

REPÚBLICA DE CUBA

Tesis en opción al título de
Ingeniero Industrial

Valoración de variantes de mejora
ambiental del ciclo de vida del
tabaco quintero nacional producido
en la Fábrica de Tabaco de
Cienfuegos

Autor: Yodany Miranda Durán

Tutores: MSc. Mailiu Díaz Peña
Ing. Diana Clavijo Cabanes

Cienfuegos, 2013

Pensamiento

Para ser exitoso no tienes que hacer cosas extraordinarias. "Haz cosas ordinarias, extraordinariamente bien. "

Jim Rohn.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre y familia.
A mis compañeros de carrera que cuando necesite de ellos
estaban para apoyarme.
A mis compañeros de trabajo.
A Laura y Digna de la UEB Tabaco Torcido Cienfuegos.
A mis tutoras Mailiu Díaz Peña y Diana Clavijo Cabanes por
ayudarme tanto.
A todos los que de una forma u otra hicieron posible la
realización de este trabajo.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia que tanto me ha apoyado.

RESUMEN

El objetivo general de la investigación es valorar variantes de mejora ambiental del ciclo de vida del tabaco quintero nacional producido en la Fábrica de Tabaco de Cienfuegos en el año 2012. Se aplica la metodología análisis de ciclo de vida (ACV), según está definida en la serie de normas NC-ISO14040, para el desarrollo de los objetivos propuestos que incluyen: realizar el inventario del ciclo de vida de las fases del sistema, evaluar el impacto del proceso, valorar variantes de mejora ambiental. La evaluación del impacto ambiental permitió determinar que las categorías de impacto más afectadas son las energías no-renovables en un 37.27% el calentamiento global en un 33.83%, y la respiración de inorgánicos en un 27.36%, siendo las categorías de daño más afectadas daño a los recursos, cambio climático, salud humana. Se determinó que la electricidad y los insumos que provienen de la fase agrícola son los causantes de un 95.85% del impacto ambiental. Se valoran dos variantes de mejora ambiental: diseño de un sistema de iluminación suplementario más general y la sustitución del gas refrigerante R22 por el R410, con las que se pudiera disminuir el impacto ambiental en un 1.38% y en un 3.64% respectivamente, al dejarse de emitir gases contaminantes a la atmósfera; además se demostró la factibilidad económica de estas variantes. Se recomienda discutir los resultados con los tomadores de decisiones del ciclo de vida evaluado para que se apliquen las variantes propuestas y así contribuyan con el desarrollo sostenible de las producciones de la fábrica.

ABSTRACT

The general objective of the research is to assess environmental improvement variants life cycle of quintero national tobacco produced in Tobacco Factory of Cienfuegos in 2012. This methodology is applied life cycle assessment (LCA) as defined in the NC-series ISO14040 standards for the development of objectives including: inventory the life cycle phases of the system, evaluate the impact of process variations assessing environmental improvement. The environmental impact assessment allowed us to determine that the impact categories affected are non-renewable energy on a global warming 37.27% in 33.83%, and the inorganic respiration by 27.36%, with damage most affected categories of damage to resources, climate change, human health. It was determined that electricity and inputs that come from the agricultural phase are the cause of a 95.85% of the environmental impact. We estimated two alternative environmental improvement: design of a supplemental lighting system more general and R22 gas replacement for R410, with which it could reduce the environmental impact by 1.38% and 3.64% respectively, the left to emit polluting gases into the atmosphere, further demonstrated the economic feasibility of these variants. It is recommended to discuss the results with decision makers evaluated life cycle to apply the proposed variants and thus contribute to the sustainable development of factory production.

TABLA DE CONTENIDO	PÁG.
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	14
<i>1.1. Enfoque de Gestión por procesos</i>	<i>14</i>
1.1.1. Conceptos y definiciones	14
1.2. Pasos para un enfoque por procesos	15
<i>1.2. Sistemas Integrados de Gestión (SIG)</i>	<i>19</i>
1.2.1. Gestión de la calidad	21
1.2.2. Gestión de la Seguridad y Salud del Trabajo	22
1.2.3. Gestión Ambiental	25
<i>1.3. Herramienta Análisis de Ciclo de Vida (ACV)</i>	<i>27</i>
1.3.1. Normas que establecen las fases del ACV	28
1.3.2. Importancia de la herramienta ACV	30
1.3.3. La incertidumbre y la subjetividad en el ACV	32
1.3.4. ACV en los procesos agroindustriales	33
<i>1.4. Impacto ambiental del tabaco</i>	<i>34</i>
<i>Conclusiones Parciales</i>	<i>37</i>
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA	38
<i>2.1. Descripción del objeto de estudio</i>	<i>38</i>
2.1.1. Caracterización de la Empresa de Acopio y Beneficio Tabaco Torcido en Cienfuegos.....	38
2.1.2. Macrolocalización del proyecto	40
2.1.3. Microlocalización del proyecto	41
2.1.4. Descripción de la UEB	41
<i>2.2. Procedimiento de Análisis de Ciclo de Vida.....</i>	<i>42</i>
2.2.1. Definición de los objetivos y alcance	43

2.2.2. Análisis de Inventario.....	44
2.2.3. Evaluación del impacto ambiental.....	47
2.3. Método para evaluar el impacto ambiental	49
2.3.1. Fases del método Delphi	52
2.3.2. Cálculo del sistema de iluminación	53
2.4. Valoración de alternativas de mejora ambiental	55
Conclusiones Parciales	55
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	56
3.1. Definición de objetivos y alcance	56
3.2. Descripción del proceso de la producción de tabaco quintero nacional	57
3.3. Evaluación del ciclo de vida del tabaco	59
3.2. Valoración de variantes de mejora ambiental del ciclo de vida del tabaco.....	63
CONCLUSIONES GENERALES.....	69
RECOMENDACIONES	70
BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

La preocupación mundial por la degradación del medio ambiente ha llevado a una intensa presión por parte de las comunidades, las ONG y la opinión pública en general por los efectos de las actividades económicas sobre el entorno natural y sobre la sostenibilidad del desarrollo global (Sánchez, 2007).

En el año 2002, los líderes de varios gobiernos del mundo y representantes de la industria y la sociedad civil se reunieron en el encuentro mundial para el Desarrollo Sustentable en Johannesburgo. En esta reunión los participantes analizaron las fallas y los éxitos de los últimos treinta años, anticipando los compromisos y los obstáculos que tendrá la humanidad en relación a los desafíos del Desarrollo Sustentable. Uno de los resultados de esta reunión, es un Plan de Implementación para cambiar los patrones no sustentables de consumo y producción. Entre los elementos del plan hay un llamado para: *“mejorar los productos y servicios a la vez que se reducen los impactos en salud y medio ambiente, usando donde sea apropiado, modelos científicos como el análisis de ciclo de vida (ACV)”* (Suppen, 2007).

Las categorías generales de impactos medioambientales que precisan consideración incluyen el uso de recursos, la salud humana y las consecuencias ecológicas. El análisis del ciclo de vida (ACV) de un producto es una metodología que intenta identificar, cuantificar y caracterizar los diferentes impactos ambientales potenciales, asociados a cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto (Romero, 2004).

La producción de tabaco hoy requiere de un componente forestal que brinde dos características básicas a la misma: por un lado, complemente los ingresos generados por la producción de tabaco y por otro ayude al mantenimiento y mejoramiento del medio ambiente, mediante la disminución de la presión sobre los bosques nativos, el control de la erosión eólica e hídrica y compensando las emisiones de CO₂ generadas durante el secado del tabaco (SAGPA, 2005).

El cultivo de tabaco conlleva una serie de gastos irrecuperables para los agricultores, que no solo perjudican gravemente su nivel de vida, sino también sus perspectivas a largo plazo. Los riesgos para la salud, las condiciones de trabajo, los arreglos contractuales y los efectos de este en el medio ambiente repercuten negativamente en el capital humano y la tierra, los dos activos esenciales para los medios de subsistencia rurales (FCTC, 2012).

Justificación del Problema

En el ciclo de vida de la producción de tabaco existen impactos negativos al medio ambiente que se resumen a continuación:

Agotamiento de la capa de ozono: como consecuencia de la tenencia de equipos de refrigeración con gas refrigerante HCFCs, y de la ausencia de planes de mantenimiento para los mismos.

Contaminación de la atmósfera: por las emanaciones a la atmósfera producidas por la quema de combustibles fósiles de vehículos de transporte y grupos electrógenos así como la producción de gases por las fumigaciones contra las plagas del tabaco. Existen quejas relacionadas con posibles afectaciones (malestar en la garganta, fuerte olor y dolor de cabeza) a los obreros de las fábricas por los remanentes de las fumigaciones totales de las áreas.

Contaminación del suelo: porque existe mal manejo de los desechos sólidos y líquidos. Se incumplen regulaciones ambientales al realizar quemas de residuos sólidos violando lo establecido en la NC 39/1999 Calidad de aire.

Contaminación de las aguas subterráneas y superficiales: disposición final inadecuada de desechos sólidos y el vertimiento de residuales líquidos. En la oficina de la Empresa y en UEB de Torcido de Tabaco de Cienfuegos existe conexión directa al alcantarillado de la ciudad, estas unidades a pesar de poseer áreas de elaboración de alimentos y comedor, no cuentan con trampa de grasa.

Estos impactos no están cuantificados, lo que pudiera permitir que se propongan variantes para disminuir el impacto ambiental de este ciclo de vida.

Problema de investigación:

¿Cuáles serán las variantes más factibles para disminuir el impacto ambiental del ciclo de vida de la producción de tabaco quintero nacional en la Fábrica de Tabaco de Cienfuegos?

Objetivo General

Valorar variantes de mejora del impacto ambiental del ciclo de vida de la producción de tabaco quintero nacional, con la metodología de análisis de ciclo de vida, en la Fábrica de Tabaco de Cienfuegos en el año 2012.

Objetivos Específicos

1. Elaborar el inventario del ciclo de vida de la producción de tabaco quintero nacional en la Fábrica de Tabaco de Cienfuegos.
2. Evaluar el ciclo de vida de la producción del tabaco quintero nacional.

3. Proponer variantes que permitan disminuir el impacto ambiental de este ciclo de vida.

Hipótesis de la Investigación

La aplicación de la metodología de análisis de ciclo de vida permitirá valorar alternativas que disminuyan el impacto ambiental que genera la producción de tabaco quintero nacional en la Fábrica de Tabaco de Cienfuegos.

Definición de Variables:

Variable independiente: Análisis del Ciclo de Vida.

Variable dependiente: Impacto Ambiental.

Conceptualización y Operacionalización de las Variables.

Análisis del Ciclo de Vida: Es una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados a un producto mediante: la compilación de un inventario de entradas y salidas del sistema; la evaluación de los impactos ambientales potenciales asociados a estas entradas y salidas, y la interpretación de los resultados de las fases de inventario y de impacto con relación a los objetivos del estudio.

Esta variable se propone medirse mediante cuatro etapas, definición de objetivos y límites del sistema, análisis de inventario (entradas y salidas de los sistemas), análisis del impacto (clasificación, caracterización y valoración), y análisis de mejoras (de los productos y sus procesos), utilizando consulta de documentos del proceso, consulta a especialistas, balances de masa, mapeo de proceso (SIPOC), diagrama de flujo (IDEFO).

Impacto Ambiental: Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o alguno de los componentes del medio. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales.

Utilizando el método de evaluación de impacto ambiental Impact 2002+ que vincula categorías de punto intermedio (impacto) y categorías de punto final (daño).

Tipo de Investigación Descriptiva.

Diseño Metodológico de la Investigación

Métodos teóricos

- Análisis y consulta de documentos y artículos, para la síntesis de los conceptos abordados.

Métodos empíricos

- Observaciones directas, entrevistas con los trabajadores y consulta de las normas NC-ISO: 14 040 a la 14 049.
- Consulta de información en: Instructivos técnicos, diagnósticos ambientales y otros.
- Método Delphi.
- Utilización de diagrama IDEFO y SIPOC para la representación de los procesos.
- Método de los lúmenes y el método de punto por punto.

Beneficios esperados

La ejecución de las variantes evaluadas aportará una mejora en la gestión productiva y la gestión medioambiental tributando de esta forma al lineamiento 135 de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución.

Contribuirán a que disminuyan las emisiones de gases a la atmósfera, mejora la conservación, protección y rehabilitación de los recursos naturales (lineamientos del PCC 133 y 204) y permite a la organización integrarse junto a las líderes en el cumplimiento de las normas medioambientales vigentes internacionalmente.

La aplicación del sistema de iluminación diseñado permitirá que mejoren las condiciones de trabajo en la galera, con una disminución del consumo energético y por consiguiente una disminución del impacto ambiental en 1.38% y del costo de la producción.

La sustitución del gas refrigerante por otro con menor potencial de calentamiento global, permitirá que se disminuya el impacto en un 3.64% aproximadamente.

Se describe una metodología que puede ser generalizada al resto de las vitolas producidas en la Fábrica Tabaco, para contribuir con una producción más limpia y sostenible.

Capítulo I: Revisión Bibliográfica

En este capítulo se abordan los elementos necesarios para la fundamentación de la investigación tales como gestión de procesos, sistema de gestión integrado, gestión de la calidad, gestión de la seguridad y salud del trabajo, gestión ambiental, análisis de ciclo de vida (ACV) y el impacto ambiental de la producción de tabaco desde una perspectiva global a un plano específico.

Capítulo II: Descripción de la metodología

Se caracteriza la Fábrica de Tabaco Cienfuegos y se describe la metodología de ACV para evaluar el impacto ambiental del ciclo de vida de la producción de tabaco basada en la NC-ISO 14040.

Capítulo III: Análisis de los Resultados

En este último capítulo se aplica la metodología para evaluar el impacto ambiental del ciclo de vida de la producción de tabaco torcido, se realiza el inventario, se identifican las categorías de impacto más afectadas y se valoran variantes de mejora ambiental para la producción de tabaco en la fábrica objeto de estudio.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Enfoque de Gestión por procesos

1.1.1. Conceptos y definiciones

El entorno dinámico en el que se mueven actualmente las organizaciones provoca grandes impactos sobre su capacidad para cumplir las metas, objetivos e indicadores de gestión. Desde los años ochenta (80), la gestión por procesos ha sido demandada por todo tipo de organizaciones.

Definimos proceso como:

Conjunto de actividades destinadas a generar valor añadido sobre las entradas para conseguir un resultado que satisfaga plenamente los requerimientos del cliente (Pons & Villa, 2006).

Gestión de todas las actividades de la empresa que generan un valor añadido; o bien, conjunto de actividades mutuamente relacionadas que interactúan, las cuales transforma elementos de entrada en resultados (Toledo, 2002).

Actividad, o conjunto de actividades ligadas entre sí, que utiliza recursos y controles para transformar elementos de entrada (especificaciones, recursos, información, servicios,...) en resultados (otras informaciones, servicios,...) (Fomento, 2005).

Según Pons & Villa (2006) los procesos pueden clasificarse en tres categorías: Procesos estratégicos, Procesos operativos, y Procesos de soporte, como se muestra en la Figura 1.1.

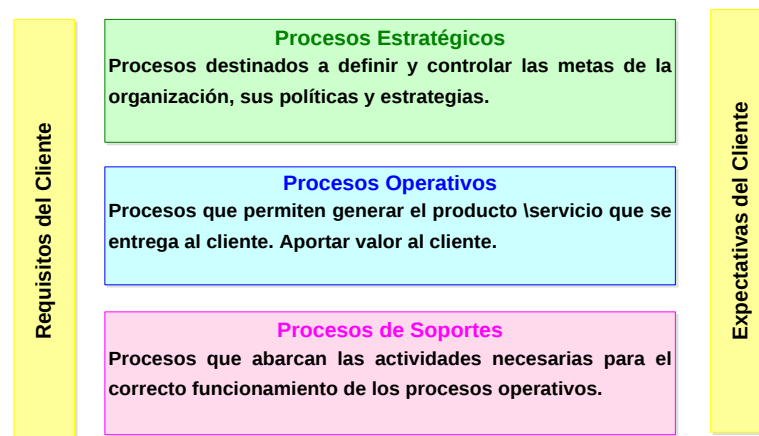


Figura 1.1. Tipos de Procesos. Fuente: (Pons & Villa, 2006).

Procesos estratégicos: Son procesos destinados a definir y controlar las metas de la organización, sus políticas y estrategias. Permiten llevar adelante el desarrollo de la organización. Se encuentran relacionados directamente con la misión/visión de esta.

Procesos operativos ó claves: Son procesos que permiten generar el producto/servicio que se entrega al cliente, por lo que inciden directamente en la satisfacción del cliente final.

Procesos de soporte o apoyo: Son los procesos que dan soporte a los procesos operativos. Se suele referir a procesos relacionados con recursos y mediciones.

La gestión por procesos (*Business Process Management*) es una forma de organización diferente de la clásica organización funcional, y en el que prima la visión del cliente sobre las actividades de la organización. Los procesos así definidos son gestionados de modo estructurado y sobre su mejora se basa la de la propia organización. La gestión de procesos aporta una visión y unas herramientas con las que se puede mejorar y rediseñar el flujo de trabajo para hacerlo más eficiente y adaptado a las necesidades de los clientes. No hay que olvidar que los procesos lo realizan personas y los productos los reciben personas, y por tanto, hay que tener en cuenta en todo momento las relaciones entre proveedores y clientes (Toledo, 2002).

La gestión por procesos es un sistema de trabajo para la mejora continua. Se basa en la identificación y gestión sistemática de los procesos (implica documentarlos, medirlos y mejorarlos) y debe partir de la estrategia de la organización.

Beneficios de la Gestión por Procesos

- Facilita la gestión de la ejecución de los procesos.
- Análisis de puntos fuertes y áreas de mejora.
- Identificación de las tareas o trabajos que realiza cada puesto.
- Conocer dónde empieza y acaban las responsabilidades de cada puesto.
- Identificar la interacción y secuencia entre tareas, trabajos o actividades.
- Identificar los recursos, información que se necesitan para ejecutar los procesos.
- Identificar procesos críticos y cuellos de botella.
- Aumenta la capacidad de reacción de la empresa ante los cambios.

1.2. Pasos para un enfoque por procesos

Los procesos constituyen medios muy útiles para transformar la empresa y adecuarse al mercado, por esto la gestión de los procesos da paso de modo gradual a la Gestión por Procesos, adquiriendo una connotación nueva, la que supone la estructura a la empresa como un sistema integral de procesos que son la base para los cambios estratégicos en la organización.

El enfoque por procesos conlleva a concebir la organización como un sistema compuesto por un conjunto de procesos interrelacionados que buscan un objetivo global que cumplir. Este enfoque consiste en identificar los procesos y sus interrelaciones, para girar el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) sobre ellos y mejorar su efectividad, a fin de satisfacer las necesidades de todas las partes interesadas. En la Figura 1.2 se puede observar el esquema del ciclo PHVA.

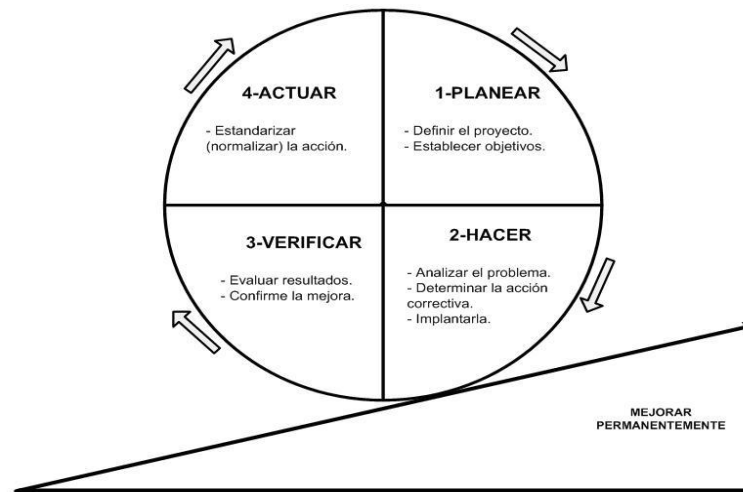


Figura 1.2. Ciclo de mejora PHVA. Fuente: (Beltrán, 2000)

Según la revisión de los criterios desarrollados por (Lorino, 1993; Harrington, 1997; Trischler, 1998; Zaratiegui, 1999; Amozarrain, 1999; Ortega Rodríguez, 2002; Nogueira Rivera, 2002), es posible resumir que el enfoque en procesos se fundamenta en: (Negrín, 2004)

- La estructuración de la organización sobre la base de procesos orientados a clientes.
- El cambio de la estructura organizativa de jerárquica a plana.
- Los departamentos funcionales pierden su razón de ser y existen grupos multidisciplinarios trabajando sobre el proceso.
- Los empleados se concentran más en las necesidades de sus clientes y menos en los estándares establecidos por su jefe.
- Utilización de tecnologías para eliminar actividades que no añadan valor.

Algunas de las ventajas de su aplicación son las planteadas por Negrín (2004):

- Alinea los objetivos de la organización con las expectativas y necesidades de los clientes.

- Muestra como se crea valor en la organización.
- Señala como están estructurados los flujos de información y materiales.
- Indica como realmente se realiza el trabajo y como se articulan las relaciones proveedor cliente entre funciones.

Las actuaciones a emprender por parte de una organización para dotar de un enfoque basado en procesos se pueden efectuar en cuatro grandes pasos (Beltrán, 2000):

1. Identificación y secuencia de los pasos.

La identificación y selección de los procesos a formar parte de la estructura de procesos debe nacer de una reflexión acerca de las actividades que se desarrollan en la organización y de cómo éstas influyen y se orientan a la consecución de los resultados; se puede recurrir a diferentes herramientas de gestión, pudiendo aplicar técnicas de “*Brainstorming*”, dinámica de equipos de trabajo, etc.

2. Descripción de cada uno de los procesos.

La descripción de un proceso tiene como finalidad determinar los criterios y métodos para asegurar que las actividades que comprende dicho proceso se llevan a cabo de manera eficaz, al igual que el control del mismo. Esto implica que la descripción de un proceso se debe centrar en las actividades, así como en todas aquellas características relevantes que permitan el control de las mismas y la gestión del proceso.

3. Seguimiento y medición para conocer los resultados que se obtienen.

El enfoque basado en procesos de los sistemas de gestión pone de manifiesto la importancia de llevar a cabo un seguimiento y medición de los procesos con el fin de conocer los resultados que se están obteniendo y si estos resultados cubren los objetivos previstos.

El seguimiento y la medición, con el planteamiento y cálculo de indicadores, constituyen la base para saber que se está obteniendo, en qué extensión se cumplen los resultados deseados y por dónde se deben orientar las mejoras

4. Mejora de los procesos con base en el seguimiento y medición realizado.

Los datos recopilados del seguimiento y la medición de los procesos deben ser analizados con el fin de conocer las características y la evolución de los procesos. De este análisis de datos se debe obtener la información relevante para conocer:

- Qué procesos no alcanzan los resultados planificados.
- Dónde existen oportunidades de mejora.

Innumerables son los procedimientos y herramientas que, se encuentran en la literatura especializada vinculadas con los procesos, y que reconocen a éstos, y su vinculación con las actividades, como un elemento esencial hacia y para la competitividad. Se refleja, así, su estrecha relación con dichas herramientas, filosofías o más generalmente expresado como tendencias actuales de amplia difusión en el mundo empresarial contemporáneo, a saber: el Modelo EFQM, el Cuadro de Mando Integral (BSC), la mejora continua, las Normas ISO, el *Benchmarking*, el uso de metodologías para la determinación de los Sistemas de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP), la gestión por el conocimiento, la gestión por competencias, sistemas integrados de gestión, etcétera (ver Figura 1.3). Todas ellas, de una u otra forma, han referido la necesidad de desarrollar el “enfoque de procesos” a la hora de concebir una empresa exitosa y tributan a la mejora de los mismos.

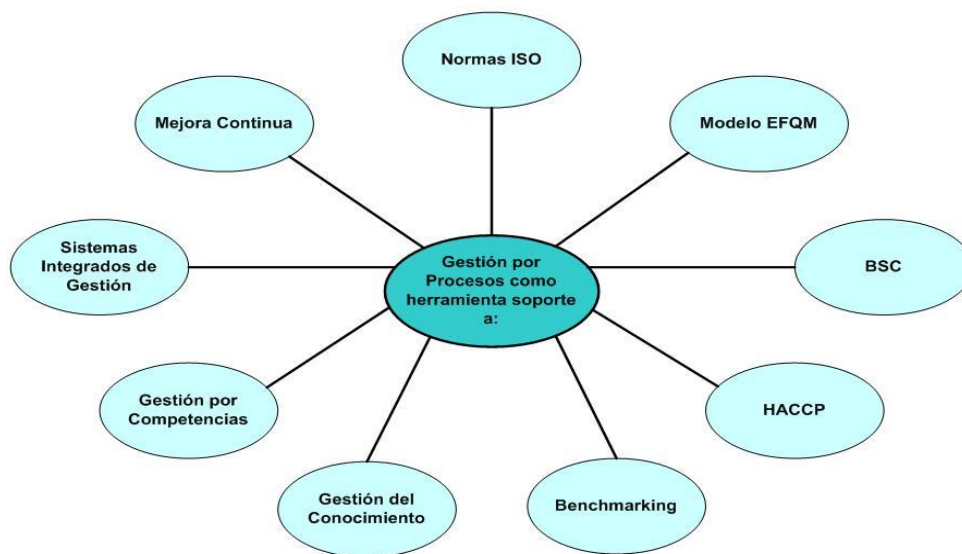


Figura 1.3. Herramientas que utilizan el enfoque por procesos. Fuente: (García, 2008)

1.2. Sistemas Integrados de Gestión (SIG)

La certificación según las normas de Calidad ISO 9000 se está convirtiendo en un requisito indispensable para que las empresas compitan en el mercado. También se ha visto una mayor preocupación por la Seguridad con el fin de prevenir los riesgos laborales en las empresas debido a que es el operario el motor impulsor de toda organización. Además, el Medio Ambiente se está incorporando como una variable adicional a la competitividad de las empresas, influyendo de una forma cada vez más notable en sus relaciones con clientes y proveedores.

Desde esta perspectiva, la Integración de los Sistemas de Gestión de Medio Ambiente, de la Calidad y la Seguridad se presenta como una alternativa válida y necesaria para que las organizaciones puedan afrontar con éxito los retos que les depara el siglo XXI.

Se puede definir el Sistema de Gestión Integrada como “el conjunto de la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día la política de la empresa” (González, 2006).

De este modo, el SGI se aplica a todas las actividades relativas a la calidad de un producto o servicio, a las que presenten riesgos para la sociedad y a aquellas que puedan dañar el medio ambiente, existiendo una influencia mutua entre ellas, como se muestra en la Figura 1.4.

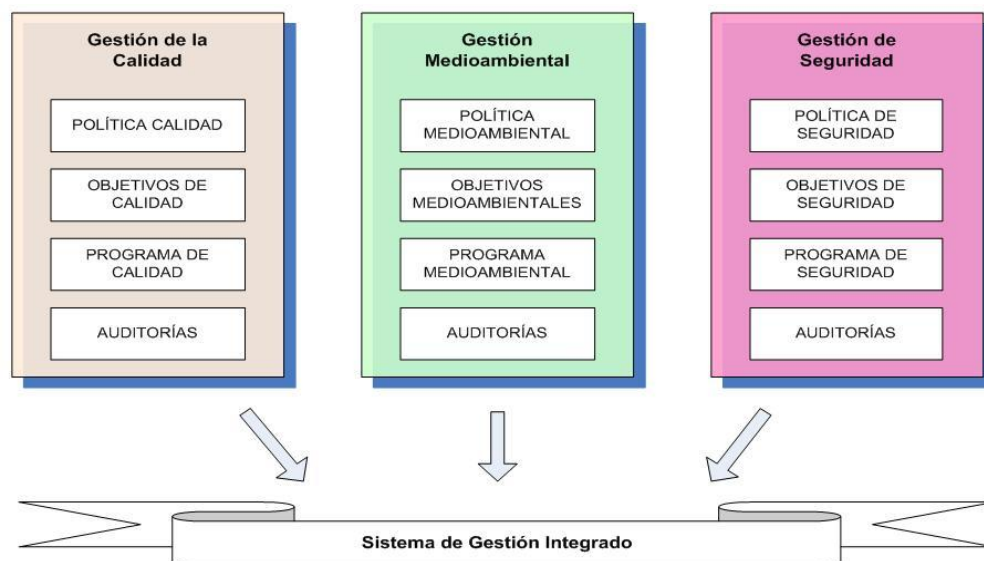


Figura 1.4. Esquema del Sistema de Gestión Integrado. Fuente: (García, 2004)

Estas tres líneas de actuación, calidad, medioambiente y prevención de riesgos, aparentemente diferentes, en la práctica industrial, suelen concurrir en un solo departamento, servicio, cargo o área, según el tamaño de la organización y constituyen la base sobre la que se deberían asentar los principios de cualquier empresa.

El excesivo número de procedimientos, la burocracia generada y su implantación en la organización podrían ocasionar más problemas que soluciones, reflejándose en un aumento de los costos y en una pérdida de competitividad, si dicha implantación no se realiza de forma adecuada.

La integración de estos tres modelos de gestión en un único sistema de gestión es un proceso natural con inercia propia, que puede proporcionar a la empresa el marco de referencia para alcanzar sus objetivos y situarse en una posición ventajosa y competitiva dentro de su campo de actuación.

El Modelo de Gestión Integrada toma como punto de partida aquellos requisitos de las normas ISO 9000, ISO 14000 e ISO 18000 que se encuentran directamente interrelacionados como son (González, 2006):

- ✓ Compromiso por parte de la Dirección y el reflejo en toda la organización.

El desarrollo y éxito en la implantación del Sistema de Gestión Integrada depende en gran medida del nivel de implicación demostrado por la Dirección y en función de dicho nivel esta la responsabilidad que se logre inculcar al personal de la empresa.

- ✓ Carácter preventivo

El SGI tiene una tendencia claramente preventiva, anticipándose a cualquier acción correctiva consecuencia de un efecto medioambiental no controlado o una mala calidad.

- ✓ Se sigue la metodología del ciclo PHVA

Este método ya desarrollado y aplicado en la Calidad y ahora utilizado en el ámbito del Medio Ambiente, se basa en la rueda de Deming en la que la gestión toma forma, concentrándose en la definición de objetivos, evaluación de la situación actual, implantación de un plan o programa, medición y seguimiento, auditorías y revisión.

- ✓ Enfoque a procesos

El desarrollo de este enfoque se basa en que cualquier actividad, o conjunto de actividades, que utiliza recursos para transformar elementos de entrada en resultados puede considerarse como un

proceso y que para que las organizaciones operen de manera eficaz, tienen que identificar y gestionar los procesos interrelacionados.

✓ Comunicación

La organización debe lograr que se conozcan los objetivos, el comportamiento de su cumplimiento y las vías para lograrlo, siendo la comunicación la base para lograrlo y la misma permite además concienciar sobre la importancia del SGI y del seguimiento de sus procedimientos. Una comunicación eficaz permite el conocimiento de las necesidades y expectativas de todos los grupos de interesados y la retroalimentación de estos.

1.2.1. Gestión de la calidad

La gestión de la calidad es una estructura operacional de trabajo, bien documentada e integrada a los procedimientos técnicos y gerenciales, para guiar las acciones de la fuerza de trabajo, la maquinaria o equipos, y la información de la organización de manera práctica y coordinada y que asegure la satisfacción del cliente y bajos costos para la calidad.

En otras palabras, un Sistema de Gestión de la Calidad es una serie de actividades coordinadas que se llevan a cabo sobre un conjunto de elementos (Recursos, Procedimientos, Documentos, Estructura organizacional y Estrategias) para lograr la calidad de los productos o servicios que se ofrecen al cliente, es decir, planear, controlar y mejorar aquellos elementos de una organización que influyen en satisfacción del cliente y en el logro de los resultados deseados por la organización.

Si bien el concepto de Sistema de Gestión de la Calidad nace en la industria de manufactura, estos pueden ser aplicados en cualquier sector tales como los de Servicios y Gubernamentales. Es la manera cómo la organización dirige y controla las actividades de su negocio que están asociadas con la calidad. Se debe hacer un sistema NO sólo para certificación, se debe preguntar qué aspectos de la organización están asociados con la calidad.

Este sistema comprende la estructura organizacional, conjuntamente con la planificación, los procesos, los recursos, los documentos que necesitamos para alcanzar los objetivos de la organización para proveer mejoramiento de productos y servicios y para cumplir los requerimientos de nuestros clientes.

Un SGC no es sólo para las grandes empresas, puede ser manejado para todo tipo de negocio y en todos los aspectos de la gestión así como mercadeo, en las actividades de ventas y gestión

financiera. Sin embargo, es decisión de cada organización, el alcance del SGC y que procesos incorpora.

Es importante que este sistema, no resulte en una burocracia excesiva o en exceso de papelería, tampoco debería impedir la flexibilidad de las organizaciones. Todas las organizaciones ya tienen una estructura de gestión y esta debería ser la base en la que el SGC es construido. Muchas veces podemos encontrar que ya cumplimos con los requerimientos de los estándares pero que no sabíamos que lo hacíamos.

Una normativa cualquiera (por ejemplo: ISO 9001) va a definir lo que debemos cumplir como organización, pero la manera cómo lo hagamos es facultad de cada organización. Se debe aplicar un SGC para:

El mejoramiento de un rendimiento de nuestro negocio, de la productividad. Enfrentarnos más claramente a los objetivos de nuestro negocio y a las expectativas de nuestros clientes.

Alcanzar y mantener la calidad de nuestros productos y servicios.

Mejorar la satisfacción del cliente.

Tener confianza que la calidad está siendo alcanzada y mantenida.

Proveer evidencia a nuestros clientes actuales y potenciales de que nuestra organización está haciendo bien las cosas.

Abrir oportunidades de mercado.

Tener la oportunidad de competir, con las mismas bases, con organizaciones mucho más grandes que la nuestra.

1.2.2. Gestión de la Seguridad y Salud del Trabajo

La Seguridad y Salud en el Trabajo puede tratarse como un proceso, pues existen elementos de entradas como son: (Resoluciones, normas e instrucciones, entre otros) y elementos de salida, ejemplo: (riesgos laborales controlados, planes de medidas preventivas, responsables, requerimientos), así como resultados que favorecen el bienestar e integridad del trabajador (Santos, 2011).

Según Morales (2009), la seguridad y salud es un insumo indispensable de la gestión del Capital Humano, orientada a crear las condiciones, capacidades y cultura para que el trabajador desarrolle

su labor eficientemente, en adecuadas condiciones ergonómicas y con el mínimo de riesgos que eviten sucesos y daños que puedan afectar su salud e integridad, el patrimonio de la empresa y el medio ambiente.

La Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) tiene como objetivo general la prevención, protección y control ante los factores de producción, peligrosos y nocivos en los puestos y áreas de trabajo que pueden ser causados por las propias tecnologías o los procesos, en relación con la calidad de vida y de trabajo, la eliminación de las enfermedades profesionales, la disminución de los indicadores de accidentalidad y la obtención de niveles de salud adecuados (Torrens, 2003 citado por Hernández, 2010).

La NC 18000: 2005 y la Resolución 39/2007, coinciden en plantear que la seguridad y salud en el trabajo es la actividad orientada a crear las condiciones para que el trabajador pueda desarrollar su labor eficientemente y sin riesgos, evitando sucesos que afecten su salud e integridad, el patrimonio de la entidad y el medio ambiente (NC 18000, 2005). La NC 3000: 2007 no dista del concepto dado anteriormente, pero hace referencia a las condiciones ergonómicas.

Según Torrens (2003), la SST tiene como objetivos:

- La prevención, protección y control ante los factores de producción peligrosos, y nocivos en los puestos y áreas de trabajo que pueden ser causados por las propias tecnologías o los procesos.
- La eliminación de las enfermedades profesionales.
- La disminución de los indicadores de accidentalidad.
- La obtención de niveles de salud adecuados.
- La revelación de los problemas y reservas existentes en la utilización de los recursos humanos.

La gestión de la SST (GSST) es un proceso de dirección, a través del cual una organización, dentro de su accionar, define una política y objetivos a largo, mediano y corto plazo; procedimientos de trabajo y normativas, en su búsqueda de valores como la salud, productividad, calidad y bienestar de los trabajadores; partiendo de una acción planificada y coordinada al más alto nivel (Prieto, 2004).

Con el objetivo de que las organizaciones sean capaces de afrontar los distintos retos en materia de seguridad y salud en el trabajo, la Organización Internacional del Trabajo (2001) ha elaborado

un conjunto de lineamientos que orientan la actividad en esta esfera. Estas recomendaciones denominadas Directrices relativas a los Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, reconocen el efecto positivo resultante de la introducción de estos sistemas en la organización, tanto respecto a la disminución de los riesgos y el mejoramiento de las condiciones de trabajo, como en el incremento de la productividad (Santos, 2009).

Estas directrices señalan los principales elementos del sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo en las Organizaciones, estos son:

1. Política: Incluye no sólo el establecimiento de la política y el compromiso de la dirección en esta materia; sino también la participación de los trabajadores.
2. Organización: Se establece la responsabilidad de los empleadores en la protección de la Seguridad y Salud de los trabajadores, así como de garantizar que esta actividad se considere una responsabilidad de su personal directivo, el establecimiento de una supervisión efectiva, la debida cooperación y comunicación, el aseguramiento de la participación de los trabajadores, el establecimiento de los requisitos de competencia y capacitación, así como de la documentación necesaria.
3. Planificación: Establece como el sistema debe evaluarse mediante un examen inicial que contribuye a la creación del Sistema de Gestión.
4. Evaluación: Establece como realizar la supervisión y medición de los resultados, la investigación de las lesiones y enfermedades relacionadas con el trabajo y los aspectos a abordar en la Auditoría del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, incluye, además, los exámenes realizados por la dirección y la mejora continua de la organización.

Según la organización británica de normas 2001 citado por González (2009) la implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional permite obtener los siguientes beneficios:

- Reducción potencial en el número de accidentes e incidentes en el sitio de trabajo.
- Reducción potencial de tiempo improductivo y costos asociados.
- Reducción potencial de los costos asociados a gastos médicos.
- Se obtiene mayor poder de negociación con compañías aseguradas gracias al respaldo confiable de la gestión del riesgo en la empresa.

En la actualidad el sector empresarial en el mundo, y en particular los directivos de las empresas de alto desempeño de los países desarrollados, reconocen la importancia de la seguridad y salud en el trabajo, como prácticas de gestión decisivas en la preservación de la salud y el bienestar de los trabajadores, en el aumento de la productividad del trabajo y la ganancia de la empresa, en la obtención de los niveles permisibles o de confort de iluminación, ruido, ventilación, temperatura y limpieza (Cuesta, 2005).

1.2.3. Gestión Ambiental

Desde los años 60 se advierte una preocupación e interés por el medio ambiente, así como la necesidad de su conservación dando lugar a toda una serie de tratados, directivas y normas que procuran regular y controlar el impacto medioambiental causado por el hombre. Se inició así el desarrollo de una creciente sensibilidad ante estos problemas ambientales por parte de todos los sectores de la sociedad. En este proceso tienen lugar una serie de acontecimientos a escala internacional, incentivadores de un nuevo rumbo en la forma de tratar e interpretar el deterioro ambiental del planeta.

Dentro del concepto del desarrollo sustentable la gestión medio ambiental se convierte en el principal instrumento de desarrollo, concebido en términos de beneficio social, igualdad y equidad. Se entiende como gestión ambiental al conjunto de acciones emprendidas por la sociedad, o parte de ella, con el fin de proteger el medio ambiente. Sus propósitos están dirigidos a modificar una situación actual a otra deseada, de conformidad a la percepción que sobre ella tengan los actores involucrados. En su concepción más amplia, la gestión ambiental es un proceso permanente y de aproximaciones sucesivas en el cual diversos actores públicos y privados y de la sociedad civil desarrollan un conjunto de esfuerzos específicos con el propósito de preservar, restaurar, conservar y utilizar de manera sustentable el medio ambiente (Rodríguez & Espinoza, 2002).

Las consideraciones ambientales han evolucionado a través de los años con el fin de diseñar un producto o un servicio con el que se logre el desarrollo sostenible: desarrollo económico y social que tiene lugar sin detrimento del medio ambiente ni de los recursos naturales de los cuales dependen las actividades humanas y el desarrollo, del presente y del futuro.

En la Figura 1.5 se observa la evolución de las consideraciones ambientales encaminadas hacia un producto y un consumo sostenible.

Estrechamente ligada al desarrollo sostenible se encuentra la eco-eficiencia ya que equivale a optimizar tres objetivos: **crecimiento económico, equidad social y valor ecológico**. Es el principal medio a través del cual las empresas contribuyen al desarrollo sostenible y al mismo

tiempo consiguen incrementar su competitividad. Este concepto significa añadir cada vez más valor a los productos y servicios, consumiendo menos materias primas, generando cada vez menos contaminación a través de procedimientos ecológica y económicamente eficientes y previniendo los riesgos.

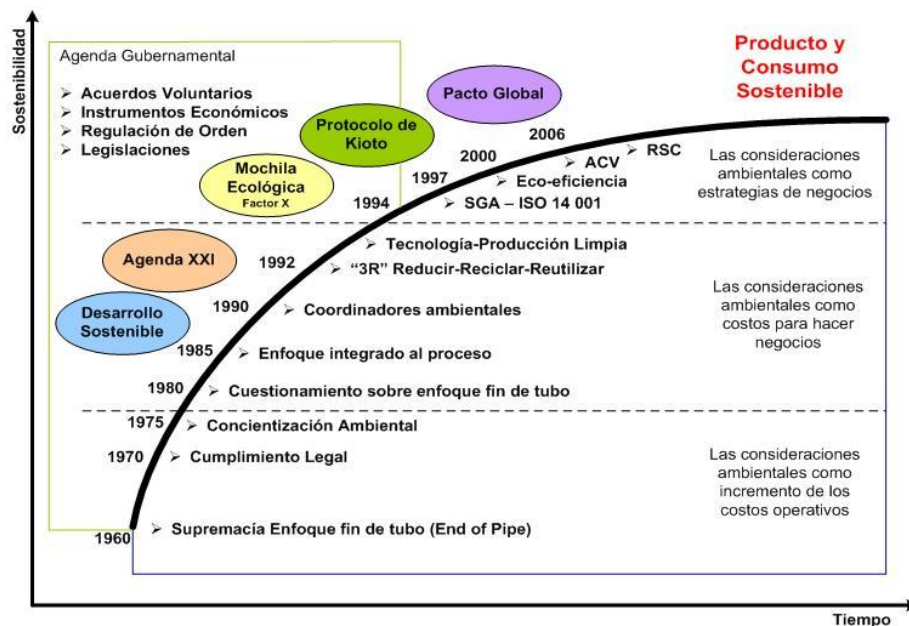


Figura 1.5. Pasos para el desarrollo sostenible. Fuente: (Carranza, 2008)

Los instrumentos que se han instituido para abordar los problemas medioambientales, o sea, para gestionar el medio ambiente atienden según el estadio temporal de su aplicación a dos tipos definidos: preventivos y correctivos (Domínguez, 2006).

Hoy en día hay una conciencia internacional, tanto a nivel político como técnico, en la necesidad de adoptar políticas de tipo preventivo, postergando las de tipo correctivo para los casos en que son la única y última alternativa posible.

Dentro de los preventivos se encuentra el Estudio de Impacto Ambiental, la Calidad Total, la Planificación, la Innovación Tecnológica, la Educación Ambiental, etc. y dentro de los correctivos está el etiquetado ecológico, los eco-balances (cuyo exponente principal son las tendencias de Análisis de Ciclos de Vida), la Auditoría Ambiental, entre otras.

En el Anexo 1 se presentan, de forma resumida, los objetivos, puntos fuertes y débiles de las metodologías descritas. En ella puede verse la potencialidad del ACV como herramienta para gestionar los aspectos medioambientales, especialmente por su adecuación a aquellos estudios que tengan como base conceptual el ciclo de vida del producto o servicio, permitiendo disminuir la

contaminación que la industria genera en todo su ciclo de vida y a su vez consigue minimizar el consumo de recursos sin olvidar los parámetros de calidad del producto final.

1.3. Herramienta Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

El ACV es una herramienta de gestión ambiental que brinda una base sólida para que la dirección de una organización pueda tomar decisiones técnicas adecuadas con base en las cuestiones que podrían plantearse sobre el lanzamiento de un nuevo producto o la modificación de productos existentes, para hacerlos más eficientes en cuanto a su desempeño ambiental y que sigan realizando igualmente la función para la que fueron programados. En el concepto de desempeño ambiental del producto se encuadran temas tales como su diseño, los procesos de fabricación, los medios de transporte, el tipo de energía necesaria en las distintas etapas de su ciclo de vida, las recomendaciones para su uso y la forma y el momento para su disposición final, si es que antes no se le recicla o rehúsa. En la medida en que, por la aplicación del ACV, se identifiquen oportunidades de mejora y se implementen efectivamente en el producto, también se habrá logrado una mejora en el desempeño ambiental de ese producto (Díaz, 2009).

El análisis del ciclo de vida se define como la herramienta adecuada para “la recopilación y valoración de las entradas (materia y energía), salidas (productos, emisiones y residuos) e impactos potenciales de un sistema de producción o servicio a lo largo de su ciclo de vida”. (NC-ISO 14040, 1999)

En la bibliografía consultada se encuentran diferentes conceptos, algunos de los cuales se destacan en el Anexo 2, de acuerdo a estos el autor considera que la definición planteada en la NC-ISO 14 040 está bien detallada y fundamentada sobre la base de los objetivos que se logran al aplicar la herramienta siguiendo cada una de sus fases.

El ACV ha evolucionado y enriquecido progresivamente, debido a la necesidad de disminuir el impacto ambiental de las distintas producciones que tienen lugar en la actualidad, a continuación se describe brevemente la evolución de esta herramienta (Díaz, 2009).

El desarrollo del ACV se originó casi simultáneamente en Estados Unidos y Europa. El primer ACV fue realizado en 1969 por el *Midwest Research Institute* (MRI) para la Coca-Cola, donde la premisa fundamental fue disminuir el consumo de recursos y, por lo tanto, disminuir la cantidad de emisiones al ambiente. Los estudios continuaron durante los años setenta, y grupos como *Franklin Associates Ltd.* junto con la MRI realizaron más de 60 análisis usando métodos de balance de entradas/salidas e incorporando cálculos de energía.

La *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC) es la principal organización que ha desarrollado y liderado las discusiones científicas acerca del ACV. En 1993, formula el primer código internacional: Código de prácticas para el ACV (*Code of Practice for Life Cycle Assessment*), con el fin de homogeneizar los diversos estudios realizados para que siguieran una misma metodología. Esto impulsa el inicio de desarrollos masivos de ACV en diversas áreas de interés mundial, pues se realizaron conferencias, talleres y políticas sobre ACV.

Posteriormente, la ISO apoyó este desarrollo para establecer una estructura de trabajo, uniformizar métodos, procedimientos, y terminologías, debido a que cada vez se agregaban nuevas etapas, se creaban metodologías, índices, programas computacionales dedicados a realizar ACV en plantas industriales, etc.

Después de treinta años el ACV ha tenido un avance impresionante, sin embargo, se reconoce que la técnica está en una etapa temprana de su desarrollo. Muchos ACV realizados han sido parciales (sólo se ha practicado la fase de inventario) y aplicados mayoritariamente al sector de envases (aproximadamente un 50%), seguidos de los de la industria química y del plástico, los materiales de construcción y sistemas energéticos, y otros menores como los de pañales, residuos, etc. Sólo en los últimos años se ha podido introducir la fase de evaluación de impacto en los estudios realizados.

A pesar de ser el ACV una herramienta que aún está en una etapa temprana de su desarrollo, se puede decir que Cuba va a la vanguardia en cuanto a estudios de este tipo que se vienen desarrollando en el área de Latinoamérica. El Centro de estudio de Química Aplicada de la Universidad Central de las Villas dirige la Red de Análisis de Ciclo de Vida que se desarrolla en Cuba. En la Universidad de Cienfuegos se han realizado varias investigaciones desde el año 2009 en diversos campos de aplicación como: producción de energía, alcohol, construcción de viviendas, producción de azúcar, glucosa, actividad porcina, entre otras.

1.3.1. Normas que establecen las fases del ACV

La estructura del ACV se representa como una casa con cuatro habitaciones principales, que están representadas por las normas ISO14040, ISO14041, ISO14042 e ISO14043 (ver Figura 1.6).

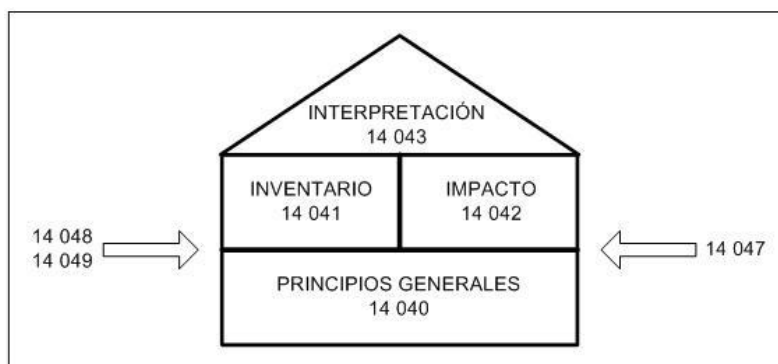


Figura 1.6. Estructura del ACV. Fuente: (Romero, 2004)

En la norma ISO 14040, se establecen los fundamentos de la Evaluación del Ciclo de Vida, es decir, el marco metodológico, y se explica brevemente cada una de las fases, la preparación del informe y el proceso de revisión crítica. Mientras que en las tres normas restantes se explican en forma detallada cada una de las fases del ACV.

Actualmente se encuentran en preparación la norma ISO/ TR14047 (sobre ejemplos ilustrativos de cómo aplicar la norma ISO14042), y la norma ISO14048 (sobre el formato para la documentación de datos para el ACV). Así como el reporte técnico ISO/TR14049 que versa sobre ejemplos ilustrativos de cómo aplicar la norma ISO14041 (Romero, 2004).

La metodología considera una serie de fases de trabajo interrelacionadas, que siguen una secuencia más o menos definida, aunque en ocasiones es posible realizar un estudio no tan ambicioso obviando alguna fase.

En la ISO 14 040 se describen las cuatro fases del ACV: definición de los objetivos y el alcance, análisis del inventario, evaluación del impacto, interpretación de resultados. En la Figura 1.7 se pueden observar las cuatro fases tal y como se aplican actualmente: (Suppen, 2007)

1. Marco metodológico, que incluye la definición de objetivo y alcances, función, unidad funcional y fronteras del sistema.
2. Análisis de inventario (inventario del ciclo de vida - ICV). En esta parte se desarrolla un diagrama de flujo (árbol de procesos), además se identifican y cuantifican las entradas y salidas de cada etapa del ciclo de vida.
3. Evaluación de impacto de ciclo de vida (EICV). Consiste en la determinación de las relaciones existentes entre las salidas y el medio ambiente a partir de la interpretación de la información generada en el análisis del ICV, clasificando los efectos al medio ambiente en diferentes categorías de impacto ambiental y modelando indicadores para cada categoría.

4. Interpretación / Evaluación de mejoras. Se busca, a partir de las consecuencias ocasionadas por las entradas y salidas, establecer prioridades para la búsqueda de mejoras en el sistema.

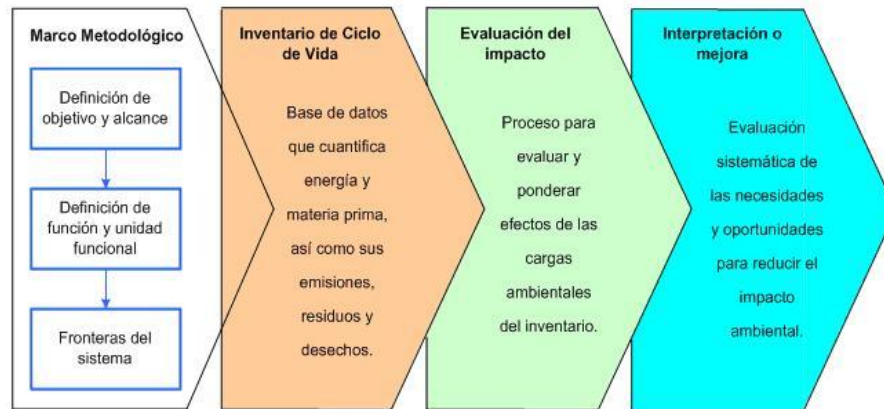


Figura 1.7. Etapas del análisis del ciclo de vida. Fuente: (Suppen, 2007)

En la estructura metodológica del ACV existen dos partes fundamentales: el inventario de ciclo de vida en donde se calculan todos los impactos durante el ciclo de vida y la evaluación de impacto de ciclo de vida (el modelo de asignación), en donde se relacionan los impactos con los problemas ambientales con el fin de obtener un eco-indicador. Con esta metodología de asignación se relaciona primero el impacto con un factor de contribución al problema ambiental definido en la metodología y en la segunda parte del modelo de asignación se prioriza entre los problemas ambientales.

Para llegar de las categorías (problemas ambientales) a un indicador (enfoque de daños) se aplica una evaluación, por paneles de expertos, para determinar la importancia de las categorías supuestas. Es allí donde se centran las críticas a los diferentes modelos del enfoque de daños, por ser modelos de carácter subjetivo. Existen diferentes modelos reconocidos para la asignación de datos para diferentes categorías (ver Anexo 3), viéndose que el Impact 2002+ es un método completo respecto al resto.

1.3.2. Importancia de la herramienta ACV

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, 2007)

- ⇒ 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, 2007):

- 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.

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. Según la importancia y beneficios que aporta esta herramienta el ACV presenta aplicaciones para:

- ♦ Mejoramiento y Desarrollo de productos/servicios (Diseño)
- ♦ Comparación de productos

- ◆ Identificar “*Hot spots*” en el ciclo de vida de un producto
- ◆ Ecoetiquetado (Tipo I y III)
- ◆ Indicadores de *performance* ambiental
- ◆ Localización de la producción
- ◆ Planeamiento estratégico
- ◆ Educación y comunicación
- ◆ Prevenir polución
- ◆ Evaluar y reducir riesgos potenciales
- ◆ Evaluar y mejorar programas ambientales
- ◆ Desarrollo de políticas y regulaciones
- ◆ Desarrollar estrategias de mercado

Una aplicación posterior del ACV es la determinación de externalidades (costes sociales, medioambientales o económicos) que no son asumidos o soportados directamente por ninguno de los agentes que intervienen en la cadena de producción y uso de un producto determinado.

1.3.3. La incertidumbre y la subjetividad en el ACV

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 (Suárez, 2008)

1. Existen incertidumbres en:
 - los datos usados para generar el inventario
 - la metodología usada para analizar el inventario y para evaluar el impacto,
 - la descripción del sistema en estudio, y
 - en los datos usados como referencia para la normalización.
2. El pesaje involucra elementos ideológicos y valores éticos que no pueden determinarse objetivamente. A continuación se describen las situaciones que dan lugar a la presencia de incertidumbre.
 - a) 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.
 - b) En la descripción del sistema.- ¿Por qué los resultados dependen de los aspectos claves que rodean al sistema y qué son fuente de incertidumbre?, por ejemplo: la cantidad de

combustible utilizado por transporte privado para llevar materiales a centros de acopio de residuos.

- c) 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.

A pesar de las limitaciones expuestas anteriormente, el Análisis del Ciclo de Vida constituye un marco objetivo y científicamente robusto, para el apoyo en la toma de decisiones ambientales.

1.3.4. ACV en los procesos agroindustriales

Los análisis de ciclo de vida (ACV) se desarrollaron, en un principio, para el estudio de procesos industriales. Dentro de la industria, los ACVs se han empleado, tradicionalmente, en el desarrollo de productos menos contaminantes. También se han utilizado para mejorar la política ambiental de la empresa. Asimismo, resulta un instrumento eficaz en el desarrollo de los criterios necesarios para el ecoetiquetaje (Milá, 2003).

Su aplicación a la agricultura requiere la aplicación sistemática de los métodos existentes así como nuevos métodos (Cowell *et al.*, 1997). A escala europea se han realizado algunos proyectos de adaptación de la metodología del ACV. Mediante la acción concertada “*Harmonisation of Environmental Life Cycle Assessment for Agriculture*” (Audsley, 1997) se investigó como el ACV puede ser aplicado a la producción agraria, estableciendo las primeras pautas para su aplicación en agricultura e identificando las dificultades metodológicas que requieren una investigación más profunda.

El Ministerio de Agricultura de Holanda encargó un estudio que dio como resultado un suplemento a la normativa “*LCA Guide*” con el fin de ofrecer una metodología uniforme para analizar los impactos ambientales de los productos agrarios (Antón, 2004).

Entre los primeros trabajos de aplicación de ACV en cultivos se puede mencionar el de Weidema *et al.* (1996). En él se analiza el impacto ambiental que produce el cultivo de trigo comparando tres sistemas productivos, intensivo, orgánico e integrado, concluyendo que el tipo de cultivo orgánico de trigo es preferible desde el punto de vista de las categorías de impacto ambiental de calentamiento global, ecotoxicidad y toxicidad de agua potable, pero es peor para la eutrofización y la toxicidad humana del aire. El sistema intensivo es preferible teniendo en cuenta los indicadores fotoquímico y agotamiento de ozono. También para la producción de trigo (Hansson *et al.*, 1999) presentaron los resultados de ACV haciendo hincapié en la importancia de los datos de las emisiones de los tractores probando que éstas pueden cambiar los resultados.

Los países latinoamericanos y del Caribe están ya de por sí significativamente afectados por la variabilidad climática y los extremos, en particular los eventos relacionados con el fenómeno El

Niño – Oscilación del sur (ENOS). La economía de la región es además fuertemente dependiente de recursos naturales ligados al clima, y los patrones de distribución del ingreso y de la pobreza intensifican los impactos del cambio climático (CC) en países, regiones y grupos de población específicos (Nagy *et al.*, 2006). Honduras, Nicaragua y El Salvador figuran, de acuerdo a esta misma fuente, entre los países más vulnerables al CC en todo Latinoamérica.

La agricultura es causante del 15% de las emisiones antropogénicas globales de dióxido de carbono, del 49% de las de metano, y del 66% de las óxido nitroso. Las actividades causantes de las emisiones son principalmente el cambio en el uso de la tierra (particularmente la deforestación) en el caso del dióxido de carbono, la quema de biomasa, los rumiantes y el cultivo de arroz por inundación para el metano, y el ganado en general (incluyendo la fertilización con estiércol), el uso de fertilizantes nitrogenados y la quema de biomasa para el óxido nitroso (Bruinsma, 2003).

Dada su importante cuota de responsabilidad en las emisiones, es justo por lo tanto que la agricultura contribuya a la disminución de las mismas con mejores prácticas. Pero la agricultura tiene también un importante rol como moderador del CO₂ a través de la fijación de carbono en el suelo y la biomasa. La reducción de la deforestación, la creación de masas forestales mediante la ampliación de las plantaciones, la adopción de prácticas agroforestales, la reducción de la degradación de los suelos y la rehabilitación de los bosques degradados son ejemplos de las medidas que pueden contribuir a la absorción del carbono y contrarrestar así los efectos de las emisiones realizadas en otros lugares (FAO, 2002).

1.4. Impacto ambiental del tabaco

Aunque se trata de un aspecto poco estudiado, los procesos de elaboración del tabaco, sí como algunos aspectos de su consumo, hacen de él un elemento de riesgo medioambiental del que se habla poco.

Su producción está acelerando la deforestación de nuestro planeta, especialmente la de los países en vías de desarrollo. Por otro lado, su uso genera un incremento importante de riesgo de incendios. Las compañías aseguradoras calculan que el 15% de estos desastres se deben al consumo de tabaco, mientras el 25% de los incendios forestales se originan a causa de cigarrillos mal apagados.

Los cigarrillos contienen 4.000 químicos, de los cuales 700 son tan tóxicos que no se nos permite el manejo de la basura. Pero ahora están por todas partes en la tierra, donde la gente los consume a través de la comida y lejos de los cigarrillos. Se van a terminar en el agua, en las plantas y en los cuerpos de seres humanos y animales.

El argumento más fuerte que encontré para dejar de fumar es que – junto con muchas otras actividades humanas – la producción y el consumo de tabaco es responsable de la destrucción del planeta Tierra.

Por cada hectárea de tabaco que se cultiva en Brasil dos hectáreas de selva tropical son quemadas cada año para que se seque. En la actualidad las personas pueden, y lo hacen, una serie de daños irreparables a todas las especies debido a la ganancia monetaria sin tener establecido cualquier castigo. Eso no es justo para los que vengan después de nosotros (o que no sea posible lleguen a producirse después de nosotros). Con la destrucción de los bosques y la pérdida de biodiversidad debido a la erosión, etc cambio climático, más pronto o más tarde la capacidad de los humanos para sobrevivir, desaparecerá – a menos que el desarrollo actual se interrumpa. Creo que cada ser humano es responsable de la vida futura y el futuro como consecuencia del Planeta Tierra. La producción de tabaco es también muy destructiva, ya que implica un alto uso de productos químicos que terminan en el suelo y en el agua en los cuerpos de los trabajadores del sector.

El humo ambiental del tabaco contiene aproximadamente 4.700 componentes químicos, de los cuales al menos 43 se han demostrado tóxicos y carcinogénicos. La población no fumadora está expuesta a estos componentes tóxicos que se emiten en el humo del tabaco de las personas fumadoras.

Numerosos estudios epidemiológicos han puesto de manifiesto los efectos nocivos que el humo ambiental del tabaco tiene para la salud de la población no fumadora. Así, esta población tiene un riesgo aumentado de padecer cáncer de pulmón, enfermedades respiratorias y cardiovasculares. La población infantil acusa ostensiblemente la exposición al humo ambiental del tabaco, sufriendo con más frecuencia dolencias de tipo respiratorio como neumonías y bronquitis, reducción significativa de la función respiratoria, asma y otitis. Asimismo, durante el embarazo y la lactancia se han evidenciado los efectos nocivos del tabaquismo pasivo en la descendencia de madres no fumadoras.

Aspectos comerciales del Tabaco

La producción del tabaco se realiza en más de 100 países del mundo y de ella se obtiene un gran número de variedades como son: Virginia, Burney, oriental en otros.

Los subproductos del tabaco se fabrican a partir de mezclas de distintas variedades, que junto con distintos procesos de secado y fermentación, le dan un sello de calidad que responde a las preferencias de los consumidores.

Del procesamiento de tabaco en hojas (tabaco en rama) se obtiene una amplia variedad de productos; algunos de los más importantes son: Tabaco para fumar: cigarrillos, puros y mezclas de tabacos para pipas, y otros: Tabaco para masticar, tabaco en polvo para inhalar.

La producción mundial de hojas de tabaco pasó de 4,2 millones de toneladas en 1971 a 6,9 millones de toneladas en 1998-2000, en peso seco. Su crecimiento tuvo lugar casi totalmente en los países en desarrollo. Según las proyecciones, la producción mundial llegará a más de 7,1 millones de toneladas en 2010, lo que representa un crecimiento anual del 0,35 por ciento. Sin embargo, se trata de un nivel de producción inferior al nivel sin precedentes de la producción mundial de 1992-1993.

Durante los años 1990 la producción de hojas de tabaco en los países desarrollados disminuyó constantemente, y se prevé que continuará disminuyendo durante el decenio corriente, con una producción total prevista en menos de 1,2 millones de toneladas en 2010.

En los países en desarrollo, sin embargo, la producción de hojas de tabaco debería de continuar aumentando, con una expansión de su participación en la producción mundial de alrededor de 79 por ciento en 1998-2000 a 87 por ciento en 2010. Las proyecciones indican que China seguirá siendo el principal productor mundial con una producción prevista en alrededor de 3 millones de toneladas en 2010, muy superior a la de la India y el Brasil. Malawi y Zimbabwe, aunque exportadores importantes, tienen niveles de producción mucho más bajos (FAO, 2011).

La producción mundial de tabaco esta concentrada geográficamente. Los 4 principales son China, USA, India y Brasil producen casi dos terceras partes y los 20 países más importantes producen más del 90% de la producción mundial en el año 1998.

La producción mundial ha aumentado casi un 30% ente 1975 y 2008, pero entre el año 1980 y 1990 el aumento fue de un 45%, entre el año 1990 y 2000 la disminución fue de un -9%, y ente el año 2000 al 2008 el aumento fue de tan solo un 3% que representa niveles de producción similares a los de los años 90. Por lo anterior la producción en los últimos años se presentado un movimiento cíclico que tiende a el decrecimiento con tasas no mayores a los dígitos. Sin embargo,

el crecimiento experimentado entre 1975 al 2008 no se distribuye uniformemente entre los países productores. Casi todo el crecimiento de la producción procede de los países en desarrollo. Entre 1975 al 2008, la producción en países desarrollados (USA, Italia, Canadá, Japón) disminuyó en 857.921 toneladas que equivale a una pérdida del 62%, mientras que la producción en países en desarrollo aumentó un 70%, el aumento en la producción de tabaco en los países en desarrollo puede atribuirse a varios factores como por ejemplo el aumento de la demanda de cigarrillos, un mayor rendimiento del tabaco y un incremento en la eficacia y la calidad agrícola del tabaco producido.

Se observan con atención casos como Grecia, Japón, Filipinas, R. Corea, Myanmar y México que han visto disminuir su producción por debajo de 40.000 toneladas después del año 2006; paradójicamente algunos de estos países han aumentado su participación en las importaciones; por ello en esta investigación es relevante observar los comportamientos de la producción y las importaciones para sentar bases para determinar la demanda total de tabaco en cada país.

Históricamente China ha sido el mayor productor con una participación anual mayor al 40%. La tasa de crecimiento interanual de China es mayor que la tasa de crecimiento de la producción mundial y la supera por más de 3 puntos cada año.

Se observa una dinámica en la cual los países desarrollados han disminuido la producción como el caso de USA que perdió participación en 2%; mientras países en desarrollo como China, Brasil, India y Malawi han mantenido una participación creciente o sostenida (FAO, 2011).

Conclusiones Parciales

1. La integración de los Sistemas de Gestión de Medio Ambiente, de la Calidad y la Seguridad se presenta como una alternativa válida y necesaria para que las organizaciones puedan afrontar con éxito los retos que les depara el siglo XXI.
2. La incorporación de la gestión ambiental en los procesos productivos tiene el propósito de prevenir, reducir y finalmente eliminar los impactos negativos que estos procesos causan al medio ambiente, asegurando la protección y preservación de los recursos naturales sobre los cuales se sustenta la producción.
3. La metodología de análisis de ciclo de vida sirve como herramienta para evaluar las cargas medioambientales de la producción de tabaco; proporcionando la información necesaria sobre aquellos recursos que son más contaminantes y que emiten poder contrarrestar.

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

En este capítulo se desarrolla la caracterización de la Empresa de Acopio y Beneficio Tabaco Torcido Cienfuegos y se describe la metodología para evaluar el impacto ambiental del ciclo de vida de la producción de tabaco basada en las normas NC-ISO 14 040, NC-ISO 14 041, NC-ISO 14 042 y NC-ISO 14 049.

2.1. Descripción del objeto de estudio

2.1.1. Caracterización de la Empresa de Acopio y Beneficio Tabaco Torcido en Cienfuegos

La Empresa de Acopio y Beneficio Tabaco Torcido Cienfuegos se encuentra en la Ave 60 No. 3104 A e/ 31 y 33 provincia de Cienfuegos, independiente y patrimonio propio, perteneciente al Ministerio de la Agricultura, Grupo TABACUBA con carácter nacional.

La misión y la visión de la empresa están declaradas de la siguiente forma:

MISSION

Producir con calidad, eficiencia y eficacia, tabaco redondo con destino a la exportación y para el consumo nacional, moldes y tablas de rolar, además de lograr altos rendimientos en la cosecha de tabaco en rama.

VISION

Aumentar los índices de producción, la calidad, la rentabilidad, la eficiencia y la eficacia en la confección del tabaco redondo para la exportación y consumo nacional, moldes y tablas de rolar y en la obtención del tabaco agrícola en rama.

OBJETO SOCIAL

- Comercializar de forma de mayorista con otras empresas industriales del Grupo TABACUBA, tabaco torcido en proceso y los excedentes de habilitaciones, cajonería, materias primas, materiales y otros renglones utilizados para la producción de tabaco torcido y sus subproductos, en moneda nacional.
- Producir, acopiar, beneficiar y comercializar de forma mayorista tabaco en rama a la Empresa Comercializadora de Tabaco en Rama “La Vega”, en moneda nacional.
- Producir y comercializar de forma mayorista, semillas y posturas forestales y de frutales, productos forestales, a la base productiva (Unidades Básicas de Producción Cooperativa, Cooperativas de Producción Agropecuaria, de Créditos y Servicios y productores individuales) y a entidades del sistema, en moneda nacional.

- Comercializar de forma mayorista a la base productiva (Unidades Básicas de Producción Cooperativa, Cooperativas de Producción Agropecuaria, de Créditos y Servicios y productores individuales) y a entidades del sistema, medios e insumos para la producción agrícola del tabaco y la Pre-Industria, en moneda nacional.
- Comercializar de forma mayorista, desechos de tabaco para la producción de tabaquina, a entidades del sistema en moneda nacional.
- Prestar servicios de agrotecnia en el cultivo del tabaco, de procesamiento de datos, reparación y mantenimiento a equipos automotores, agrícolas y de riego, preparación de tierras, fumigación y otros servicios productivos, de alquiler de áreas y locales a la base productiva (Unidades Básicas de Producción Cooperativa, Cooperativas de Producción Agropecuaria, de Créditos y Servicios y productores individuales) y a entidades del sistema, en moneda nacional.
- Brindar servicios de fumigación de tabaco, a las empresas industriales del Grupo Empresarial TABACUBA, en moneda nacional.
- Brindar servicios de transportación de carga por vía automotor al sistema del Ministerio de la Agricultura y a terceros, en moneda nacional. A terceros, en los retornos, teniendo la obligación de acudir a las Agencias de Cargas de Municipios y Provincias.
- Producir y comercializar de forma mayorista productos agropecuarios (viandas, hortalizas, granos, frutales, animales de ganado menor y sus carnes) a entidades del sistema y de forma mayorista y/o minorista en el Mercado Agropecuario Estatal, así como los excedentes de forma minorista a los trabajadores de la entidad, todo ello en moneda nacional.
- Comercializar de forma mayorista productos ociosos, a las Empresas de Recuperación de Materias Primas, en moneda nacional.
- Producir y comercializar de forma mayorista, materiales alternativos de construcción a entidades del sistema, en moneda nacional.
- Brindar servicios de construcción, reparación y mantenimiento de obras menores a entidades del sistema y de viviendas para los trabajadores de la entidad, en moneda nacional.
- Producir y comercializar de forma minorista a sus trabajadores, alimentos elaborados en el centro de elaboración propio de la empresa, en moneda nacional.
- Brindar servicios de comedor y cafetería a los trabajadores de la entidad, en moneda nacional.
- Brindar servicios de recreación a los trabajadores del sistema en moneda nacional, en las instalaciones ya existentes con que cuenta la Empresa.
- Producir y comercializar de forma mayorista envases corrientes, moldes, tablas de rolar, tablas entrecamadas, láminas, complementos para los envases, roderos y mini roderos a las entidades

del Grupo Empresarial TABACUBA en pesos cubanos y a las empresas mixtas del esquema de tabaco en pesos convertibles, según nomenclatura aprobada por el Ministerio del Comercio Interior.

Producir y comercializar de forma mayorista artículos de madera a partir de residuos, incluyendo muebles, en pesos cubanos, según nomenclatura aprobada por el Ministerio del Comercio Interior.

2.1.2. Macrolocalización del proyecto

La Empresa de Acopio y Beneficio Tabaco Torcido Cienfuegos se rige a partir de las indicaciones y recomendaciones del Ministerio de la Agricultura y al Grupo TABACUBA su misión es producir con calidad, eficiencia y eficacia, tabaco redondo con destino a la exportación y para el consumo nacional.

Su atención en sistemas de dirección y trabajo con los cuadros, utilizan la dirección por objetivos, puestos claves y las tareas para poder garantizar el cumplimiento de los mismos, estos objetivos son revisados mensualmente y todos los cuadros son evaluados por el cumplimiento de estos objetivos. La misma es producir tabaco superando estrictos controles de calidad antes de su salida al mercado nacional y al turismo. Además es producir y comercializar de forma mayorista semillas, posturas de tabaco, sustratos y medios biológicos a la base productiva (Unidades Básicas de Producción Cooperativa, Cooperativas de Producción Agropecuaria, de Créditos y Servicios y productores individuales) y a entidades del sistema, en moneda nacional. Se trabaja en la preparación de nuestros cuadros con capacitación permanente con rotación por la base productiva, el auto preparación a través del estudio de documentos orientados.

El Nivel de Escolaridad de los trabajadores está compuesto por:

Nivel Superior: 12

Técnicos Medios: 19

Obreros Calificados: 1

Otro Nivel de Escolaridad: 3

El capital humano de la Empresa de Acopio y Beneficio Tabaco Torcido Cienfuegos es el siguiente:

La cifra total de trabajadores de la empresa alcanza de 35 (ver Figura 2.1):

- Administrativo 1, que representa el 3 %

- Ejecutivo 10, que representa el 29 %
- Técnicos 20, que representa el 57 %
- Obreros 4, que representan el 11 %

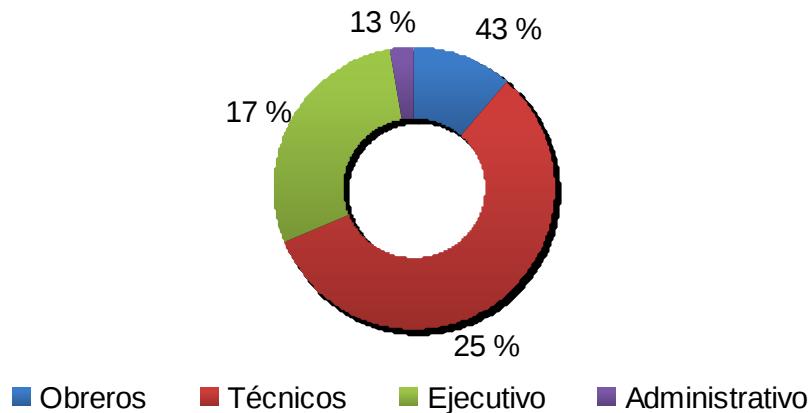


Figura 2.1 Diagrama representativo del Capital Humano de la Empresa de Acopio y Beneficio Tabaco Torcido Cienfuegos.

2.1.3. Microlocalización del proyecto

La Empresa de Acopio y Beneficio Tabaco Torcido Cienfuegos cuenta con cinco Unidades Empresarial de Base ubicadas a distante unas de otras como en Cumanayagua, La CEN, Cruces, Lajas y en Cienfuegos se realiza este estudio.

2.1.4. Descripción de la UEB

La UEB Tabaco Torcido de Cienfuegos se encuentra ubicada en Ave 60 No. 5103 e/ 51y 53 en la parte urbana de la Ciudad de Cienfuegos en edificaciones reparadas que ocupan un área de más de 1200 m².

El nivel de escolaridad de la unidad, se puede visualizar en el siguiente gráfico (ver Figura 2.2):

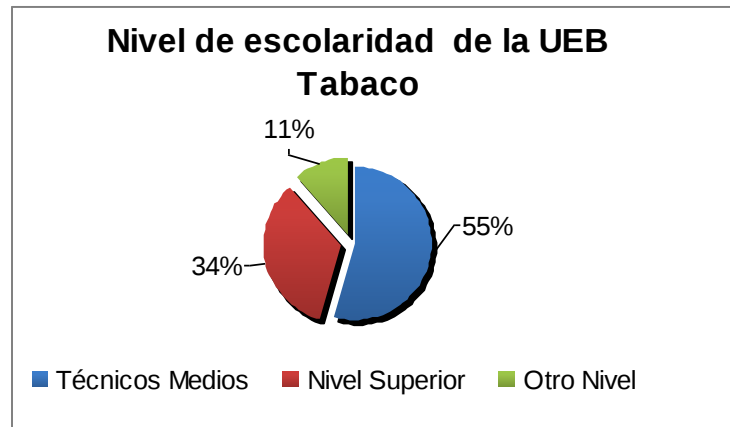


Figura 2.2. Gráfico representativo de los trabajadores en la Unidad de Tabaco Torcido Cienfuegos.

Caracterización de la UEB Tabaco Torcido:

Misión: Producir con calidad, eficiencia y eficacia tabaco redondo con destino a la exportación y para el consumo nacional.

Visión: Aumentar los índices de producción, calidad, rentabilidad, eficiencia y la eficacia en la confección del tabaco redondo para la exportación y el consumo nacional.

La UEB consiste en las siguientes áreas: un almacén receptor, un área de despalillo y clasificado, el área de humectado y secado, despacho, galera de torcido, local de calidad, una cámara de clima llamada escaparate, el local clasificado y terminado, así como la infraestructura administrativa y de servicios.

2.2. Procedimiento de Análisis de Ciclo de Vida

De acuerdo con la metodología propuesta por la normativa NC- ISO 14040,1999 el ACV puede dividirse en cuatro fases: objetivos y alcance del estudio, análisis del inventario, análisis del impacto e interpretación.

En la Figura 2.3 se ilustran las conexiones entre estos cuatro pasos y se puede reconocer que se trata de un proceso iterativo, el cual permite incrementar el nivel de detalle en sucesivas iteraciones. A continuación se describe cada una de las etapas básicas para el desarrollo de la herramienta de ACV según se muestra en las normas NC-ISO 14 040, NC-ISO 14 041, NC-ISO 14 042 y NC-ISO 14 043.

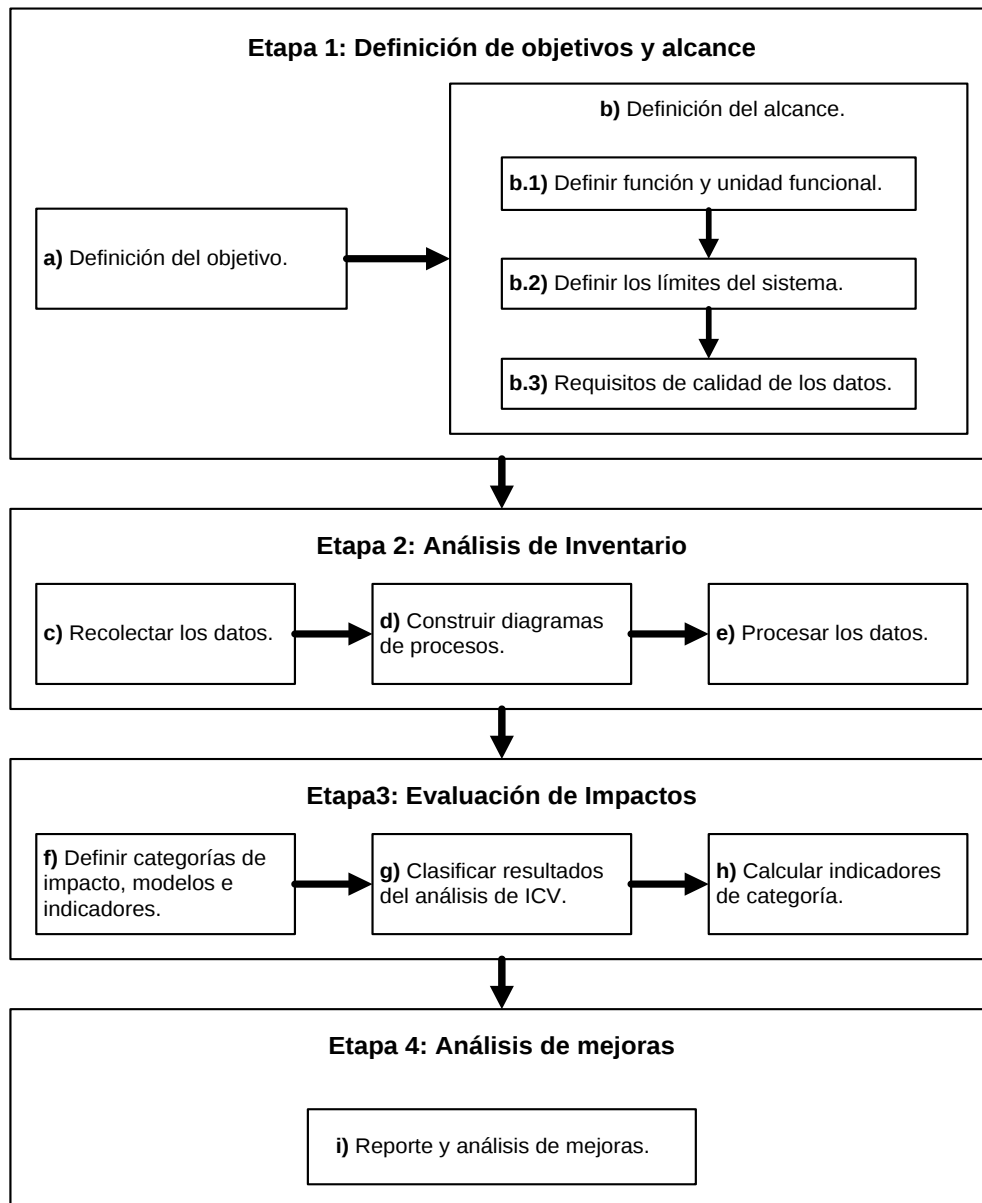


Figura 2.3. Etapas de la metodología ACV. Fuente: (Díaz, 2009).

2.2.1. Definición de los objetivos y alcance

En esta primera etapa deben definirse claramente el objetivo y alcance del estudio de ACV, de modo que sean consistentes con la aplicación que se persigue; para lo cual deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos en el orden que se plantean.

A) Definir el objetivo del estudio.

El objetivo de un estudio de ACV debe indicar la aplicación pretendida, las razones para realizar el estudio y el destinatario previsto, es decir, a quién se van a comunicar los resultados del estudio.

En la definición del objetivo deben tenerse en cuenta los siguientes requisitos:

- La aplicación y las audiencias proyectadas se describen en forma clara.
- Las razones para la ejecución del estudio deben ser explicadas claramente. ¿Está el encargado o el actor tratando de comprobar algo? ¿Es la intención del encargado sólo suministrar información?, etc.

B) El alcance debe estar suficientemente bien definido para asegurar que la amplitud, profundidad y detalle del estudio son compatibles y suficientes para alcanzar el objetivo del mismo.

En la definición del alcance de un estudio de ACV se debe considerar y describir claramente: la unidad funcional, el sistema producto a estudiar, los límites del sistema-producto, los procedimientos de asignación; los tipos de impacto y la metodología de evaluación de impacto, así como la consiguiente interpretación a utilizar; los requisitos iniciales de calidad de los datos.

Definir función y unidad funcional

La unidad funcional define la cuantificación de estas funciones identificadas, debe ser consistente con el objetivo y alcance del estudio.

2.2.2. Análisis de Inventario

El análisis del inventario comprende la obtención de datos y los procedimientos de cálculo para cuantificar las entradas y salidas relevantes de un sistema producto. Esas entradas y salidas pueden incluir el uso de recursos y las emisiones al aire, agua y suelo asociadas con el sistema. Las interpretaciones pueden obtenerse de esos datos, dependiendo de los objetivos y alcance del ACV.

Los datos cualitativos y cuantitativos para su consideración en el inventario deben obtenerse para cada proceso unitario incluido dentro de los límites del sistema. Los procedimientos utilizados para la obtención de los datos pueden variar dependiendo del alcance, proceso unitario o aplicación del estudio. Las limitaciones prácticas en la obtención de los datos deben considerarse en el alcance y reflejarse en el informe.

C) Recolectar los datos

La compilación de los datos exige un conocimiento completo de cada proceso unitario. Para evitar los conteos dobles o los olvidos, la descripción de cada proceso unitario debe ser registrada. Esto implica una descripción cuantitativa y cualitativa de las entradas y de las salidas necesarias para determinar el inicio o el fin del proceso unitario, así como la función del proceso unitario. Cuando el proceso unitario tiene entradas múltiples (por ejemplo, entradas múltiples de efluentes hacia una instalación de tratamiento de agua) o salidas múltiples, los datos que conciernen a los procedimientos de asignación deben ser documentadas y comunicadas. Las entradas y salidas de energía deben ser cuantificadas en unidades de energía. En su caso, la masa o el volumen de combustible deben igualmente ser cuantificados en la medida de lo posible.

Para los datos compilados de documentos publicados que son significativos para las conclusiones del estudio, es necesario hacer referencia a los documentos publicados que dan precisiones sobre el procedimiento de compilación de los datos.

D) Construir los diagramas de procesos

Partiendo del principio que los procesos fluyen siempre a otros procesos o al entorno ambiental, trazar un diagrama de flujo inicial del proceso, permite que de forma gráfica se aprecien los flujos del sistema con todas sus entradas y salidas más relevantes, reuniéndose, de este modo, los datos necesarios. Se recomienda describir inicialmente cada proceso unitario para definir:

- Dónde comienza el proceso unitario, en términos de recepción de las materias primas o de los productos intermedios;
- La naturaleza de las transformaciones y operaciones que ocurren como parte del proceso unitario; y
- Dónde termina el proceso unitario, en términos del destino de los productos intermedios y finales.

Es conveniente decidir cuáles entradas y salidas de datos son trazadas a otros sistemas producto, incluyendo las decisiones acerca de las asignaciones. Se recomienda describir el sistema con suficiente detalle y claridad para permitir a otro realizador reproducir el inventario. Las principales categorías de entradas y de salidas cuantificadas para cada proceso unitario dentro de los límites del sistema son:

- Entradas de energía, entradas de materias primas, entradas auxiliares, otras entradas físicas;
- Productos;

- Emisiones al aire, emisiones al agua, emisiones al suelo, otros aspectos ambientales.

Es conveniente considerar estas categorías de datos cuando se decide aquellas que serán utilizadas en el estudio además de detallar ampliamente las categorías de datos individuales para satisfacer el objetivo del estudio.

Las entradas y salidas de energía deben ser tratadas como cualquier otra entrada o salida de un ACV.

Las entradas y salidas de energía comprenden varios tipos: las entradas y salidas vinculadas a la producción y a la entrega de combustibles, energía de alimentación y energía de procesos utilizada dentro del sistema modelado.

Las emisiones al aire, al agua o al suelo representan a menudo descargas desde fuentes puntuales o difusas, después de pasar a través de dispositivos de control de emisiones. Esta categoría debe comprender, cuando son significativas, las emisiones fugitivas. Pueden ser utilizados parámetros indicadores, por ejemplo, demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

E) Procesar los datos.

Cuando se concluye la compilación de los datos, son necesarios procedimientos de cálculo con el fin de producir los resultados del inventario del modelo definido para cada proceso unitario y para la unidad funcional del sistema producto a modelar. A continuación se dan algunas consideraciones importantes sobre los procedimientos de cálculo:

- Los procedimientos de asignación son necesarios cuando se trabaja con sistemas que impliquen varios productos (ej. productos múltiples de la refinación de petróleo). Los flujos de materia y energía, así como las emisiones al ambiente asociadas deben asignarse a los diferentes productos de acuerdo con procedimientos claramente establecidos, que deben ser documentados y justificados.

- El cálculo del flujo de energía debería considerar los diferentes combustibles y fuentes de electricidad utilizados, la eficiencia de conversión y distribución del flujo de energía, así como las entradas y salidas asociadas a la generación y uso de dicho flujo de energía. Si no se conocen todos los datos del proceso se recomienda realizar balances de masa en cada etapa del proceso hasta contar con toda la información necesaria para el posterior desarrollo de la investigación.

2.2.3. Evaluación del impacto ambiental

Este tercer elemento del ACV, tiene por objetivo valorar los resultados del análisis del inventario del producto o servicio en cuestión, cuantificando los posibles impactos medioambientales. Consta de una fase técnica, considerada obligatoria por la metodología y, otra opcional (de carácter político), por parte del interesado del proyecto. Los resultados tienen un valor informativo añadido para la toma de decisiones.

Como puede observarse en la Figura 2.4, propuesta por la NC-ISO 14 042:2001, en esta fase de la metodología del ACV se identifica como obligatorio, cumplir los tres pasos siguientes: selección y definición de las categorías de impacto, incluyendo los indicadores de categoría y modelos de valoración utilizados; clasificación de los resultados del análisis del inventario conocido como la fase de clasificación y el cálculo de los indicadores de categoría, conociéndose este paso como caracterización. Todos estos elementos se describen de forma sintética a continuación, a la vez que se muestran algunos modelos utilizados para el cálculo de los indicadores de categorías e impacto.

Así mismo, con respecto a los elementos opcionales e informaciones, mientras sean optativos, también se hacen algunas consideraciones de importancia y pasos a seguir para su elaboración.

F) Definir categorías de impacto, indicadores de la categoría y modelos de estimación.

Estos efectos serán seleccionados y definidos teniendo en cuenta el potencial impacto que pueda generar el sistema o producto en estudio, de hecho, éstos son los objetivos y alcance del ACV.

Las categorías de impactos medioambientales se agrupan según parámetros asociados a los flujos de entrada y salida del sistema. Estas categorías, a su vez, tendrán distintos ámbitos de actuación: global, regional o local.

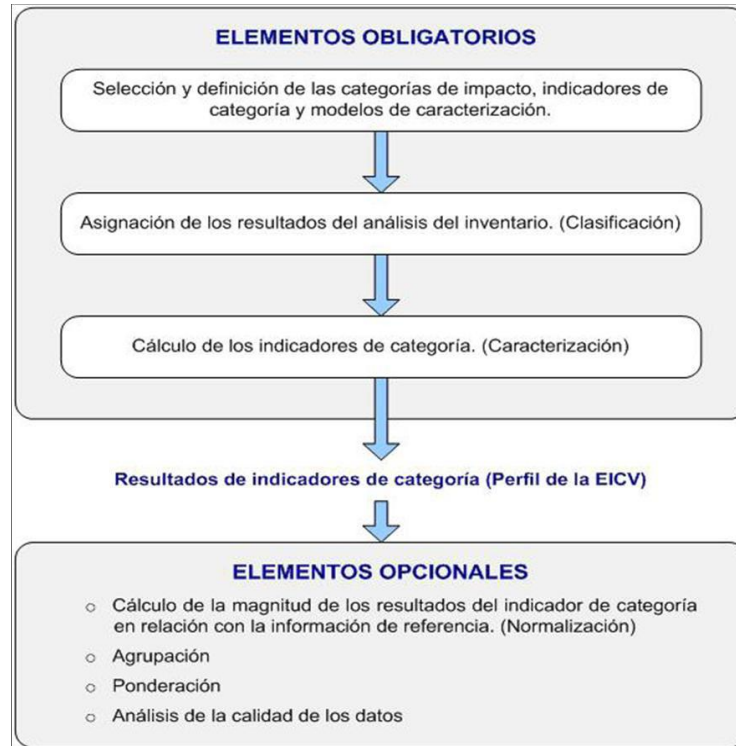


Figura 2.4. Elementos que componen la valoración del impacto del ACV.

Fuente: (NC ISO 14 042: 2001)

G) Clasificar resultados del análisis del inventario.

El procedimiento consiste en identificar y correlacionar todas las cargas ambientales a una o más categorías de impactos potenciales, es un procedimiento de rutina que se asigna a la totalidad de las cargas ambientales del sistema analizado.

La fase puede incluir, entre otros, elementos como:

- Asignación de los datos del inventario a categorías de impacto (clasificación);
- Modelación de los datos del inventario dentro de categorías de impacto (caracterización);
- Posible agregación de los resultados en casos concretos y sólo cuando proceda (valoración).

H) Calcular los indicadores de categoría.

El último paso a seguir se conoce como Caracterización, el cual se lleva a cabo mediante la aplicación de los factores de caracterización a fin de establecer el perfil medioambiental del sistema estudiado. Según la metodología, después de clasificada o asignada todas las cargas

ambientales del sistema a determinadas categorías de impacto, seleccionadas según los objetivos del estudio, será necesario realizar la cuantificación de la referida categoría. Así, asignados (fase de clasificación del ACV) las sustancias contaminantes a un determinado modelo de categoría de impacto, todas las sustancias que contribuyen a esta categoría serán reducidas a una única sustancia de referencia y que servirá de base de agregación de todos los resultados en esta categoría de impacto.

2.3. Método para evaluar el impacto ambiental

El método de evaluación que se utilizó fue el Impact 2002+, con el empleo del software SimaPro v. 7.1, metodología originalmente desarrollada en el Instituto Suizo Federal de Tecnología, que propone una implementación factible de una aproximación combinada de categorías de punto intermedio y daños, vincula todos los tipos de resultados del inventario de ciclo de vida con cuatro daños de categorías (salud humana, calidad del ecosistema, cambio climático y recursos) a través de 14 puntos intermedios. Las categorías fueron relacionadas como se muestra en la Figura 2.5.

Caracterización

Los factores de caracterización de daños pueden ser obtenidos al multiplicar el punto intermedio potencial de caracterización con los factores de caracterización de daño de las sustancias de referencia.

Para la caracterización se utilizó la siguiente fórmula:

$$S_j = \sum_i Q_{ji} m_i$$

Donde:

S_j : Resultado del indicador

j : Categoría de impacto

m_i : Tamaño de la intervención de tipo i (masa de una sustancia emitida)

Q_{ji} : Factor de caracterización que relaciona la intervención i con la categoría j .

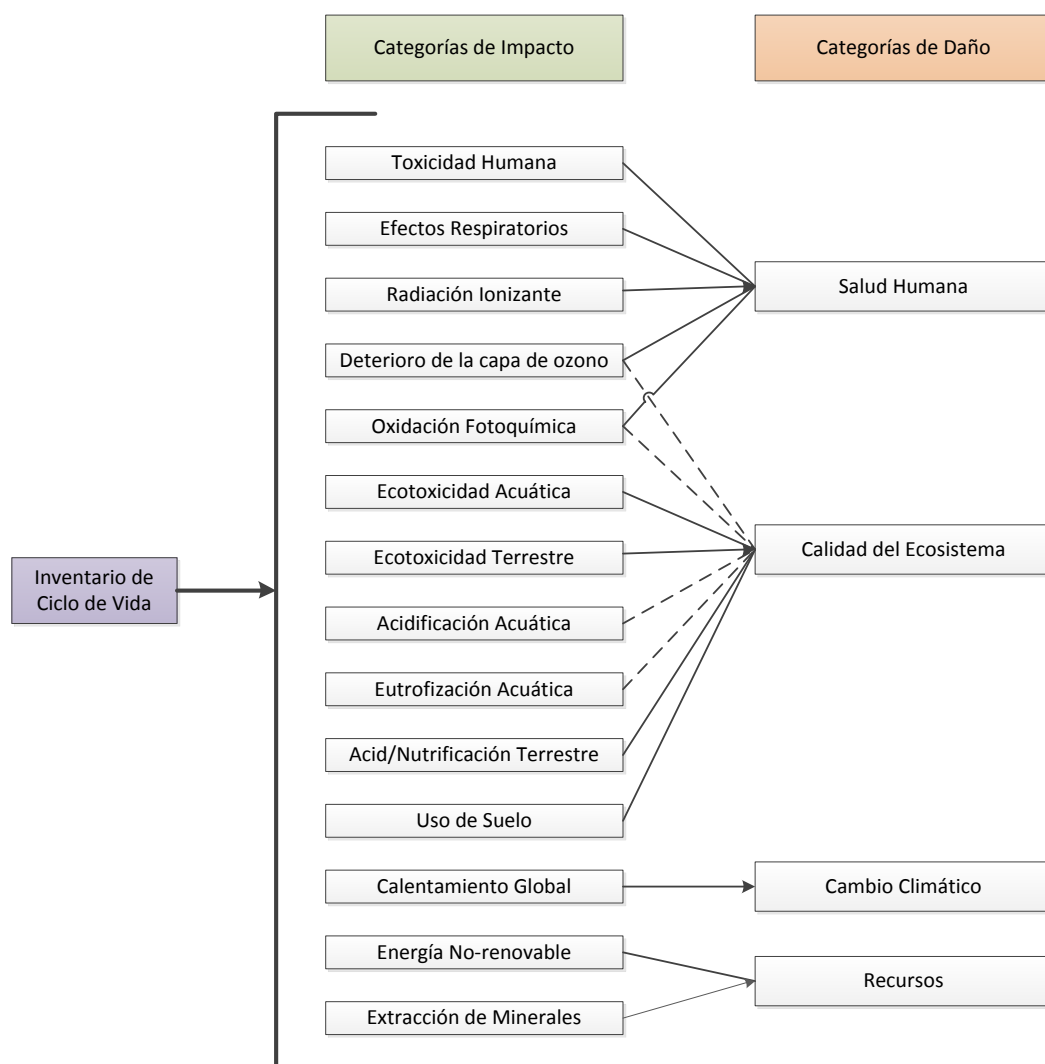


Figura 2.5. Relación de categorías de impacto con categorías de daño (Jolliet et al., 2003).

En la Tabla 2.1 se muestran las sustancias de referencia que fueron utilizadas para el cálculo de las categorías de impacto, y en la Tabla 2.2 se muestra la unidad de medida de las categorías de daño.

Tabla 2.1. Sustancias de referencia de las categorías de impacto (Jolliet et al., 2003).

Categorías de Impacto	Sustancia de referencia
Efectos Carcinogénicos	kg eqcloroetileno en aire
Efectos No-Carcinogénicos	
Respiración de Sustancias Inorgánicas	kgeq PM2.5 en aire

Radiación Ionizante	Bqeq carbono-14 en aire
Deterioro de la Capa de Ozono	kgeq CFC-11 en aire
Respiración de Sustancias Orgánicas	kgeq etileno en aire
Eco-toxicidad Acuática	kg eq trietileno glicol en agua
Eco-toxicidad Terrestre	
Acidificación y Nutricación Terrestre	kgeq SO ₂ en aire
Acidificación Acuática	
Eutrofización Acuática	kgeq PO ₄ en agua
Uso del Suelo	m ² eq suelo ocupado al año
Calentamiento Global	kgeq CO ₂ en aire
Energías No-Renovables	MJ total energía no-renovable primaria
Extracción de Minerales	MJ energía adicional

Tabla 2.2 Unidad de Medida de las categorías de daño (Jolliet *et al.*, 2003).

Categorías de Daño	Unidad de Medida
Salud Humana	DALY (años de vida sometidos a una discapacidad)
Calidad del Ecosistema	PDF * m ² * yr (fracción de especies afectadas potencialmente)
Cambio Climático	kgeq CO ₂ en aire
Recursos	MJ

Normalización

La idea de normalización es analizar la parte respectiva de cada impacto al daño total por aplicar factores de normalización a puntos intermedios o clases de impactos de daños para facilitar la interpretación. El factor normalizado es determinado por el radio de impacto por unidad de emisiones dividido por el total de impactos de todas las sustancias de la categoría específica para la cual existen factores de caracterización, por persona por año. La unidad de todos los factores de punto intermedio o daño normalizado es por lo tanto el número de personas equivalentes afectadas durante un año por unidad de emisión.

La fórmula general para la normalización es:

$$N = \frac{RI_{cat}}{VR_{cat}}$$

Donde:

RI_{cat} : Resultado obtenido de cada categoría de año

VR_{cat} : Valor de referencia

Ponderación

En la ponderación se emplearon los valores de los eco-indicadores, y se tomó como base el punto Ecoindicador (Pt), donde el valor de 1 Pt representa la centésima parte de la carga ambiental anual de un ciudadano medio.

2.3.1. Fases del método Delphi

Los pasos que se llevaron a cabo para garantizar la calidad de los resultados, para lanzar y analizar el método Delphi fueron los siguientes:

Fase 1: Formulación del problema

En este paso se definieron los elementos básicos del trabajo, el objetivo a alcanzar, la situación actual y los componentes o elementos necesarios para llevar a cabo el trabajo.

Fase 2: Elección de expertos

En la identificación se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: la relevancia de sus trabajos, la posición que ocupan, disposición a participar, experiencia científica y profesional en el tema, capacidad de análisis y pensamiento lógico y espíritu de colectivismo.

Para la selección de los expertos se determinó la cantidad (n) y la correspondencia de los aspirantes atendiendo a los criterios antes mencionados.

El número de expertos se calculó por la siguiente expresión:

$$n = \frac{p(1-p)K}{i^2}$$

Donde:

K: constante que depende del nivel de significación estadística (1- α).

p: proporción de error que se comete al hacer estimaciones del problema con n expertos.

i: precisión del experimento. (≤ 12)

Fase 3: Elaboración y lanzamiento de los cuestionarios.

Los cuestionarios se elaboraron de manera que facilitaran, en la medida en que una investigación de estas características lo permite, la respuesta por parte de los consultados.

Fase 4: Procesamiento de los resultados

Para realizar el procesamiento de la información se tuvieron en cuenta el tipo de pregunta, ya sea cuantitativa o cualitativa.

Para medir el grado de concordancia de los expertos se procesó la información con el paquete estadístico SPSS v. 15.0, y se tuvo en cuenta el criterio

Si $W = 0$ No hay comunidad de preferencia.

Si $W = 1$ Existe concordancia perfecta.

En la determinación de la comunidad de preferencia de los expertos se plantearon las hipótesis:

H_0 : No hay comunidad de preferencia entre los expertos.

H_1 : Existe comunidad de preferencia entre los expertos.

El valor de probabilidad se comparó con un nivel de confianza del 95 % ($\alpha=0.05$), tomando como criterio que si Valor de $P < 0.05$ se acepta la hipótesis alternativa.

2.3.2. Cálculo del sistema de iluminación

Para el cálculo del sistema de iluminación general se utilizó el método de los lúmenes por el modelo:

$$NI = \frac{No.de\ lámparas * FL * Cu * FM}{S}$$

Donde:

NI: Nivel de iluminación requerido o calculado.

FL: Flujo luminoso de la lámpara seleccionada.

Cu: Coeficiente de utilización.

FM: Factor de conservación o mantenimiento.

S: Superficie que se debe iluminar m².

Para determinar el Cu se calculó la relación del local RL.

$$Rl = \frac{a * b}{h * (a + b)}$$

Donde:

a: largo

b: ancho

h: Altura del plano de trabajo al techo.

h = hl – hpt

hl: altura de la lámpara.

hpt: altura del puesto de trabajo.

Para la iluminación localizada se utilizó el método de punto por punto utilizando los modelos:

$$\text{En el plano horizontal: } E_H = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{H^2}$$

$$\text{En el plano vertical: } E_V = \frac{I \cdot \cos^2 \alpha \cdot \text{sen} \alpha}{H^2}$$

Donde:

E_H: nivel de iluminación en un punto de una superficie horizontal (en Lux)

E_v : nivel de iluminación en un punto de una superficie vertical (en Lux)

I : intensidad de flujo luminoso según la dirección del punto a la fuente. Puede obtenerse de los diagramas polares de la luminaria o de la matriz de intensidades que generalmente proporciona el fabricante de luminarias (en candelas)

α : ángulo formado por el rayo luminoso y la vertical que pasa por la luminaria

H : altura del plano de trabajo a la lámpara (en m).

Los valores necesarios para los cálculos anteriores se sacaron de las tablas según la NC1 9-01-11: 1981.

2.4. Valoración de alternativas de mejora ambiental

En esta última fase los resultados anteriores fueron reunidos, estructurados y analizados, 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 la valoración de alternativas se determinaron:

- Principales emisiones y desechos producidos durante el ciclo de vida del producto.
- Posibles problemas ambientales potenciales.
- Soluciones dadas para la minimización o tratamiento de estos residuos y desechos.
- Verificación de la disminución del impacto.

Conclusiones Parciales

1. Se caracterizó la Empresa de Tabaco Cienfuegos, y la UEB Tabaco Torcido Nacional Quintero determinándose que la misma cumplen con su misión y visión, siendo unas de las unidades líderes de la fabricación de tabaco torcido.
2. Es posible analizar el ciclo de vida de la producción de tabaco torcido y valorar variantes de mejoras ambientales utilizando la metodología propuesta por la serie NC-ISO 14 040 y aplicando el software Simapro 7.1 con otros métodos empíricos.

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se desarrolla la metodología propuesta para evaluar el impacto ambiental del ciclo de vida de la producción de tabaco en la UEB Tabaco Torcido Cienfuegos, se elabora el inventario del ciclo de vida de la producción de tabaco, se identifican las categorías de impactos y de daño más afectadas de la producción tabaco, valorándose variantes de mejoras que disminuyan el impacto ambiental del ciclo de vida de la producción tabaco.

3.1. Definición de objetivos y alcance

➤ Funciones del sistema estudiado

El uso final del producto para el consumo humano

➤ Unidad funcional

La unidad funcional de este Análisis del Ciclo de Vida es una tonelada de tabaco, según la información de la UEB Tabaco Torcido Cienfuegos.

➤ Definición de los límites del sistema

Los límites del sistema se definen según la información que se tiene y los objetivos que se pretenden alcanzar definidas anteriormente.

➤ Límites geográficos

El Análisis de Ciclo de Vida realizado se limita a la producción de tabaco en la UEB Tabaco Torcido perteneciente al municipio de Cienfuegos.

➤ Límites temporales

El horizonte temporal considerado es el año 2012.

➤ Etapas excluidas del análisis

Para este estudio quedan excluidas: las cargas ambientales relativas debido a los medicamentos, medios de transporte para la distribución de los animales, utensilios empleados para la manipulación en las naves y el uso final de los residuales.

Se ha incluido los sistemas de tratamiento de residuales como parte del proceso debido a las afectaciones que generan los residuos al medio ambiente.

➤ Calidad de los datos

Los datos han sido recogidos en las unidades objetos de estudio vinculado al proceso. Se seleccionó el proceso de la producción de tabaco por la importancia que tienen sus emisiones para el medio ambiente.

3.2. Descripción del proceso de la producción de tabaco quintero nacional

Traslado de la Materia Prima de Aseguramiento a la Fábrica de Tabacos Torcido Cienfuegos en un camión marca ZIL con un consumo de 3lts/ km de diesel.

1. **Recepción:** Al llegar la Materia Prima a la Fábrica (hojas de tabaco) se le realiza una inspección de la calidad según los términos y definiciones dados en:

- NC ISO 2859-1:2003 Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos. Parte 1: Esquemas de muestreo indexado por el nivel de calidad aceptable (NCA) para la inspección lote a lote.
- NC ISO 9000:2005 Sistemas de Gestión de la Calidad. Fundamentos y Vocabulario.
- NC 88-49: 84 Tabaco y sus productos. Términos y definiciones.

Equipos y materiales que se utilizan durante el proceso de inspección por muestreo de aceptación de la materia prima y materiales los equipos, medios o instrumentos de medición siguientes: Pie de rey, Plantilla de referencia, Balanza o Báscula, Determinador de humedad, Escuadra, Lupa.

Las materias primas y materiales rechazados, se separan del resto de los productos y se almacenan en un área definida como: “Área de Producto No Conforme” para prevenir su uso o entrega no intencional.

En el Anexo 4 se muestra el diagrama de SIPOC de la producción de tabaco en la fábrica.

1. Almacenamiento

Al recibirse la materia prima o materiales, se realiza la inspección por muestreo de aceptación; anotando los resultados en el registro R (PC-01) A “*Control de la calidad*”.

La materia prima (hojas de tabaco) se fumiga con fosfamina, basándose en lo establecido en:

- NEAG 1706-01:2000 Cámaras al vacío. Proceso de fumigación.
- NEAG 1706-02:2000 Fumigación bajo mantas. Proceso de fumigación.
- Manual técnico control de plagas del tabaco post-cosecha de IIT/2008.

2. Despalillo y clasificado de las capas

Se extrae la vena central a las hojas de capas, se cuentan las hojas de cada gavilla para garantizar un número exacto de hojas 40 o 50 Hojas según clase, después se planchan y se forman grupos de hojas o planchas con dos gavillas las puntas de las hojas se doblan hacia la base y se guardan en cajas herméticas, la humedad para despalillar las capas es de 30 a 38 %.

3. Despacho esta área cuenta con 6 trabajadores que son los encargados de pesar la materia prima ya clasificada y preparar la ligada según vitolas, las mismas son entregadas a las torcedoras según el plan de producción del día.
4. Elaboración del tabaco, la fábrica cuenta con dos galeras con 52 tabaqueros de ellos 38 para el tabaco torcido de exportación y 24 consumo nacional. Los pasos que se siguen para la elaboración del tabaco torcido son:
 1. Elaboración del bonche.
 2. Medición del tiro.
 3. Pasado de capas.
 4. Formación de la perilla.
 5. Terminación.
5. Una vez terminado el tabaco pasa al departamento de calidad, cuenta con 3 trabajadores dos técnicos y una especialista principal los mismos controlan los siguientes parámetros al producto: masa, diámetro, longitud, rotura, capa, perilla, dureza, fofos, bonches pronunciados, boquilla, tabaco deforme tiro, empalme a la mano, retorcido, ligada incorrecta, calzo fuera de lugar. Según lo establece la NC ISO 2859-1:2003 Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos. Parte 1: Esquemas de muestreo indexado por el nivel de calidad aceptable (NCA) para la inspección lote a lote, NC ISO 9000:2005 Sistemas de Gestión de la Calidad. Fundamentos y Vocabulario, NC 88-49: 84 Tabaco y sus productos. Términos y definiciones.

Materiales de trabajo del departamento de calidad: Balanza, Cepo, Regla Graduada, Determinador de humedad, Plantilla de referencia, Pies de rey, Metralleta, Maquina de tiro.

6. Desecado de los tabacos (Escaparate)

Con el objetivo de homogenizar la humedad de los tabacos torcidos y llevar la misma hasta el nivel que permita su posterior envasado sin que sean afectados por los mohos, se guardan en mini rodeos o en gavetas dentro del estante, las vitolas de grandes dimensiones y los tabacos figurados se colocan de forma horizontal y los de menores dimensiones en forma vertical con las perillas hacia arriba, los tabacos torcidos se colocan bien identificados con la vitola y la fecha de

fumigación y las condiciones ambientales del escaparate son, humedad 65 al 70%, temperatura de 16 a 18 °C. Los tabacos torcidos permanecen en el escaparate por un tiempo mínimo de 5 días, al terminar el tiempo de escaparate los tabacos torcidos deben poseer una humedad de 14 a 16%.

7. Terminado del tabaco.

En esta etapa se realizan las siguientes actividades:

1. Anillado, operación donde se coloca el anillo o cintillo que identifica la marca comercial de los tabacos torcidos, y después se conforman mazos de 25 a los que se les pone una faja o banda.

3. Embalaje en cajas de cartón corrugado.

4. Almacenamiento del producto terminado bajo las siguientes condiciones: temperatura de la nevera entre 16 a 18°C, humedad de la nevera entre 65 a 70%, separación del piso a 10 cm como mínimo, separación a 30 cm entre estibas como mínimo, separación de las paredes a 60 cm como mínimo, separación del techo a 100 cm. En este proceso se le realiza una inspección según el Manual de procedimiento de la política de calidad a las siguientes características:

1. Estado del embalaje y estado de la marcación.
2. Estado del etiquetado y estado del envasado.
3. Uniformidad (a golpe de vista).
4. Aspecto exterior y consistencia.
5. Peso, Humedad, Moho y Plagas.

El producto terminado se transporta en un Camión Zil a la UEB de Aseguramiento, quien se encarga de la venta y distribución del mismo.

En el Anexo 5 se muestra el diagrama de flujo de la producción de tabaco en la fábrica objeto de estudio.

3.3. Evaluación del ciclo de vida del tabaco

En la evaluación de impacto ambiental del ciclo de vida de la producción de tabaco se determinó que las categorías de impacto más afectadas son: las energías no-renovables en un 37.27% el calentamiento global en un 33.83%, y la respiración de inorgánicos en un 27.36% (ver Figura 3.1).

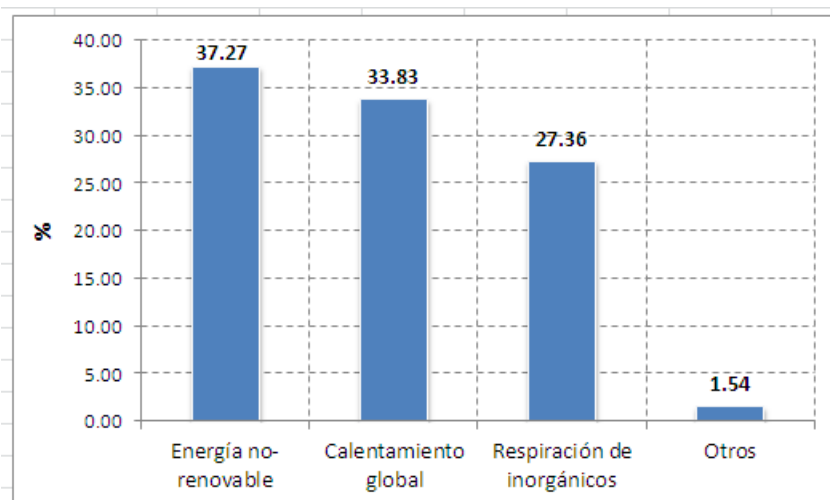


Figura 3.1. Gráfico del porcentaje que representan las categorías de impacto.

En la Figura 3.2 se representan las categorías de daños más afectadas, que son daño a los recursos en un 37.27%, cambio climático en un 33.83%, daño a la salud humana en un 27.89 % y a la calidad del ecosistema en un 1.01%.

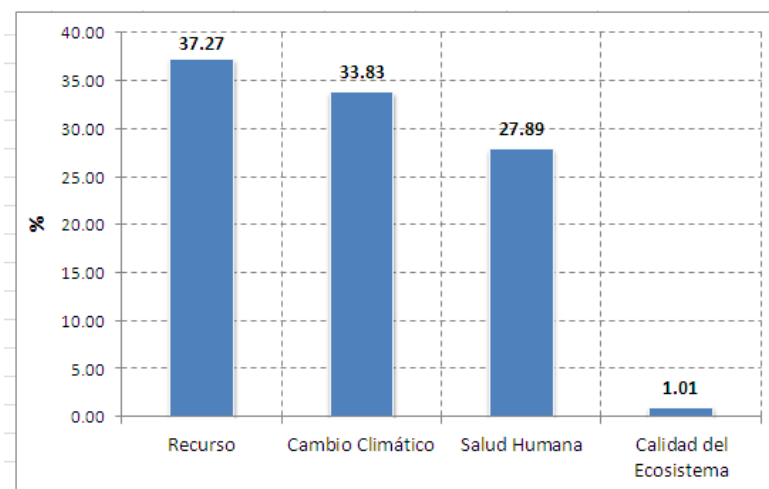


Figura 3.2. Gráfico del porcentaje que representan las categorías de daño.

En la Tabla 3.1 se muestran las principales emisiones del ciclo de vida del tabaco que contribuyen al impacto a las categorías calentamiento global y respiración de inorgánicos. Las emisiones que están asociadas al calentamiento global se deben principalmente por el consumo de energía y las emisiones que contribuyen a la respiración de inorgánicos están asociadas principalmente con la aplicación de fertilizantes en la fase agrícola como planteó De León (2009).

Tabla 3.1. Emisiones que contribuyen a las categorías calentamiento global y respiración de inorgánicos.

	Emisiones	kg eq PM2.5
Respiración de Inorgánicos	Óxidos de Azufre (SO _x)	4.27
	Óxidos de Nitrógeno (NO _x)	3.65
	Partículas <10 um	0.80
		kg eq de CO₂
Calentamiento Global	Dióxido de Carbono (CO ₂)	9201.86
	Monóxido de Dinitrógeno (N ₂ O)	1702.77
	Metano (CH ₄)	270.50

En la Figura 3.3 se muestra el por ciento en el que contribuyen al impacto ambiental los insumos de la producción de tabaco en la fábrica a partir del mismo se determinó que la electricidad y los insumos que provienen de la fase agrícola (fortalez, capote y picadura) son los causantes del 95.85% del impacto, y el consumo de gas refrigerante el 3.64%.

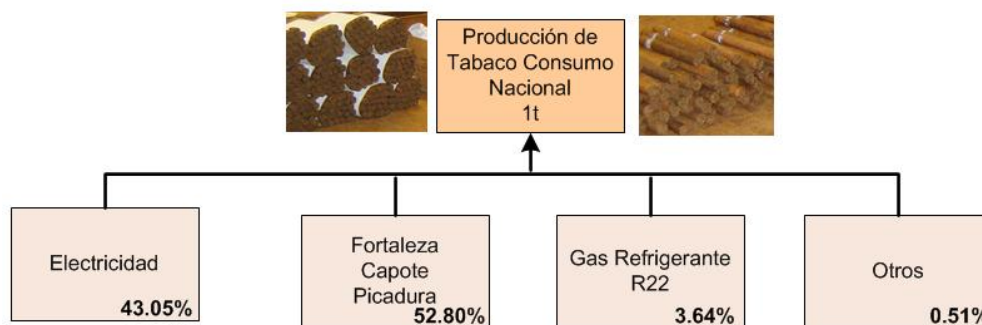


Figura 3.3. Red de contribución del impacto ambiental del ciclo de vida de la producción de 1t de tabaco.

En la industria el consumo de electricidad es lo que más contribuye con el impacto ambiental, lo que está asociado con la combustión de fuel oil en la producción de la misma como demostró (Piloto, 2012).

Según Mackay & Eriksen (2009) y FCTC (2012) el uso de fertilizantes y pesticidas son los causantes del impacto ambiental asociado al cultivo del tabaco que contribuye al impacto de los insumos empleados en el proceso de fabricación del tabaco (fortaleza, capote y picadura).

Como resultado de la aplicación del método Delphi, 13 de los 20 candidatos a expertos se evaluaron de “*alta competencia*”, 6 se evaluaron de “*competencia media*” y 1 se evaluó de “*competencia baja*”.

Se obtuvo un W de Kendall con un valor de 0.78, lo que evidencia que existe concordancia entre los expertos, y se acepta la hipótesis alternativa de que existe comunidad de preferencia para un $\alpha=0.05$ (ver tabla 3.2).

Tabla 3.2. Estadísticos de contraste del método Delphi.

N	13
W de Kendall	0,78245078
Chi-cuadrado	254,296504
gl	25
Sig. asintót.	7,6624E-40

Este análisis permitió determinar las principales causas que contribuyen con el impacto ambiental del proceso industrial:

1. Utilización del gas refrigerante R-22
2. Expulsión de gases tóxicos por la fumigación con fosfamina.
3. Alto consumo de energía.
4. Generación de gases de la combustión de hidrocarburos por la transportación.
5. Falta de capacitación sobre la manipulación de productos químico tóxico.
6. Deficiente iluminación por el sistema de alumbrado existente en la fábrica.
7. Falta de un área adecuada para el desecho de residuos sólidos.
8. Inadecuada disposición final de desechos peligrosos.
9. Desconocimiento de las regulaciones ambientales vigentes.

En la evaluación y la aplicación del Método Delphi se determinó que el consumo de electricidad es la entrada que más contribuye al impacto ambiental del ciclo de vida de la producción de 1t de tabaco quintero nacional. En la Tabla 3.3 se muestra el consumo diario de cada equipo, siendo la cámara de clima y los splits los de mayor consumo, seguidos por las lámparas. El empleo de tantas luminarias se justifica por las dimensiones de los locales, específicamente la altura (5 m).

Tabla 3.3. Consumo de energía eléctrica por equipos.

Equipos	Cantidad	Consumo (W)	Tiempo de Consumo (h/d)	Consumo Total (kW/d)
Cámara de clima (escaparate)	1	40 000	24	960
Splits	3	6950	4	83.4
Lámparas fluorescentes	224	36	8	64.512
Ventilador	52	45	8	18.72

El empleo de tantas luminarias se justifica por las dimensiones de los locales, específicamente la altura (5 m); pero el sistema no debe cumplir los niveles mínimos de iluminación (500 lux) como se establece en la NC 19-01-11: 1981 para las características de trabajo visual que se necesitan, pues los trabajadores plantean que existe deficiente iluminación. Esta puede ser una de las causas de los rechazos existidos en el año 2012, en las inspecciones nacionales; siendo las roturas la causa de los rechazos de 8550 tabacos con un valor de \$4403.25 y 4500 tabacos con un valor de \$2767.5 en los meses de mayo y agosto respectivamente.

Según el análisis previo se calculó el sistema de iluminación existente en la galera, por ser el área clave de la producción, con un sistema de iluminación general. En el Anexo 6 se muestra el sistema de iluminación que presenta la galera. Esta área tiene 17.3 m de largo, 13 m de ancho y 5 metros de alto; cuenta con 90 lámparas de 36 W con un flujo luminoso como promedio de 3350 lux; las paredes están pintadas de amarillo claro y el techo blanco, presentando un coeficiente de reflexión de 50 y 70% respectivamente; por lo que tiene un coeficiente de utilización igual a 0.58. Las luminarias presentan un factor de mantenimiento regular, pues no se limpian y sólo se sustituyen cuando se funden. Aplicando el modelo matemático para este tipo de sistema de iluminación, se determinó que el nivel de iluminación actual es de 466 lux estando por debajo del nivel mínimo establecido (500 lux) por la norma.

Estos resultados demostraron la necesidad de valorar variantes de mejora para disminuir el impacto ambiental del ciclo de vida de la producción de tabaco y mejorar las condiciones de trabajo.

3.2. Valoración de variantes de mejora ambiental del ciclo de vida del tabaco

Variante 1

Se propone la sustitución de la iluminación general por un diseño de iluminación general más suplementaria.

El local tiene 16 mesas de trabajo con una dimensión de 3.3 m de largo, 0.7 m de ancho y 0.65 m de altura, con 4 obreros; por lo que el sistema de iluminación suplementario debe ser como se muestra en la Figura 3.4, con 2 lámparas fluorescentes de 36 watt a una altura de la mesa de trabajo de 0.8 m; lográndose un nivel de iluminación máximo en el punto (0,0) de 2120 lux y un nivel mínimo de 349 lux en el punto más extremo (0.825,0.35).

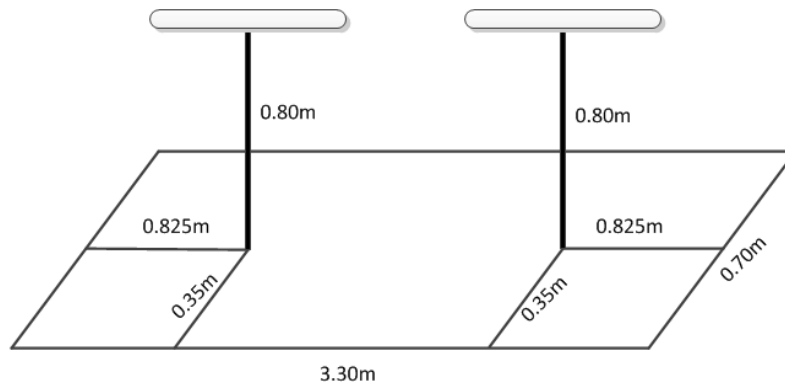


Figura 3.4. Esquema del diseño de iluminación suplementaria.

El sistema de iluminación general debe ser como mínimo de 200 lux por lo que se requiere de un total de 20 luminarias con 2 lámparas fluorescentes con las mismas características de las actuales; con una separación entre luminarias como se muestra en la Figura 3.5.

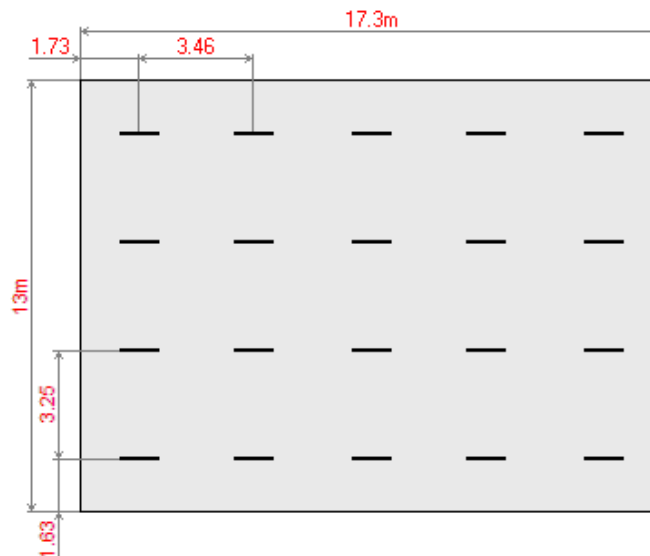


Figura 3.5. Esquema del diseño de iluminación general.

El diseño de iluminación propuesto propiciaría un nivel mínimo de iluminación de 549 lux, por encima del nivel mínimo establecido por la norma, por lo que se mejorarían las condiciones de trabajo. Además se reducirían 18 lámparas lo que equivale a la disminución del consumo de energía eléctrica diario de 5184 W. Esta disminución permitiría que disminuya el impacto del sistema de iluminación por el consumo de energía eléctrica anual en un 19.99% como se muestra en la Figura 3.6, al dejarse de emitir a la atmósfera 4175.47 kg de dióxido de carbono, 4.85 kg de metano, 2.61 kg monóxido de dinitrógeno, 2.24kg de óxidos de azufre, 0.83 kg de óxidos de nitrógeno y 0.16 kg de partículas menores a 10 μm .

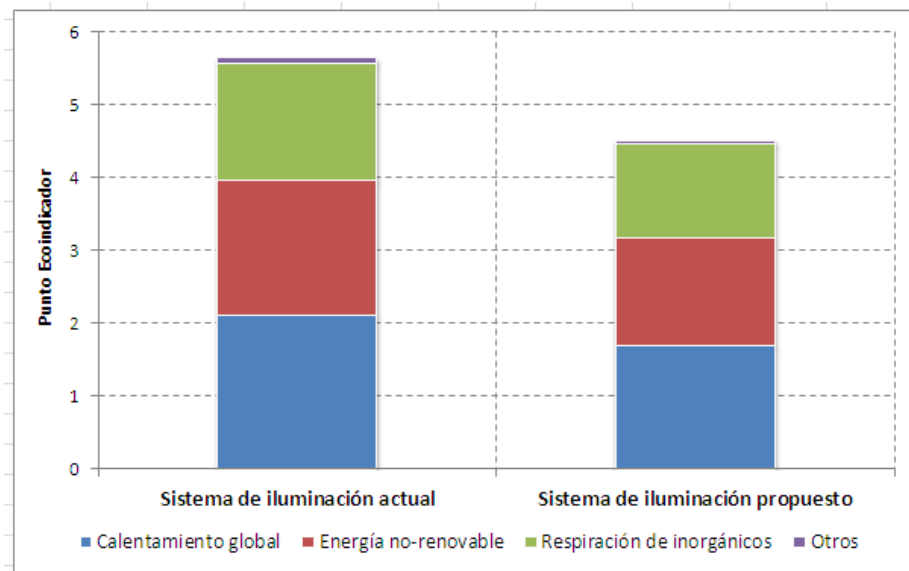


Figura 3.6. Comparación del impacto ambiental del sistema de iluminación actual con el propuesto.

Con la aplicación de esta variante se pudiera disminuir el impacto ambiental de la producción de 1t de tabaco quintero nacional en un 1.38%, se dejarían de emitir 169.81kg de dióxido de carbono (CO_2), 0.09 kg de óxidos de azufre (SOx), y 0.03kg de óxidos de nitrógeno (NOx) (ver Figura 3.7).

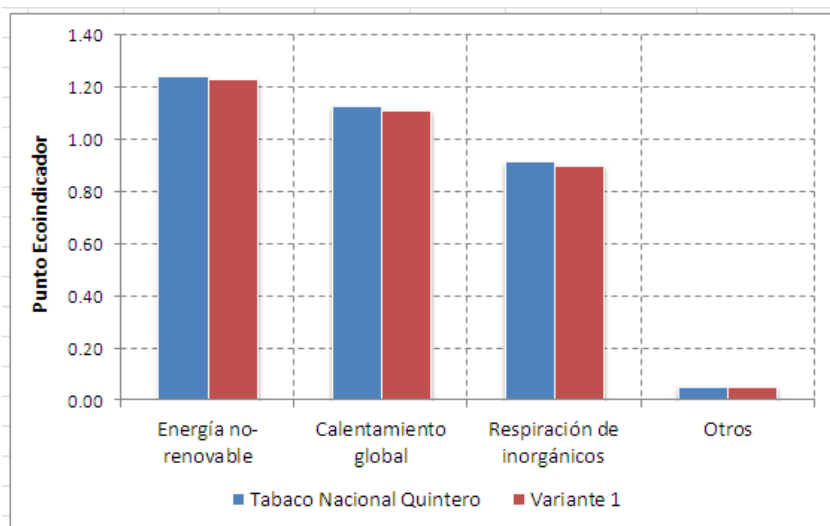


Figura 3.7. Comparación del impacto ambiental con la Variante 1.

La aplicación de esta variante requiere de la compra de vigas para la instalación de las luminarias suplementarias, que se le pueden comprar a la empresa MICALUM a un precio de 630 CUC por cada tonelada; como por cada mesa se utilizarían 2.76 m el costo total de las vigas sería de 20.03 CUC por los 44.16 m que necesitarían para construir los bastidores. Además se necesitan comprar 7 luminarias con una lámpara fluorescente de 36 W a un costo unitario aproximado de 41.25 CUC, siendo el costo total de la inversión aproximadamente de 309.00 CUC que según los ingresos que reporta la venta de este tabaco, se pudiera recuperar la inversión en un mes; quedando demostrada así la factibilidad ambiental y económica de esta variante constituyendo a su vez una mejora ergonómica que pudiera contribuir al aprovechamiento de la jornada laboral, con un aumento de la productividad y la disminución de los rechazos.

Variante 2

Esta variante se fundamenta en los acuerdos del Protocolo de Montreal en septiembre del 2007, donde se acordó:

Países desarrollados (artículo 5) acuerdan reducir el consumo y la producción de HCFCs (R22) en un 75% en el año 2010, en 90% para el año 2015, con su total sustitución en el año 2020.

Países en vías de desarrollo (artículo 5) acuerdan reducir la producción y el consumo de HCFCs un 1% para el 2010, 35% antes del 2020, 67,5% en 2025, con su sustitución en el 2030. Además se permitirá un pequeño porcentaje (2,5%) de la base original hasta el 2040.

La sustitución de este gas por el R410 pudiera contribuir a disminuir el impacto ambiental en un 3.64% (ver figura 3.8), se dejarían de emitir 245.83kg de CO₂, 185.84 kg de metano (CH₄), 0.22kg de SOx, 0.06 kg de NOx. Este resultado está asociado con las propiedades ambientales de estos gases refrigerantes definidas en base a Calm y Hourahan (2001), IPCC (2001) y WMÜ (2003) citados por Calm & Domanski (2004), donde se plantea que el R22 tiene 12 años de duración atmosférica promedio y presenta mayor potencial de calentamiento global y de agotamiento del ozono.

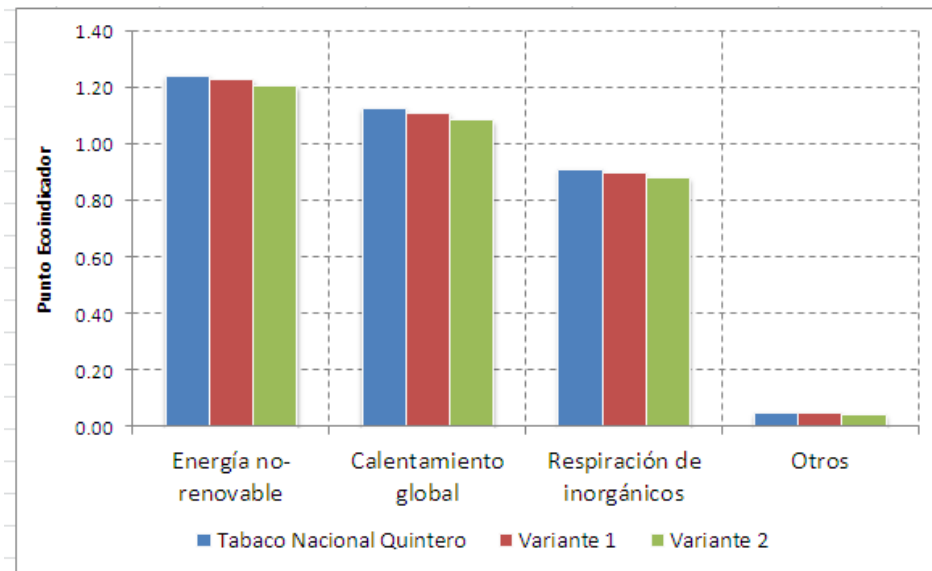


Figura 3.8. Comparación del impacto ambiental con la Variante 2.

En Cuba se importan varios gases refrigerantes que son gestionados por la corporación CIMEX, en la tabla 3.4 se muestran estos y el precio de cada uno.

Tabla 3.4. Gases refrigerantes que se importan por CIMEX.

Gas Refrigerante	Precio (CUC)	Proveedores
R22	90	China Japón Panamá
R134	190	
R410	270	
R407	270	
R404	210	

Según el precio, se estima un costo aproximado de 2000 CUP, por lo que teniendo en cuenta los flujos de caja de la fábrica para la vitola analizada, se recupera la inversión en un mes con un Valor Actual Neto de \$16061.36. En el Anexo 7 se muestran los datos económicos de la vitola evaluada.

Variante 1 y 2

Con la aplicación de ambas variantes se pudiera disminuir el impacto en un 5.01% (ver Figura 3.9), se dejarían de emitir 415.64kg de CO₂, 189.69kg de CH₄, 0.09kg de NO_x, y 0.31 kg de SO_x.

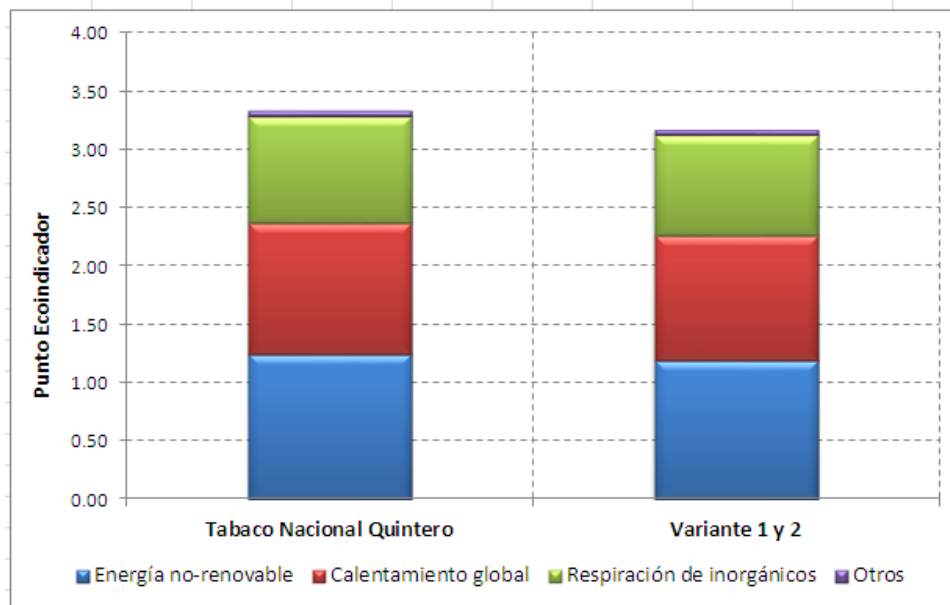


Figura 3.9. Comparación del impacto ambiental con la aplicación de las dos variantes.

Con estos resultados se comprueba la hipótesis planteada al determinarse el efecto positivo de las variantes según las simulaciones realizadas.

El análisis ambiental y económico demostró la factibilidad de las variantes valoradas, al disminuirse las emisiones de gases a la atmósfera, los costos de producción, y otros efectos positivos que pudieran tener sobre los recursos suelo, agua y aire.

En el Anexo 8 se plantean otras medidas que se deben aplicar en las fases del ciclo de vida de la producción de tabaco para disminuir el impacto ambiental de este ciclo.

CONCLUSIONES GENERALES

1. Se realizó el inventario del ciclo de vida de 1t de tabaco producido en la Fábrica de Tabaco de Cienfuegos, con la descripción cualitativa y cuantitativa de las fases que intervienen en el sistema.
2. La evaluación del impacto ambiental con el uso de la metodología de ACV permitió determinar que las categorías de impacto más afectadas son las energías no-renovables en un 37.27% el calentamiento global en un 33.83%, y la respiración de inorgánicos en un 27.36%, siendo las categorías de daño más afectadas daño a los recursos, cambio climático y daño a la salud humana.
3. Se determinó que la electricidad y los insumos que provienen de la fase agrícola (fortalez, capote y picadura) son los causantes del 95.85% del impacto, y el consumo de gas refrigerante el 3.64%, lo que se relacionó con criterios evaluados por 13 expertos
4. Se valoraron dos variantes de mejora ambiental: sistema de iluminación suplementario más general y sustitución del gas refrigerante R22 por R410, con las que se podría disminuir el impacto ambiental en un 1.38% y en un 3.64% respectivamente, y se demostró la factibilidad económicamente de las mismas.

RECOMENDACIONES

1. Discutir los resultados con los tomadores de decisiones del ciclo de vida evaluado, para que se apliquen las mejoras propuestas.
2. Validar en la práctica los resultados estimados en la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Antón Vallejo, M. A. (2004). *Utilización del análisis del ciclo de vida en la evaluación de impacto ambiental del cultivo bajo Invernadero Mediterráneo* (Tesis de doctorado). Universitat Politècnica de Catalunya.
- Aranda, A. (2006). (2009). "Ecodiseño y análisis de ciclo de vida. Disponible en: http://portal.aragon.es/portal/page/portal/PYME/CADI/NOVEDADES/ECODISE_O+Y+ACV.PDF
- Audsley, E. (1997). *Harmonisation of Environmental Life Cycle Assessment* (European Commission DG VI Agriculture.).
- Beltrán Sanz, J. y. o. (2000). *Guía para una gestión basada en procesos*". Instituto Andaluz de Tecnología, España.
- Bruinsma, J. (2003). *World agriculture towards 2015/2030. An FAO perspective*. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/y4252e/y4252e00.htm>
- Cabanes, D. C., & Rodríguez, O. Á. (2012). *Evaluación del impacto ambiental del ciclo de vida de la producción porcina en las unidades pertenecientes a Palmira*. (Trabajo de Diploma). Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez. Cienfuegos.
- Calm, J. M. & Domanski, P. A. (2004). R22 replacement status. ASHRAT Journal 46(8): 29-39.
- Cardim de Carvalho Filho, A. (2001). "Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento – Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento". (Doctorado en Ingeniería Civil). Universidad Politècnica de Catalunya, Barcelona, España.
- Carranza, M. A. (2008). *Eco-eficiencia: camino hacia el desarrollo sostenible*. Disponible en: <http://www.uic.org.ar/Archivos/Revista/File/ECO%20UIC%20-%20Introduccion%20a%20la%20Ecoeficiencia%20-%20Marcelo%20Carranza%2013Mar08.pdf>.
- Castillo, N., Freire, J. J. L., & Reyes, G. B. (2010). *Manual Técnico Elaboración de tabacos torcidos para la Exportación*. La Habana, Cuba.: Instituto de Investigación del Tabaco.
- Cordero, A. & Pérez, C. (2010). *Análisis del ciclo de vida (ACV) de la producción de azúcar de la provincia de Cienfuegos*. (Trabajo de Diploma). Carlos Rafael Rodríguez. Cienfuegos.
- Cowell, C., & Clift, R. (1997). Impact assessment for LCAs [Life Cycle Assessments] involving agricultural production. International Journal of Life Cycle Assessment.
- Cubatabaco. (1997). *Mapa tabacalero de Cuba. Habanos únicos desde 1492*. Empresa cubana del tabaco. Habana.
- Días, R. V. (2003). *Instructivo para el acopio y beneficio del tabaco*. Agrinfor.

- Díaz, M. (2009). *Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de la producción de alcohol: ejemplo de caso ALFICSA*. Universidad de Cienfuegos. "Carlos Rafael Rodríguez".
- Domínguez, F. J. y. D., Y. (2006). "*Selección de una herramienta de gestión ambiental adecuada para su implementación en la industria*". (Facultad de Ingeniería Química - Mecánica.). Universidad de Matanzas Cuba.
- Espino, E. (2010). *Guía para el cultivo del Tabaco 2010-2011*. (Instituto de Investigaciones del Tabaco Agrinfor.). La Habana, Cuba.
- FAO. (2002). Faostat. *Agricultural data. Food and Agriculture organization of the United Nations*. Disponible en: <http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture>.
- FCTC. (2012). Alternativas económicamente viables al cultivo de tabaco (en relación con los artículos 17 y 18 del Convenio Marco de la OMS para el Control del Tabaco). Conferencia de las Partes en el Convenio Marco de la OMS para el Control del Tabaco. República de Corea.
- Figuerola, M. (1997). La producción de tabaco en Cuba. Jornada Científica Internacional del Cultivo del Tabaco, IV. 23-31, San Juan y Martínez. Pinar del Río.
- Fomento, M. d. (2005). *La gestión por procesos*. Disponible en: <http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/9541ACDE-55BF-4F01-B8FA-03269D1ED94D/19421/CaptuloIVPrincipiosdelagestindelaCalidad.pdf>
- García Azcanio, A. y. o. (2008). "*Tendencias de la gestión empresarial relacionadas con procesos*" [Electronic Version], pp. 13. Retrieved Febrero, 2009 from http://torouno.files.wordpress.com/2008/09/tendencias_procesos.pdf.
- García, J. M. B. (2011). *Aplicación de instrumentos y Economía Ecológica con enfoques de producciones Más limpias en el proceso de producción de la Empresa Termoeléctrica Cienfuegos*. (Trabajo de Diploma).
- García Vílchez, E. J. (2004). "*Sistemas de gestión integrados*" [Electronic Version], p. 5. Retrieved Marzo, 2009 from <http://www.hacienda.go.cr/centro/datos/Articulo/Sistemas%20de%20gesti%C3%B3n%20integrados.pdf>.
- Garrido, A., Llamas, M., Varela Ortega, C., Novo, P, Rodríguez Casado, & R.,& Aldaya, M. (2010). *Footprint and Virtual Water Trade in Spain: Policy Implications*. (Springer, New York.).
- Gloria Plaza, Walter Tejerina, & Osvaldo Pacheco. (2012). Gestión de residuos en una planta de preindustrialización de la hoja de tabaco en Rosario de Lerma, Salta. *Facultad de*

Ingeniería – CIUNSa.

- González Glez, A. y. I. G., C. L. (2006). *"Enfoque para el diseño del Sistema de Gestión Integrado"*. Cuba: ISPJAE-Facultad de Ingeniería Industrial.
- González González, J. (2009). *Estudio de Factores de Riesgos Laborales en la Universidad de Cienfuegos*. Universidad de Cienfuegos "Carlos R. Rodríguez Rodríguez".
- Hernández Acosta, D. (2010). *Aplicación de un procedimiento para la Gestión de Riesgos Laborales en la Lavandería Unicornio, Cienfuegos*. Universidad de Cienfuegos "Carlos R. Rodríguez Rodríguez".
- Iglesias, D. H. (2005). "Relevamiento exploratorio del análisis del ciclo de vida de productos y su aplicación en el sistema agroalimentario". Disponible en: <http://www.eumed.net/ce/2005/dhi-acv.pdf>.
- Jolliet, O., & Charles, R. (2003). *Impact 2002 +: A New Life impact assessment methodology*.
- Judith Mackay, & Michael Eriksen. (2009). *EL ATLAS DEL TABACO. Consejero de la OMS*.
- Llanos, M. (1981). *El Tabaco. Manual Técnico Para Su Cultivo Y Curado* (Ediciones Mundi-Prensa Madrid.).
- Milá, L. (2003). *Contributions to Life Cycle Analysis for Agricultural Systems. Site-dependenc y and soil degradation impact assessment* (Tesis doctoral). Universitat Autònoma. Bellaterra.
- MINAGRI (b). (2001). *Manual técnico para la producción de posturas de tabaco*. (Instituto de investigaciones del tabaco.). Cuba.
- MINAGRI. (1999). *Programa de defensa del cultivo del tabaco. Campaña 1999 –2000. Centro Nacional de Sanidad Vegetal. Subdirección protección de plantas*. Departamento de programas de defensa.
- Montoya R., M. I. (2006). "Evaluación del impacto ambiental del proceso de obtención de alcohol carburante utilizando el algoritmo de reducción de residuos". *Revista Facultad de Ingeniería*, N. 36, p. 85-95.
- Nagy, G. (2006). *Understanding the potential impact of climate change and variability in Latin America and the Caribbean*. Disponible en: <http://www.hmtreasury.gov.uk/media/6/7/>
- NC-ISO 14 049: (2001). *Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Ejemplos de aplicación de la NC-ISO 14041 para la definición del objetivo y alcance y análisis del inventario*.
- NC-ISO 14 040. (1999). *"Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y Estructura"*.
- NC-ISO 14 041. (2000). *"Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Definición del objetivo y*

alcance, y análisis del inventario”.

NC-ISO 14 042. (2001). *“Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida”.*

NC-ISO 14 043. (2001). *“Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Ejemplos de aplicación de la NC-ISO 14041 para la definición del objetivo y alcance y análisis del inventario”.*

NC-ISO 9000. (2001). *Sistemas de Gestión de la Calidad: Términos y Definiciones.* C.F.R. (2001).

NC-18000 Normalización. (2005). *Seguridad y Salud en el Trabajo – Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo – Vocabulario.*

NC-3000 Normalización. (2007). *Sistema de Gestión Integrada de Capital Humano Vocabulario.*

Negrín Sosa, E. (2004). *La gestión por procesos.* Disponible en: <http://varaix.mit.tur.cu/tcsc/LibroWeb/Webturismo/Capitulocalidad/Anexoscalidad/Procesonegrin.pdf>

Panichelli, L. (2006). *“Análisis de ciclo de vida de la producción de biodiesel en Argentina”.* Escuela para Graduados "Alberto Soriano", Buenos Aires, Argentina.

Pérez Rave, J. I., Ruíz C, & J. A. y Parra M., C. M. (2007). “Uso del enfoque por procesos en la actividad investigativa”. *Revista chilena de Ingeniería*, Vol. 15, pp. 260–269.

Piloto, G. A. (2012). *Comparación del impacto ambiental de dos alternativas de producción de energía en la termoeléctrica de Cienfuegos* (Trabajo de Diploma). Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”. Cienfuegos, Cuba.

Pons Murguía, R. Á. & Villa, E. (2006). *Monografía Gestión por Procesos.* Cienfuegos.

Prieto Fernández, S. (2004). *Curso básico gestión de seguridad y salud en el trabajo.*

Rigobertos Ríos del Sol. (2007, 2008). *Análisis de Ciclo de Vida para la evaluación de impactos ambientales en la Refinería de Petróleo Camilo Cienfuegos.* (Trabajo de Diploma). Carlos Rafael Rodríguez. Cienfuegos.

Rodríguez, F. (2011). *Evaluación de impacto ambiental del proyecto de vivienda Biplanta Tradicional en la empresa IDEAR.* (Trabajo de Diploma). Carlos Rafael Rodríguez. Cienfuegos.

Rodríguez, M., & Espinoza, G. (2002). *Gestión ambiental en América Latina y el Caribe Evolución, tendencias y principales prácticas.*

Romero Rodríguez, B. I. (2004). *“El análisis del ciclo de vida y la gestión ambiental”*, p. 7. Disponible en: www.iie.org.mx/boletin032003/tend.pdf

SAGPA. (2005). *Proyecto tabaco, su Compromiso Ambiental y Responsabilidad Social.* Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación. Argentina.

- Sánchez, O. J. y. o. (2007). "Análisis de ciclo de vida y su aplicación a la producción de bioetanol: una aproximación cualitativa". *Revista Universidad EAFIT*, Vol. 43, Colombia. pp. 59-79.
- Suárez Olivera, P. V. (2008). *Análisis de Ciclo de Vida para la evaluación ambiental de la UEB-Sergio González* ((Tesis de Diploma).). Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos, Cuba.
- Santos Hernández, M. R. (2009). *Estudio de un procedimiento para identificar y evaluar los riesgos laborales en el proceso de Comercialización del Azúcar*. Carlos Rafael Rodríguez.
- Santos Casanova, S. D. J. (2011). *Estudio de factores de riesgos laborales en la Empresa MICALUM Cienfuegos*. Carlos Rafael Rodríguez.
- Suppen, N. (2007). *Conceptos básicos del Análisis de Ciclo de Vida y su aplicación en el Ecodiseño*. México: Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable. Disponible en: www.lcamexico.com
- Tejerina, W, Capelli, D, & Plaza, G. (n.d.). Tratamiento de los residuos sólidos de la industria del tabaco". *Avances en Energías Renovables*. ISBN 0329-5184, Vol. 2,(Nº 2/1998,), pág. 7.13 a 7.16.
- Veiga. (2008. (n.d.). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*.
- Wackernagel, M., & Rees, W. Y. (1996). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Philadelphia, USA: (New Society Publishers.).
- Weidema, B., & Hauschild, M. (1996). Elements of an Impact Assessment of Wheat Production. Institute for Product Development.
- Zaratiegui, J. R. (1999). La gestión por procesos: su papel e importancia en la empresa". *Revista Economía Industrial Vol. VI, España*, p. 82.

ANEXOS

Anexo 1. Aspectos generales de las herramientas para la gestión ambiental. **Fuente:** (Cardim, 2001)

Herramientas	Objetivos generales	Puntos fuertes	Puntos débiles
Riesgo Ambiental (RA)	Valorar los efectos adversos asociados a una situación específica de riesgo y sus interrelaciones con la salud humana y el medio ambiente.	Evalúa los efectos locales y regionales bajo condiciones específicas.	Es capaz de consumir mucho tiempo y recursos. No es capaz de apuntar la ubicación del riesgo a lo largo del ciclo de vida.
Estudio del Impacto Ambiental (EIA)	Evaluar los impactos positivos y negativos sobre el medio ambiente de un determinado proyecto planteado.	Calcula tanto efectos positivos como negativos. Considera los impactos locales de un proyecto.	No es capaz de apuntar fácilmente la ubicación de un efecto global / regional o otros efectos a lo largo del ciclo de vida.
Auditoría Ambiental (AA)	Verificar la conformidad con determinados requisitos normativos vigentes, por medio de chequeo realizado por tercera parte.	Proporciona una manera para que una tercera parte, independiente, compruebe los resultados.	Enfoca una conformidad y enfatiza en término medio de más débil que de mejoría.
Evaluación del Comportamiento Ambiental (ECA)	Proporcionar una información fiable, objetiva y comprobable a cerca del desempeño medioambiental de una determinada organización.	Promociona coeficientes de desempeño medioambiental asociándolos a políticas objetivas y metas preestablecidas.	Promociona coeficientes de desempeños relativos y no absolutos.
Análisis del Flujo de Sustancias (AFS)	Contabilizar el suministro y la demanda de una sustancia específica que fluye a través del proceso de producción.	Toma en consideración un impacto potencial determinado a lo largo del ciclo de vida.	El enfoque sobre una única sustancia puede apuntar falsos resultados.

Anexo 1. Aspectos generales de las herramientas para la gestión ambiental (Continuación).

Herramientas	Objetivos generales	Puntos fuertes	Puntos débiles
Análisis de Material y Energía (AME)	Calcular el balance energético y material asociado con una operación específica.	Promociona una vía estructurada de identificación y valoración de un impacto potencial de operaciones, etc.	Enfoca solamente una fases del ciclo de vida.
Gestión Integral de Sustancias (GIS)	Calcular y reducir globalmente el impacto medioambiental de una determinada sustancia asociada.	Permite hacer consideraciones integradas entre económicas y medioambientales en una misma herramienta.	Emplea una valoración simplificada que puede dar respuestas demasiadamente simplificadas.
Análisis de Línea de Producto (ALP)	Evaluar potencialmente el impacto medioambiental, social y económico de un bien o servicio a lo largo de todo su ciclo de vida.	Integra aspectos medioambientales, económicos y sociales dentro de una solo herramienta.	No puede valorar específicamente impactos locales.
Análisis del Ciclo de Vida (ACV)	Entender el perfil medioambiental de un sistema. Identificar prioridad de mejoras. Asegurar mejoras con fundamento en el ciclo de vida.	Considera impactos global y regional. Posibilita estimar los impactos que en términos influncian la salud de la sociedad.	No es capaz de apuntar el carácter temporal o espacial de un determinado efecto.

Anexo 2. Conceptos de Análisis de Ciclo de Vida (ACV). **Fuente:** (Díaz, 2009).

Autor	Definición
SETAC (1993) (Iglesias, 2005)	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.
(NC- ISO14040, 1999)	El ACV es una técnica para evaluar los aspectos ambientales y los impactos potenciales asociados con un producto, mediante: la recopilación de un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema producto; la evaluación de los impactos ambientales potenciales asociados con estas entradas y salidas; la interpretación de los resultados de las fases del análisis del inventario y evaluación del impacto de acuerdo con los objetivos del estudio.
(Montoya R., 2006)	La metodología de análisis del ciclo de vida (LCA, por sus siglas en inglés) es una herramienta de análisis sistemático que considera los impactos ambientales de productos o servicios y provee una estructura de referencia para el desarrollo de índices de inspección, especialmente en la extensión de las fronteras del sistema hacia las diferentes etapas del ciclo de vida de un producto.
(Panichelli, 2006)	Es una herramienta de gestión ambiental que evalúa de modo sistemático los aspectos ambientales y los impactos ambientales potenciales de un producto a través de su ciclo de vida, desde la adquisición de la materia prima, su producción, uso, tratamiento final, reciclado y disposición final.
Azapagic (1999) (Sánchez, 2007)	Proceso para evaluar las descargas ambientales asociadas con un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando los materiales y la energía utilizada y los residuos liberados al ambiente; para evaluar el impacto del uso de esos materiales y energía y de las descargas al ambiente; y para identificar y evaluar oportunidades para efectuar mejoras ambientales.
(Romero, 2004)	El análisis del ciclo de vida (ACV) de un producto es una metodología que intenta identificar, cuantificar y caracterizar los diferentes impactos ambientales potenciales, asociados a cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto.

Anexo 3. Principales métodos utilizados para evaluar el impacto medioambiental.

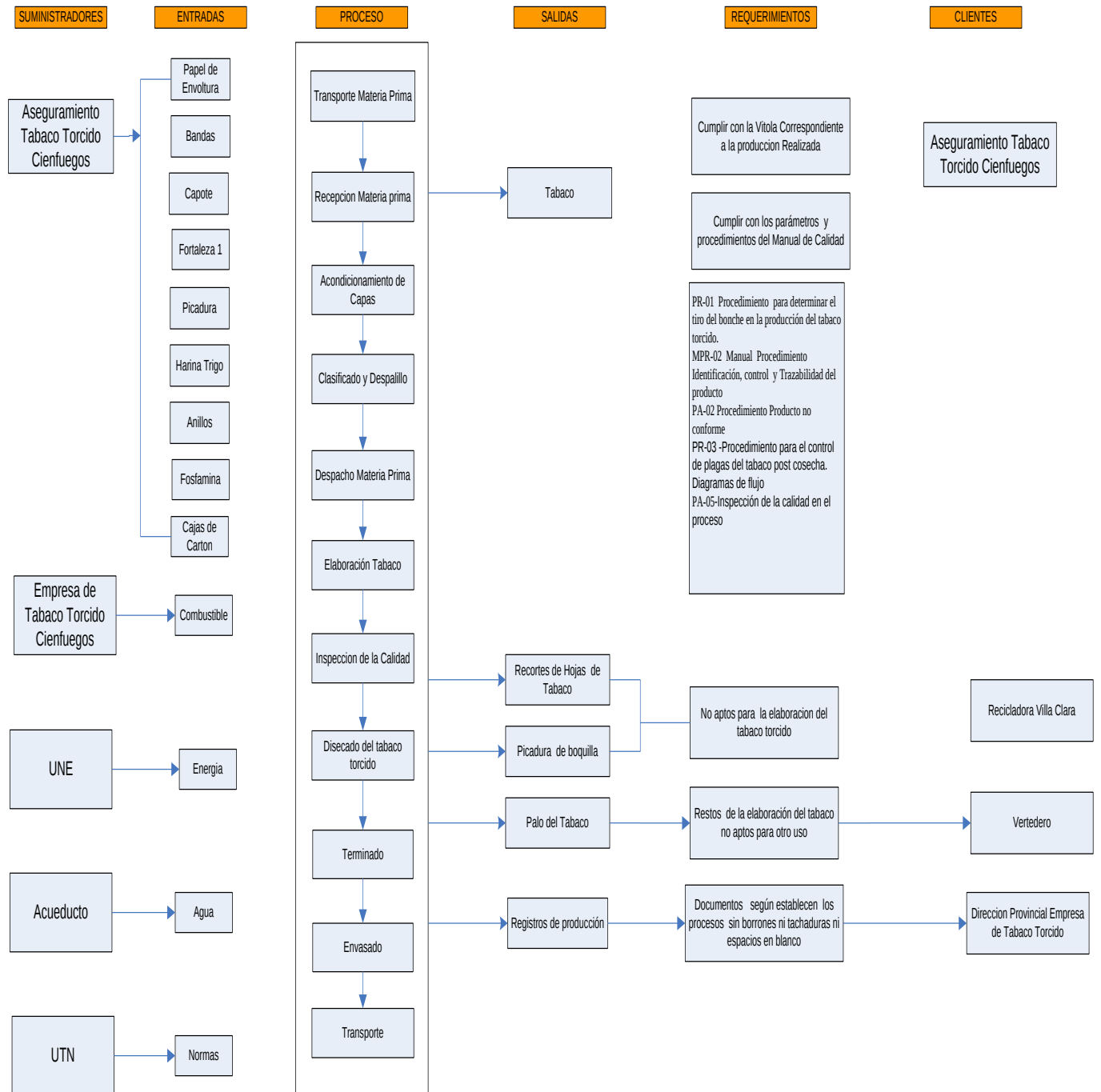
Fuente: (Suppen, 2007)

ECO INDICADOR 99	• Desarrollado por Pre con colaboración de científicos suizos. • Tres versiones: jerarquizado, igualitario, individualista. • Difiere en la concepción del mundo y realizar diferentes suposiciones sobre: – Que sustancias incluir. – Horizonte de tiempo. – Substitución de recursos, cuando se agotan. • Otras características: – 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).
CML	• 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: – 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.
EDIP	• Método danés, desarrollado por investigadores ambientales. • Mejora de CML 92. • En desarrollo: – Factores de caracterización específicos y regionales (no apoyados por SimaPro). – Se actualizará (ecoinvent y EDIP).

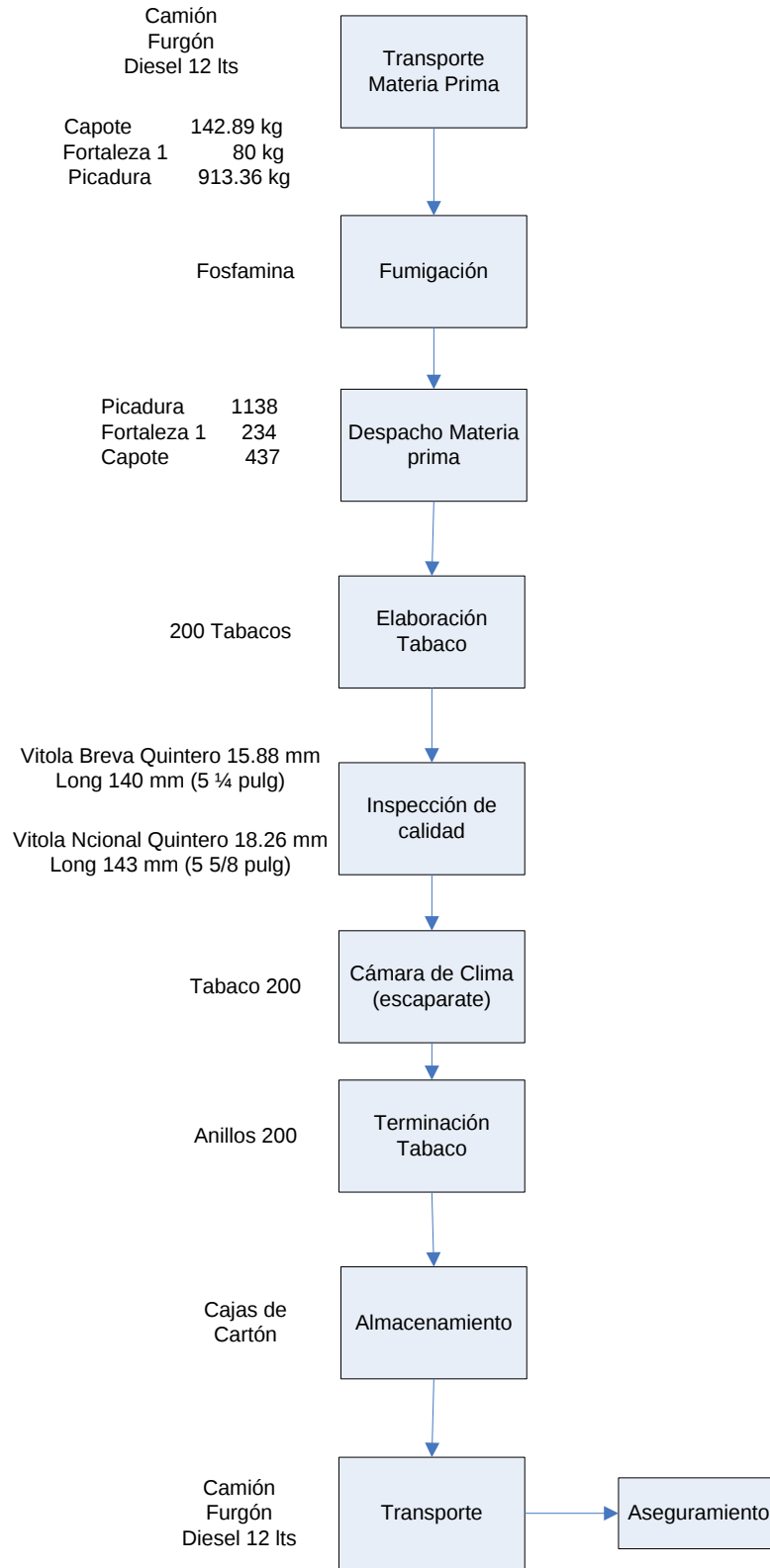
Anexo 3. Principales métodos utilizados para evaluar el impacto medioambiental (Continuación)

EPS	• Environmental Priority Strategies en diseño de productos. • Método sueco (Bengt Steen). • Calificaciones solas basadas en valores monetarios. • Otras características: – Las categorías son diferentes a las clásicas: morbilidad, problemas (fastidio). – “salidas diferentes”: efectos positivos para capacidad de producción. – Agua (capacidad de producción) incluida.
ECOPUNTOS	• 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).
TRACI	• 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.
IMPACT 2002 +	• Desarrollado por EPFL en Suiza. • Mejoras para emisiones tóxicas, reuso de los métodos existentes para otros efectos. • Intermedias/finales (no calificación única). • Otras características: – Método completo. – Distingue entre emisiones a largo plazo. – Adaptado en ecoinvent. – Científicos: muchos factores de caracterización disponibles que no se usan en el inventario.

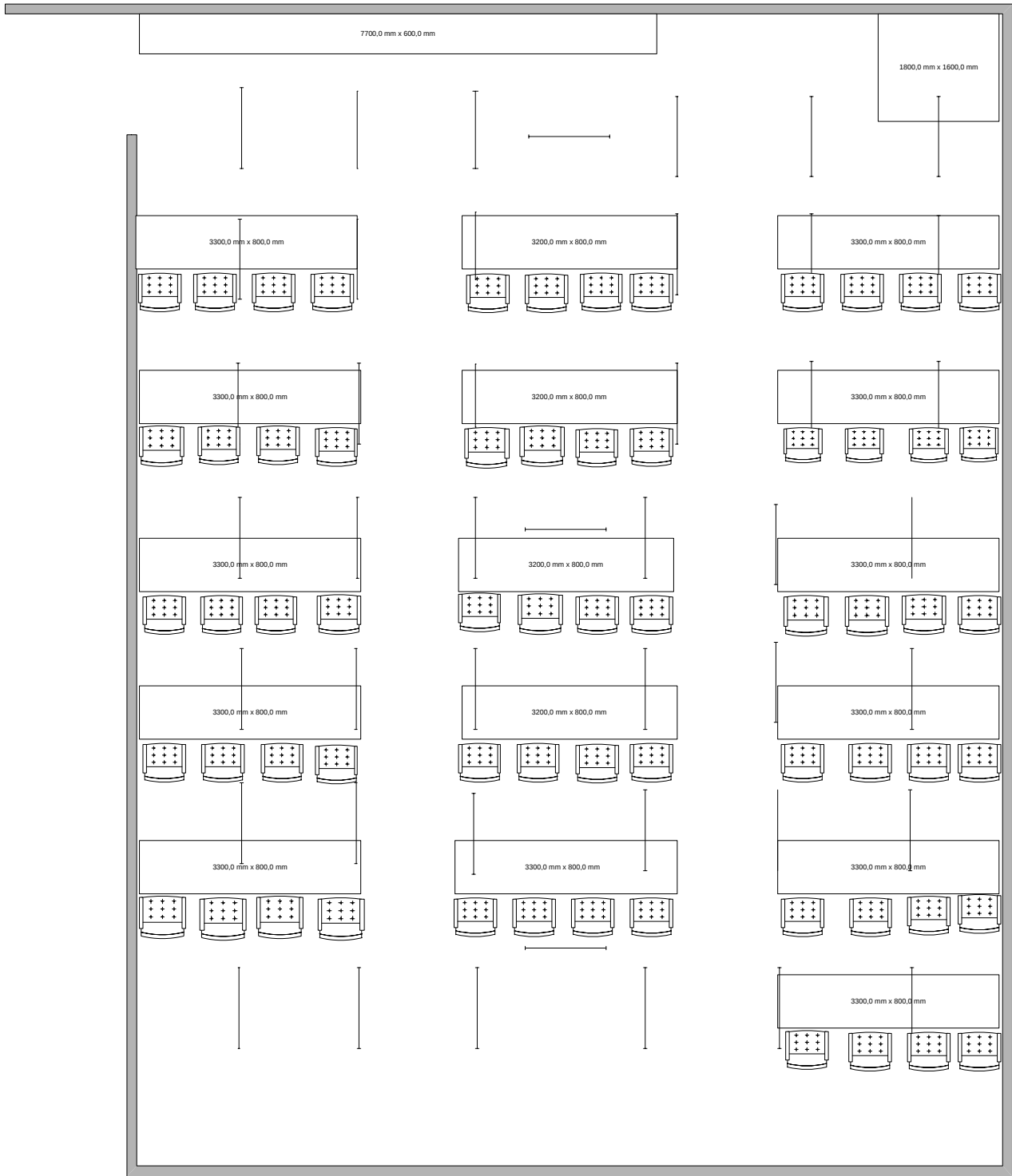
Anexo 4. Diagrama SIPOC de la producción de tabaco.



Anexo 5. Diagrama de flujo de la producción de tabaco.



Anexo 6. Diseño del sistema de iluminación actual.



Anexo 7. Costo de la producción de tabaco.

Descripción de los gastos	Unidad	Consumo nacional		Total
		Torcido breva	Torcido crema	
Materiales fundamentales comprados.	CUP	36030.78	14672.77	50703,55
Salário Básico complementario	CUP	7631.90	3976.35	11608,25
Aportes de seguridad social 12.5%	CUP	958.93	498.18	1457,11
Impuesto Fuerza de Trabajo 25 %	CUP	1917.78	996.36	2914,14
Anillado	CUP	1232.47	759.31	1991,78
Terminado	CUP	1195.92	415.59	1611,51

Anexo 8. Medidas de mejora ambiental del ciclo de vida de la producción de tabaco.

Fases del ciclo de vida del etanol	Proceso	Posibles Problemas Ambientales	Medidas de Mejora	Responsable
Elaboración del Tabaco Torcido (Consumo Nacional)	Recepción y Almacenamiento materia prima	Emisión de gases a la atmósfera.	- Realizar la fumigación en locales establecidos (área de fumigación) - El personal encargado de fumigar debe estar altamente calificado. - Uso de los medios de protección como mascarar y guantes. - Cumplir con lo establecido en la NC 229:2002.	Administradora Fábrica
	Elaboración del tabaco	Contaminación del aire y enfermedades respiratorias	- Adecuado uso de los desechos sólidos. - Realizar contratos con Empresas como, Comunes, Materias Primas y asociación de artesanos para la disposición final de los residuos sólidos. - Uso de los medios de protección como delantales y boquillas.	Administrador de la fábrica y Jefe de producción
	Departamento Calidad	Emisión de gases a la atmósfera.	- Sustitución del refrigerante existente por el R410.	Administrador y Energético de la fábrica
	Terminado	Alto consumo de energía. Riesgos laborales	- Cambio de luminarias con balastos más eficientes. - Realizar un estudio de la seguridad y salud del trabajo.	Energético, Director de RRHH