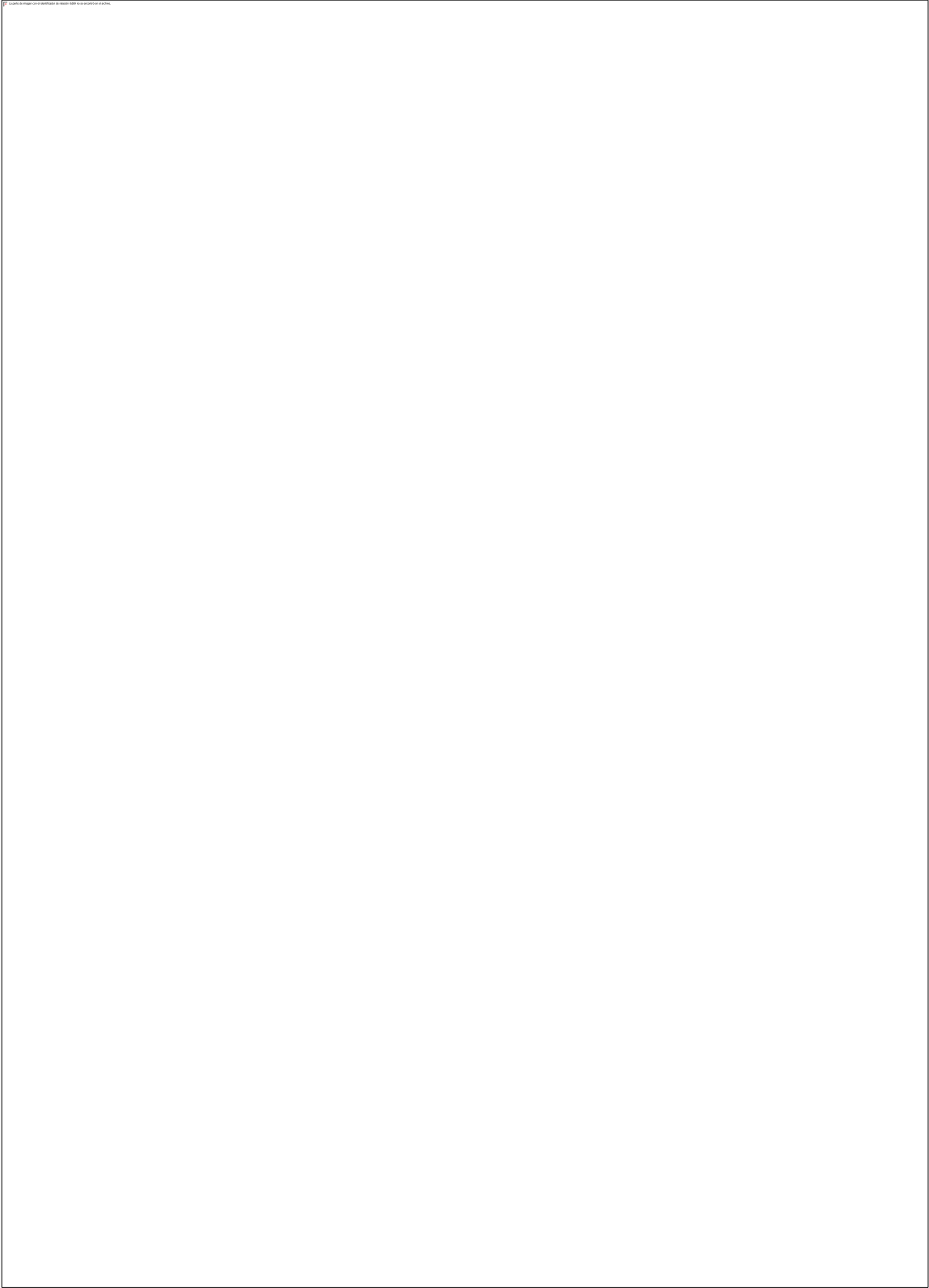


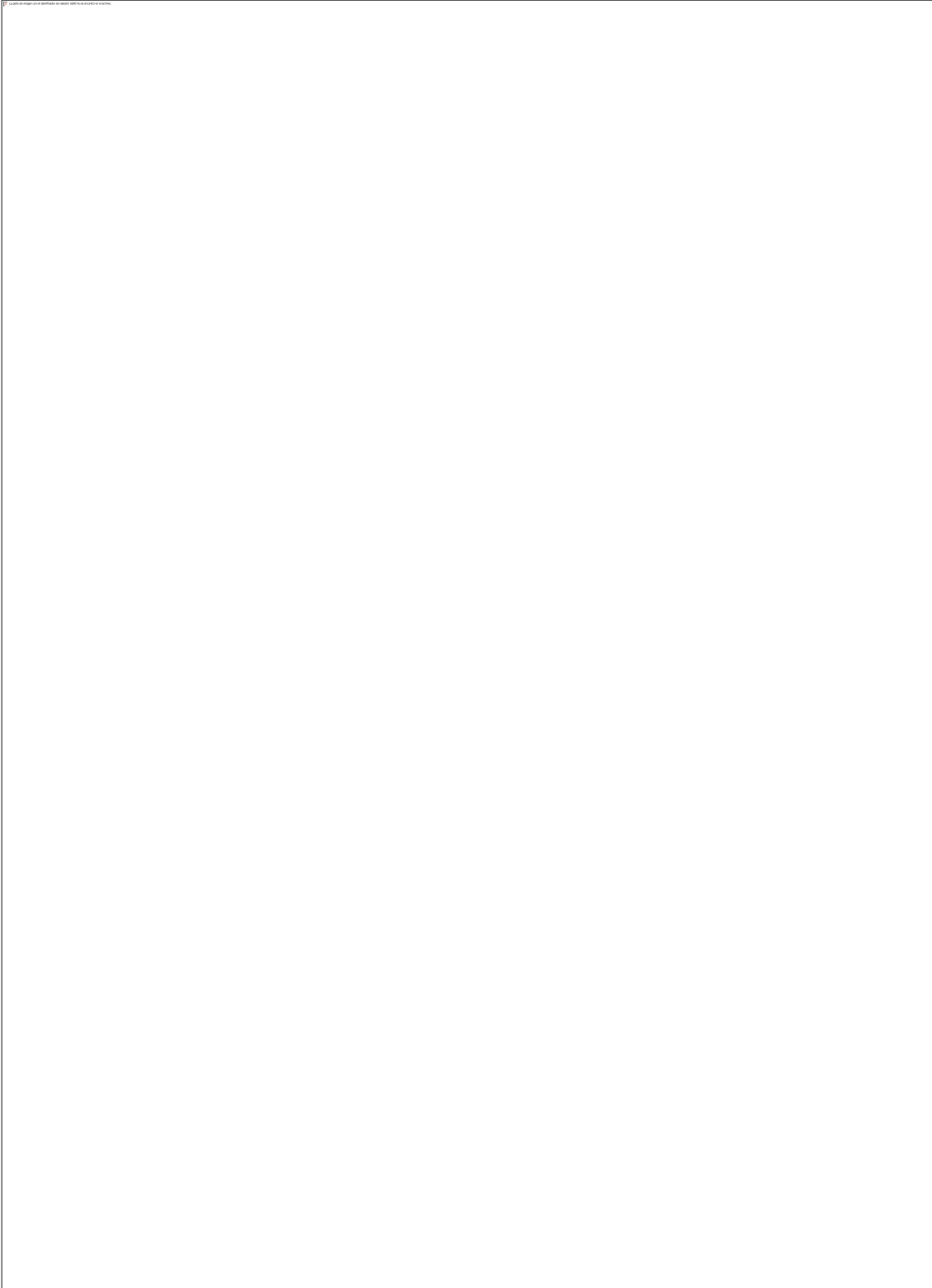


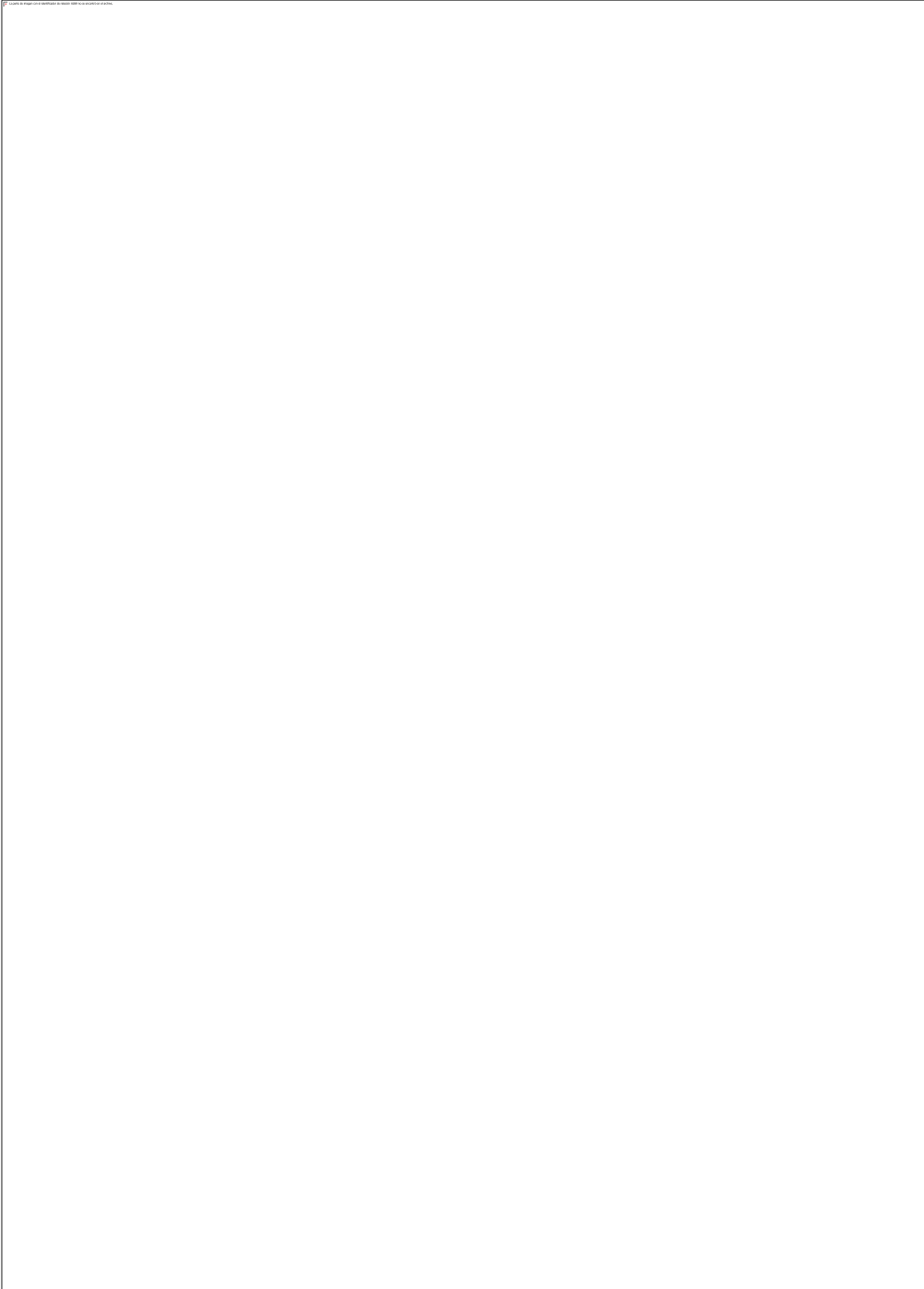
***B - ANEXO: Método para calcular el Eco-Indicador***

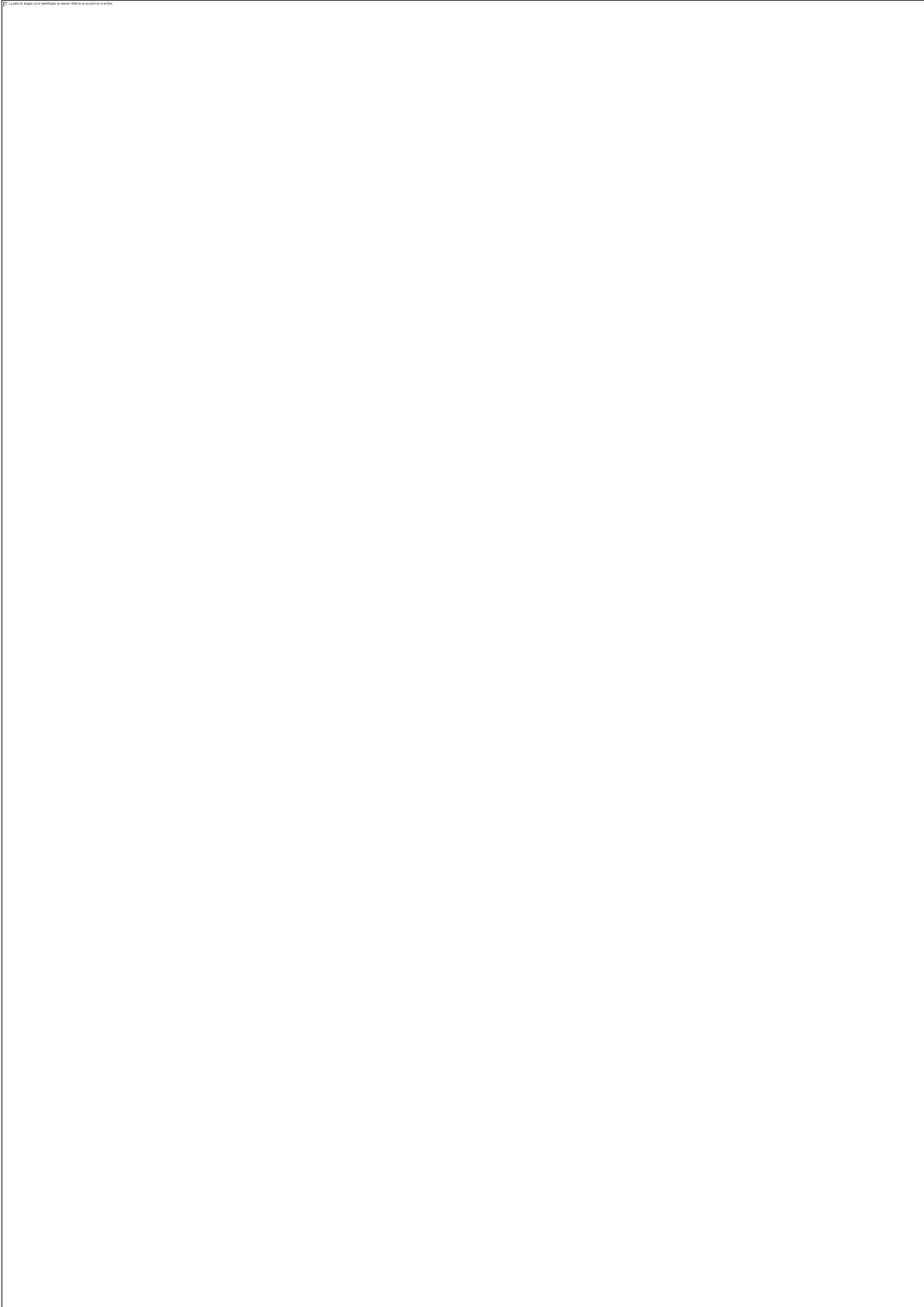
















***C - ANEXO: Tablas de campo para el análisis y cálculo del Eco-Indicador 99***

