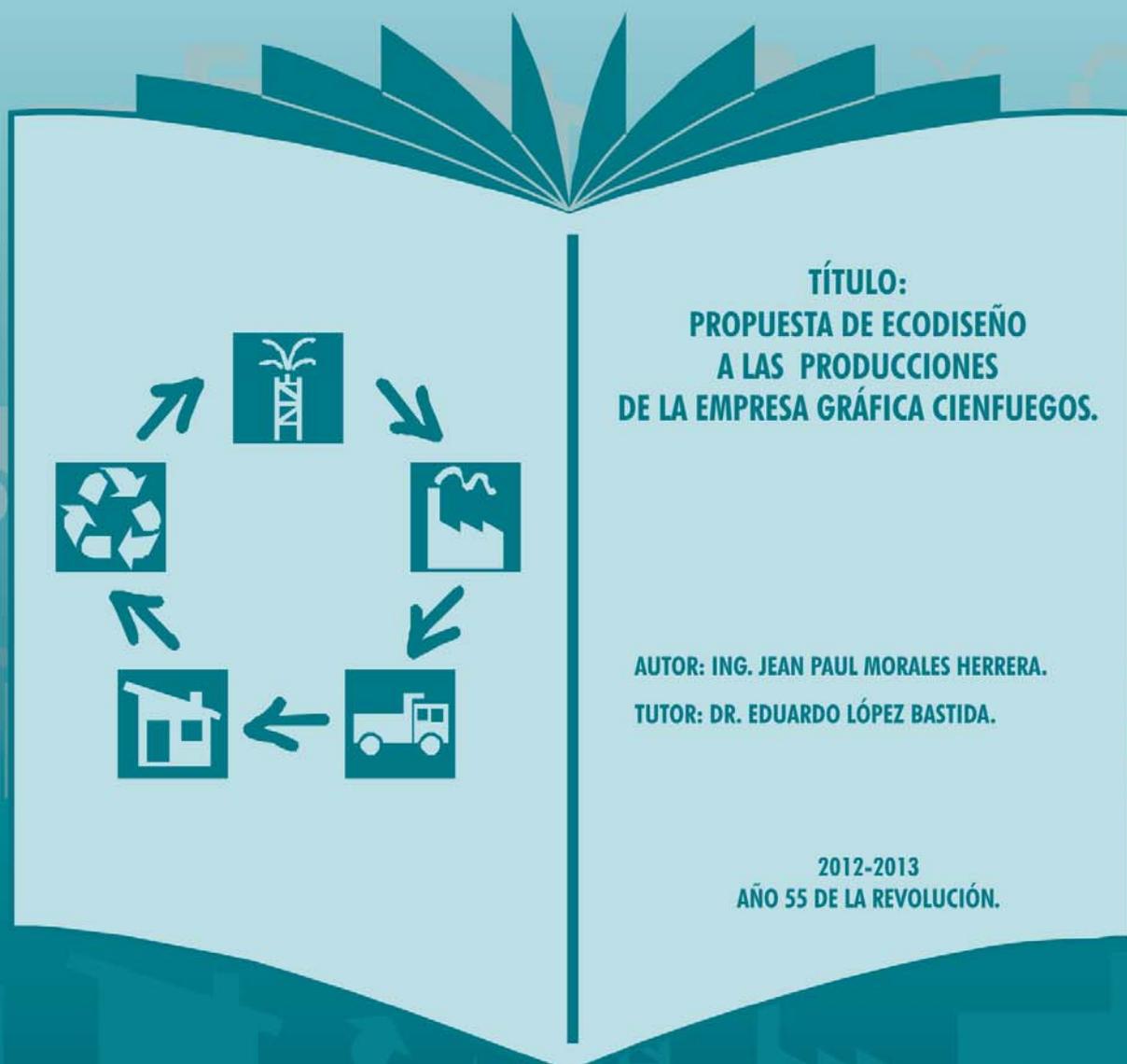


**TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO
ACADÉMICO DE MÁSTER EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.**



**TÍTULO:
PROPUESTA DE ECODISEÑO
A LAS PRODUCCIONES
DE LA EMPRESA GRÁFICA CIENFUEGOS.**

AUTOR: ING. JEAN PAUL MORALES HERRERA.

TUTOR: DR. EDUARDO LÓPEZ BASTIDA.

**2012-2013
AÑO 55 DE LA REVOLUCIÓN.**

Pensamiento

“El uso razonable y responsable del medio ambiente y sus recursos es una actitud imprescindible, pues de ello dependerá la sobrevivencia de la vida en la tierra.”

Vetokele

Dedicatoria

A toda mi familia por su inmenso amor.

*A mi pareja, por su gran amor, por estar siempre junto a mí en
cada momento difícil de mi vida y darme las fuerzas y su apoyo
para llegar hasta el final.*

A mi tutor por su apoyo incondicional

Agradecimientos

Agradezco en primer lugar a toda mi familia;

A mi pareja por ser especial para mí;

A mi tutor Dr. Eduardo López Bastida por la paciencia, apoyo y confianza;

*A toda persona de la Empresa Gráfica Cienfuegos que contribuyó con este
trabajo de una forma u otra;*

A mis compañeros de estudio y profesores por permitirme aprender de ellos;

*A aquellas personas que sin vínculo sanguíneo alguno los quiero como
hermanos;*

A los que están, estuvieron y ahora no se encuentran cerca;

Muchas Gracias.

Resumen

Resumen.

La presente investigación titulada “*Propuesta de Ecodiseño a las producciones de la Empresa Gráfica Cienfuegos*”, tiene como objetivo general, proponer una metodología basada en el ACV que permita la disminución de los impactos que se generan durante su realización, identificando y evaluando las mejoras desde su primera etapa, especialmente durante la selección de materiales menos impactantes. La metodología propuesta basada en las NC ISO 14 006; 2012, NC ISO 14 040: 2009 y NC ISO 14 044: 2009, adaptada a las condiciones de la Empresa Gráfica Cienfuegos, se valida en la producción de libretas escolares evidenciando sus ventajas ambientales y económicas al proponer la utilización del papel de fibras recicladas y en cuya producción se haya seguido un proceso de blanqueado totalmente libre de cloro. Se finaliza con un conjunto de conclusiones y recomendaciones que dan cumplimiento al objetivo propuesto.

Summary

Summary.

The present investigation titled "Proposal of Eco desing to the productions of the Graphic Company Cienfuegos", has as general objective, to propose a methodology based on VCA that allows the decrease of the impacts that are generated during its realization, identifying and evaluating the improvements from its first stage, especially during the selection of less impacting materials. The proposed methodology based on NC ISO 14 006; 2012, NC ISO 14 040: 2009 y NC ISO 14 044: 2009, adapted to the conditions of the Graphic Company Cienfuegos, you been worth in the production of school notebooks evidencing their environmental and economic advantages when proposing the use of the paper of recycled fibers and in whose production a process has been continued of having whitened completely free of chlorine. It concludes with a group of conclusions and recommendations that give execution to the proposed objective.

Indice

Tabla de contenido

Introducción.....	2
Capítulo I “Marco Teórico de la investigación”.....	6
1.1 Producción más Limpia.....	8
1.1.1 Definiciones y principales características.....	8
1.1.2 Importancia.....	10
1.2 Gestión del Ecodiseño.....	11
1.2.1 Normalización del Ecodiseño.....	12
1.2.2 Ecodiseño, herramienta de innovación ambiental.....	15
1.3 Análisis del Ciclo de Vida.....	17
1.3.1 Definiciones.....	18
1.3.2 Normas que establecen las fases del Análisis del Ciclo de Vida.....	19
1.3.3 Importancia de la herramienta de Análisis del Ciclo de Vida.....	22
1.3.4 Limitaciones.....	24
1.3.5 Soporte informático aplicado a la herramienta Análisis del Ciclo de Vida.....	26
1.4 Diseño en los productos gráficos.....	29
1.4.1 Beneficios de la aplicación del Ecodiseño en la Industria Gráfica.....	32
Conclusiones parciales.....	33
Capítulo II: Parte experimental.....	34
2.1 Descripción del objeto de estudio.....	34
2.1.1 Caracterización de la Empresa Gráfica Cienfuegos.....	34
2.2 Etapas para Implementar el ecodiseño.....	41
2.2.1 Modelación del producto.....	41
2.2.2 Procedimiento del análisis del ciclo de vida.....	44
2.2.3 Valoración económica y ambiental del producto.....	49
2.2.4 Comunicación ambiental.....	49
Conclusiones parciales.....	50
Capítulo III: Análisis de los resultados.....	51
3.1 Modelación del producto.....	51
3.1.1 Factores que influyen en el producto.....	51
3.1.2 Descripción general del producto.....	56
3.1.3 Herramientas para el control de las variables anteriores.....	61
3.2 Análisis del ciclo de vida de la libretas escolares.....	63
3.2.1 Definición de objetivos y alcance.....	63
3.2.1.1 Objetivo del estudio.....	63
3.2.1.2 Alcance del estudio.....	63
3.2.2 Análisis del inventario.....	65
3.2.2.1 Recolectar los datos.....	65
3.2.3 Evaluación del impacto.....	69
3.2.4 Evaluación de las mejoras.....	70
3.3 Valoración económica y ambiental.....	76
3.4 Comunicación ambiental.....	79
Conclusiones parciales.....	80
Conclusiones Generales.....	82
Recomendaciones.....	83
Bibliografía.....	84
Anexos	

Introducción

Introducción.

La producción más limpia está dirigida fundamentalmente a evitar la generación de residuos y emisiones y a disminuir el consumo de materias primas, materiales auxiliares, agua y energía para contribuir así a la elevación del desempeño ambiental y económico de una organización.

Existen diferentes alternativas para la prevención de la contaminación, en el nivel 1 se aborda la solución de los problemas en la fuente donde se originan. Incluye modificaciones del producto y/o del proceso productivo o de servicio. Es la mejor alternativa que se puede aplicar.

Estas modificaciones del producto pueden incluir cambios en el diseño del producto, cambios de producto, así como sustitución de materiales por otros menos tóxicos y agresivos. La modificación está relacionada con la producción.

Desde hace algunos años los mercados están obligando a las organizaciones a buscar fórmulas que les permitan asegurarse la supervivencia y el crecimiento futuro, una de esas fórmulas es precisamente el ecodiseño. Se trata de un modo de lograr y mantener una ventaja competitiva, ya que apostando por el ecodiseño como herramienta de innovación ambiental se impulsa la creación de productos que se adaptan a las demandas actuales y futuras del mercado.

La gestión del ecodiseño no es más que las acciones orientadas a las mejoras ambientales del producto en la etapa de diseño, mediante: la mejora de su función, selección de materiales menos impactantes, aplicación de alternativas en los procesos de producción, mejoras en el transporte y en el envase, en el uso y minimización de los impactos en la etapa final de tratamiento.

El análisis del ciclo de vida, de acuerdo a la norma NC ISO 14 040: 2009, es una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados con un producto: compilando un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema; evaluando los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas

y salidas, e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación con los objetivos del estudio.

Nuestro país se encuentra inmerso en un proceso de reordenamiento, considerado en los Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución, discutido y aprobado en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba. Se hace necesaria la elevación de la responsabilidad de las direcciones sobre la eficiencia, eficacia y el control de los recursos materiales, como se plantea en el lineamiento 08, así como la aplicación de políticas del modelo económico, a fin de lograr empresas más eficientes (lineamiento 15) (PCC 2011). Con respecto a la política de ciencia, tecnología, innovación y medio ambiente, en su Capítulo V plantea, lineamiento 138, es preciso prestar mayor atención en la formación y capacitación continua del personal técnico y cuadros calificados que contribuyan a la prevención y mitigación de impactos medioambientales en las principales áreas de la producción, también en el lineamiento 139, declara que es necesario impulsar nuevas vías para estimular la creatividad de los colectivos laborales de base y fortalecer su participación en la promoción de formas productivas ambientalmente sostenibles.

En la Industria Gráfica, de forma similar a cualquier sector de actividad económica, la adaptación a prácticas más sostenibles requiere la integración de las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales en los procesos.

La Industria Gráfica, debe implicarse intensamente adoptando procesos y conductas que contribuyan a una mejor calidad de vida y a la sostenibilidad de la actividad. Por otro lado, es responsabilidad de los clientes (lectores) también concienciarse y exigir estándares ambientales cada vez más altos para poder influir directamente en la evolución de este sector hacia un futuro más sostenible.

El papel es un recurso natural renovable y reciclable, por lo que puede convertirse en el sustituto de otros materiales con mayor impacto medioambiental, como el plástico. En este sentido, la industria papelera está haciendo esfuerzos para poner en marcha procesos de producción más limpios y eficientes, que reduzcan el consumo de

materias primas (fibras vírgenes, agua y energía) y la contaminación ligada al proceso (mejorar los métodos para eliminar la lignina, reutilización de productos químicos, etc.). Todo ello con el objetivo de reducir costes y conseguir un ciclo cerrado en el que se genere menos contaminación del aire, del agua y del suelo, y se presione menos sobre los bosques, buscando una gestión forestal sostenible y un uso cada vez más eficiente de las plantaciones forestales y del papel y cartón usado como materia prima.

Un papel es ecológico cuando en su proceso de fabricación se han tomado las medidas concretas para evitar el impacto ambiental.

Un papel es reciclado cuando para su fabricación se han empleado como materias primas fibras recuperadas de papel y/o cartón de post-consumo. Dentro de esta categoría también se incluyen los papeles fabricados con recortes que no han sido usados, generados en el proceso (papel procedente del preconsumo).

Existen papeles que internacionalmente son conocidos como papeles ECF ó TCF que son las siglas en inglés de “libre de cloro elemental” y “totalmente libre de cloro”. En los papeles libres de cloro elemental (ECF, Elementary Chlorine Free) para el blanqueado de la pasta, no se utiliza cloro gas, pero sí dióxido de cloro. En el blanqueo de los papeles denominados “totalmente libre de cloro” (TCF, Totally Chlorine Free) se utilizan alternativas como el oxígeno o el ozono, eliminándose por completo el uso del cloro.

Recordemos que el cloro gas es un potente contaminador de las aguas que al reaccionar con las moléculas de la madera generan sustancias como los organoclorados, que afectan el sistema inmunitario de los mamíferos.

Justificación: En la Empresa Gráfica Cienfuegos algunas de sus producciones no poseen un diseño amigable con el medio ambiente, esto trae como consecuencia que se produzcan altos impactos sobre el medio ambiente, siendo necesario aplicar técnicas de ecodiseño que ayuden a disminuir estos impactos mediante un ciclo de

mejora continua. Precisamente para ello se desarrolla la metodología de análisis de ciclo de vida.

Problema: ¿Cómo identificar y cuantificar los principales impactos generados en el ciclo de vida de los principales productos gráficos, proponiendo mejoras en su ecodiseño desde la perspectiva de producción más limpia?

Hipótesis: Si se aplica un procedimiento al diseño de los principales productos gráficos se logrará disminuir los impactos ambientales de sus producciones desde su concepción inicial, permitiendo así proponer variantes de mejora ambiental.

Objetivo General: Proponer un análisis de mejora al diseño a los principales productos de la Empresa Gráfica Cienfuegos de manera que disminuyan sus impactos, aplicando un procedimiento de evaluación de impacto ambiental basada en el análisis del ciclo de vida.

Objetivos Específicos:

- Realizar un análisis crítico de la bibliografía relacionada con el ecodiseño y sus principales herramientas.
- Proponer un procedimiento basado en el análisis del ciclo de vida para evaluar el impacto ambiental y económico del diseño actual de las producciones gráficas.
- Aplicar dicho procedimiento al ciclo de vida de la libreta escolar en la Empresa Gráfica Cienfuegos.
- Proponer variantes de mejoras que introduzcan los conceptos de ecodiseño a la empresa estudiada.

Para darle cumplimiento a estos objetivos se utilizan técnicas para la búsqueda de información: revisión crítica de información secundaria, trabajo con expertos, consulta de documentos como ficha técnica de las materias primas utilizadas en el

proceso, manuales del proceso y las normas: de ACV la NC ISO 14 040 a la NC ISO 14 044 y de ecodiseño NC ISO 14 006.

Además se utilizan diagramas de flujo para la representación de los procesos, y se emplea el software para ACV: SimaPro 7.1.

Al concluir la investigación, queda **estructurada** de la siguiente manera:

Capítulo I: Marco teórico.

En este capítulo se abordan los elementos necesarios para la fundamentación de la investigación tales como producción más limpia, ecodiseño, análisis de ciclo de vida y la producción en la industria gráfica desde una perspectiva global a un plano específico.

Capítulo II: Parte experimental.

Se desarrolla una caracterización de la Empresa Gráfica Cienfuegos y se estructura una metodología para evaluar el impacto ambiental en el ecodiseño de las principales producciones a lo largo del ciclo de vida basada en las normas NC ISO 14 006: 2012, NC ISO 14 040: 2009 y NC ISO 14 044: 2009.

Capítulo III: Análisis de los resultados.

En este último capítulo se desarrolla la metodología propuesta para evaluar el impacto ambiental del ciclo de vida las principales producciones de la Empresa Gráfica Cienfuegos, se cuantifican e identifican las categorías de impacto afectadas y se valoran variantes de mejora ambiental para la producción gráfica en la empresa objeto de estudio, éstas propuestas se valoran ambiental y económicamente.

Capitula **I**

Capítulo I: Marco teórico de la investigación.

En este capítulo se realiza un análisis conceptual sobre las definiciones e importancia de la producción más limpia las cuales poseen un potencial para alcanzar exitosamente cualquier mejora de procesos, principalmente en la etapa de diseño del producto. Como parte fundamental de la producción más limpia tratamos el ecodiseño como una herramienta para la innovación ambiental, que integra de forma temprana el componente ambiental en los productos. Luego se fundamenta la importancia, aplicación, ventajas y desventajas del análisis de ciclo de vida, como herramienta para valorar los aspectos e impactos ambientales.

En la siguiente figura se presenta el hilo conductor, donde se organizan todos los temas abordados en este capítulo.

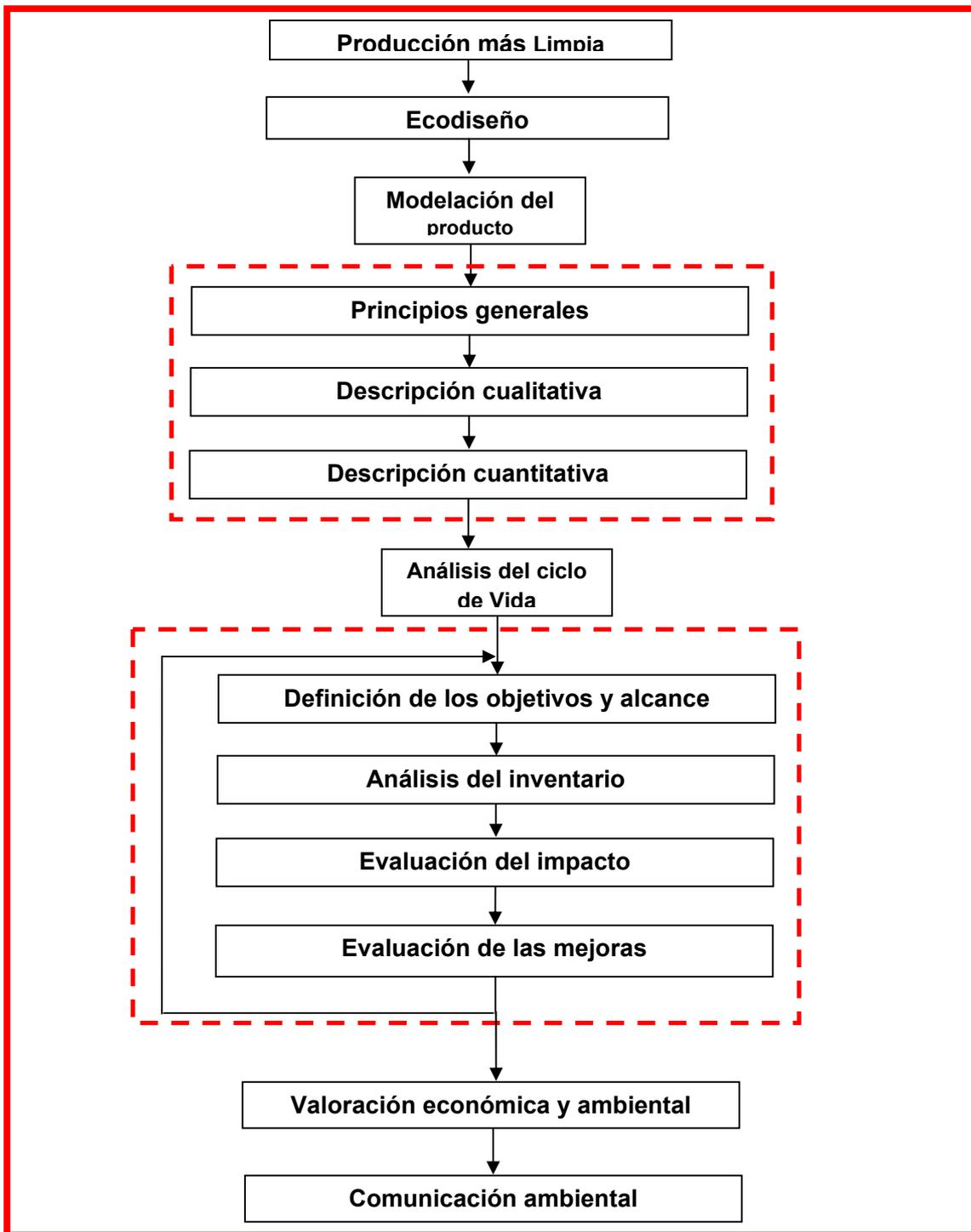


Figura 1.0: Hilo Conductor de la Investigación.
Fuente: Elaboración Propia.

1.1 Producción más Limpia.

Un enfoque diferente para la gestión ambiental es la producción más limpia, que resulta un elemento fundamental para el mejoramiento de la calidad de las producciones y los servicios. Todas las acciones de producción más limpia van dirigidas hacia la mejora continua.

La producción más limpia integra los objetivos ambientales al proceso de producción logrando reducir los consumos de agua, materias primas y energía y eliminar los materiales tóxicos, la empresa obtiene beneficios económicos considerables que pueden ser revertidos en el propio desarrollo ulterior de la entidad.

1.1.1 Definiciones y principales características.

En 1998 el PNUMA lanza la Declaración Internacional de Producciones Más Limpias, firmada por un importante número de países, organizaciones empresariales e instituciones de todo el mundo. En la actualidad Cuba también es signataria de esta declaración tiene como objetivo asegurar el compromiso de los países de adoptar estrategias de Producciones Más Limpias. El PNUMA define la Producción más limpia como: «[...] aplicación continua de una estrategia integrada de prevención a los procesos, productos y servicios, para aumentar la eficiencia y reducir los riesgos a la vida humana y al medio ambiente». Este concepto fue definido sobre la base de cuatro criterios: puesta en práctica de una estrategia ambiental preventiva; conservación de materias primas y energía, la eliminación de los materiales tóxicos, y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y residuos antes de que se concluya el proceso productivo; reducción de los impactos en todo el ciclo de vida del producto, es decir desde que extraen las materias primas hasta su destino final; así como la constante aplicación de conocimientos, mejoramiento de la tecnología y cambio de actitudes.

Existen diferentes alternativas para la prevención de la contaminación como se señala en la **figura 1.1**.



Figura 1.1: Estrategia para aplicar los principios de Producciones Más Limpias.
Fuente: (In E. ACADEMIA, 2006)

En el nivel 1 se aborda la solución de los problemas en la fuente donde se originan. Incluye modificaciones del producto y/o del proceso productivo o de servicio. Es la mejor alternativa que se puede aplicar.

Estas modificaciones del producto pueden incluir cambios en el diseño del producto, cambios de producto, así como sustitución de materiales por otros menos tóxicos y agresivos. La modificación está relacionada con la producción, utilización y disposición del producto. Asimismo, pueden ayudar a reducir residuos y emisiones.

Por el proceso de producción más limpia se entiende, el proceso de producción completo dentro de la empresa o el proceso de servicio que comprende todo un conjunto de acciones que son:

- Las buenas prácticas constituyen las medidas más económicas en la mayoría de los casos y de fácil implementación y están relacionadas fundamentalmente con las materias primas y materiales del proceso, también puede incluirse

entrenamiento y motivación del personal referente a los cambios con respecto al funcionamiento de los equipos, instrucciones de manipulación para materiales y envases, etcétera.

- Selección de nuevos materiales está asociada a la sustitución de materias primas y materiales del proceso que son tóxicos o dificultan el reciclaje por otros menos tóxicos y perjudiciales para la salud y el medio ambiente, que reduce de esta forma los volúmenes y concentración de los residuos y emisiones.
- El termino Nuevas tecnologías esta referido a la sustitución de la tecnología obsoleta por una tecnología ambientalmente segura contribuyendo a elevar la productividad, reducir el volumen de los residuos y emisiones, así como los riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

1.1.2 Importancia.

La importancia que revierte la aplicación de la producción más limpia se manifiestan a partir de los beneficios en los que repercute para los procesos de la empresa, para los clientes y para el medio ambiente, tal y como se muestra en la **tabla 1.0**.

Beneficios de la Producción Más Limpia		
Ambiente	Clientes	Empresa
Uso racional de materias primas y otros insumos.	Muestra mayor confianza con una gestión de la calidad y ambiental demostrable.	Incrementa sus beneficios económicos.
Conservación de los recursos naturales.	Incrementa la sustentabilidad del producto y su aceptación por el cliente.	Posibilita el acceso a nuevos mercados.
Disminución y control de los contaminantes.	Aumento de la vida útil del producto.	Reduce el riesgo de sanciones de la autoridad ambiental.
Armonización de las actividades con el ecosistema.	Mayores cuidados en la disposición final del producto.	Permite la incorporación del concepto de mejoramiento continuo.
	Existe un estímulo para que la	Mejora el control de los

empresa piense más en el costos y la satisfacción de cliente y reduce el riesgo de criterios de inversión. esta de no satisfacer a sus clientes.

Tabla 1.0: Principales beneficios de las Producciones Más Limpias.

Fuente: (Ochoa, George. P, A., 2007)

La progresiva constatación de que todas las actividades desarrolladas en el seno de una empresa producen impactos en el medio ambiente, lleva a muchas empresas a considerar la necesidad de analizar con más detalle todas sus acciones. Así, algunas comienzan a asumir la obligación de reducir el impacto de sus productos, no sólo en su producción o en su eliminación, sino en todas y cada una de las fases por las que el producto cumple su ciclo de vida.

Desde hace algunos años los mercado están obligando a las organizaciones a buscar fórmulas que les permitan asegurarse la supervivencia y el crecimiento futuro, una de esas formulas es precisamente el ecodiseño. Se trata de un modo de lograr y mantener una ventaja competitiva, ya que apostando por el ecodiseño como herramienta de producción más limpia se impulsa la creación de productos que se adaptan a las demandas actuales y futuras del mercado.

1.2 Gestión del Ecodiseño.

La incorporación de prácticas de gestión ambiental al diseño de productos y servicios ofrece múltiples oportunidades. En primer lugar, constituye una preferencia para las empresas como proveedor de productos o servicios de compra verde. En éste sentido, la certificación indica que la organización trabaja con un sistema que le permite identificar, controlar y mejorar de forma continua los aspectos ambientales de sus productos o servicios. (Instituto Tecnológico de Óptica, Color e Imagen. AIDO, 2009)

Por otra parte, con esta certificación se incluye el factor ambiental como elemento de innovación. La innovación es una exigencia para sobrevivir en mercados globalizados

en los que las empresas compiten mediante la incorporación continua de tecnologías limpias, en este marco, el ecodiseño puede suponer para la organización un factor diferenciador con respecto a sus competidores.

La aplicación del ecodiseño no tiene por qué suponer un aumento del lote del producto, ni una penalización para el consumidor final, de hecho en muchas ocasiones, la incorporación de medidas de ecodiseño supone un ahorro de materiales o un menor consumo de energía para el usuario.

Existe legislación ambiental y documento que establecen requisitos de obligatorio cumplimiento respecto a lo anterior. El sistema de gestión de ecodiseño contribuye a cumplir los requisitos legales ambientales de aplicación al producto que se encuentre en vigor y considera también los futuros. (Red de Producciones Más Limpias: Biblioteca Virtual, 1999)

1.2.1 Normalización del Ecodiseño.

A comienzos de la década del 2000 las empresas comenzaron a demandar una norma en la que se describe un modelo de sistema de gestión de ecodiseño para facilitar la integración de la variable ambiental en el diseño de productos. Además, querían que fuera susceptible de ser auditada por una entidad independiente, si así se decidía de forma voluntaria, para poder obtener un reconocimiento independiente externo.

Constatado mediante un estudio el interés de empresas de diversos sectores por la norma, se constituyó en AENOR, como entidad legalmente responsable del desarrollo de las normas técnicas en España, un Comité Técnico de Normalización, presidido por IHOBE, Sociedad Pública dependiente del Gobierno Vasco, y en el que participaron representantes de todas las partes interesadas con el fin de elaborar una norma UNE sobre ecodiseño.

En el año 2003 se aprobó la Norma UNE 15 0301 Gestión Ambiental del proceso de diseño y desarrollo. Ecodiseño, primera norma certificable sobre esta materia, en la que

se describen los requisitos del sistema y que es compatible con otros sistemas de gestión, como el de Calidad ISO 9 001 y ambiental ISO 14 001 habitualmente utilizados por las empresas. Dos años más tarde, en el 2005, AENOR, como entidad de referencia en certificación, emitió los primeros certificados de sistemas de gestión de ecodiseño.

Fruto del éxito en España, y llevado de forma añadida por las necesidades de los mercados globalizados, AENOR promovió que en el año 2008 la organización Internacional de Normalización (ISO) iniciara el proceso creación de una norma internacional para ecodiseño basada en la española UNE 15 0301. Así, en el año 2008 se creó un grupo de trabajo, el ISO/TC 2007/SC 1/WG 4, presidido por el organismo británico de normalización (BSI), y cuya secretaría ocupa AENOR, a cargo de desarrollar la futura ISO 14 006 Sistemas de gestión ambiental – Directrices para la incorporación del Ecodiseño. Casi tres años después, la Norma ISO 14 006 vio luz en julio de ese mismo año.

Nuestro país adopta esta norma como NC ISO 14 006: 2012 Sistemas de Gestión Ambiental – Directrices para la incorporación del Ecodiseño, de forma idéntica, en el mes de mayo del año 2012.

La nueva norma NC ISO 14 006: 2012 Sistemas de Gestión Ambiental – Directrices para la incorporación del Ecodiseño, no constituye una guía sobre cómo hacer ecodiseño para diseñadores de productos, ni tampoco intenta establecer un nuevo sistema de gestión con nuevos requisitos. Su principal propósito es asesorar a las organizaciones que deseen incorporar el ecodiseño en el Sistema de Gestión Ambiental.

Además, y en respuesta a las necesidades de las empresas, la estructura, terminología y requisitos de la NC ISO 14 006: 2012 Sistemas de Gestión Ambiental – Directrices para la incorporación del Ecodiseño está basada tanto en las NS ISO 9 001: 2008 como en la NC ISO 14 001: 2004, para facilitar la integración con los sistemas de gestión.

La norma NC ISO 14 006: 2012 Sistemas de Gestión Ambiental – Directrices para la incorporación del Ecodiseño, consta de tres capítulos fundamentales (4, 5 y 6). El capítulo 4 trata de la alta dirección, en el que se explican los beneficios potenciales del ecodiseño y las cuestiones estratégicas de relevancia para el negocio y la gestión. Asimismo, se definen dos tipos principales de tareas para la alta dirección; la primera relacionada con los aspectos estratégicos del ecodiseño y la segunda con la gestión de los procesos internos.

El capítulo 5 contiene las directrices para tratar el ecodiseño como parte de un sistema de gestión ambiental alineado con la estructura de la NC ISO 14 001: 2004. Algunos de los requisitos del sistema de gestión ambiental del proceso de diseño y desarrollo contenidos en este capítulo se corresponden con:

Identificación y evaluación de aspectos: La organización debe identificar los aspectos ambientales, es decir los elementos que pueden originar impactos en el medio ambiente a lo largo de todo el ciclo de vida de los productos a diseñar o rediseñar, posteriormente se seleccionan los impactos sobre los cuales se actuará en la fase de diseño del producto, minimizándolos o eliminándolos.

Requisitos legales u otros requisitos: Se establece una sistemática para identificar y mantener al día los requisitos legales de carácter ambiental exclusivamente al producto o servicio a diseñar o rediseñar, como paso previo a su incorporación a la fase de diseño para asegurar su cumplimiento.

Comunicación: Resulta clave suministrar información de forma activa a los agentes afectados a lo largo del ciclo de vida sobre su actuación para el óptimo comportamiento ambiental del producto, por ejemplo a los consumidores en la etapa de uso o a los valorizadores en la de reciclaje.

Control operacional: mediante el control operacional se incorpora en el proceso de diseño y desarrollo una sistemática de identificación, control y mejora continua de los

aspectos ambientales de todos los productos o servicios de la empresa. Para facilitar al equipo de diseño y desarrollo la integración de la variable ambiental en su trabajo y a demanda de las empresas, la estructura de este requisito coincide con el apartado sobre diseño y desarrollo de la NC ISO 9 001: 2008.

Formación de los equipos de Ecodiseño: cabe citar que el ecodiseño fomenta el cambio en la formación tradicional de la organización de los equipos de diseño, ya que se nutre del trabajo interdisciplinario de todos los departamentos que intervienen en el proceso de diseño y desarrollo (no solo de los directamente relacionados con el mismo) incluidos comercial, compras, producción.

Finalmente el capítulo 6 describe como el ecodiseño es tratado desde el punto de vista del proceso de diseño y desarrollo. Para ello, se adquiere como principio fundamental el establecimiento de un enfoque de ciclo de vida, lo que requiere tener consideración durante el proceso de diseño y desarrollo la integración temprana de la componente ambiental de forma que se reduzcan los impactos manteniendo, o incluso mejorando, la funcionalidad del producto.

1.2.2 Ecodiseño, herramienta de innovación ambiental.

El ecodiseño constituye una metodología que considera la afección ambiental de los productos desde su concepción, (aproximadamente el 80 % de los impactos que producen pueden prevenirse desde el proceso de diseño), para que a lo largo de su ciclo de vida, sean menos lesivos para el medio ambiente. Como se muestra en la **figura 1.2.**

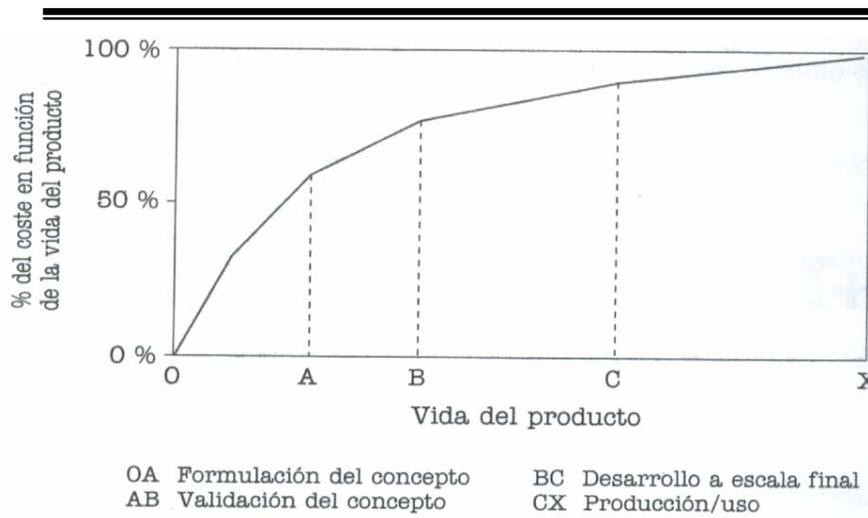


Figura 1.2: Etapas del desarrollo de un producto o proceso

Fuente: (Miguel Rigola, 2002)

Se trata de diseñar productos que utilicen materiales menos impactantes, que se fabriquen mediante producción limpia, que incorporen mejoras ambientales en la distribución y que reduzcan los impactos que producen durante el uso y al final de su vida útil.

El ecodiseño cobra especial importancia en los cada vez más demandados “mercados verdes”. Así, son los consumidores, tanto particulares como empresas, los que empiezan a valorar el impacto que causan los productos en el medio ambiente a la hora de adquirir un bien o servicio.

En este sentido, la concienciación y la educación son fundamentales por parte del consumidor, aspectos que van en aumento en una sociedad con cada vez mayores posibilidades de encontrar información. Por su parte, para las empresas la realización del ecodiseño es un aspecto clave, pero también lo es su comunicación para lograr un posicionamiento en el mercado como una organización ambientalmente responsable. (Aranda, A, 2006)

Existen diferentes herramientas para la mejora ambiental en los productos y procesos, tal y como se muestra en la **tabla 1.1**.

Herramienta		Valoración
EA	Valoración de la estrategia ambiental del producto	Subjetiva Cualitativa
ECD	Evaluación del cambio del diseño	Subjetiva Semicuantitativa
MET	Matriz	Monovectorial Subjetiva Semicuantitativa
ACV	Análisis del ciclo de vida	Multivectorial Objetiva Cuantitativa Multivectorial

Tabla 1.1: Herramientas de mejora ambiental de productos y procesos.

Fuente: (Ochoa, George. P, A.;, 2007)

En el caso nuestro utilizaremos el análisis del ciclo de vida ya que permite una comparación total de todos los impactos ambientales del sistema de diferentes alternativas de productos que entregan una función o desempeño equivalente, de aquí se derivan las siguientes oportunidades del uso del análisis del ciclo de vida: (Suppen, N., & Hoof, B., 2005)

- Los consumidores pueden seleccionar productos que son más verdes (productos que son menos dañinos al ambiente).
- Los diseñadores pueden diseñar productos o servicios de menor impacto ambiental.

1.3 Análisis del Ciclo de Vida.

El análisis del ciclo de vida (ACV), de acuerdo a la Norma NC ISO 14 040: 2009, es una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados con un producto: compilando un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema; evaluando los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas y salidas, e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación con los objetivos del estudio.

1.3.1 Definiciones.

Según la literatura existen numerosos estudiosos y especialistas que han definido y aportado en conocimientos al ACV, algunos de ellos lo definen como:

- ✓ El ACV es una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados con un producto: compilando un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema; evaluando los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas y salidas, e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación con los objetivos del estudio (Normalización, O. N. d., 2009).
- ✓ Es un procedimiento objetivo de evaluación de cargas energéticas y ambientales correspondientes a un proceso o a una actividad, que se efectúa identificando los materiales y la energía utilizada y los descartes liberados en el ambiente natural. La evaluación se realiza en el ciclo de vida completo del proceso o actividad, incluyendo la extracción y tratamiento de la materia prima, la fabricación, el transporte, la distribución, el uso, el reciclado, la reutilización y el despacho final (Iglesias, D. H., 2005).
- ✓ El ACV, en teoría, es un método analítico que contempla y hace una interpretación de los impactos ambientales potenciales de un producto o servicio a lo largo de su ciclo de vida (Chacón, J. R. V, 2008).
- ✓ El ACV es un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando tanto el uso de materia y energía como las emisiones al entorno, para determinar el impacto de ese uso de recursos y esas emisiones y para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental. El estudio incluye el ciclo completo del producto, proceso o actividad, teniendo en cuenta las etapas de: extracción y procesado de materias primas, producción, transporte y distribución, uso, reutilización y mantenimiento, reciclado y disposición final (Rieradevall, 2009).

Puede apreciarse que existe concordancia entre los diferentes autores en que el ACV es una técnica que permite determinar los aspectos ambientales de un producto, así como sus impactos, usando como herramienta un inventario de entradas y salidas, para evaluar los impactos potenciales que tiene este producto o servicio sobre el ambiente.

A consideraciones propias, ACV es una herramienta que permite determinar y cuantificar los impactos potenciales que están asociados a un producto o servicio, y para ello se vale de un inventario inicial y final y estos resultados se interpretan en función de los objetivos del estudio.

1.3.2 Normas que establecen las fases del Análisis del Ciclo de Vida.

El análisis de ciclo de vida se considera un método fiable para evaluar las interrelaciones entre los sistemas de producción, productos o servicios y el medio ambiente. El ACV cuantifica, cualifica y valora los flujos de un sistema, entradas (materia y energía) y salidas (productos, coproducidos, emisiones al aire, al agua y al suelo), para posteriormente evaluar los impactos potenciales que estos causan al medio ambiente. Sus resultados, entre otras funciones, sirven como apoyo al desarrollo de productos considerados medioambientalmente correctos. (Suppen, N., & Hoof, B., 2005)

La estructura del ACV se representa por las normas NC ISO 14 040: 2009 Gestión ambiental - análisis del ciclo de vida - Principios y marco de referencia y NC ISO 14 044: 2009 Gestión ambiental. Análisis del ciclo de Vida. Requisitos y directrices.

En estas normas antes mencionadas se establecen los fundamentos de la evaluación del ciclo de vida es decir, el marco metodológico, y se explica cada una de las fases de forma detallada, la preparación del informe y el proceso de revisión crítica.

El análisis del ciclo de vida comprende cuatro etapas (**ver figura 1.3**).

1. Definición y alcance de los objetivos.

Esta etapa del proceso/servicio/actividad se inicia definiendo los objetivos globales del estudio, donde se establecen la finalidad del estudio, el producto implicado, la audiencia a la que se dirige, el alcance o magnitud del estudio (límites del sistema), la unidad funcional, los datos necesarios y el tipo de revisión crítica que se debe realizar.

2. Análisis del inventario (Life Cycle Inventory LCI).

El ACV de un producto es una serie de procesos y sistemas conectados por su finalidad común de creación del producto. El análisis del inventario es una lista cuantificada de todos los flujos entrantes y salientes del sistema durante toda su vida útil, los cuales son extraídos del ambiente natural o bien emitidos en él, calculando los requerimientos energéticos y materiales del sistema y la eficiencia energética de sus componentes, así como las emisiones producidas en cada uno de los procesos y sistemas.

3. La evaluación de impactos. (Life Cycle Impact Assessment- LCIA).

Según la lista del análisis de Inventario, se realiza una clasificación y evaluación de los resultados del inventario, y se relacionan sus resultados con efectos ambientales observables.

4. La interpretación de resultados.

Los resultados de las fases precedentes son evaluados juntos, en un modo congruente con los objetivos definidos para el estudio, a fin de establecer las conclusiones y recomendaciones para la toma de decisiones.

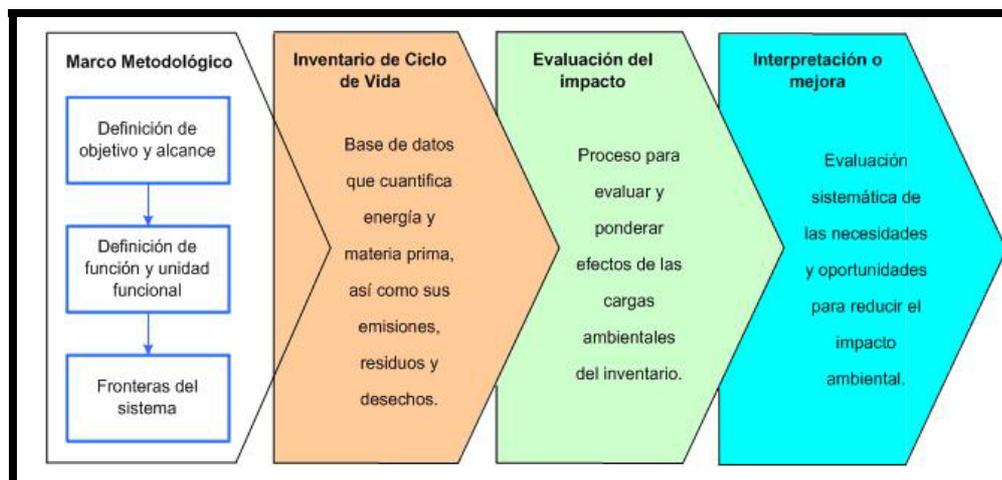


Figura 1.3: Etapas del análisis del ciclo de vida.

Fuente: (Suppen, N., & Hoof, B., 2005)

El ACV no sigue una metodología fija, no hay una única manera de realizar una evaluación de este tipo. Al contrario, tiene varias alternativas, y por lo tanto se debe estar familiarizado con los métodos científicos de investigación y con la evaluación del sentido común de las cuestiones complejas antes de realizar este tipo de estudio. En el **anexo No. 1** se distinguen los principales métodos existentes para evaluar el impacto medioambiental.

El método del ACV es de carácter dinámico, y las cuatro etapas en las que se realiza están relacionadas entre ellas; por lo que a medida que se obtienen resultados, se pueden modificar o mejorar los datos, las hipótesis, los límites del sistema o los objetivos, lo cual exige el recálculo. Este hecho, más la gran cantidad de datos históricos que se deben poseer para realizar un ACV, demuestra la necesidad de contar con un instrumento informático.

Adelante se explica mediante una serie de pasos, la estructura que sigue la metodología de ACV y en qué consiste cada uno de estos pasos.

1.3.3 Importancia de la herramienta de Análisis del Ciclo de Vida.

Conforme los especialistas, la ACV es una herramienta importante en la obtención de informaciones detalladas para el proceso de toma de decisiones en ingeniería. Así, si existe la oportunidad de escoger entre una gama de materiales y procesos de obtención y manufactura, las decisiones solamente pueden ser consideradas coherentes si fuesen tomadas con base en el análisis crítico, en particular al histórico de los materiales a ser empleados en la producción industrial.

La importancia del concepto del ciclo de vida surge de dos conceptos básicos: (Suppen, N., & Hoof, B., 2005)

- ✓ Cuantificar un indicador agregado (como una unidad de medida ambiental), basado en los diferentes problemas ambientales y determinado por sus distintas variables (impactos). Esta cuantificación se realiza relacionando los impactos con los problemas ambientales. Para la interpretación de estos impactos (por ejemplo cantidades de energía, uso de materiales, emisiones) es importante establecer el efecto que tienen estos sobre los problemas.
- ✓ Establecer prioridades ambientales como base para la planificación del mejoramiento del desempeño ambiental. Basado en su enfoque sistémico, el ACV analiza todos los impactos durante todo el ciclo de vida de un producto, identificando las prioridades con base en las cuales se definen las estrategias preventivas del mejoramiento del desempeño ambiental.

El ACV permite una comparación total de todos los impactos ambientales del sistema de diferentes alternativas de productos que entregan una función o desempeño equivalente, de aquí se derivan las siguientes oportunidades del uso del ACV: (Suppen, N., & Hoof, B., 2005)

- Los consumidores pueden seleccionar productos que son más “verdes” (productos que son menos dañinos al ambiente).

-
- Los diseñadores pueden diseñar productos o servicios de menor impacto ambiental.

La metodología del ACV, además de permitir un seguimiento sobre cada uno de los pasos del proceso, determina cuáles son los impactos más significativos, los cuantifica y les asigna un ecopuntaje para facilitar así una comparación de desempeño ambiental entre procesos similares.

Aplicar esta metodología en cualquier empresa trae una serie de ventajas que posteriormente pueden aprovecharse para el desarrollo de otras actividades empresariales, por ejemplo; favorece la adopción de patrones de consumo y producción sostenible, el ahorro de costes al subsanar deficiencias en el aprovechamiento de materias primas, energía, agua, etc.

Además proporciona información que puede ser útil en aspectos como: la introducción de innovaciones en el diseño de producto - servicio, es de gran utilidad para el ecodiseño de productos y servicios; para elaborar los criterios requeridos para la obtención de la etiqueta ecológica o el etiquetado de productos ecológicos y facilita la implantación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA).

En cuanto a los aspectos financieros, el ACV puede ser una ayuda útil para bajar los costos en la medida que el nuevo diseño y los nuevos procesos de fabricación, transporte y distribución, entre otros, promuevan una mayor eficiencia en la asignación y el empleo de materias primas, insumos y energía.

De igual modo, provee ventajas comparativas y competitivas al proporcionar todos los elementos de análisis a las empresas que más tarde deseen certificar sus productos bajo esquemas de sellos ambientales o etiquetas ecológicas (Ecoetiquetado). La misma World Trade Organization, plantea que cada vez son más las etiquetas ambientales que basan su análisis en el ACV.

El ACV no sólo es un instrumento para proteger el medio ambiente y conservar los recursos naturales, sino un instrumento empresarial para reducir costos y mejorar posiciones en el mercado. (Autores, C. d., 2010)

Además de todas estas ventajas ya enumeradas, no se puede dejar de mencionar una muy importante que es la mejora de la eficacia en los procesos productivos, en los productos y en los servicios.

El ACV puede aplicarse en:

- Desarrollo de una nueva estrategia de negocio.
- Uso como herramienta para la toma de decisiones en la compra de productos ambientales.
- Diseño o mejora de un producto o proceso.
- Definición de un criterio de (Eco labelling) Etiqueta Ambiental (Tipo I y III).
- Comunicación sobre los aspectos ambientales de un producto.
- Rediseño de un servicio.

1.3.4 Limitaciones.

Una vez expuesta la metodología del ACV resulta más fácil de comprender cuales pueden ser las limitaciones de un estudio de ACV, como principales se pueden citar las siguientes:

- La naturaleza de las elecciones e hipótesis que se hacen en el ACV pueden ser subjetivas. Por ejemplo al establecer los límites del sistema, al seleccionar las fuentes de datos y las categorías de impacto a analizar, etc. (Vigon, B.W., D. A. Tolle, B. W. Cornaby, H. C. Latham, C. L. Harrison, T. L. Boguski, R. G. Hunt and J. D. Sellers, 1993., 1993)

-
- Los modelos utilizados para el análisis de inventario o para evaluar los impactos ambientales están limitados por las hipótesis y pueden no estar disponibles para todos los impactos potenciales o aplicaciones.
 - Los resultados de un ACV orientados a ámbitos globales o regionales pueden no ser apropiados para aplicaciones locales, es decir, las condiciones locales pueden no estar adecuadamente representadas por las condiciones globales o regionales.
 - La precisión de los estudios de ACV puede estar limitada por la accesibilidad o disponibilidad de datos importantes, o por la calidad de los mismos.
 - La ausencia de dimensiones espaciales y temporales en los datos del inventario utilizado para la valoración del impacto introduce incertidumbre en los resultados de dicho impacto. A pesar de que el análisis del ciclo de vida es una herramienta que se está desarrollando rápidamente, aún requiere de mucho trabajo para alcanzar el consenso y superar las limitaciones que ahora presenta, las cuales se relacionan principalmente con la incertidumbre y la subjetividad, debido a que:
 - Existen incertidumbres:
 1. En los datos. Porque hay mucha variación entre las diferentes bases de datos, lo cual puede deberse a errores, a diferentes procedimientos de reparto o a diferentes niveles de tecnología, existentes en el mismo momento en el mismo país. (Finnveden G., 1996)
 2. En la metodología usada para analizar el inventario y para evaluar el impacto. Esto se debe a que diferentes elecciones metodológicas serán más o menos compatibles con los diferentes marcos y culturas, permitiendo diferentes elecciones de métodos y herramientas por diferentes personas. (Finnveden, G, 2000)
 3. En la descripción del sistema. Porque los resultados dependen de los aspectos claves que rodean al sistema y que son fuente de incertidumbre.

-
4. (Finnveden, G, 2000), por ejemplo: la cantidad de combustible utilizado por transporte privado para llevar materiales a centros de acopio de residuos.
 5. En los datos usados como referencia para la normalización. Ya que no siempre existen inventarios de emisiones ni metas establecidas para las áreas y períodos de referencia.
 - Por otra parte, se reconoce (Finnveden G., 1996) que la valoración involucra elementos ideológicos y valores éticos que no pueden determinarse objetivamente ya que al asignar importancias (pesos) a las categorías de impacto el valor asignado se ve influido por el grado de conocimiento de un problema específico, por la influencia de los medios de comunicación en el criterio de las personas e incluso el “miedo” a no dar una ponderación correcta hace que la persona cuestionada se base en opiniones de otros expertos. Diversos autores (Hofstetter, P., 1998), (Goedkoop, M. & Oele, M, 2008), (Sonnemann, G., Castells, F., Schuhmacher, M., 2003), coinciden en la importancia de la perspectiva socio-cultural para analizar los métodos y resultados del ACV.

1.3.5 Soporte informático aplicado a la herramienta Análisis del Ciclo de Vida.

Los pasos operativos para que se lleve a cabo el análisis de ciclo de vida de un sistema o producto, incluyen el manejo de gran cantidad de datos de los inventarios, seguidos de diversas operaciones de cálculos que se aplican a los factores de caracterización, índices de categoría, etc., como se ha indicado en apartados anteriores. Estos aspectos son más viables con el soporte de sistemas informáticos que faciliten las tareas a realizar.

En la selección de de estos programas, deben considerarse dos aspectos importantes: (Cardim, A., 2001)

1. Inventarios que incorpora (específicamente en el ámbito en el que se quieren

llevar a cabo los ACV).

2. Calidad en la gestión de datos, incluyendo en este concepto:

La facilidad en la introducción de los datos de entrada para los diferentes ACV que se planteen; la flexibilidad en el uso, actualización, sustitución, adición, etc. de datos de inventarios y, en especial, la posibilidad de añadir inventarios nuevos; la fiabilidad en los cálculos realizados y en el seguimiento de los mismos, siendo en este punto de vital importancia la posibilidad y facilidad de conocer el origen de cualquier resultado (trazabilidad); la realización de todas las fases de cálculo de un ACV; y, el tipo de salida de resultados (tablas / gráficas) y su flexibilidad.

De acuerdo con lo anterior, la calidad de los inventarios y la flexibilidad de estas bases de datos marcan la diferencia con los programas existentes, al considerar que, en buena medida, la fidelidad de estos inventarios, con el sistema o producto analizado, influencia directamente en la calidad de los resultados finales del ACV.

Debido a la gran cantidad de datos que hay que manejar para realizar un ACV, es muy recomendable poder disponer de una herramienta informática que permita afrontar de forma eficiente un estudio de un ACV.

Actualmente existe un buen número de programas informáticos en el mercado que permiten realizar estudios de ACV con distinto grado de detalle. **(Ver anexo No. 2).**

A la hora de decidir qué programa adquirir, habrá que considerar diversos criterios. Uno de los puntos clave a valorar es el número de bases de datos que incorpora, su procedencia, calidad y extensión.

Otros criterios útiles y que se puedan contrastar para su análisis son: los requerimientos del software, la introducción del modelo, los datos (protección de los datos), la flexibilidad (utilización de distintas unidades, uso de fórmulas), cálculos y comparaciones (análisis de incertidumbre, evaluación de los impactos y la comparación

de los resultados) y la salida (presentación de los distintos resultados), como se muestra en la **tabla 1.2**.

Criterios					
Requerimientos e interface	Flexibilidad	Definición del sistema	Cálculos y comparaciones	Datos y gestión de los datos	Salidas y exportaciones
Requerimientos de Hardware	Unidades flexibles	Desarrollo del sistema	Análisis de sensibilidad	Protección de datos	Sistema
Requerimientos de Software	Utilización de formulas	Edición del sistema	Evaluación de impactos	Indicadores de calidad de los datos	Tablas y gráficos
Interface	Reparto	Archivo	Comparación de resultados	Otros campos descriptivos	Opciones para exportar
				Edición de los datos	Opciones de impresión
				Datos predefinidos por el usuario	

Tabla 1.2: Criterios para un análisis detallado de las herramientas.

Fuente: Elaboración Propia a partir de (Rodríguez, R. M. L, 2010).

Asimismo es conveniente que el programa permita editar las bases de datos existentes e importar con facilidad bases de datos nuevas que se puedan adquirir posteriormente. Además habría que valorar la facilidad de manejo del programa en función de la aplicación que va a tener, la posibilidad de utilizar distintos métodos de evaluación de impactos, la trazabilidad de los resultados ofrecidos, la interfaz y las posibilidades gráficas que ofrece y evidentemente su coste económico.

Una vez descrito el apoyo informático del entorno para un ACV la herramienta a utilizar en la investigación será SimaPro 7.1, paquete informático cuyas últimas versiones de este programa se han actualizado con las nuevas bases de datos (BUWAL 250), e incluyen además nuevos ecoindicadores (Eco-indicator 99) Se puede realizar un ACV completo con múltiples métodos para la evaluación de impactos. La base de datos de SimaPro 7.1 es una de las que más variedad presenta. Los datos están completamente referenciados con su fuente, incluso con descripciones cualitativas.

1.4 Diseño en los productos gráficos.

Por diseño industrial se entiende el arte y la técnica de concebir objetos que luego puedan ser fabricados en serie por la industria. La International Council of Societies of Industrial Design (ICSID) lo define como “una actividad creadora que consiste en determinar las propiedades formales de los objetos que se desea producir industrialmente”. Tenemos, por tanto, en primer lugar que el diseño industrial no debe olvidar en ningún momento que su objetivo es permitir la fabricación en serie de productos. (Instituto Tecnológico de Óptica, Color e Imagen. AIDO, 2009)

Por otra parte señalar que hoy por hoy el diseño es una componente irrenunciable de la calidad de los productos y un importante factor de competencia que permite a cada empresa diferenciarse del resto, especialmente en los mercados saturados en que se mueven los sectores tradicionales.

Mientras que la tecnología se iguala y difunde cada vez con mayor rapidez por todo el mundo, el diseño se convierte en la referencia más personal de cada empresa, cara a su mercado. Por todo ello, cada vez son más necesarios productos e imágenes que permiten a cada empresa y a cada grupo de consumidores el diferenciarse unos de otros.

Para cumplir su objetivo final, esto es, la puesta en el mercado de productos fabricados, se relaciona tanto con la utilización de materiales, energía y recursos y con la producción industrial que debe adaptarse a sus exigencias, como con el uso final a cuya demanda debe responder.

En esa tarea deben entrar en juego dos aspectos fundamentales, arte y técnica. Arte porque el diseño debe tener un componente de creatividad artística fruto de la imaginación del ser humano y técnica porque el objetivo de un producto es cubrir una determinada necesidad de la mejor manera posible.

Estos dos aspectos fundamentales del diseño son fácilmente reconocibles en un producto industrial impreso. Existe una componente creativa, de configuración de la imagen, que podríamos considerar el “componente gráfico” del diseño. Por otro lado, existen distintas necesidades que el producto industrial impreso necesita cumplir, que configuran el “componente técnico” y que se puede concretar a partir de la definición para cada producto industrial impreso de los siguientes criterios: (Instituto Tecnológico de Óptica, Color e Imagen. AIDO, 2009)

Criterios funcionales: requisitos relativos al empleo del producto gráfico por el usuario intermedio o final.

Criterios de maquinabilidad y/o de procesado: requisitos relativos a la producción del producto gráfico, en base a limitaciones tecnológicas y motivos de rentabilidad.

Criterios medioambientales: inclusión de factores medioambientales en el diseño de producto gráfico, es decir, estrategias de ecodiseño.

Criterios legislativos: determinados por la necesidad de cumplir con aspectos legislativos.

Criterios normativos: requisitos relativos, principalmente, a la existencia de estándares NC ISO 14 006: 2012 de implantación creciente.

En la **figura 1.4** se muestra el sistema de gestión de diseño del producto industrial impreso:

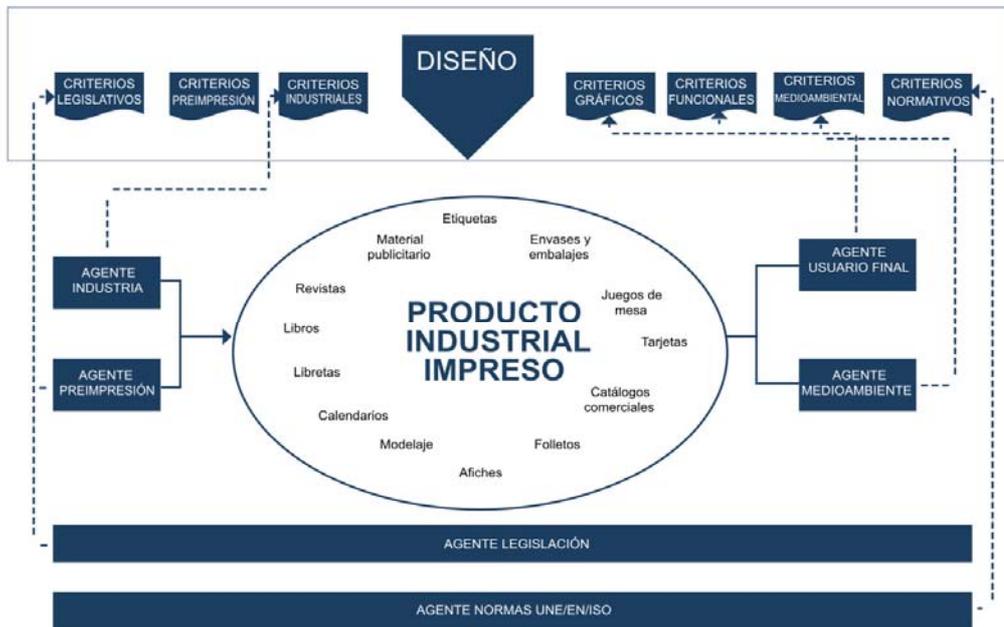


Figura 1.4: Sistema de gestión del diseño del producto industrial impreso.
Fuente: (Instituto Tecnológico de Óptica, Color e Imagen. AIDO, 2009)

Los dos primeros, debido a la complejidad de sus procesos, definen los “Criterios de maquinabilidad y/o de procesado”, a partir de sus necesidades convertidas en Requisitos Industriales y Requisitos de Preimpresión, cuya consideración permite materializar el producto impreso en óptimas condiciones.

El usuario final, como elemento generador del producto industrial impreso, define los “Criterios funcionales” a partir de las necesidades que se deriven su empleo previsto. Asimismo, la “componente gráfica”, concretada en los Requisitos Gráficos, debe tener como objetivo satisfacer las necesidades del cliente.

Dentro de la categoría de usuario final se incluye la distribución comercial, quien impone fuertes requisitos a las empresas para canalizar sus productos a través de sus canales de distribución.

El medioambiente como agente receptor del producto industrial impreso y objeto de los impactos generados por su fabricación, impone, a su vez, la necesidad de incorporar procesos y materias primas más sostenibles. Esta situación obliga al diseñador de producto industrial impresos a aplicar técnicas de Ecodiseño que le permitan detectar las necesidades medioambientales asociadas a la fabricación, concretadas en Requisitos Medioambientales.

1.4.1 Beneficios de la aplicación del Ecodiseño en la Industria Gráfica.

Las nuevas exigencias legales y la demanda cada vez mayor por parte de los consumidores de requisitos ambientales y compromisos sociales en los productos y servicios que adquieren, apremian a todos los sectores económicos a adoptar nuevas estrategias de gestión que impliquen un mayor respeto medioambiental y a tener en cuenta los aspectos sociales en el desarrollo de sus actividades. Como consecuencia, en los últimos tiempos estamos asistiendo a una transformación y adaptación de los profesionales y de los procesos productivos a las nuevas tecnologías y a un mercado con cada vez mayor conciencia ambiental y social.

En la Industria Gráfica actual, el término ecológico no está tan relacionado con las regulaciones gubernamentales como con la posibilidad de ser más competitiva en un mercado cada vez más difícil. Para los impresores, el hecho de adoptar prácticas respetuosas con el medio ambiente supone una oportunidad competitiva para reducir los gastos derivados de la utilización de materias primas, aumentar los beneficios generales y tener una forma de diferenciar su negocio. La Industria Gráfica constituye un excelente ejemplo de cómo los productos que respetan el medio ambiente presentan ventajas y de cómo se puede hacer referencia a conceptos como ahorro de recursos y la consiguiente reducción de gastos y posibilidad de acceso a nuevos mercados.

Entre otros beneficios para la empresa, podemos destacar los siguientes: (Instituto Tecnológico de Óptica, Color e Imagen. AIDO, 2009)

-
- Reducir los costes mediante la optimización del uso de materias primas y energía, así como reducir los residuos a gestionar.
 - Estimular la innovación y la creatividad dentro de un mercado cada vez más saturado.
 - Satisfacer e incluso superar las expectativas del cliente, mejorando su fidelidad.
 - Mejorar la imagen de la empresa y/o su marca.
 - Atraer inversores y fuentes de financiación, en particular de inversores con conciencia ambiental, entre los que se encuentra la administración pública.
 - Comunicar y difundir los atributos ambientales del producto (marketing ecológico).
 - Facilitar la adaptación a los cada vez más exigentes requisitos legislativos, incluso anticipándose en algunos casos.

Conclusiones parciales.

1. Se demuestra que el ecodiseño es una herramienta fundamental a utilizar en la Producción más limpia, debido a que las mayores posibilidades de ahorro y disminución de impactos en la actividad, se encuentran precisamente en la etapa de diseño del producto.
2. Un estudio de las principales herramientas utilizadas para realizar el ecodiseño, demuestra que el análisis del ciclo de vida es la más usada, ya que permite comparar los impactos ambientales del sistema de diferentes alternativas de productos.
3. Se demuestra los beneficios que puede traer la implementación del ecodiseño en la Industria Gráfica en Cuba, en especial la sustitución de materiales.

Capitulo **II**

Capítulo II: Parte experimental.

En este capítulo se desarrolla una caracterización de la Empresa Gráfica Cienfuegos y se estructura una metodología para realizar el ecodiseño y evaluar el impacto ambiental del ciclo de vida de las libretas escolares, basada en las normas NC ISO 14 006: 2012, NC ISO 14 040: 2009 y NC ISO 14 044: 2009.

2.1. Descripción del objeto de estudio.

2.1.1. Caracterización de la Empresa Gráfica Cienfuegos.

El 29 de julio de 1992 se creó el Centro Gráfico de Reproducciones para el Turismo en Cienfuegos por Resolución Ministerial No. 27, la que fue modificada por la Resolución Ministerial No. 57 /03, de fecha 7 de marzo del 2003, firmada por Jesús Pérez Othón, Ministro de la Industria Ligera, en relación con la conversión de su estructura, la cual adoptó la forma de Empresa, denominándose Empresa Gráfica de Cienfuegos, integrada a la Unión Integración Poligráfica, subordinada al Ministerio de la Industria Ligera (MINIL), hasta el 11 de octubre del 2012 que mediante el Decreto Ley No. 299 en su artículo 1 se extingue el Ministerio de Industria Ligera, creando y en su artículo 2 se crea el Ministerio de Industrias

La elevada calificación profesional en el dominio de la tecnología de avanzada que posee y el desarrollo de sus cuadros en la aplicación de las modernas técnicas de dirección, han convertido a nuestra empresa en líder de las producciones gráficas del territorio.

Misión:

La misión de la empresa definida por el colectivo de dirección y los trabajadores, después de efectuado el diagnóstico y aplicación de la dirección por valores es la siguiente:

Un dedicado equipo de trabajo asegura Calidad en la producción y comercialización de impresos comerciales, impresiones gráficas, fototransfer y otras de la industria gráfica y los servicios que presta aprobado en nuestro objeto empresarial. Unidos se trabaja por lograr la satisfacción de sus clientes y alcanza resultados económicos que le permiten un adecuado desarrollo de sus producciones y el crecimiento de sus ventas mayoristas.

Su gestión positiva es el resultado de la aplicación de los conocimientos y el perfil amplio de sus trabajadores, conducidos por un equipo que se califica en las nuevas técnicas de dirección participativa y con espíritu de sacrificio se enfrenta a las diferentes tareas y misiones haciendo de la empresa un bastión inexpugnable de la Revolución Socialista con Alto Valor Revolucionario.

Visión:

La elevada calificación profesional en el dominio de la tecnología de avanzada que posee y el desarrollo de sus cuadros en la aplicación de las modernas técnicas de dirección, han convertido a nuestra empresa en líder de las producciones gráficas más limpias del territorio.

La acertada Política de Calidad, Gestión Integrada del Capital Humano, Gestión Ambiental y de Seguridad y Salud en el Trabajo que desarrolla integradamente la hacen merecedora del reconocimiento de sus clientes y el entorno social que la envuelve la ayuda a perfeccionar.

Trabaja por lograr la satisfacción de sus clientes, alcanza resultados económicos que le permiten un adecuado desarrollo de sus producciones y el crecimiento de sus ventas mayoristas.

La **tabla 2.0** muestra los indicadores económicos de la entidad en al año 2012.

Indicadores Económicos			
Concepto	Plan	Real	%
Ventas netas (sin impuesto)	2 600.0	2 625.4	101
Costos de ventas total	1 728.7	1 871.0	108
Utilidad (Pérdida del período)	296.0	301.9	102
Valor agregado	1 907.7	1 581.0	83
Valor de la produc. mercantil	2 600.0	2 620.8	101
Gasto por peso de ingreso comed y caf.	1.00	1.12	112
Ind. ventas netas p/peso Prod. Merc	1.00	1.00	100
Cuentas por cobrar		269.8	
Ciclo de cobros		37	
Cuentas por pagar		121.6	
Ciclo de pagos		25	
Fondo de salario	630.7	519.7	82
Salario medio	5 734	5 146	90
Promedio de trabajadores	110	101	92
Productividad	17 343	15 653	90
Correlación salario Med/Prod	0.3306	0.3288	99
Costo producción mercantil	1 728.7	1 830.6	106
Costo por peso prod mercantil	0.6649	0.6985	105
Costo/peso de ventas	0.6649	0.7127	107
Ventas netas sin Impuestos	2 600.0	2 625.4	
Variación inventario prod term +/- (C1)	-	(4.6)	
Producción mercantil	2 600.0	2 620.8	
Variación inventario prod proceso +/- (C1)	-	(72.2)	
Variación por conceptos distintos +/- (C1)	-	18.8	
Producción de bienes y servicios	2 600.0	2 567.4	
Materias primas y materiales (C4)	548.5	800.6	
Combustible (C4)	24.2	23.9	
Energía (C4)	32.2	20.7	
Compra de servicios a terceros (Ind Sel)	241.0	141.2	
Valor agregado calculado	1 754.1	1 581.0	

Tabla 2.0: Indicadores económicos del año 2012.

Fuente: Registros económicos de la Empresa Gráfica Cienfuegos.

Las Ventas son de 2 625.400 MP para un sobrecumplimiento del (1%) y un crecimiento con respecto al año anterior del (4.9%). En el caso de las Ventas en divisa el porcentaje

de cumplimiento es de (133.8 %) para el plan acumulado y se sobre cumple al (114.1 %) con respecto a diciembre de 2011. Se alcanza un (101 %) del plan anual

Las utilidad en el periodo es de 301.9 MP para un sobre cumplimiento del (2%) y un crecimiento con respecto al mismo mes del año anterior de (5.7%). La eficiencia del gasto en el periodo es de 0.8877 pesos en el total y de 0.83 para el comportamiento en CUC.

La empresa tiene una utilidad bruta de 674 MP y en operaciones de 350.4 MP

Desde el mes de enero hasta el mes de diciembre el fondo de salario gastado es de 519.7 MP con 101 trabajadores como promedio para un salario medio acumulado de 5 146.0 pesos (equivalente a un salario medio mensual de 428.0 pesos).

En igual periodo la productividad por trabajador alcanza los 15 653.0 pesos, para una correlación salario medio productividad de 0.3288 que comparada con igual periodo del año anterior tiene una relación de 0.9336 puesto que crece más rápido la productividad (113.8 %) que el salario medio 106.2 si lo comparamos con diciembre de 2011. Si se compara la correlación con el plan del año se cumple al ser el plan de 0.3306

Por lo informado en el PIGD, se ha gastado un total de 13.4 MCUC en pagos por estimulación en divisa, que hace un promedio mensual por trabajadores de 11.06 CUC

El valor agregado es el equivalente microeconómico del producto Interno bruto (PIB) y resulta del aumento de la riqueza generada por la actividad de una empresa en el periodo considerado

En el período analizado la Intensidad energética decrece en 26 000 kg/peso de producción mercantil si lo comparamos con el plan del año. El gasto de electricidad hasta el mes analizado es de 79 2800 MW, lo que equivale a un aumento de 0.01 MW con respecto a igual periodo del año anterior

Se han producido 33 100.0 pesos por cada MW de electricidad consumida, superior en 1 700 pesos con respecto al 2011. Además se crece en el consumo de gas licuado (90 Kg) y gasolina regular (380 l) y se decrece en el de diesel (300 l)

Las cuentas por cobrar a clientes con cierre de diciembre son de 269.8 MP, de ellas 30.9 MCUC, para un ciclo de cobro de 37 días. Del total de las cuentas el (39.7 %) tiene más de 30 días (107.2 MP).

Las cuentas por pagar a proveedores con cierre de diciembre son de 121.600 MP, de ellas 86.300 MCUC, para un ciclo de pago de 23 días. Del total de las cuentas el (17.4 %) tiene más de 30 días (21.200 MP)

El saldo en cobros anticipados en el periodo es de 0,3 MP, de ellos 0,0 MP entre 30 y 60 días (0,65 %)

Su código oficial es el No. 10701179. Cuyo Objeto Social fue modificado y ampliado mediante la Resolución No. 430 /07del Ministerio de Economía y Planificación con fecha 20 de septiembre del 2007, el cual se detalla a continuación.

La organización se dedica fundamentalmente a realizar o comercializar:

- Impresos comerciales a diferentes formatos, foliados, presillados o pegados, los soportes de impresión varían de papel hasta cartulina de diferentes Calidades y gramajes.
- Conversión de bobina de papel a pliegos en diferentes formatos de impresión.
- Servicios de encuadernación manual, en pegamoide o percalina y estampado.
- Envases de cartulina blanca cromada de diferentes gramajes y calidades, impresos a colores, en distintos formatos, con relieve para varios usos.
- Cajas de cartón ondulados con o sin impresión a colores en diferentes formatos y diseños, proporcionando resistencia a la humedad.

-
- Servilletas gofradas sencillas, elaboradas con papel tissue, en blanco, empaquetadas en polietileno retráctil, en diferentes formatos.
 - Sobres en varios formatos y modelos en papel de diferentes calidades.
 - Blondas y capacillos de papel de diferentes calidades, troquelado y ondulado con varios tamaños, formas y diseños.
 - Libretas y bloks de papel de diferentes calidades, pueden ser rayados, lisos, cuadriculados con cubierta de cartulina impresa a colores, encuadernados con goma, alambre o canutillo.
 - Cuños de base plástica de diferentes medidas, con textos individuales, sello fechador, giratorio, con ventana visualizadora, impresión de una línea y almohadilla de recambio.

La Empresa Gráfica Cienfuegos está compuesta según se muestra en el organigrama que se muestra en el **anexo No. 3**.

Hasta la fecha se han pagado 43.3 MP por resultados para un promedio de 51 pesos por trabajador (9.1 % del total)

En el Informe estadístico 5201 a la ONEI no se informan, ni accidentes de trabajo ni enfermedad y accidente común en el periodo.

La Empresa Gráfica Cienfuegos cuenta con un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) basado en los requisitos que se establecen en la norma NC ISO 9 001:2008, avalado por el RCB desde Mayo del 2009.

Para la protección del trabajador contamos con un Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST), implantado según requerimientos de la NC ISO 18 001:2005 y coherente con las bases de SST establecidas en la Resolución 39:2007, emitida por el Ministerio del Trabajo y Seguridad Social.

Con el propósito de proteger y preservar el medio ambiente, nos hemos trazado metas y políticas ambientales, implementadas en un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), diseñado según los requisitos de la NC ISO 14 001:2004.

Para lograr la integración y coherencia entre estos sistemas se ha diseñado e implantado un Sistema Integrado de Gestión Empresarial. La **figura 2.0** muestra la interacción de los procesos identificados en la empresa.

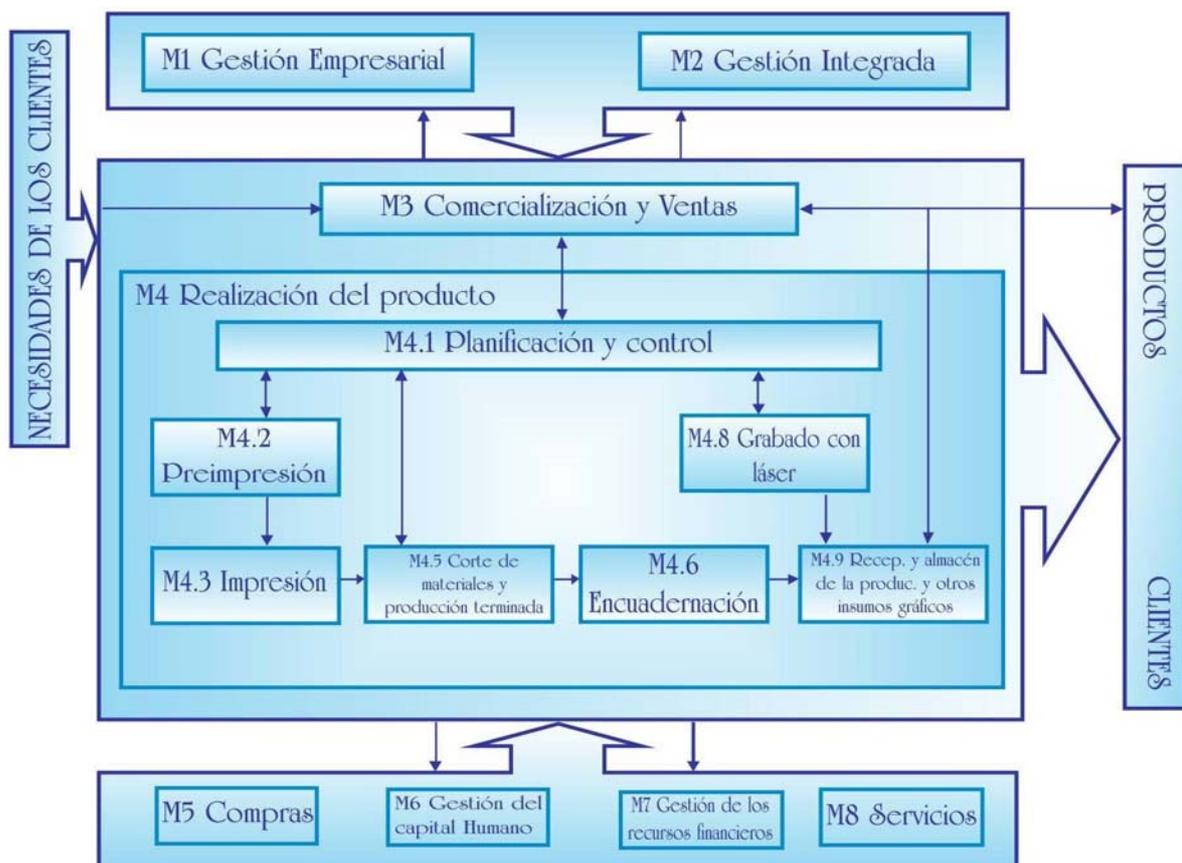


Figura 2.0: Mapa de procesos de la Empresa Gráfica Cienfuegos.

Fuente: Elaboración propia.

2.2. Etapas para Implementar el ecodiseño.

A partir de un estudio amplio de las diferentes metodologías recomendadas para realizar ecodiseño fundamentalmente por Capuz, S. (2002), Cogollos Martínez, J. (2012), Freeman, H. (1998), Fiksel, J. (1998), se decide que la más adecuada es la que se expone a continuación ya que se adapta a las condiciones del producto y del objeto de estudio en la Empresa Gráfica Cienfuegos. En la siguiente figura se muestra las etapas para realizar el ecodiseño,

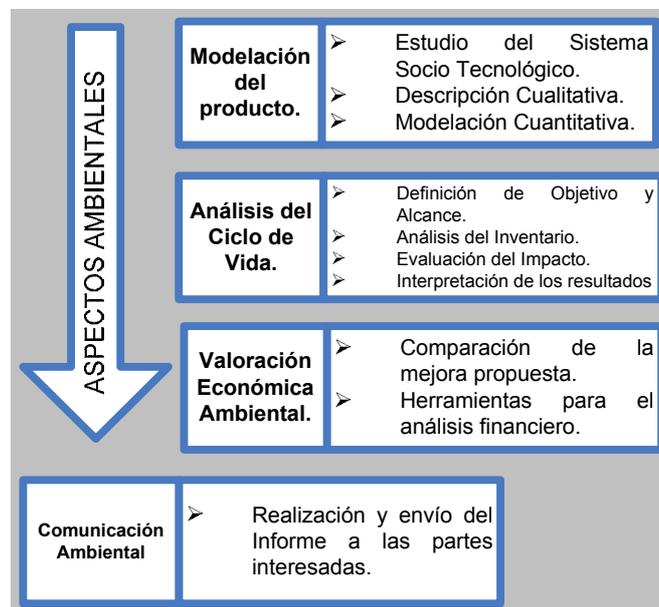


Figura 2.1: Etapas para realizar el ecodiseño.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1. Modelación del producto.

Se necesita una adecuada descripción de los **sistemas de productos** y especialmente una buena comprensión de la influencia de los distintos grupos funcionales (ingeniería, producción, mercadeo, etc) o personas que podrían estar involucradas o afectadas en todo el ciclo de vida del producto.

Un sistema de productos es el producto en sí y toda la información, materiales y energía necesarios durante todas las etapas del ciclo de vida.

En esta etapa se procede a la descripción de un producto (sistema), que pudieran utilizarse en el proceso de ecodiseño.

El proceso de modelación se divide en tres pasos:

- 1. Estudio del sistema socio tecnológico. Principios generales:** Se definen a partir de una amplia investigación sistemática de la interacción del producto con el medio ambiente y de los diferentes escenarios definidos por el comportamiento de los usuarios.

Existen factores de influencia de carácter externo e interno como se muestra en la siguiente tabla.

Factores de influencia	
Externo	Interno
Leyes y normas.	Recursos financieros y humanos.
Clientes.	Know how.
Suministradores.	Estrategia corporativa.
Competidores.	
La sociedad	

Tabla 2.1: Factores de influencias

Fuente: Elaboración propia.

- 2. Descripción Cualitativa:** El producto ha de ser analizado bajo diferentes aspectos ambientalmente orientados. La meta es proveer una serie de aspectos ambientales, los cuales incluyan la información ambiental más relevante para las

posteriores tareas de evaluación y diseño. Se deben analizar varios escenarios durante te todo el CV del producto, particularizando en aquellos más ineficientes.

Descripción general del producto

- Nombre del producto
- Peso
- Volumen
- Comportamiento ambiental de cada parte o componente que se fabrique o se suministre.
- Tiempo de vida
- Funcionabilidad.
- Cantidad de productos vendidos en el año.

En la siguiente tabla se muestran los distintos escenarios a describir durante la modelación del producto, donde se analiza el ciclo de vida total del producto mirando todo los posibles efectos sobre el medio ambiente.

Escenarios de la modelación del producto		
Modelo de ciclo de vida	Parámetros ambientales	Interacción con las personas
Uso de materias primas	Materiales utilizados, materiales problemáticos	-
Fabricación	Tecnologías y procesos de producción, generación de desperdicios	Control del proceso. Motivación de los trabajadores. Intensidad de fallo. Cantidad de desperdicios
Distribución	Embalaje (materiales utilizados y tipo de embalaje), transporte (tipo y distancias)	Peso y volumen. Densidad de productos por unidad de transporte.
Uso	Usabilidad, consumo de energía, desperdicios, ruidos y vibraciones, emisiones, mantenimiento, reparabilidad.	Influencia del fabricante sobre el producto.
Fin de vida	Cantidad y tipos de uniones, tiempo de desarme, tasa de reusabilidad, tasa de reciclabilidad	Posibilidad de reciclarlo o reusarlo.

Tabla 2.2: Análisis del ciclo de vida total del producto.

Fuente: Elaboración propia.

Posibles accidentes y defectos: Se debe pensar en las situaciones inesperadas que pudieran causar impactos negativos al medio ambiente, como pueden ser productos no conformes.

3. Modelación Cuantitativa: La meta es cuantificar mediante herramientas estadísticas el comportamiento en el tiempo de las variables anteriores.

2.2.2. Procedimiento del Análisis del Ciclo de Vida.

El Análisis del ciclo de vida (ACV) es una herramienta que permite evaluar los impactos ambientales de productos o servicios de una forma global porque considera todas las etapas del ciclo de vida (**ver figura 2.2**), desde la extracción de las materias primas hasta su disposición final y todos los vectores involucrados.

Dentro de las diferentes fases del ciclo de vida, los impactos en la fase de extracción de materia prima están relacionados con el origen del material. Materiales no-renovables tienen un impacto mayor a materiales renovables. Además la energía necesaria en el proceso de extracción, es un factor determinante en esta fase.

En la fase de producción, la efectividad y la cantidad de los insumos en el proceso de producción como la energía y el agua, al igual que los residuos de producción y emisiones son factores determinantes importantes en el impacto ambiental.



Figura 2.2: Etapas del Ciclo de Vida para un Producto.
Fuente: («Ecodiseño Centroamérica.», 2008)

El medio de transporte, la distancia y los tipos de empaques son determinantes del impacto ambiental durante la fase de distribución. Especialmente para productos que requieren energía y/o necesitan agua u otros aditivos para su funcionamiento la fase del uso puede resultar como una de las fases prioritarias en el impacto ambiental.

El tratamiento en la última fase del ciclo de vida, la disposición final juega un papel importante respecto al impacto ambiental para los casos en los que la vida útil del producto es muy corta. Especialmente para los envases y los empaques esta fase determina gran parte del impacto total durante el ciclo de vida.

The Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) define al ACV como “Proceso objetivo para evaluar cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad identificando y cuantificando el uso de materia y energía y los vertidos al entorno; para determinar su impacto en el medioambiente y evaluar y poner en práctica estrategias de mejora medioambiental”. Con las definiciones analizadas se está totalmente de acuerdo.

El primer paso, **definición de objetivo y alcance**, debe expresar claramente el propósito y la extensión del estudio, además debe describir el o los sistemas estudiados y la unidad funcional.

La unidad funcional se refiere a la cantidad de productos o servicios necesarios para cumplir la función que se compara, sirve de base para la comparación entre sistemas ya partir de ella se cuantifican las entradas y salidas funcionales de un sistema productivo o de servicios.

Debido a su naturaleza global, un ACV completo puede resultar extensísimo. Por esta razón se deben establecer unos límites que deben estar perfectamente identificados. Los límites del sistema determinan qué procesos unitarios se deben incluir dentro del ACV. Varios factores determinan los límites del sistema, incluyendo la aplicación prevista del estudio, las hipótesis planteadas, los criterios de exclusión, los datos y las

limitaciones económicas y el destinatario previsto

El análisis de inventario del ciclo de vida (ICV), comprende la obtención de datos y los procedimientos de cálculo para cuantificar las entradas y salidas relevantes de un sistema, tomando como referencia la unidad funcional. Esas entradas y salidas pueden incluir el uso de recursos y las emisiones al aire, agua y suelo asociadas con el sistema a lo largo del ciclo de vida, es decir, desde la extracción de las materias primas hasta la disposición final. Las interpretaciones pueden sacarse de esos datos, dependiendo de los objetivos y alcance del ACV. Esos datos también constituyen las entradas para la evaluación de impacto de ciclo de vida.

La evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV), va dirigida a evaluar la importancia de los potenciales impactos ambientales utilizando los resultados del análisis de inventario. En general, este proceso implica la asociación de datos del inventario con impactos ambientales específicos tratando de valorar dichos impactos. El nivel de detalle, la elección de impactos evaluados y las metodologías usadas dependen del objetivo y alcance del estudio (Normalización, O. N. d., 2009).

Método para evaluar el impacto ambiental.

Se determinó por (Carabayé y colaboradores, 2011) que la metodología de evaluación de impacto ambiental más factible a utilizar en la Empresa Gráfica Cienfuegos es el IMPACT 2002+; esta metodología está enfocada a categorías de daño o puntos finales. A continuación se describe el método a utilizar:

Impact 2002+

La metodología para análisis de impacto del ciclo de vida Impact 2002+ propone una implementación factible de la combinación de los puntos intermedios y aproximación de daños, uniendo todos los tipos de resultados de los recuentos (flujos elementales y

otras intervenciones) a través de 14 categorías de puntos intermedios, hasta 4 categorías de daños.

Para el Impact 2002 +, nuevos conceptos y métodos han sido desarrollados, especialmente para la valoración comparativa de la toxicidad humana y eco-toxicidad. Los factores de daños humanos son calculados para carcinógenos y non- carcinógenos, empleando fracciones de entrada, los mejores estimados de factores de inclinación de respuesta ante dosis, así como también severidades

La transferencia de contaminantes dentro del alimento humano no está basada ya más en la exploración de las fuentes de consumo pero cuenta para la agricultura y los niveles de producción de ganado. Las emisiones de gases internas y al aire libre pueden ser comparadas y la calidad intermitente de las precipitaciones es considerada. Tanto la toxicidad humana y los factores del efecto de la eco-toxicidad se basan preferiblemente en dar respuestas a conjeturas conservativas.

Otras categorías de puntos medios son adaptadas por la caracterización de métodos existentes (Eco-Indicador 99 y CML 2002). Todos los resultados de los puntos medios son expresados en unidades substanciales de referencia y relacionados a 4 categorías de daños a la salud humana, calidad del ecosistema, cambios climáticos y recursos. La normalización puede ser desarrollada por ambas categorías los puntos medios o los niveles de daños. El método Impact 2002+ posee factores de caracterización para más de 1500 resultados de impactos de ciclo de vida diferentes.

El ACV se finaliza con el análisis de todos los datos finales con respecto a sus significados, incertidumbres y sensibilidad sobre los resultados parciales.

En esta última fase los resultados anteriores deben ser reunidos, estructurados y analizados. Aquí debe confeccionarse una estructura de análisis de los resultados, con un análisis de sensibilidad e incertidumbres, para que el conjunto de informaciones posibilite generar un informe con las conclusiones y recomendaciones, que pueda dar

respuestas a las cuestiones que anticipadamente fueron definidas en los objetivos y alcance del estudio.

Para procesar la información se utiliza la herramienta SimaPro 7.1. Es un programa desarrollado por la empresa holandesa Pré Consultants, que permite realizar Análisis de ciclo de vida (ACV), mediante el uso de bases de datos de inventario propias (creadas por el usuario) y bibliográficas (BUWAL, IDEMAT, ETH, IVAM). SimaPro 7.1 ofrece una herramienta profesional para almacenar, analizar y realizar un seguimiento del rendimiento ambiental de sus productos y/o servicios. Con esta herramienta se facilita el análisis y la representación gráfica de ciclos complejos de un modo sistemático y transparente. Cuenta con todas las características que se espera de un paquete de software LCA profesional: una familia de productos completa, con una solución SimaPro 7.1 para cualquier necesidad; intuitiva interfaz del usuario; modelaje sencillo, con poderosos wizards que lo pueden asistir; modelaje con parámetros y análisis de escenarios; ACV híbrido con entradas y salidas para la información; conexión directa con Excel o bases de datos ASP; cálculos de evaluación de impacto directo en cada etapa de su modelo; análisis de Monte Carlo; análisis de resultados interactivos; agrupación de los resultados; vastas opciones de filtraciones para todos los resultados, entre otras funciones.

Finalmente, **la interpretación** que es la fase de un ACV donde se evalúan los resultados y se plantean conclusiones y recomendaciones para la toma de decisiones, de forma consistente con el objetivo y alcance del estudio (Normalización, O. N. d., 2009).

El término análisis de ciclo de vida (ACV) es todavía joven pero por sus aplicaciones y factibilidad se ha propagado por el mundo en un corto período de tiempo.

2.2.3. Valoración económica y ambiental del producto.

La valoración económica consiste en evaluar el impacto económico de las mejoras propuestas para realizar el ecodiseño, tanto desde el punto de vista de la inversión como de los costos y beneficios de su implementación. Se hace necesario entonces, utilizar una serie de técnicas que pueden ser: período de retorno de la inversión necesaria para implementar la(s) alternativa(s) propuesta(s), cálculo del reembolso (tasa de reembolso), Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Retorno de la Inversión (RI), costo beneficio, etc (Fernández García, Juan, 1998).

Para valorar ambientalmente las mejoras en el ecodiseño se comparan totalmente todos los impactos ambientales del sistema de diferentes alternativas de productos que entregan una función o desempeño equivalente.

2.2.4. Comunicación ambiental.

La comunicación se establece en dos sentidos, hacia y desde sus empleados, y las partes externas interesadas que comprenden las autoridades ambientales, la población circundante, los clientes, los proveedores, y el público en general, entre otros, según apartado 5.4.3 de la NC ISO 14 006: 2012.

La estrategia de información es una parte esencial. Un informe eficaz debería tratar las diferentes fases del estudio en consideración. Hay que informar sobre los resultados y las conclusiones del ACV de forma adecuada para el público previsto, tratando los datos, los métodos y las suposiciones empleados en el estudio y las limitaciones correspondientes, según apartado 6.0 de la NC ISO 14 040: 2009.

La Empresa ha definido el proceso de compras, en el cual se trazan las pautas en este sentido y permite a la Comisión de Compras de la Empresa encausar la adquisición de los suministros de materias primas y materiales en función de la calidad, la preservación del medio ambiente adquiriendo productos biodegradables y además que no ofrescan

peligros para la seguridad y salud del hombre para la consistencia de los suministros y el cumplimiento de lo establecido con el Control Interno.

Así mismo la Empresa tiene establecido en el procedimiento documental PA 01 Compras y el PA 03 Selección y evaluación de proveedores, para el desarrollo de estas actividades.

Conclusiones parciales.

1. Se describen las principales características de la Empresa Grafica Cienfuegos, definiendo que la misma tiene buenas condiciones económicas, tecnológicas y administrativamente, que le permite aplicar la ecoeficiencia respaldado por el Sistema Integrado de Gestión, donde se tratan los sistemas de gestión de la calidad, medioambiente y seguridad y salud en el trabajo.
2. Se propone una metodología para realizar valoraciones de ecodiseño en la Empresa Gráfica Cienfuegos la cual consta de los siguientes pasos: modelación del producto, análisis del ciclo de vida, valoración económica y ambiental y por último la comunicación a las partes interesadas.
3. Se plantea soportar dicha metodología en especial el análisis del ciclo de vida, en el programa computacional Simapro 7.1 utilizando el método Impact 2002+, las cuales se adecuan a los objetivos del trabajo.

Capitula **III**

Capítulo III: Análisis de los resultados.

En este capítulo se desarrolla la metodología propuesta para realizar el ecodiseño a las libretas escolares, evaluándose el impacto ambiental de las mismas, se interpretan los resultados obtenidos y se valoran variantes de mejora económica y ambiental por último se presenta el formato del informe a comunicar.

3.1 Modelación del producto.

La interacción del producto con el medio ambiente y de los diferentes escenarios definidos por el comportamiento de los usuarios es un elemento clave para el desarrollo de políticas de sostenibilidad, ya que el volumen de impresión de libretas es cada vez mayor y se comercializan en todo el país, un uso y gestión final inapropiados, pueden causar importantes impactos ambientales.

Para hacer exitosa esta metodología es imprescindible la participación de distintos departamentos y la contribución de varios especialistas en artes gráficas.

3.1.1 Factores que influyen en el producto.

Leyes y Normas.

La documentación externa de la Empresa Gráfica Cienfuegos, contempla la legislación, regulaciones de la UIP y del MINIL y otros organismos de la administración Central del Estado, normas y otras fuentes de requisitos legales y reglamentarios.

Para asegurar el cumplimiento con la legislación vigente en nuestra empresa en materia de medio ambiente, la empresa toma acciones pertinentes para asegurar que todas sus producciones o servicios cumplan con las mismas, tanto la dirección como los trabajadores, deberán conocer los requisitos legales aplicables a sus actividades y servicios. Para esto El Representante de la Dirección para el Sistema Integrado de Gestión, vinculado con los jefes de procesos, tienen la

responsabilidad de identificar todas las legislaciones, normas y procedimientos vigentes en el registro de documentación externa relacionada con el Sistema Integrado de Gestión, para ello se utiliza el REPG01 – A2 que se presenta en el **anexo 4**. El cumplimiento de la Legislación Ambiental se verifica en auditorías Internas y otras inspecciones.

En relación con las normas NC ISO, podemos decir que se trata de normas que han sido estudiadas de acuerdo con un procedimiento consensuado y aprobadas por la Oficina Nacional de Normalización.

La ONN es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización.

El cumplimiento de estas normas es de carácter voluntario y por lo tanto no son susceptibles de fiscalización.

Sin embargo, estas normas pueden ser reconocidas por el Ministerio respectivo, como norma oficial de la República de Cuba, mediante un Decreto. Además pueden ser incorporadas a un reglamento técnico adoptado por la autoridad en cuyo caso adquieren el carácter de obligatorias y susceptibles de fiscalización.

Tal es el caso de la NC ISO 9 001: 2008 Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos, que se establece como uso obligatorio a las empresas en perfeccionamiento empresarial que opten por el aval o certificación de su Sistema de Gestión de la Calidad mediante los decretos ley 281, 252 y el procedimiento para otorgamiento de aval de Comisión Otorgadora de Avaes CTEC- RCB- GECYT.

Clientes.

Los requisitos relativos a la calidad se recogen en todos los contratos y se establecen de mutuo acuerdo con el cliente las especificaciones de calidad. Con respecto al cuidado y protección del medio ambiente no hay nada plasmado.

En la etapa que se analiza la empresa realizó una orden de producción que se corresponden con los pedidos del MINED, se concertó el contrato No. 24/12. En relación a los pedidos podemos decir que no se han podido dar respuesta a un total de 450 MU de libretas por no contar con materias primas y baja disponibilidad técnica, por ejemplo podemos citar: Cartulina blanca 240 g y el Papel gaceta 48.8 g y problemas técnicos en la línea de presillado.

Proveedores.

La empresa ha definido el proceso de compras, en el cual se trazan las pautas en este sentido y permite a la comisión de compras de la empresa encausar la adquisición de los suministros de materias primas y materiales en función de la calidad, la preservación del medio ambiente adquiriendo productos biodegradables y además que no ofrescan peligros para la seguridad y salud del hombre para la consistencia de los suministros y el cumplimiento de lo establecido con el Control Interno.

Todos nuestros Proveedores están seleccionados y evaluados.

Nuestros principales proveedores son:

- PUBLICIGRAF: (Contrato No. 3/12). Papel, cartulina e insumos gráficos (tintas, mantas, forro mojadores, planchas, papel poliester, alambre, nylon de retractilar, presillas para flejar, flejes para flejar, goma protectora, limpiador de planchas, limpiador de mojadores, recuperador de mantas, esponjas, y otros productos).

- CARIGRAF: (Contrato No. 38/10). Máquinas de impresión, guardafilos, cuchillas, rodamientos, tintas, limpiadores, planchas, alambre de diferentes calibres, piezas de máquinas gráficas, succionadores, printy y otros insumos gráficos.
- MAPRINTER: (Contrato No. 9/12). Cartulina, papel autocopiativo, acetato y otros insumos gráficos.
- CUPET: (Contrato No. CSG - 024). Kerosina
- Cubalub: (Contrato No. 39/12). Aceites y grasas.
- Udecam: (Contrato No. 60/12). Servicios de transportación de producciones terminadas.

Competidores.

En nuestro territorio existe varios competidores de nuestra actividad, el principal es GEOCUBA (imprenta), la cual por tener una situación geográfica ventajosa con respecto a nosotros los clientes la visitan más, por pertenecer a otro ministerio cuenta con flexibilidad para adquirir materias primas y obtener inversiones. Además poseen un ciclo de entrega de producto terminado más corto que los nuestros a pesar de su baja capacidad de producción y mayor precio.

La sociedad.

Nuestro país cuenta con un sistema educacional completamente gratuito, al cual todos los ciudadanos cubanos tenemos derecho, siendo éste privilegio una de las principales conquistas de nuestro socialismo. Estando involucrados en el sistema educacional en sus diferentes niveles más de 2 000 000 de ciudadanos a los cuales se le suministra libretas.

En el caso de las libretas escolares es un material de estudio indispensable para adquirir los conocimientos que se imparten, siendo necesario contar con suficientes libretas escolares para todos los que estén en el sistema educacional

cubano. La política de disminución de importaciones plasmada claramente en los Lineamientos del PCC, impulsa a las empresas productoras de éste producto en el territorio nacional a gestionar adecuadamente las materias primas a utilizar en su realización.

Recursos Humanos y Financieros.

Teniendo en cuenta los datos que se encuentran en el P4 el total de trabajadores en plantilla es de 113 de ellas 62 mujeres. Esta plantilla se conforma según las categorías ocupacionales por 6 dirigentes (2 mujeres), 27 técnicos (21 mujeres), 72 obreros (33 mujeres) y 8 de servicios (6 mujeres). El salario medio a pagar por plantilla es de 280 pesos (280 para las mujeres). La Edad promedio es de 45 años para el total de trabajadores (50 para los dirigentes), según se muestra a continuación.

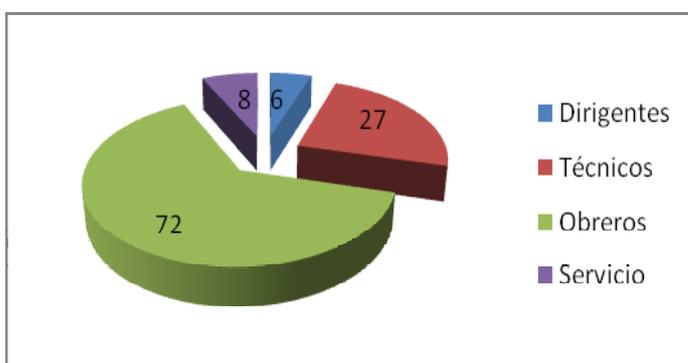


Figura 3.0: Diagrama representativo del Capital Humano de la Empresa Gráfica Cienfuegos.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de la estabilidad financiera de la Empresa: Según resultados del balance económico se tienen los siguientes resultados,

- Activo circulante > Pasivo Circulante: Empresa Líquida
- Activo real > Financiamientos Ajenos: Empresa Solvente

- Financiamientos Ajenos que no está entre el 40 y 60% de los propios: Empresa en Riesgo
- Capital de Trabajo Positivo: Empresa con Liquidez General
- Empresa con Liquidez y Solvencia. En Equilibrio Financiero

Know How.

El diseño de las libretas escolares producidas en la Empresa Gráfica Cienfuegos, se protege mediante la Editorial Pueblo y Educación, este no puede ser cambiado ni alterado en ninguno de sus elementos sin su previo consentimiento. Este producto no cuenta con una marca registrada ya que no compite en el mercado con ningún otro, debido a que su destino final es para el sistema educacional.

Estrategia.

La estrategia corporativa se encuentra en estos momentos realizándose con un grupo de consultores de la empresa CONAS.

3.1.2 Descripción general del producto.

Las **libretas escolares** pueden ser de papel de diferentes calidades, rayadas, lisas, cuadrículadas con cubierta de cartulina impresa a colores, encuadernados con goma, alambre o canutillo. Como se muestra en la siguiente figura:



Figura 3.1: Producto libretas escolares.
Fuente: Documentos Empresa Gráfica Cienfuegos.

En nuestra empresa la libreta que estamos produciendo tiene las siguientes características: Libreta rayada, con la cubierta impresa a un color en cartulina blanca blanca 250 g y la tripa impresa también a un color en papel gaceta 48.8 g, encuadernada a rústica caballete, el **peso** del producto teniendo en cuenta que una libreta tiene 80 hojas de formato 26.5 x 17.5 cm es de 0.125 kg. Presenta un **volumen** de 0.0003 m³.

El **comportamiento ambiental** en las mencionadas etapas del ciclo de vida, de los principales materiales utilizados para la elaboración de las libretas escolares son los siguientes:

1. **Papel gaceta** 48.8 g/m² en bobinas de 30^{'''} y **cartulina blanca** blanca cromada por una cara de 250 g/m² en pliegos de 70 x 100 cm.

El consumo de fibras vegetales, en particular de madera, para fabricar pastas de papel y cartulina es uno de los costes más señalados a la hora de hablar de los impactos ambientales generados por la industria papelera, dentro de estos impactos tenemos:

- Consumo de materias primas no renovables.
- Consumo de agua.
- Consumo de energía.
- Generación de residuos.

2. Tintas.

Una tinta es una mezcla homogénea de materia colorante, resinas, disolventes y algunos aditivos cuya finalidad es reproducir una imagen sobre un soporte mediante un proceso de impresión.

A la vista de la problemática que presentan tintas, disolventes de limpieza y recubrimientos en la industria gráfica se pueden observar los siguientes impactos ambientales durante su ciclo de vida:

- Consumo de materias primas no renovables.
- Consumo de energía.
- Generación de residuos peligrosos durante la fabricación.
- Generación de compuestos orgánicos volátiles durante su empleo.
- Generación de residuos peligrosos.

Es importante considerar, en relación con el empleo del producto, la corta **vida útil** de las libretas escolares aproximadamente dos años.

Se presentarán a continuación las principales variables que es preciso considerar cuando se trata de satisfacer los **requisitos funcionales** del producto.

En la siguiente tabla se ofrecen algunas recomendaciones en cuanto a las Buenas Prácticas recomendadas para una buena funcionabilidad del producto gráfico diseñado.

Tipo de producto	Variable	Buenas prácticas
Libretas Escolares	Legibilidad	Utilizar: Un correcto interlineado. No abusar del uso de negritas, cursivas, comillas.
	Facilidad de lectura de las palabras, cómodamente a una velocidad normal.	No abusar de las fuentes de fantasía o rotulación. Tipografías con formas abiertas y claras. Tipografías con serifa y en minúsculas para textos continuos. Mayúsculas para titulares y textos destacados.
	Lectorabilidad	La longitud de las líneas no debe ser exagerada.
	Facilidad de comprensión y	El diseño debe ser atractivo, además de claro, sencillo y directo.

reconocimiento de los textos que la componen.	Siempre tiene que ser fácil de leer pensando en las habilidades del cliente al que nos dirigimos. La longitud de las palabras, de las frases, debe ser lo más corta posible. Jerarquizar correctamente los textos mediante el uso de la tipografía-
Formato	
Está relacionado directamente con la utilidad del producto	Manejable, ergonómico, funcional. Normalizados: DIN A Aconsejable utilizar proporciones para la caja de texto áurea, ternaria, normalizada o 3:4.
Materiales	Cubierta en cartulina cromada de diferentes gramajes preferiblemente mayor que 210g. Tripa en papel de diferentes gramajes preferiblemente menor que 52g.

Tabla 3.0: Buenas prácticas en relación con la funcionabilidad.

Fuente: (Instituto Tecnológico de Óptica, Color e Imagen. AIDO, 2009)

En el año 2012 se **vendieron** 200.0 MU de libretas al MINED representando 68.0 MP en CUP. Se detectaron además por las inspecciones realizadas al producto por los técnicos de calidad según el PQ 01 Seguimiento y medición del producto 8.8 libretas **no conformes** que no llegaron hasta el cliente, representando para los costos de la entidad 3.0 MP, este control se realiza mediante el PG 07 Costos de calidad.

La relación entre el producto y el medio ambiente no se limita únicamente al momento en que es producido, utilizado o cuando se ha convertido en un residuo, sino que se extiende a las fases *pre-producto* y *post-producto*, abarcando todo su **ciclo de vida**. En la siguiente tabla se representan los escenarios de la libreta escolar a lo largo de su ciclo de vida.

Escenarios de la Modelación del producto		
Modelo de Ciclo de Vida	Parámetros Ambientales	Interacción con las personas
Uso de materias primas	Los materiales de mayor impacto utilizados son: Papel y cartulina de diferentes gramajes, Tintas y aditivos químicos y limpiadores.	-
Fabricación	El sistema de impresión utilizado es Offset, la tecnología existente es obsoleta, con más de 25 años de explotación por lo se generan grandes cantidades de desechos, existen tres procesos identificados que son: Pre impresión, impresión offset y encuadernación.	El control se implementa en la operación rutinaria de los procesos a través de los controles efectuados por los técnicos de calidad, tecnólogos, jefes de brigadas, jefe de planta y “dueños” de procesos, verificando el cumplimiento de los requisitos del cliente y requisitos de calidad establecidos, la disminución de productos no conformes y mediante el comportamiento de los indicadores de eficacia de los procesos. Existe poca motivación de los trabajadores. Hubo un desperdicio de 13.4 t de papel y cartulina en el 2012.
Distribución	La producción terminada se traslada empaquetada, paletizada, retractilada y flejada. Se utiliza para ello, nylon, flejes plásticos, presillas de flejar, parles de madera, presinta. La transportación es asumida por la empresa o mayormente por un tercero para todo el territorio nacional.	El peso medio transportado en cada viaje es de 4.5 t y el volumen es de 25 m ³ , la densidad de productos por unidad de transporte es media.
Uso	Cuando el producto es vendido al cliente, no se requiere preparación alguna para su uso, ni consumo de energía	Una vez vendido el fabricante no influye sobre el producto. Debido a que las personas saben cómo utilizarlo de forma eficiente.
Fin de vida	Una vez usado puede ser reciclado.	Las personas desechan el producto sin dar la posibilidad de reciclarlo.

Tabla 3.1: Escenarios del ciclo de vida total del producto.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3 Herramientas para el control de las variables anteriores.

En la siguiente tabla se representa el comportamiento de las distintas variables en el año 2012.

Meses	Distintas variables						
	Consumo de papel	Índice desperdicio de papel	Consumo de energía eléctrica	Ventas de libretas		Libretas no conformes	
	Tm		Mw/h	MU	MP	MU	MP
Enero	1.2	0.5	0.5	13.3	4.52	550	0.19
Febrero	1.5	0.6	0.7	14.3	4.86	620	0.21
Marzo	2.2	0.9	1.3	15.6	5.30	630	0.21
Abril	2.8	0.8	1.4	16.7	5.68	668	0.23
Mayo	1.9	0.7	0.8	14.4	4.90	576	0.20
Junio	2.7	0.9	1.2	16.3	5.54	652	0.22
Julio	1.2	0.4	0.4	16.0	5.44	640	0.22
Agosto	1.6	0.6	0.7	16.8	5.71	672	0.23
Septiembre	3.5	1.0	1.7	23.5	7.99	1250	0.43
Octubre	2.7	0.8	1.5	17.2	5.85	750	0.26
Noviembre	2.8	0.8	1.4	17.8	6.05	780	0.27
Diciembre	2.9	0.9	1.4	18.1	6.15	990	0.34
Total:	27.0	8.9	13.0	200.0	68.0	8.8	3.0

Tabla 3.2: Comportamiento de las variables

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura se muestra la relación entre la producción realizada y venta de libretas escolares y los MW/h consumidos para cada período, en los meses de julio y agosto existe una disminución en la producción de libretas con relación a la electricidad consumida, debido principalmente a la salida de trabajadores de vacaciones y licencia sin sueldo, disminuyendo así la capacidad de producción de la empresa, de forma general no se aprecia relación alguna.

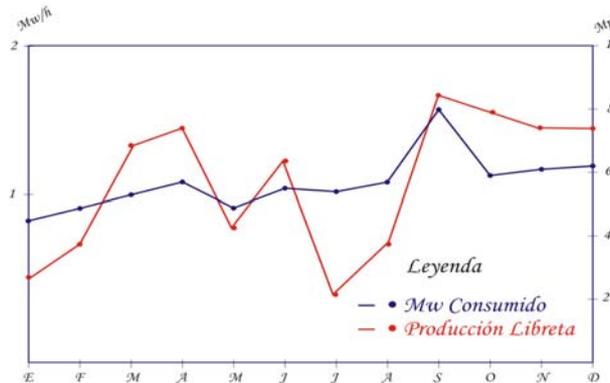


Figura 3.2: Consumo de energía eléctrica vs Producción de libretas.
Fuente: Elaboración propia.

El índice de desperdicio de papel se encuentra en control, dentro de los límites y por ello es estable, aunque esto no significa que no se pueda disminuir realizando un estudio de las normas de consumo de la empresa. El análisis de este índice permite la proyección del trabajo para próximos períodos posibilitando la toma de decisiones.

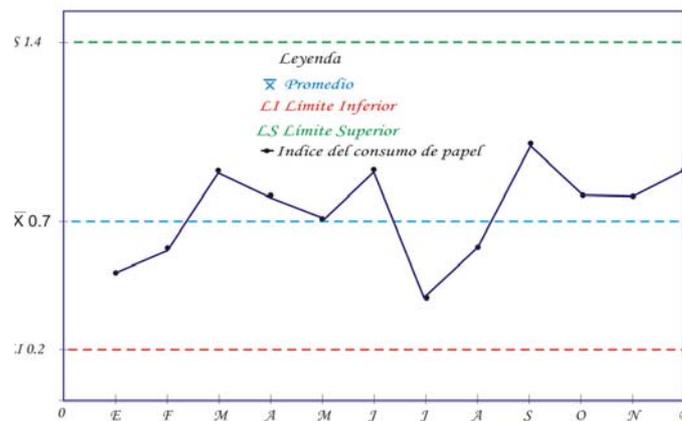


Figura 3.3: Control índice desperdicio de papel.
Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico se analiza la dispersión y correlación observándose la influencia del nivel de producción de libretas sobre el consumo de papel. Mostrando como el consumo de papel aumenta al aumentar la producción de libretas y viceversa.

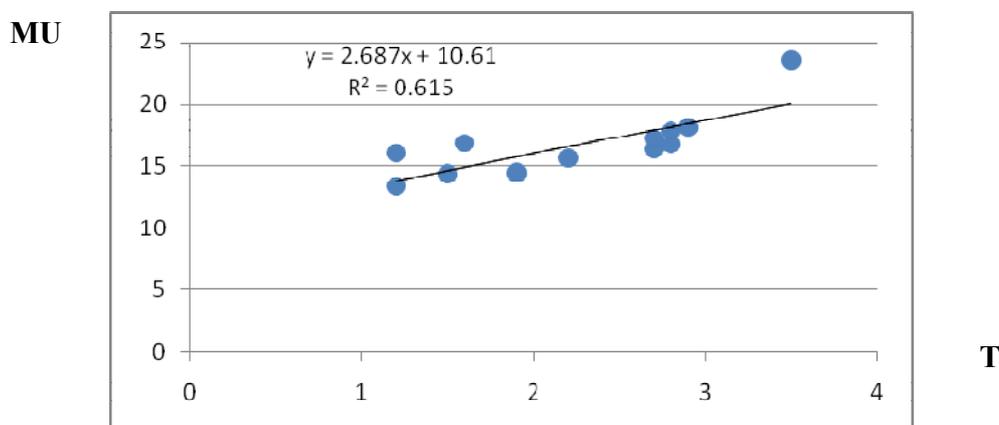


Figura 3.4: Correlación y dispersión producción de libretas vs consumo de papel.
Fuente: Elaboración propia.

3.2 Análisis del ciclo de vida de las libretas escolares.

3.2.1 Definición de objetivos y alcance.

3.2.1.1 Objetivo del estudio.

El presente estudio de análisis de ciclo de vida ha sido solicitado por el Consejo de Dirección de la Empresa Gráfica Cienfuegos. Los objetivos del estudio son:

1. Analizar el proceso de realización de libretas escolares en la Empresa Gráfica Cienfuegos, para identificar los impactos al medioambiente en cada fase del proceso.
2. Evaluar y cuantificar los impactos medioambientales que se generan durante la producción de libretas en la Empresa Gráfica Cienfuegos.
3. Valorar variantes de mejora para reducir los impactos negativos al medioambiente a lo largo del ciclo de vida de las libretas escolares.

3.2.1.2 Alcance del estudio.

El alcance del estudio abarca los siguientes aspectos:

- Funciones del sistema estudiado.

El uso final del producto será como insumo de otras empresas; siendo nuestro principal cliente el MINED.

- Unidad funcional

Como unidad funcional de nuestro sistema tenemos la producción de 200 MU de libretas escolares.

- Definición de los límites del sistema

Los criterios utilizados para determinar los límites del sistema se identifican y justifican en el objetivo y alcance definidos anteriormente. A continuación se definen los límites del sistema estudiado:

Límites geográficos: El análisis de ciclo de vida realizado se limita a la realización de libretas escolares en la Empresa Gráfica Cienfuegos, perteneciente al municipio de Cienfuegos, ubicado en la ciudad del mismo nombre

Límites temporales: El horizonte temporal considerado es el año 2012.

Etapas excluidas del análisis: Para este estudio quedan excluidas: las cargas ambientales relativas a la fabricación y mantenimiento de las maquinarias e infraestructuras necesarias para la Industria Gráfica, la fabricación de los insumos gráficos, los vehículos de transporte de insumos gráficos, se excluyen los materiales: goma arábica y limpiador de rodillos y mantas por no encontrarse en la base de datos del Simapro 7.1.

- Calidad de los datos

Los requisitos de calidad de los datos se definen para dar cumplimiento a los objetivos y alcance del estudio realizado. Se han seleccionado los procesos cuya contribución a los flujos de masa y energía se espera sea importante y cuyas

emisiones se espera sean relevantes para el medio ambiente. Estos procesos son pre impresión, impresión offset y encuadernación.

El presente estudio de ACV se ha realizado utilizando una herramienta informática comercial denominada SimaPro 7.1. Es una herramienta desarrollada por Pré Consultants para el ACV que analiza y compara los aspectos medioambientales de un producto de una manera sistemática siguiendo las recomendaciones de la NC ISO 14 040:2009 Gestión Ambiental - Análisis del Ciclo de Vida - Principios y Marco de Referencia. Se utilizan bases de datos publicadas y disponibles en la herramienta informática SimaPro 7.1 para los procesos más comunes como papel y productos químicos. Las bases de datos usadas son:

Ecoinvent unit process

ETH-ESU 96

IDEMAT 2001

3.2.2 Análisis del inventario.

3.2.2.1 Recolectar los datos.

Para la recolección de datos en la realización de libretas escolares, se deben descubrir los sistemas interrelacionados entre sí, cada sistema forma parte del ciclo de vida de las libretas escolares.

Descripción del proceso.

En general las etapas que conforman el proceso son el procesamiento de imagen, pruebas, preparación de placas, impresión y acabado, tal como describe la **figura 3.5.**

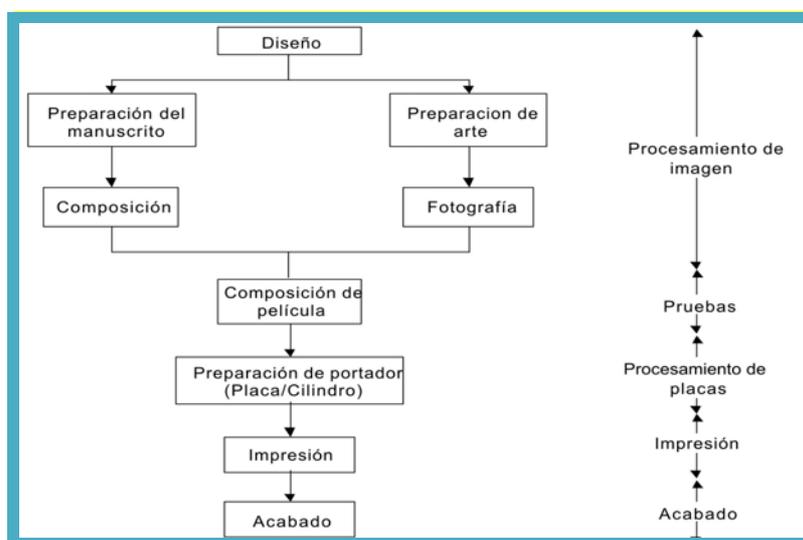


Figura 3.5: Etapas del proceso de impresión.

Fuente: (Red de Producciones Más Limpias: Biblioteca Virtual, 1999)

Procesamiento de Imagen: En esta etapa el texto, fotografía y arte son ensamblados para producir un trabajo preliminar. Generalmente los insumos son películas y químicos. Los residuos asociados son películas usadas y residuos líquidos por procesos de revelado. Esta etapa es de suma importancia ya que difícilmente se podrá corregir una no conformidad ocurrida en esta parte del proceso en la siguiente, debido a eso deben cumplirse con los requisitos de calidad pactados con el cliente y no violar la disciplina tecnológica.

Pruebas: En esta fase se analiza si el trabajo preliminar está listo para ser llevado a placas. Existe además una etapa de pruebas dentro de la etapa de procesamiento de placas. El residuo generado es el material no aprobado.

Procesamiento de Planchas o Placas: Aquí se prepara el portador de la imagen, que generalmente consiste en placas de diversos materiales. El principio empleado para traspasar la tinta al sustrato diferencia las técnicas de impresión. En esta etapa dependiendo del tipo de placa tratada pueden producirse emisiones atmosféricas importantes como es el caso de impresión flexográfica, y residuos tanto líquidos como sólidos.

Impresión: La etapa de impresión consiste en el traspaso de tinta, desde la placa de impresión hasta el sustrato, que es la superficie de aplicación.

La plancha transmite la imagen a una mantilla y esta al papel, mediante la presión que ejerce sobre ambos un cilindro llamado impresor, la variación de la presión ejercida depende del tipo de revestimiento del cilindro portacaucho, de la clase y rugosidad del grano de la plancha utilizada, de la calidad de la tinta, de la superficie de la masa que se imprimen y del paralelismo entre los cilindros, como se muestra en la **figura 3.6**.

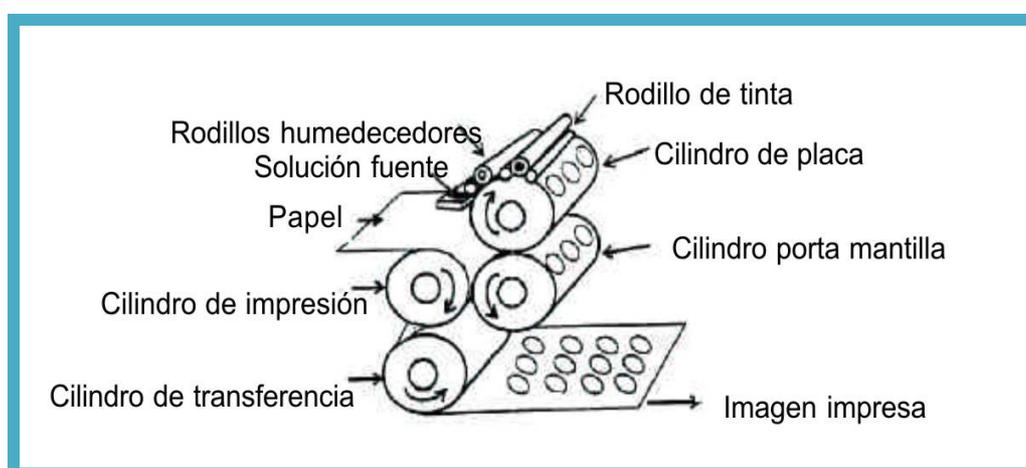


Figura 3.6: Principios de la impresión offset.

Fuente: (Red de Producciones Más Limpias: Biblioteca Virtual, 1999)

Acabado: Consiste de una etapa de secado y acabado o terminación. Las principales materias primas usadas por las industrias gráficas son las tintas y los sustratos. Un sustrato es cualquier material sobre el cual la tinta es impresa, tal como papel, madera, metal, plástico o textil. Otras materias primas usadas incluyen cilindros de grabado, películas fotográficas, productos químicos del proceso fotográfico, planchas de impresión, químicos de proceso de planchas, soluciones fuente, fijadores, baños de lavado, reductores, intensificadores, solventes y paños de limpieza.

La encuadernación es el arte empleado, fundamentalmente para reencuadernar o restaurar libros ya utilizados, que por su valor lo merezcan, por medio de ella también es posible la encuadernación de libros nuevos que por ser un sistema manual se hace más lento, en nuestra empresa se utiliza para realizar trabajos de misceláneas tales como, blocks, estuches ,carpetas, etc.

Con el objetivo de aumentar productividad se pueden utilizar máquinas para encuadernar como pueden ser guillotinas de diferentes tipos, encoladoras, dobladoras, presilladoras, alzadoras, etc.

Construcción de los diagramas de procesos.

Con la información expuesta anteriormente se está en condiciones de elaborar el inventario del proceso de realización de libretas escolares (ver **anexo No. 5**). Se muestran las materias primas utilizadas para realizar 200 MU, todas estas entradas y salidas complementan el análisis del ciclo de vida (ACV) que se analiza y estudia.

La descripción de las operaciones que se llevan a cabo en cada proceso estudiado sirve de base para crear el diagrama de proceso mostrado en el **anexo No. 6**. En el **anexo No. 7** se representa el ciclo de vida de las libretas escolares, indicándose cada una de las fases del mismo.

Procesar los datos.

Con toda la información necesaria para el estudio y el cumplimiento de los objetivos planteados se procede a incluir los datos en el software SimaPro 7.1, con el cual se procesan los datos para evaluar el impacto ambiental en la producción de libretas, para luego valorar variantes de mejora ambiental.

3.2.3 Evaluación del Impacto.

Para la evaluación del ciclo de vida de las libretas escolares se utiliza el método Impact 2002+, de esta información se obtienen las categorías más afectadas como se determinó por (Carabayé y colaboradores, 2011).

Las bases de datos evalúan estas condiciones y dan un resultado que puede ser utilizado para tener una cierta aproximación en los cálculos de los ciclos de vida de procesos (productos) en nuestras condiciones geográficas, un ejemplo de ello puede ser observado en las **figuras 3.7 y 3.8**, evaluando el proceso realización de libretas escolares por el método IMPACT 2002+.

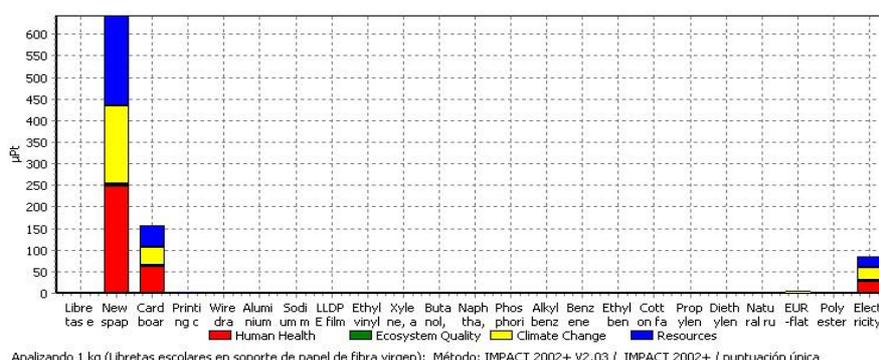


Figura 3.7: Evaluación por categorías de daños para una unidad funcional. Método IMPACT 2002+.

Fuente: Elaboración propia a partir de SimaPro 7.1.

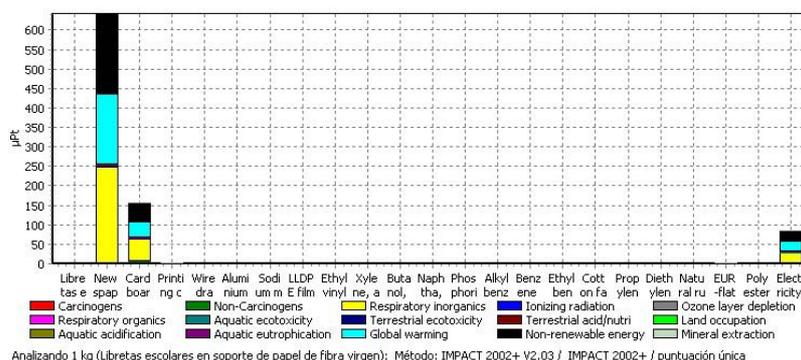


Figura 3.8: Evaluación por categorías de impactos para una unidad funcional. Método IMPACT 2002+.

Fuente: Elaboración propia a partir de SimaPro 7.1.

En la misma se muestran los resultados que se logran al aplicar la metodología a los datos obtenidos en el año 2012 para 200 MU libretas escolares en la Empresa Gráfica Cienfuegos, es importante señalar que aunque este método fue desarrollado en el año 2002, como su nombre lo indica, y como se dijo con anterioridad están elaborados para las condiciones europeas muestra un resultado totalmente lógico, se puede observar que la respiración de inorgánicos, el calentamiento global y el consumo de combustible no renovable son los impactos preponderantes que el método utilizado muestra de forma clara.

Como podemos apreciar el uso del papel de fibra virgen, interviene e impacta al medio mediante los residuales gaseosos (Respiratory inorganics), donde se centran las potencialidades para las acciones de mejoras.

El diagrama de red en el **anexo 8** nos lleva a visualizar con mayor claridad aquellos subprocesos u operaciones donde sería ventajoso una profundización exploratoria enmarcada en mejoras de reducción en la fuente.

Una vez evaluado el impacto de cada uno de estos indicadores del proceso se procede a continuar con la fase correspondiente al análisis de las mejoras propuestas.

3.2.4 Evaluación de las mejoras.

Dentro de las mejoras que pueden ser ejecutadas se encuentran:

Diseño:

- Ajustar la tirada a la demanda y considerar la posibilidad de impresión bajo demanda.
- Escoger el sistema de encuadernación que implique una menor utilización de recursos, como por ejemplo la encuadernación en tapas blandas rústica frente a la encuadernación en tapa dura.
- Considerar la densidad del texto.

- Considerar el número de tintas y los colores que se emplean.
- Considerar el gramaje adecuado para el proyecto, pero sin sobredimensionarlo: conviene mantener un equilibrio entre la utilidad y la resistencia necesaria de la libreta y el hecho de que menos gramos de papel son menos recursos consumidos.
- Reducir el área cubierta por tinta (zonas en colores sólidos, fotografías con fondo negro), lo que reduce obviamente el uso de pigmentos y facilita la reutilización del material.
- Diseñar el material para que, en la medida de lo posible, sea duradero y resistente.

Soporte de papel a utilizar:

- Utilizar papel reciclado cuyo contenido de fibras recicladas sea mayor o igual al 80% (con un contenido en fibra postconsumo mayor o igual al 65%) y en cuya producción se haya seguido un proceso de blanqueado totalmente libre de cloro (PCF).
- Si el papel reciclado no es adecuado, utilizar papel no reciclado cuyo contenido de fibras vírgenes procedentes de explotación forestal responsablemente gestionada y certificada por una tercera entidad independiente sea mayor o igual al 10% y en cuya producción se haya seguido un proceso de blanqueado totalmente libre de cloro (TCF).

Tintas:

En relación con su composición, se recomienda que las tintas utilizadas en la realización de la publicación cumplan los siguientes requisitos:

- No contener hidrocarburos clorados.
- No contener metales pesados (cadmio, estroncio hexavalente, mercurio, plomo, etc.).

- No presentar en su ficha de datos de seguridad ninguna de las siguientes frases de riesgo:
 - R50: Muy tóxico para los organismos acuáticos.
 - R51: Tóxico para los organismos acuáticos.
 - R52: Nocivo para los organismos acuáticos.
 - R53: Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
 - R58: Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente.
 - R59: Peligroso para la capa de ozono.

En todas las ocasiones en que el proceso lo permita, debe plantearse el uso de tintas que empleen sistemas de base acuosa, con escaso porcentaje de solventes orgánicos, con el objetivo de controlarlos, reducir el nivel de emisiones y lograr su eliminación. Si es posible, tanto técnica como económicamente, deben utilizarse tintas con aceites vegetales.

Hay que tratar de evitar el uso de tintas con pigmentos con metales pesados. Si es posible, tanto técnica como económicamente, deben utilizarse tintas recicladas dentro del proceso.

Solución Fuente:

El sistema de humectación aplica una solución humectante en base agua o alcohol (solución fuente) a la placa de impresión antes que esta sea entintada. Generalmente el alcohol isopropílico es utilizado como aditivo en los sistemas de humectación. Se asocia su uso a la emisión de COVs. Las principales consideraciones para el reemplazo del alcohol isopropílico y/o la prevención de contaminación generada por las soluciones fuente son las siguientes:

- Conocimiento del sistema de humectación: Conocer la química y función de los componentes del sistema.
- pH del sistema: La mayoría de las soluciones de humectación tienen un pH en el rango de 4,5 a 5,5.
- Conductividad: La medición de la conductividad es una de las formas de ayudar a determinar las concentraciones óptimas en la solución fuente (son directamente proporcionales), incluyendo los sustitutos del alcohol isopropílico. Se recomienda una medición después de cada tiraje y que cuando la variación sobrepasa 600 mW se debe reemplazar la solución.
- Monitoreo de calidad de agua afluyente: El agua dura contiene minerales disueltos, los cuales incrementan la conductividad. Algunos expertos sugieren que con fluctuaciones mayores de 200 mW se debe analizar la posibilidad de tratar las aguas afluentes.
- Limpiar las prensas detalladamente: Buscar limpiadores que sean efectivos tanto para tintas como para soluciones fuente (analizar su biodegradabilidad).
- Controlar alimentación de agua: Demasiada agua puede causar emulsificación.
- Refrigeración: Las unidades de refrigeración pueden ayudar a reducir la evaporación, además de controlar la viscosidad. El alcohol isopropílico aumenta la viscosidad de la solución de humectación, cosa que no se verifica en los sustitutos (para compensar la baja de viscosidad con el aumento de la temperatura y para evitar pérdidas de alcohol por evaporación se recomienda la refrigeración de la solución fuente. Una refrigeración adecuada disminuye la emisión de COVs).
- Las temperaturas óptimas fluctúan entre 10 a 13 °C. En términos de rendimiento se tiene que la reducción de la solución fuente de 27 a 16 °C reduce el consumo de alcohol isopropílico en un 44 por ciento. Los sistemas de refrigeración necesitan mantenimiento permanente.

- Eliminar contaminantes peligrosos para emisiones atmosféricas: Algunos sustitutos del alcohol isopropílico pueden contener compuestos químicos reportados como contaminantes atmosféricos peligrosos, algunos de estos compuestos son butil carbitol y etilen glicol. Se recomienda en general restringir el contenido de COVs en la solución fuente.

En el uso de solventes:

Los solventes tradicionales usualmente contienen contaminantes atmosféricos peligrosos, tales como el tolueno, metil etil cetona, xileno, 1,1,1-tricloroetano y etil benceno. Estos solventes son limpiadores agresivos y se evaporan muy rápidamente. Se recomienda restringir su uso lo más posible. En general los solventes minerales remueven rápidamente la tinta y se evaporan de la misma forma, requiriendo un tiempo mínimo para el proceso. Sin embargo suelen contener más de un 60 % de COVs.

- Usar cantidad necesaria de solvente: Los operadores deben ser capacitados sobre la cantidad de solvente a ser usado debe ser sólo lo justo y necesario.
- Utilizar limpiadores conteniendo solventes con baja presión de vapor: Se recomienda trabajar con solventes que presenten una presión de vapor baja, menor a 10 mm Hg (a 20 °C). Este tipo de solventes garantiza que la mayor parte del mismo quede retenido en los paños de limpieza y por ende no se emitan concentraciones importantes de COVs.
- Control de derrames: Deben mantenerse en stock materiales para el control de derrames, con el fin de realizar la limpieza correspondiente y debe darse un apropiado manejo al residuo generado.
- Mantener envases cerrados: Evita evaporación.

Proceso de producción:

- Proteger soluciones reveladoras: La exposición al aire puede provocar la evaporación y oxidación de la solución reveladora lo que puede inducir un resultado defectuoso en la película.
- Optimizar la temperatura del baño de lavado de la película: El baño de lavado con agua caliente, alrededor de 27 a 32 °C, es más eficiente en el lavado de la plancha que usar agua directa de la llave. Se recomienda mantener la temperatura del baño aproximadamente 2 a 5 °C más baja que la temperatura del revelador. Se recomienda vigilar este baño pues las temperaturas pueden provocar el incremento de la actividad microbiana.
- Unidades de recirculación de agua de lavado de película: Estas unidades son normalmente una combinación de sistemas de filtración e intercambio iónico. Sirven para remover plata, gelatina de película y otros contaminantes. El agua de lavado que entra a la unidad de recirculación es tratada y regresada al tanque de agua para el procesamiento de la plancha.
- Utilizar tecnología computador–a–placa: La tecnología de computador–a–placa involucra el preparado de placas a través del uso de láser. Las ventajas en el proceso son variadas; en particular desde el punto de vista ambiental, se tiene que la película y los químicos de proceso son eliminados o minimizados, por lo que la generación de residuos asociado a esto también disminuye. Se debe considerar, no obstante, que las placas utilizadas son, comúnmente, en base a plata. Las desventajas radican esencialmente en costos: costos de inversión inicial, costo de insumos y software, y la necesidad de espacio. La factibilidad de esta técnica queda asociada a costos y trabajos en los cuales se requiere una importante manipulación de texto e imagen (por ejemplo diarios y prensa).
- Requerir un Sistema de gestión avalado o certificado o al menos implantado de forma integrada con el SGC, SGA y SGSST.

Embalaje y distribución:

- El embalaje debe estar fabricado con materiales reciclables (papel/cartón, polietileno, polipropileno, poliestireno). El embalaje puede consistir de más de un material si puede ser separado manualmente y de modo fácil en partes de un único material.
- Los embalajes plásticos no deben ser de plásticos halogenados.
- Al menos el 20% del material usado en los embalajes deberá ser reciclado.
- Minimizar el número de viajes que la empresa que se encarga del transporte tenga que hacer, estructurando la distribución en función de los destinos y aumentando el número de productos distribuidos por cada viaje.
- Imprimir ejemplares lo más cerca posible del lugar de destino.
- Optar por un tercero que realice servicios de distribución.

3.3 Valoración económica y ambiental.

A continuación se desarrolla una corrida para comparar el análisis del ciclo de vida presentado hasta el momento por la investigación, contra la mejora propuesta de cambio de soporte de papel.

Se mantuvieron los valores de entrada y salida de aquellos elementos que no varían y se modeló con el método IMPACT 2002+. Las **figuras 3.9 y 3.10** muestran la comparación por categorías de impactos entre la realización de libretas escolares con papel de fibra virgen (ACV para condiciones reales para el año 2012) y la realización de libretas escolares con papel reciclado.

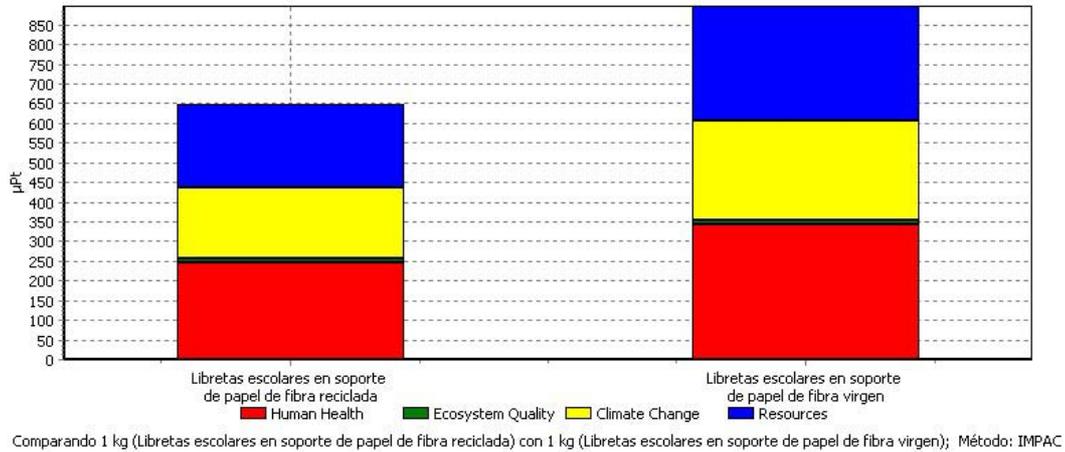


Figura 3.9: Análisis comparativo de puntuación única por categoría de daño basado en el proceso y las propuestas. Método IMPACT 2002+.

Fuente: Elaboración propia a partir de SimaPro 7.1.

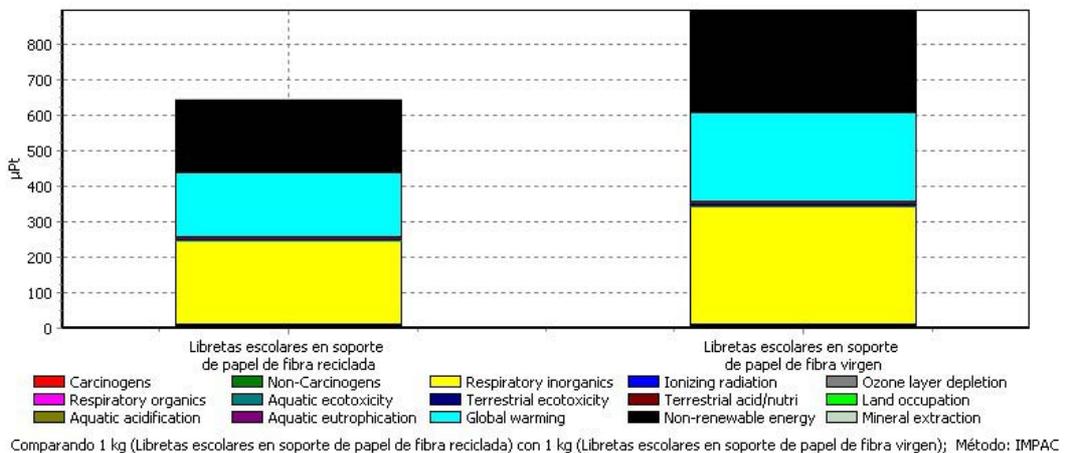


Figura 3.10: Análisis comparativo de puntuación única por categoría de impacto basado en el proceso y las propuestas. Método IMPACT 2002+.

Fuente: Elaboración propia a partir de SimaPro 7.1.

Tal y como se aprecia en el gráfico la reducción resulta considerable, el **anexo 9** se presenta el diagrama de red para la mejora propuesta para una unidad funcional.

Desde el punto de vista técnico no hay que realizar cambios en la tecnología, ni en el flujo productivo, además no se van a generar mayor ni menor cantidad de desperdicio de papel, ya que se espera que el comportamiento de éste papel durante la impresión del mismo sea el igual al anterior.

Para la evaluación económica se utiliza el método de beneficio Costo (B/C), como se muestra a continuación:

La razón B/C se define por la siguiente ecuación:

$$\text{Razón } B/C = \frac{VPI}{VPE} \text{ para la toma de decisiones de aceptación o rechazo, si la razón}$$

$B/C \geq 1$, aceptar el proyecto, de otra manera se rechaza el proyecto.

VPI – Ingresos adquiridos por la venta del producto.

VPE – Gastos en la realización del producto.

Para realizar 200 MU de libretas se tiene los datos en la siguiente tabla:

Concepto	U/M	Cantidad
Materias primas y materiales	Pesos	524 563.22
Gastos de elaboración	Pesos	14 205.81
Otros gastos directos	Pesos	605.88
Gastos indirectos de producción	Pesos	1 232.54
Gastos generales de administración	Pesos	3 175.93
Gastos de distribución y venta	Pesos	1 159.00
Gastos bancarios	Pesos	39.43
Gastos totales o costo de producción	Pesos	544 981.81
Margen de utilidad s/base autorizada 10 %	Pesos	54 498.18
Precio total	Pesos	599 479.99

Tabla 3.3: Ingresos y egresos para 200 MU de libretas.

Fuente: Elaboración propia.

VPI = 599 479.99

VPE = 524 563.22 + 14 205.81 + 605.88 + 1 232.54 + 3 175.93 + 1 159.00 + 39.43

VPE = 544 981.81

$$\text{Razón } B/C = \frac{599479.99}{544981.81} = 1.1 > 1$$

Se considera aconsejable económicamente realizar la mejora.

3.4 Comunicación ambiental.

El informe sobre el resultado del ACV debe contener los siguientes temas:

1. Aspectos generales:

- Quién encarga y quién realiza el ACV.
- Fecha del informe.
- Declaración de que el estudio se realizó de acuerdo con los requisitos de la NC ISO 14 044: 2009.

2. Objetivo del estudio:

- Motivos para realizar el estudio.
- Aplicaciones previstas.
- A quién va dirigido.
- Etapas excluidas del análisis.

3. Alcance del estudio:

- La función del producto.
- La unidad funcional.
- Los límites del sistema.

4. Análisis del inventario del ciclo de vida:

- Métodos de recopilación de datos.
- Descripción cualitativa y cuantitativa de los procesos unitarios.
- Fuentes bibliográficas.

5. Evaluación del impacto del ciclo de vida:

- Las categorías de impacto e indicadores de categoría.
- Un análisis de los resultados del indicador, por ejemplo análisis de sensibilidad e incertidumbre.

6. Interpretación del ciclo de vida:

- Análisis de los resultados.
- Las mejoras propuestas.

Para realizar una adecuada solicitud para efectuar la compra del nuevo papel a utilizar de fibra reciclada, se garantiza la clara identificación de todos aquellos requerimientos que describen el producto a comprar en el **anexo 10**.

Conclusiones parciales:

1. Se analizan las principales leyes y normas que influyen en el ecodiseño del producto, determinando que todas ellas se conocen y se aplican por empresa investigada, siendo las que más influyen en la investigación: Ley 81, NRL 107-0679-XX:2011, RTL 107-0679-10-2012, RTL 107-0679-15-2012, NC ISO14040: 2009, NC ISO 14 006: 2012. y NC ISO 14 044: 2009.
2. Se analizan los principales clientes, proveedores y la sociedad, concluyendo que los mismos se benefician con el ecodiseño.
3. Se analizan los recursos humanos y financieros para realizar el ecodiseño demostrando que la empresa cuenta con un capital humano idóneo para realizar la actividad y se encuentra en equilibrio financiero.

4. Se realiza una valoración cuantitativa de los principales factores que influyen en el ecodiseño, determinando que los que más influyen son: consumo de papel y consumo de energía.
5. Un análisis del ciclo de vida utilizando el impact 2002+, muestra que las principales categorías de daño en la producción de libretas son: a la salud humana, al cambio climático y a los recursos de forma proporcional, siendo el principal contaminante el papel estudiado.
6. Se proponen un conjunto de posibles mejoras a través del ecodiseño para mitigar el impacto en la producción de libretas, las cuales se distribuyen en la fase de diseño (7), en la utilización del soporte a imprimir (2), en el uso de tintas (5), durante la humectación (1), en el uso de solventes (4), en el flujo productivo (5) y durante el embalaje y distribución (6).
7. Se demuestra que la mayor posibilidad de mejora del producto en el ecodiseño se encuentra en la sustitución del papel de fibra virgen por el papel reciclado, lo cual demuestra en el análisis del ciclo de vida comparativo donde el impacto bajó aproximadamente en un (30 %).
8. Un análisis de la propuesta de mejora sobre el cambio de papel, muestra la posibilidad técnica, económica y ambiental para utilizar este papel.
9. Se ofrece los temas que debe contener el informe que va dirigido a las distintas partes interesadas y el modelo REPA02 - A1 para solicitarle el nuevo papel al proveedor.

Conclusiones

Conclusiones Generales.

1. Se demuestra que el ecodiseño es una herramienta fundamental para la producción más limpia en especial en la Empresa Gráfica Cienfuegos, siendo el análisis del ciclo de vida (ACV) el procedimiento más utilizado para su realización.
2. Se propone una metodología para la realización de ecodiseño en la Empresa Gráfica Cienfuegos, que consta de los siguientes pasos: modelación del producto, análisis del ciclo de vida, valoración económica y ambiental del producto y comunicación ambiental, la cual está soportada en el software SimaPro 7.1.
3. Se demuestra en la fase de modelación del producto que cuenta de los siguientes pasos: Estudio del sistema socio tecnológico, descripción cualitativa y modelación cuantitativa, la posibilidad de introducir mejoras económicas y ambientales mediante el ecodiseño de las producciones de la Empresa Gráfica Cienfuegos.
4. Se determina mediante el ACV las principales categorías ambientales de la producción de libretas escolares, demostrando que el principal contaminante es el papel y las principales categorías de impacto son: Respiratorio de inorgánicos, el calentamiento global y la energía no renovable.
5. Se propone a partir del ACV realizado a las libretas escolares (30) mejoras concentradas en: la fase de diseño (23 %), en la utilización del soporte a imprimir (7 %), en el uso de tintas (17 %), durante la humectación (3 %), en el uso de solventes (13 %), en el flujo productivo (17 %) y durante el embalaje y distribución (20 %), demostrando que las que más impacta es la mejora del cambio de papel de fibra virgen por el reciclado.
6. Se demuestra la factibilidad del cambio de papel de fibra virgen por el de fibra reciclada, tanto económica como ambientalmente.

Recomendaciones

Recomendaciones.

1. Proponer a la Empresa Gráfica Cienfuegos el cambio de papel de fibra virgen por el papel reciclado.
2. Extender la investigación a otras producciones de la Empresa Gráfica Cienfuegos.
3. Extender la investigación a otras empresas del sector.

Bibliografia

Bibliografía.

- ANALITER. (2010). «Manual de Buenas Prácticas Ambientales en la Familia Profesional: Industrias Gráficas». Recuperado a partir de www.analiter.net
- Aranda, A. (2006). «*Ecodiseño y análisis de ciclo de vida*». Recuperado a partir de http://portal.aragon.es/portal/page/portal/PYME/CADI/NOVEDADES/ECODISE_O+Y+ACV.PDF.
- Asamblea nacional. (2007). Decreto - ley 252 Sobre la continuidad y fortalecimiento del sistema empresarial cubano. Gaceta Oficial.
- Asamblea nacional. (2012). Decreto - ley 281 modificado por el decreto 303 Reglamento para la implantación y consolidación del sistema de dirección y gestión empresarial estatal. Gaceta Oficial.
- Autores, C. d. (2010). «*Informe Planeta Vivo 2010*». Madrid, España: World Wide Fund for Nature (WWF).
- Bermúdez García, José M. (2011). «*Propuesta metodológica de Economía Ecológica con enfoque de Producciones Más Limpias en el proceso de generación de energía eléctrica de la Empresa Termoeléctrica Cienfuegos*». Universidad Carlos R. Rodríguez, Cienfuegos, Cuba.
- CANAGRAF. (2008). «*Estudio estratégico y programa Sectorial para elevar la competitividad Y el desarrollo sustentable de la Cadena productiva de la Industria de Artes Gráficas*».
- Capuz, S. (2002). *Ecodiseño. Ingeniería del Ciclo de Vida para el Desarrollo de Productos Sostenibles*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Capuz, S. (1999). *Introducción al Proyecto de Producción. Ingeniería Concurrente para el Diseño de Producto*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

- Carabayé, C. S. (2011). «*Análisis del Ciclo de Vida de los Impresos Comerciales en la Industria Gráfica de Cienfuegos*». (Trabajo diploma de Ingeniería Industrial,). Universidad Carlos R. Rodríguez, Cienfuegos, Cuba.
- Cardim, A. (2001). «*Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento – Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento*». Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona. Recuperado a partir de <http://www.icce.es/icce/articulo29.htm>
- Cogollos Martínez, Juan. (2012). Implementación del ecodiseño. Universidad de Cienfuegos.
- Comisión nacional del medio ambiente – región metropolitana. (1999). «Guía para el control de la contaminación industrial Rubro Industria Gráfica».
- Comité de normalización UIP. (2011). NRL 107 - 0679 –XX/2011 Libretas escolares. Requisitos de calidad.
- Comité de normalización UIP. (2012a). RTL 107-0679-15. 2012. Metodología General para el cálculo de los Índices de Consumo de las Producciones Gráficas.
- Comité de normalización UIP. (2012b). RTL 107-0679-10-2012: «Directrices para el consumo material, la mácula y los desperdicios».
- Consejería de Medio Ambiente, Ideas y Bakeaz. (2010). «Manual sobre Ecoedición». Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Recuperado a partir de <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente>
- Conselleria de Medi Ambient de la Generalitat Valenciana. (2009). «Las buenas prácticas ambientales en artes gráficas».
- Chacón, J. R. V. (2008). «*Historia ampliada y comentada del análisis de ciclo de*

vida». Recuperado a partir de www.escuelaing.edu.co/.../3historia_ampliada_comentada_analisis_ciclo_vida.pdf

Ecodiseño Centroamérica. (2008).

«El futuro de la impresión pasa por la sostenibilidad». (2011). *industria gráfica*. Recuperado a partir de <http://www.industriagraficaonline.com>

«El futuro verde de la industria gráfica». (2011). *sector gráfico*. Recuperado a partir de <http://redgrafica.com/El-futuro-verde-de-la-industria>

Empresa Gráfica Cienfuegos. (2011a). PA 02 Compras.

Empresa Gráfica Cienfuegos. (2011b). PA 03 Selección y evaluación de proveedores.

Fernández García, Juan. (1998). *Administración Financiera Básica*. Corporación Universitaria de Sinaú.

Fiksel, J. (1998). *Diseño para el Medio Ambiente DFE*. Barcelona: Mc Graw Hill.

Finnveden G. (1996). *Valuation methods within the framework of life cycle assessment*. Stockholm: Swedich Environmental Research Institute Report.

Finnveden, G. (2000). *On the limitations of life cycle assessment and environmental systems analysis tool in general*. Int. J. LCA.

Freeman, H. (1998). *Manual de Prevención de la Contaminación Industrial*. Ciudad de México: Mc Graw Hill.

García, N. (2009). «*Cuba a la vanguardia en el uso de la metodología Análisis del Ciclo de Vida*». Recuperado a partir de <http://emba.cubaminrex.cu/Default.aspx?tabid=26290>

- Goedkoop, M. & Oele, M. (2008). *Introduction to LCA with SimaPro 7*. (Pre Consultant, Amersfoort.).
- Hofstetter, P. (1998). *Perspectives in Life Cycle Impact Assessment: A Structured Approach to Combine Models of the Technosphere, Ecosphere, and Valuesphere*. Kluwer. Academic Publishers.
- Iglesias, D. H. (2005). «*Relevamiento exploratorio del análisis del ciclo de vida de productos y su aplicación en el sistema agroalimentario*». Recuperado a partir de <http://www.eumed.net/ce/2005/dhi-acv.pdf>
- IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental. (2009). «Manual práctico de Ecodiseño».
- In E. ACADEMIA. (2006a). «*Protección ambiental y producción + limpia*». (Vol. Parte 1.). Recuperado a partir de www.pml.cu/curso/Texto%20general%20final.Parte1.pdf
- In E. ACADEMIA. (2006b). «*Protección ambiental y producción + limpia*». (Vol. Parte 2.). Recuperado a partir de www.pml.cu/curso/Texto%20general%20final.Parte2.pdf
- Instituto Tecnológico de Óptica, Color e Imagen. (2007). «Motivación al uso de tecnologías limpias en la Industria Gráfica».
- Lamana, N. R., & Aja, A. H. (2005). «*Análisis del ciclo de vida*». Recuperado a partir de <http://habitat.aq.upm.es/temas/a-analisis-ciclo-vida.html>
- Liste, R. J. M. d. O. (2011). «*Determinación del ciclo de vida del café en las empresas Agroindustrial Eladio Machín y la torrefactora y distribuidora de Café Cienfuegos*». (Trabajo de diploma de Licenciatura en Economía). Universidad Carlos R. Rodríguez, Cienfuegos, Cuba.

- Miguel Rigola. (2002). *Producción más Limpia*. España: Reventi.
- Normalización. (2008). NC ISO 9001: 2008 «Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos».
- Normalización, O. N. d. (2004). NC ISO 14001: 2004 “Sistema de Gestión Ambiental”.
- Normalización, O. N. d. (2009a). NC ISO 14040: 2009 «Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y Estructura».
- Normalización, O. N. d. (2009b). NC ISO 14044: 2009 «Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y directrices».
- Normalización, O. N. d. (2012). NC ISO 14006: 2012 «Sistemas de Gestión Ambiental. Directrices para la incorporación del Ecodiseño».
- Ochoa, George. P, A: (2007). «*Las Producciones Más Limpias en la Gestión Empresarial*». Universidad de Cienfuegos: Editorial UniversoSur.
- PCC. (2011). Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución – VI Congreso del Partido Comunista de Cuba.
- Peña, M. D. (2009). "*Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de la producción de alcohol: ejemplo de caso ALFICSA*". (Trabajo de diploma de Ingeniería Industrial,). Universidad Carlos R. Rodríguez, Cienfuegos, Cuba.
- Rieradevall. (2009). «*Análisis de ciclo de vida*». Recuperado a partir de http://portalsostenibilidad.upc.edu/detall_01.php?numapartat=6&id=143.
- Rodríguez García, Isabel. (2011). «Jornada BATsGRAPH Situación Medioambiental en la Industria Gráfica». Centro Tecnológico CIT.
- Rodríguez, R. M. L. (2010). «*Análisis del Ciclo de Vida de la producción de*

- Cemento*». (Trabajo de diploma de Ingeniería Industrial). Universidad Carlos R. Rodríguez, Cienfuegos, Cuba.
- Romero, B. R. (2004). «*El análisis del ciclo de vida y la gestión ambiental*». Recuperado a partir de www.iie.org.mx/boletin032003/tend.pdf
- Sociedad Pública de Gestión Ambiental IHOBE S. (s. f.). «*Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones en la fabricación de pasta y papel*». Gobierno Vasco.
- Sonnemann, G., Castells, F., Schuhmacher, M. (2003). *Integrated life cycle and risk assessment for industrial processes*,. Lewis Publishers.
- «Sostenibilidad en la exposición CTP». (2011). *artes gráficas*. Recuperado a partir de <http://www.industriagraficaonline.com/index.php?id=4803>
- Suppen, N., & Hoof, B. (2005). «*Conceptos básicos del Análisis de Ciclo de Vida y su aplicación en el Ecodiseño*».
- Vigon, B.W., D. A. Tolle, B. W. Cornaby, H. C. Latham, C. L. Harrison, T. L. Boguski, R. G. Hunt and J. D. Sellers, 1993. (1993). *Life Cycle Assessment: Inventory Guidelines and Principles*.

Anexos

Anexo No. 1: Principales métodos utilizados para evaluar el impacto medioambiental.

Fuente: (Suppen, N., & Hoof, B., 2005)

<p style="text-align: center;">ECO INDICADOR 99</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollado por Pre con colaboración de científicos suizos. • Tres versiones: jerarquizado, igualitario, individualista. • Difiere en la concepción del mundo y realizar diferentes suposiciones sobre: <ul style="list-style-type: none"> – Que sustancias incluir. – Horizonte de tiempo. – Substitución de recursos, cuando se agotan. • Otras características: <ul style="list-style-type: none"> – Incluye descomposición y movimiento de las sustancias en el ambiente. – Uso de suelo, partículas, agotamiento de minerales. – Ponderación por medio de un panel (especialistas en medio ambiente).
<p style="text-align: center;">CML</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollado por un científico en Leiden (Holanda). • Recopilación de métodos desarrollados por otros o por el mismo CML en el pasado. • En SimaPro solo la base. Pocas versiones de caracterización de algunos efectos. • Otras características: <ul style="list-style-type: none"> – No ponderación. – Diferentes puntajes para eco-toxicidad. – Horizonte de tiempo infinito: los metales dan calificaciones muy altas. – No uso de suelo o partículas. – Transparente, buena calidad de los modelos detrás de los cálculos.
<p style="text-align: center;">EDIP</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Método danés, desarrollado por investigadores ambientales. • Mejora de CML 92. • En desarrollo: <ul style="list-style-type: none"> – Factores de caracterización específicos y regionales (no apoyados por SimaPro). – Se actualizará (ecoinvent y EDIP).
<p style="text-align: center;">EPS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Environmental Priority Strategies en diseño de productos. • Método sueco (Bengt Steen). • Calificaciones solas basadas en valores monetarios. • Otras características: <ul style="list-style-type: none"> – Las categorías son diferentes a las clásicas: morbilidad, problemas (fastidio). – “salidas diferentes”: efectos positivos para capacidad de producción. – Agua (capacidad de producción) incluida.

<p>ECOPUNTOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Método suizo. • Se conoce como <i>knapsack</i>, UBP, <i>ecoscarcity</i>. • Simplificación de Eco-indicador 95, con ponderación basado en políticas suizas (distancia al objetivo). • Método viejo pero muy popular en Suiza (éxito de la simplicidad). • Ecoinvent no está bien caracterizado la categoría de desechos (importante para una calificación final, principalmente por residuos nucleares).
<p>TRACI</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Método desarrollado por la US EPA. • Enfoque en emisiones tóxicas. • Destino de los contaminantes no incluido. • Desarrollado por científicos: no está diseñado para inventarios disponibles en las bases de datos públicas. • Se desarrolla un grupo de normalización. • BEES: caracterización para emisiones de interiores.
<p>IMPACT 2002 +</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollado por EPFL en Suiza. • Mejoras para emisiones tóxicas, reuso de los métodos existentes para otros efectos. • Intermedias/finales (no calificación única). • Otras características: <ul style="list-style-type: none"> – Método completo. – Distingue entre emisiones a largo plazo. – Adaptado en ecoinvent. – Científicos: muchos factores de caracterización disponibles que no se usan en el inventario.

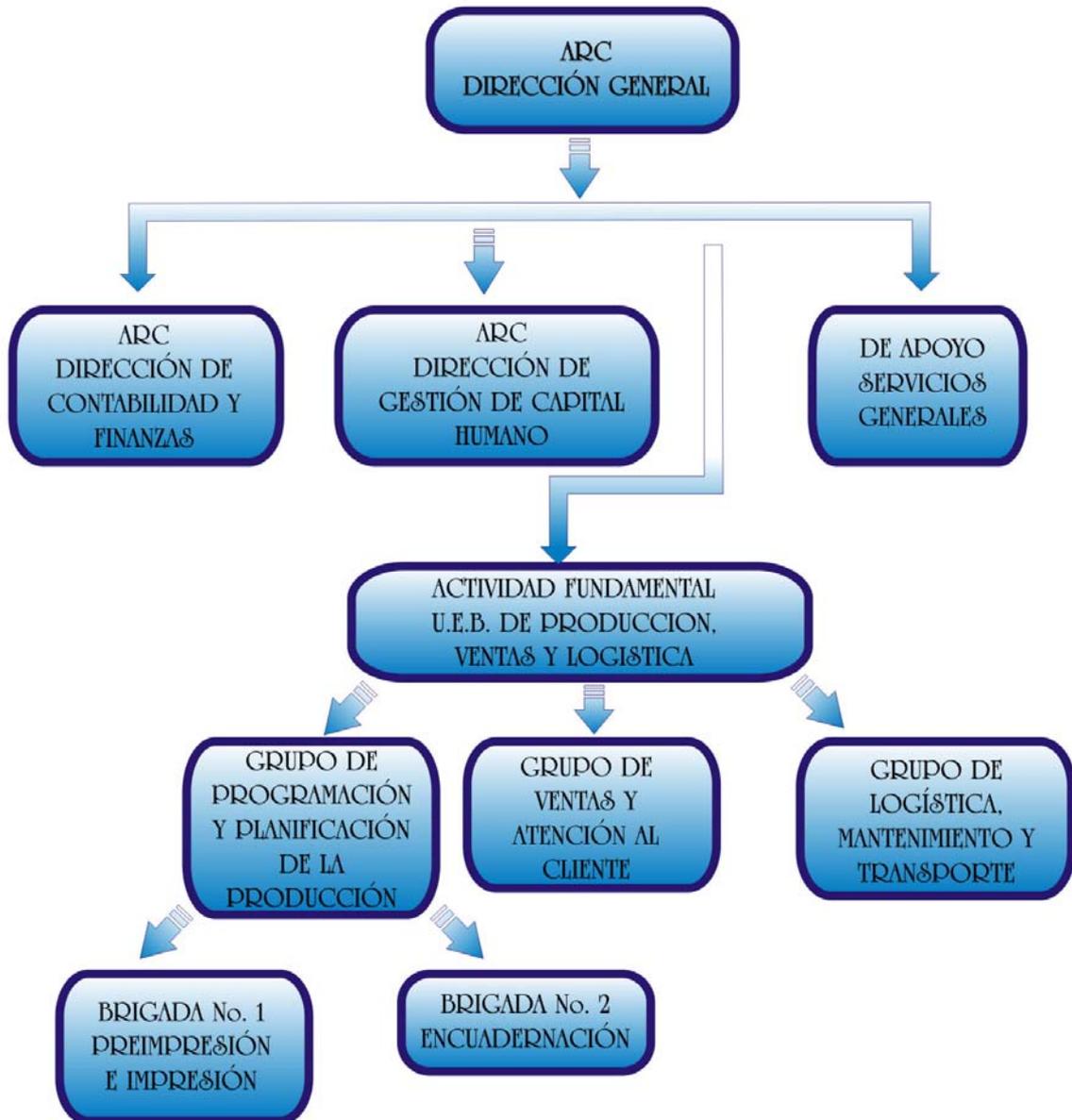
Anexo No. 2. Listado de las principales herramientas del Análisis del Ciclo de Vida.

Fuente: (Aranda, A, 2006)

Programa	Compañía desarrolladora	Comentarios
Boustead	Boustead Consulting (Reino Unido)	Herramienta muy completa indicada para realizar estudios de ACV dentro de la industria química, plásticos, acero, et c.
Ecoit	Pré Consultants (Países Bajos)	Especialmente indicado para diseñadores de productos y envases. Utiliza el Ecoindicador '99. Su manejo es sencillo.
Ecopro	Sinum AG. - EcoPerformance Systems (Suiza)	Permite la realización sencilla de ciclos de vida del producto. Utiliza la base de datos BUW AL.
Ecoscan	TNO Industrial Technology (Países Bajos)	Puede utilizarse por encargados y técnicos responsables de implantación del ecodiseño de productos. Dispone de varias bases de datos y su manejo es sencillo.
Euklid	Fraunhofer- Institut (Alemania)	Programa orientado a estudios de ACV de productos industriales.
KCL Eco	Finnish Pulp and Paper Research Institute (Finlandia)	Presenta una interfaz gráfica muy completa. Posee los indicadores Ecoindicador 95 y DAIA 98 y destaca por sus datos de la industria papelera.
Gabi	Universidad de Stuttgart (Alemania)	Además de las posibilidades convencional es de ACV, este programa permite asociar costes a los flujos y realizar análisis económicos.
LCAit	ChalmersIndustrietenik (Suecia)	Su aplicación principal es en el sector de envases y productos de papel
Miet	Universidad de Leiden (Países Bajos)	Trabaja con MS Excel y se basa en datos ambientales de Estados Unidos. Tiene carácter gratuito
Pems	Pira International (Reino Unido)	Puede ser utilizado tanto por principiantes como por expertos en la materia. Su interfaz gráfico es flexible.
Simapro	Pré Consultants (Países Bajos)	Permite realizar ACVs completos con múltiples métodos de evaluación de impactos. Presenta completas y variadas bases de datos. Adecuada para Departamentos de diseño o I+ D.
Team	Ecobilan (Francia)	Herramienta muy completa, flexible y potente aunque algo más compleja de utilizar. Permite introducir información relativa a costes.
Wisard	Price water house Coopers (Francia)	Indicado para análisis del impacto económico y medioambiental de residuos sólidos municipales. Ofrece datos de gran calidad y resultados transparentes. Las librerías de datos son completas y flexibles. Indicado para realizar ecobalances empresariales.
Umberto	Ifeu- Institut (Alemania)	

Anexo No. 3. Organigrama de la Empresa Gráfica Cienfuegos.

Fuente: Elaboración Propia.



Anexo No. 4: REPG01-A2 Registro de Documentos Externos Vinculados al SIG.

Fuente: Elaboración Propia.

No.	Tipo de documento	Identificación del documento	Aplica		Proceso/Usuarios	Qué aplica	Cómo aplica
			Si	No			
1	Ley 81	Del Medio Ambiente	X		Todos	Total	En el diseño y desarrollo del Sistema de Gestión Ambiental hay que tener en cuenta, en primer orden, el cumplimiento de los requisitos de la Ley de Medioambiente.
2	Decreto ley 200	De las contravenciones del medio Ambiente	X		Todos	Total	Establece las contravenciones aplicables en materia de medio ambiente, sin perjuicio de las disposiciones vigentes o que oportunamente se establezcan, en lo relativo a determinados sectores de protección ambiental.
3	Resolución No.136/2009	Reglamento para el manejo integral de desechos peligrosos /2009	X		Gestión integrada	Total	Para el manejo integral de los desechos peligrosos en el país, mediante la prevención de su generación en las fuentes de origen y el manejo seguro
4	NC ISO 217: 2004	Papel—medidas para formatos no ajustados al ancho de la máquina—denominación y tolerancias para los rangos primarios y suplementarios, y la Indicación de la dirección de la	X		Realización del producto	Total	En la impresión de modelos, libretas.

		máquina					
5	NC ISO 2 836: 2003	Impresos y tintas de imprenta. Evaluación de la resistencia a varios agentes	X		Realización del producto	Total	En la impresión de modelaje
6	NC ISO 2 837: 2003	Impresos y tintas de imprenta. Evaluación de la resistencia a los disolventes	X		Realización del producto	Total	En la impresión de modelaje
7	NC ISO 9 001:2008	Sistemas de Gestión de la calidad—Requisitos	X		Gestión integrada	Total	En actividades que se realizan
8	NC ISO 12 635:2004	Tecnología gráfica. – Planchas para impresión Offset - dimensiones	X		Realización del producto	Total	En la fotomecánica
9	NC ISO 12 636:2004	Tecnología gráfica. – Mantas para la Impresión Offset.	X		Realización del producto	Total	En la impresión
10	NC ISO 14 001: 2004	Sistemas de gestión ambiental—Requisitos con orientación para su uso.	X		Gestión integrada Realización del producto Compras Servicios internos	Total	En actividades que se realizan
11	NC ISO 14 040: 2009	Gestión ambiental - análisis del ciclo de vida - Principios y marco de referencia	X		Realización del producto Compras	Total	En la evaluación del impacto ambiental.
12	NC ISO 14 044: 2009	Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y directrices.	X		Realización del producto Compras	Total	En la evaluación del impacto ambiental.
13	NC ISO 14 006: 2012	Sistemas de Gestión Ambiental – Directrices para la incorporación del Ecodiseño.	X		Realización del producto	Total	Para el ecodiseño de nuestros productos gráficos.
14	NC 27: 2012	Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones	X		Realización del producto Servicios internos	Total	Residuales líquidos procedentes del área de revelado de planchas y el proceso de servicios internos
15	NRL 107 - 0679 -15	Libros Folletos y Revistas. Formatos	X		Gestión integrada Realización del producto	Total	Para la elaboración de formatos.
16	NRL 107 - 0679 -16	Impresos Comerciales. Requisitos	X		Gestión integrada Realización del producto	Total	Evaluar la calidad de los impresos comerciales
17	NRL 107 - 0679 -17	Libros Folletos. Requisitos	X		Gestión integrada Realización del producto	Total	Evaluar la calidad de los libros
18	NRL 107 - 0679 -18	Revistas. Requisitos	X		Gestión integrada Realización	Total	Evaluar la calidad de las

					del producto		revistas
19	NRL 107 - 0679 -19	Etiquetas impresas en papel y cartón. Requisitos de calidad	X		Gestión integrada Realización del producto	Total	Evaluar la calidad de las etiquetas
20	NRL 107 - 0679 - XX/2011	Libretas escolares. Requisitos de calidad	X		Realización del producto	Total	Evaluar la calidad de las libretas escolares
21	NRCU 038	Original para su procesamiento poligráfico. Requisitos de presentación.	X		Gestión integrada Realización del producto	Total	En el procesamiento de originales.
22	NRCU 020	Publicaciones terminadas	X		Gestión integrada Realización del producto	Total	Evaluar las producciones terminadas
23	RTL 107 - 0679 - 15/2012	Metodología General para el cálculo de los Índices de Consumo de las Producciones Gráficas	X		Gestión integrada Realización del producto	Total	Elaborar fichas de gastos de material de productos
24	RTL 107 - 0679 - 10/2012	Directrices para el consumo material, la mácula y los desperdicios	X		Gestión integrada Realización del producto	Total	Para el control de la mácula
25	ETL 3	Libretas escolares	X		Gestión integrada Realización del producto	Total	Establece los requisitos de calidad que deben cumplir las libretas escolares
26	FT 1.1	Papel gaceta	X		Compras Realización del producto	Total	Requisitos para su utilización
27	FT 1.3	Papel Estucado dos caras	X		Compras Realización del producto	Total	Requisitos para su utilización
28	FT 1.5	Papel Offset Blanco (S)	X		Compras Realización del producto	Total	Requisitos para su utilización
29	FT 1.6	Papel offset Formas Continuas	X		Compras Realización del producto	Total	Requisitos para su utilización
30	FT 1.7	Papel tissue	X		Compras Realización del producto	Total	Requisitos para su utilización
31	FT 1.8	Papel offset cuatricromía	X		Compras Realización del producto	Total	Requisitos para su utilización
32	FT 3.1	Tinta negra Prensa	X		Compras Realización del producto	Total	Requisitos para su utilización
33	FT 3.2	Tinta Color Prensa	X		Compras Realización del producto	Total	Requisitos para su utilización
34	FT 3.3	Tinta Offset Cuatricromía PL (secado Oxid.)(Sin Calor)	X		Compras Realización del producto	Total	Requisitos para su utilización
35	FT 3.4	Tinta Offset secado por calor (heat set)	X		Compras	Total	Requisitos para su

					Realización del producto		utilización
36	FT 3.5	Tinta Offset Maq. Rotat.secado por oxipolimerización (cold set)	X		Compras Realización del producto	Total	Requisitos para su utilización
37	FTR 4.1	Tolueno para disolver tintas	X		Compras Realización del producto	Total	Requisitos para su utilización
38	FTR 4.3	Alcohol etílico	X		Compras Realización del producto	Total	Requisitos para su utilización
39	FTR 4.4	Alcohol izo propílico	X		Compras Realización del producto	Total	Requisitos para su utilización
40	FTL 1.4	Papel Offset estucado en una cara.	X		Compras Realización del producto	Total	Requisitos para su utilización
41	FTL 1.6	Papel Offset estucado en dos cara.	X		Compras Realización del producto	Total	Requisitos para su utilización
42	FTL 2.1	Cartulina Blanca estucada una cara con respaldo blanco.	X		Compras Realización del producto	Total	Requisitos para su utilización
43	FTL 2.3	Cartulina Blanca estucada con respaldo gris.	X		Compras Realización del producto	Total	Requisitos para su utilización
44	FTL 2.6	Cartulina Manila.	X		Compras Realización del producto	Total	Requisitos para su utilización
45	FTL 2.7	Cartón Gris.	X		Compras Realización del producto	Total	Requisitos para su utilización

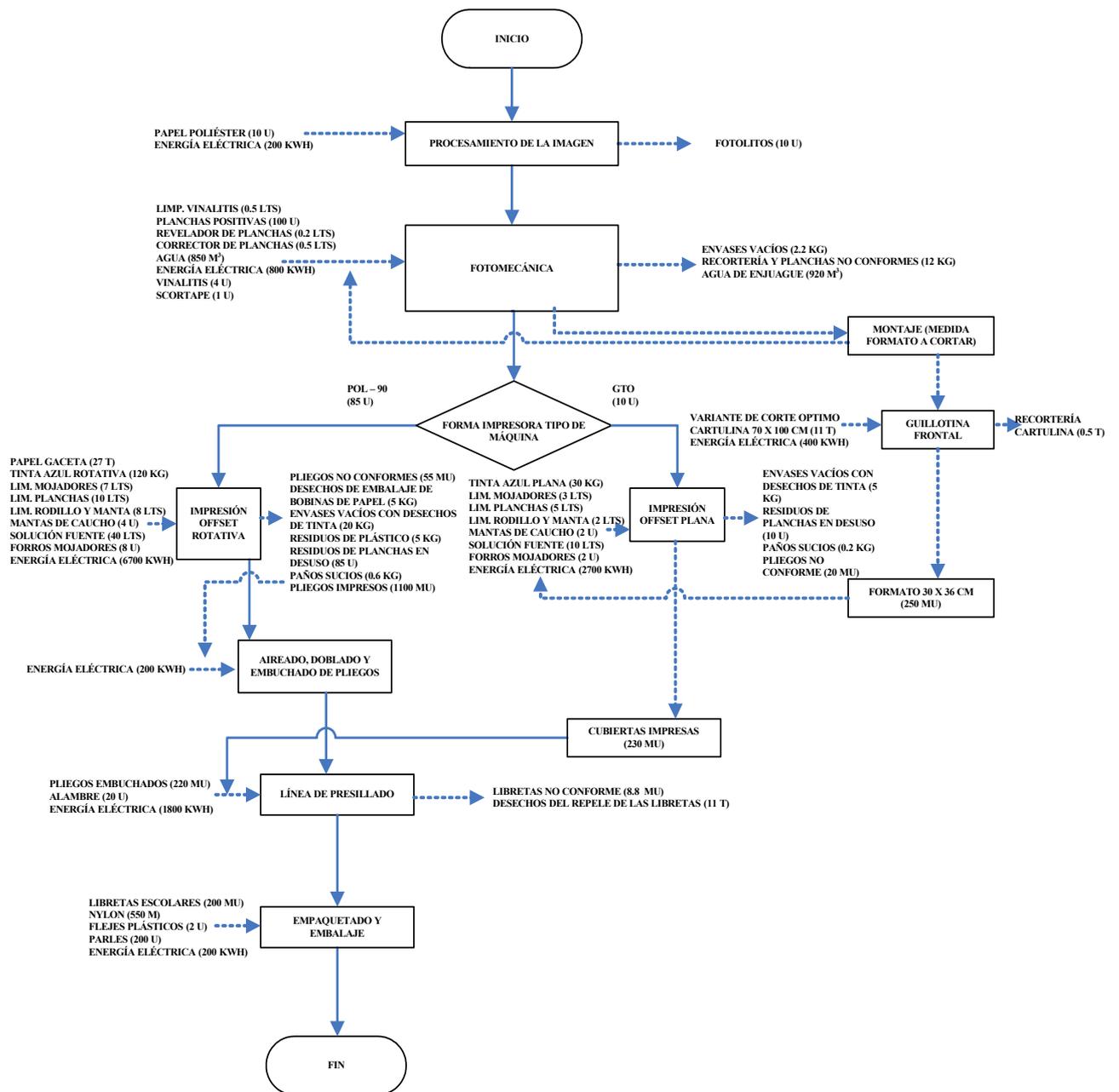
Anexo No. 5: Datos de entrada y salida del proceso de fabricación de libretas escolares.

Fuente: Elaboración Propia.

Producto	UM	Total
Entradas desde la tecnósfera		
Papel poliéster para láser	U	10
Vinalitis	U	4
Scortape	U	1
Limpiador de Vinalitis	Lts	0.5
Planchas presensibilizadas anodizada	U	100
Revelador de planchas	Lts	20
Corrector para planchas positivas	Lts	0.5
Papel gaceta 48.8 g	Tn	27.0
Cartulina blanca cromada 250g	Tn	11.0
Limpiador de planchas	Lts	15
Limpiador de mojadores	Lts	10
Agua de la fuente o solución fuente	Lts	50
Mantas de caucho	U	6
Tinta azul	Kg	150
Alambre 25	U	20
Parles	U	200
Nylon	m	550
Consumo de Agua		
Agua	m ³	850
Consumo de Electricidad		
Energía Eléctrica	kWh	13 000
Emisiones al agua		
Agua de enjuague de fotomecánica	m ³	920
Flujos finales de residuos		
Desechos de papel, cartulina y embalajes de bobinas	Tn	13.4
Residuos de plástico	Kg	5
Residuos de planchas de aluminio en desuso	U	100
Recortería y planchas no conformes	Kg	12
Envases vacío con residuos de tinta	Kg	25
Paños sucios	Kg	0.8
Envases vacíos de químicos	Kg	2.2
Salida a la tecnósfera		
Libretas escolares	MU	200

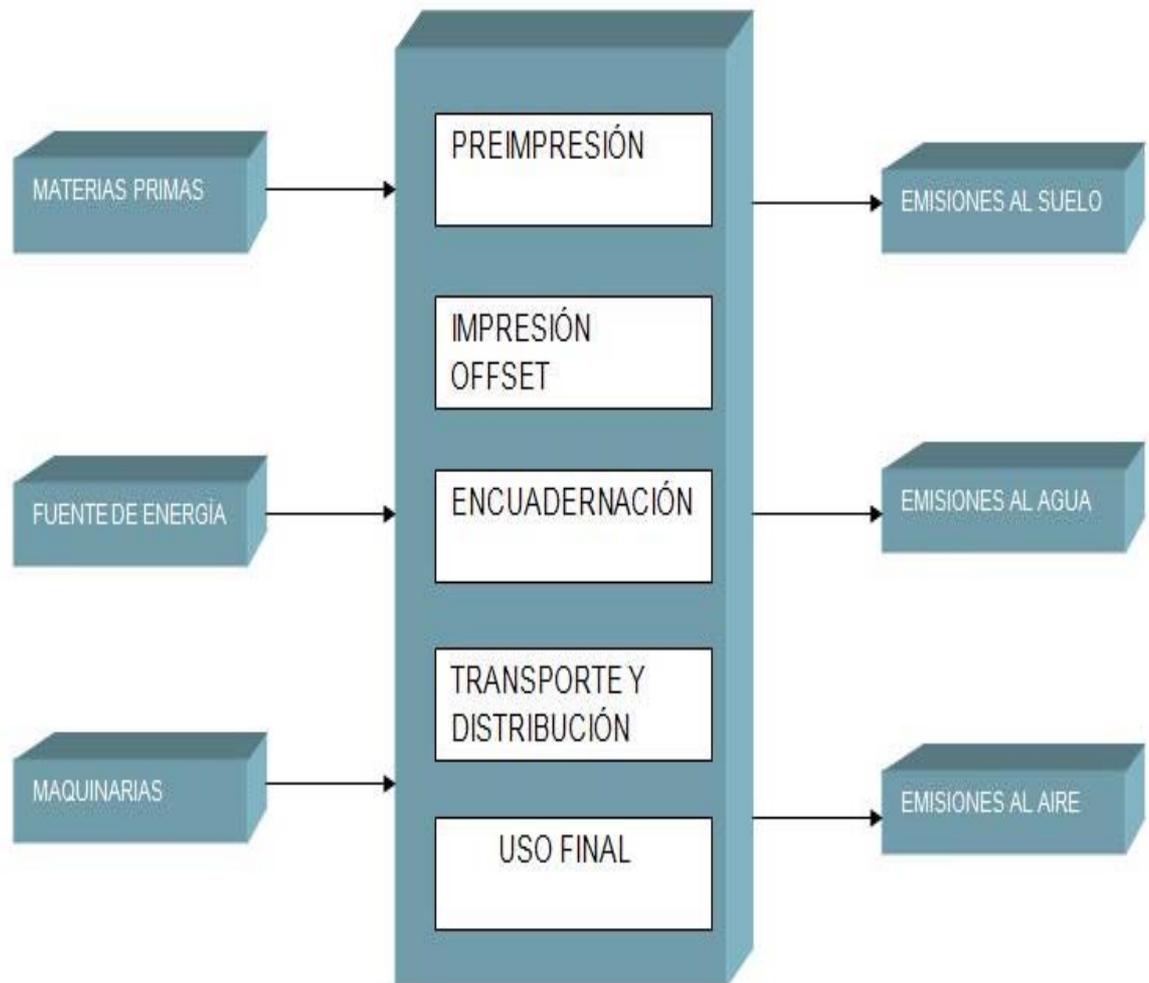
Anexo No. 6: Diagrama de flujo de las libretas escolares.

Fuente: Elaboración Propia.



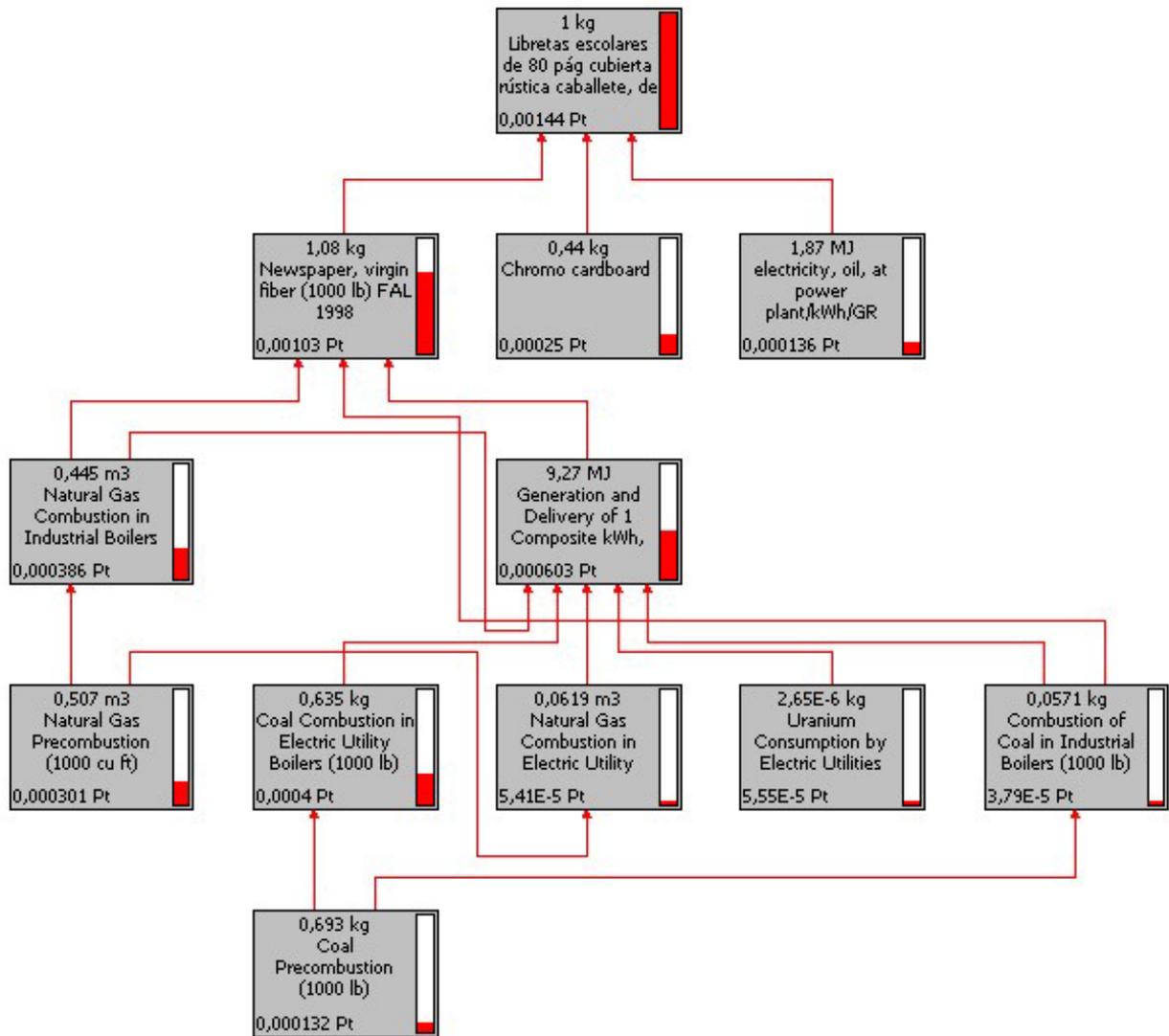
Anexo No. 7: Representación del Ciclo de Vida de las Libretas Escolares.

Fuente: Elaboración Propia.



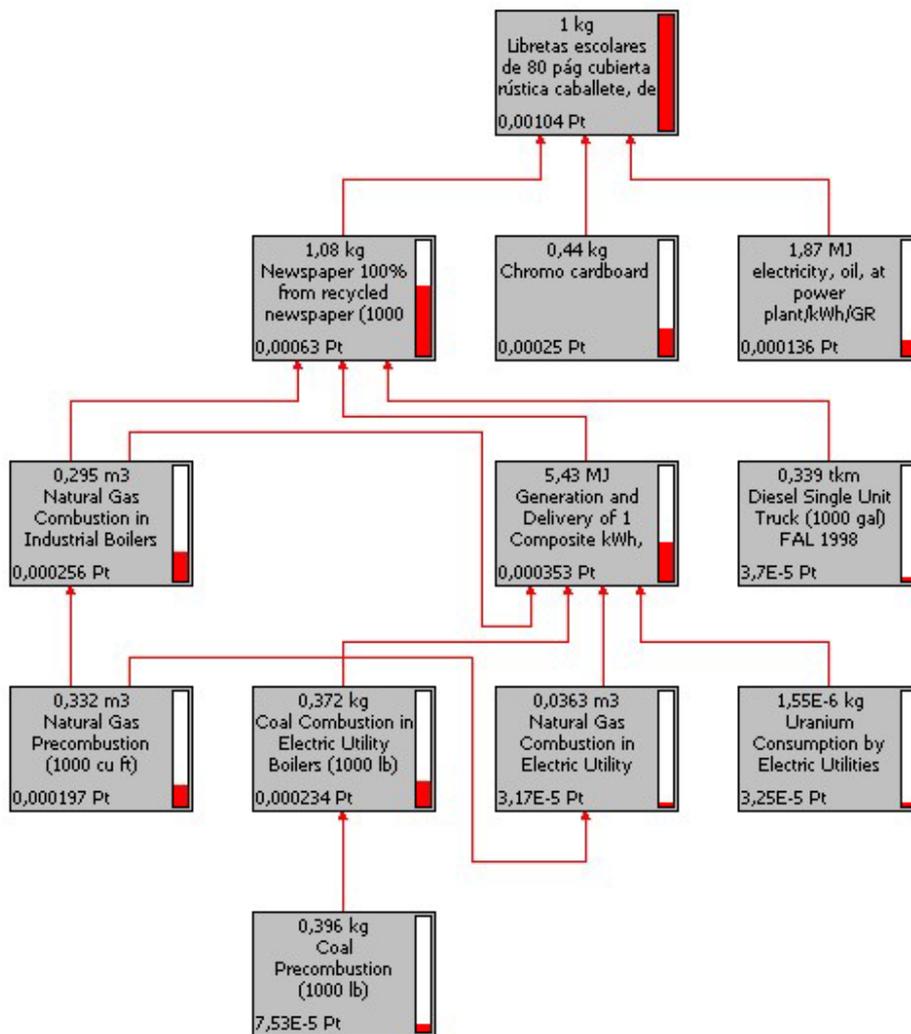
Anexo No. 8: Diagrama de red para la confección de Libretas Escolares.

Fuente: Elaboración propia a partir de SimaPro 7.1.



Anexo No. 9: Diagrama de red para la confección de Libretas Escolares con la mejora propuesta.

Fuente: Elaboración propia a partir de SimaPro 7.1.



Anexo No. 10: REPA02- A1. Solicitud de Materia Prima y Materiales
Fuente: Elaboración propia.

Dirección: Producción y ventas		Área: Impresión Offset			
No.	Descripción del producto	UM	Cantidad	Compra realizada	
				Si	No
1	Papel gaceta 48.8 g en bobinas de 30", de fibra reciclada cuyo contenido de fibras sea mayor o igual al 80% (con un contenido en fibra postconsumo mayor o igual al 65%) y en cuya producción se haya seguido un proceso de blanqueado totalmente libre de cloro (PCF).	T	120	-	-
Solicitado por: David Rubio Fernández		Fecha:			
Firma:					