

**EVALUACIÓN AMBIENTAL Y ECONÓMICA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE
ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA INDUSTRIA DESCAFECOL
DEL MUNICIPIO DE MANIZALES.
(Estudio de Caso)**



Carlos Alberto Jaramillo Echeverri

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE
MANIZALES
2013**

Tabla de Contenido

RESUMEN.....	5
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	8
1.2 DESCRIPCIÓN DEL AREA PROBLEMÁTICA	9
2. JUSTIFICACION.....	12
3. OBJETIVOS.....	13
3.1. General	13
3.2. Especificos.....	13
4. HIPOTESIS Y VARIABLES.....	14
4.1. HIPOTESIS.....	14
4.2. VARIABLES.....	14
4.2.1. Ambientales:.....	14
4.2.2 Económicas:	14
5. MARCO TEORICO	17
5.1. Antecedentes internacionales de PML	17
5.2. Antecedentes nacionales de PML.....	23
5.3. Antecedentes regionales en PML	27
5.3.1. Desempeño ambiental en el eje cafetero.	28
5.4. Antecedentes locales en PML.	29
5.5. Desarrollo del concepto de produccion más limpia.....	31
5.6.Produccion mas limpia e impacto ambiental.....	35
5.6. Niveles de aplicación en PML.....	38
5.7. Buenas prácticas ambientales y de manufactura	42
5.8. Costos de ineficiencia.....	43
5.9. Criterios para evaluar la implementacion de estrategias de PML.	44
5.10. Beneficios económicos en la implementacion de estrategias de PML.	44
5.11. Conceptualizacion de términos ambientales y economicos	47
5.11.1. Términos Ambientales:	47
5.11.2. Términos Económicos:.....	52
6. DISEÑO METODOLOGICO	54
6.1. Unidades de Observación:.....	55

6.2.	Unidad de análisis:	55
6.2.1.	Criterios de selección de la unidad de análisis:	56
6.3.	Tipo de investigación:	56
6.4.	Diseño de la investigación evaluativa.	57
6.4.1.	Evaluación de los factores ambientales de las estrategias de producción más limpia.....	57
6.4.2.	Evaluación económica de la implementación de estrategias de PML.....	65
6.5.	Análisis y evaluación de resultados de la investigación.....	66
7.	ANALISIS AMBIENTAL Y VALORACION ECONOMICA POR LA IMPLEMENTACION DE ESTRATEGIAS DE PRODUCCION MÁS LIMPIA	67
7.1.	Criterios de clasificación de las estrategias de acuerdo con los niveles de PML.	67
7.1.1.	Aspectos de los factores ambientales, aire, agua, energía y residuos en la industria DESCÁFECOL.	68
7.1.2.	Identificación de procesos e implementación de estrategias de PML.	69
7.1.3.	Impactos ambientales en la implementación de estrategias de PML	75
8.1.	EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA IMPLEMENTACION DE ESTRATEGIAS DE PML. 77	
8.1.1.	Factor ambiental aire	77
8.1.2.	Factor ambiental Agua	78
8.1.3.	Factor ambiental energía eléctrica.....	78
8.1.4.	Factor ambiental residuos.....	79
8.1.5.	Factores ambientales comprometidos con y sin estrategias de PML.	80
8.2.	VALORACIÓN ECONÓMICA POR LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS DE PML. 82	
8.2.1.	Valoración económica de la estrategia de PML No 1: Optimización del proceso de combustión en la Caldera.....	82
8.2.2.	Valoración económica de la estrategia de PML No 2: Manejo eficiente del cuarto frío.....	84
8.2.3.	Valoración económica de la estrategia de PML No 3: Optimización en procedimientos de arranque y parada de la torre de aglomerado.....	86
8.2.4.	Valoración económica de la estrategia de PML No 4: Reducción en el consumo de agua potable.	88
8.2.5.	Valoración económica de la estrategia de PML No 5: Recuperación de residuos sólidos mediante el proceso de reciclaje.....	90
8.2.6.	VALORACION ECONOMICA TOTAL POR LA IMPLEMENTACION DE LAS ESTRATEGIAS DE PML EN LA INDUSTRIA DESCÁFECOL.....	92
8.3.	EVALUACION ECONOMICA DE LA IMPLEMENTACION DE ESTRATEGIAS DE PML....	94

9. CONCLUSIONES 99

11. BIBLIOGRAFIA..... 102

Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación herramientas de producción más limpia (PML).....	36
Tabla 2. Valores de la DTF (tasas de depósito a término fijo) durante el año 2011 para el sector financiero en Colombia	66
Tabla 3. Procesos de producción con aspectos ambientales críticos y las causas	73
Tabla 4. Impactos ambientales en la implementación de estrategias de PML	76
Tabla 5. Factores ambientales comprometidos con y sin estrategias de PML.	81
Tabla 6. Valor económico de la implementación de cada una de las estrategias de PML en la industria DESCAFECOL(En miles de pesos Colombianos/año).....	94
Tabla 7. Valor económico total de la implementación de las estrategias de PML en la industria DESCAFECOL (En miles de pesos Colombianos/año).....	97

RESUMEN

Desde el año 2005 y en el marco de la Política de Gestión Ambiental Sectorial compartida del departamento de Caldas, buscando mejorar el desempeño ambiental de los sectores de la producción industrial, se promovió la adopción de estrategias de Producción más Limpia (PML), para lo cual se generaron programas y proyectos que buscaban la transferencia del conocimiento, la competitividad y mejoramiento ambiental, con sensibilización y educación desde los programas universitarios y el SENA, como impulsores de éstos, e integrando los gremios y los medios de comunicación como divulgadores de PML.

El desarrollo e implementación de estrategias de Producción más Limpia, se realizó por medio de programas de asistencia técnica en tecnologías de uso eficiente, aprovechamiento de recursos y manejo de residuos, esta asistencia se desarrolló a través de la ventanilla ambiental de la Cámara de Comercio de Manizales, CORPOCALDAS y la Organización para el Desempeño Empresarial Sostenible (ODES/CORPOCALDAS, 2005).

Lo anterior motivó el desarrollo de esta investigación de tipo evaluativa, en la cual se toma como base información de Corpocaldas y la ventanilla ambiental con el fin de conocer las industrias que han implementado estrategias de producción más limpia en Manizales, y para ello se seleccionó una de las empresas que se acogió a este programa, definiendo los criterios de clasificación de las estrategias de PML según el nivel al que pertenecen, determinando las inversiones y evaluando los beneficios económicos obtenidos.

Los análisis a las estrategias de producción más limpia permitieron obtener resultados que relacionan los factores ambientales y los beneficios económicos generados, lo que permite motivar a los industriales a invertir en este tipo de estrategias, ya que no solo recuperan su inversión y reducen costos en su producción, además contribuye con la sostenibilidad ambiental de su entorno industrial.

Los procesos en los cuales se implementaron estrategias de producción más limpia en la industria DESCAFECOL fueron en la tostión, enfriamiento, aglomerado, almacenamiento y empaque,

identificándose la adopción de estrategias de PML generales para la planta de producción como el lavado de pisos y el manejo de la iluminación interna y externa

La evaluación ambiental por la implementación de estrategias de producción más limpia en la industria DESCAFECOL estableció que se dejaron de emitir a la atmosfera un total de 48.000 m³\año de Co₂, contribuyendo la empresa con un 50% respecto de sus emisiones anteriores a reducir el efecto invernadero, se redujo el consumo de gas natural en 167.626 m³\año, lo que representa una disminución del 62% y conduce a evitar el agotamiento de un recurso natural no renovable, se utilizó menos energía eléctrica en un total de 156.000 Kw\año, equivalentes al 31.6 %, disminuyendo los efectos electromagnéticos en la distribución de energía e impactos por la generación desde los embalses hidroeléctricos, menor consumo de agua potable en 6.382 m³\año, que sobre el total del consumo anterior corresponden a una disminución del 9.3%, minimizando vertimientos de aguas contaminadas a quebradas y ríos, el reciclaje de residuos sólidos bajo a 8.010 Kg\año el envió de residuos sólidos al relleno sanitario, que representan para la empresa el 73.3 % de menores envió de basura y aprovechamiento del reciclaje para su beneficio, la implementación de todas estas estrategias de PML contribuyeron a mejorar los impactos ambientales de factores como el aire, la energía eléctrica, el agua y los residuos sólidos.

La valoración económica de la inversión autónoma total en estrategias de PML implementadas en un periodo de un año en la planta de producción de la industria DESCAFECOL, fue de \$ 46.280.200, generando un beneficio económico de \$ 260.044.000, – debido a mejoras en procedimientos técnicos y tecnológicos en los procesos de tostión, aglomerado, enfriamiento, almacenamiento y empaque.

La planta de producción y áreas comunes, llevaron a la empresa en el término de un año a una eficiencia económica en sus ingresos, costos y gastos por valor de \$ 308.771.000, resultado de implementar estrategias de PML en la reducción de consumos de gas, energía eléctrica, agua, y la implementación de la cultura del reciclaje, unido a resultados financieros positivos como son la rentabilidad sobre la inversión autónoma del 456%, el periodo de recuperación de la inversión autónoma en 2.2 meses y la maximización del capital invertido en \$ 200.785.852, que representa

el retorno neto actualizado de la inversión autónoma realizada en la implementación de cinco estrategias de PML.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN: El desarrollo e implementación de estrategias de Producción más Limpia desde en el año 2005 en el departamento de Caldas por medio de programas de asistencia en tecnologías de uso eficiente, aprovechamiento de recursos y manejo de residuos, fue realizada a través de la ventanilla ambiental de la Cámara de Comercio de Manizales, CORPOCALDAS, la Organización para el Desempeño Empresarial Sostenible (ODES), el SENA, las universidades de la ciudad y la UMATA del Municipio de Manizales, quienes capacitaron y prestaron asistencia técnica a los sectores de la producción para la implementación de estrategias de producción más limpia (PML), buscando contribuir a la reducción de costos de producción, incentivando el aprovechamiento eficiente de materias primas, energía, agua y minimizando los posibles riesgos para el ser humano y el ambiente. (Camara de Comercio, et., al, 2008)

Este programa de asistencia técnica para la implementación de las estrategias de PML no ha sido evaluado desde el punto de vista ambiental y económico, por lo tanto existe un desconocimiento de los resultados ambientales y beneficios económicos obtenidos en las empresas que se acogieron a dicho programa, trayendo consigo que el empresario no entienda la importancia de invertir de manera autónoma en estos aspectos ambientales y que no afectan el flujo de caja de su empresa.

La empresa DESCAFECOL en sus procesos de producción que tienen que ver con la tostión, el aglomerado, enfriamiento y almacenamiento, funciona con diferentes equipos que utilizan energía eléctrica, gas, amoníaco y agua, además de generar residuos sólidos provenientes de compras de materia primas e insumos. La utilización de los elementos anteriores sin estrategias de producción más limpia afecta ambientalmente la atmosfera en sus emisiones de CO₂ por el consumo de gas, vertimientos por la utilización de aguas, amoníaco en el enfriamiento de cuartos fríos, altos consumos de energía eléctrica por la operación de equipos e iluminación interna y externa, y la generación de residuos sólidos que provocan contaminación visual, de olores y presencia de roedores en su almacenamiento.

En el año 2011 y sin la implementación de estrategias de producción más limpia, la empresa incurre en costos anuales por consumos de gas en \$ 290.115.000, energía eléctrica por valor de \$ 90.000.000, agua potable en \$ 140.400.000 y amoniaco por \$ 2.000.000, además de gastos al año por pagos de tasas retributivas que tenían que ver con los vertimientos y emisiones atmosféricas por valor de \$ 15.600.000 y transporte de basuras por \$ 3.600.000.

De acuerdo con lo anterior se formula la siguiente pregunta: ¿Cuáles han sido los impactos ambientales y beneficios económicos, que ha generado la implementación de estrategias de producción más limpia en la industria DESCAFECOL en el municipio de Manizales?

1.2 DESCRIPCIÓN DEL AREA PROBLEMÁTICA

Los esfuerzos realizados por diferentes instituciones ambientales publicas o privadas del departamento de Caldas, con el fin de mantener un ambiente sano, en diferentes oportunidades es afectado por industrias de origen publico o privado que en su producción utilizan inadecuadamente materias primas, energia y agua, conduciendolos a ineficiencias en los costos de producción y pagos mayores en tasas retributivas para compensar los daños ambientales ocasionados.

El programa de asistencia técnica y uso eficiente de factores ambientales realizado a través de la ventanilla ambiental de la Cámara de Comercio, CORPOCALDAS y el ODES, buscó incentivar a 24 industrias de Manizales en la implementación de estrategias de Producción Más Limpia, buscando optimizar el manejo de factores ambientales, la cual requiere de una evaluación de los impactos ambientales y beneficios económicos obtenidos en su implementación; las industrias que participaron en dicho programa fueron:

Foodex S.A. (Hoy DESCAFECOL, productora de café instantáneo, extracto de café y derivados del café); Frugy S.A. (Pulpa de fruta, bocadillo, conservas, verduras congeladas), Industria Licorera de Caldas. (Aguardientes y Ronés), Ingeniería de Mecanismos Manizales (fabricación de maquinaria industrial), Isopor Ltda. (transformación de caucho), Induservi Ltda. (recubrimiento electrostático de piezas metálicas, operación logística de partes, productos y

materias primas de otras empresas), Industrias Loma Ltda (plásticos para aplicaciones industriales), Celema (producción de lácteos), Progel (productora de gelatinas), Induma S.C.A (fabricante de herrajes), C.I Plastigoma (producción de plásticos), Tejidos industriales Coveta (elaboración de telas), Meals de Colombia (fabricación de helados), Súper de alimentos (producción de dulcería), Normandy S.A (producción de lácteos), Pulverizar S.A (Producción de materias primas para la industria), Frutasa S.A (producción de pulpa),Deshidratadora de Colombia (producción de deshidratados de frutas), Solocauchos S.A (fabricación de partes para automotores), Fundishell (fundición industrial), Indumetálica (fabricación de accesorios metálicos), Industrias la Cabaña S.A (producción de panela), Dulces la Cabaña (producción de dulces). (Cámara de Comercio, et., al, 2008)

Segun información ambiental para manizales realizada en el periodo 1997-2012, por convenio interadministrativo suscrito entre la contraloría general del municipio de manizales y la universidad nacional de colombia sede manizales con el instituto de estudios ambientales, se concluyo que el aporte de las fuentes móviles a los niveles de contaminación por partes por millon se presenta como el más significativo, el parque automotor y los combustibles utilizados. Este fenómeno se evidencia en mayor medida en la zona centro de la ciudad, específicamente en los sectores de agustinos y liceo, lugar influenciado principalmente por emisiones atmosféricas generadas por el paso de transporte público.

En la ciudad de manizales se presenta el fenómeno de lluvia ácida, encontrándose mayores niveles de sulfatos en la lluvia en comparación con los demás iones principales; en el tema de salud pública, hay una necesidad de estudios para la ciudad de manizales que relacionen contaminantes de importancia tales como CO_2 , material particulado, óxidos de nitrógeno con casos de enfermedades respiratorias como ira, teniendo en cuenta la peligrosidad y propiedades de dichos contaminantes.

La ciudad de manizales es moderadamente ruidosa sectorialmente, siendo el sector correspondiente a la avenida centro el que presenta el nivel máximo de ruido ambiental. El aporte de contaminación atmosférica por fuentes fijas en manizales proviene principalmente del parque

industrial, el cual comprende diferentes procesos productivos que lo hacen generador de varios tipos de emisiones nocivas para las zonas residenciales y educativas circundantes.

El tema de mayor investigación en manizales relacionado con el recurso aire es el análisis de la concentración en aire ambiente de material particulado, tema para el cual se ha enfocado su estudio a la zona centro y oriente de la ciudad.

Con el fin de evaluar el programa de implementación de estrategias de Producción Más Limpia en este sector industrial de manizales, se optó por realizar un estudio de caso con la industria que cumpliera con los criterios de inversión autónoma en la implementación de estrategias de Producción Más Limpia en factores ambientales como agua, aire, energía y residuos, disponibilidad de información ambiental secundaria antes y después de implementadas las estrategias. Bajo estos criterios se seleccionó la industria DESACAFECOL antes FOODEX de la ciudad de Manizales.

2. JUSTIFICACION

Los esfuerzos realizados por instituciones como la Ventanilla Ambiental de la Cámara de Comercio de Manizales y la Corporación Autónoma Regional de Caldas – Corpocaldas, que han actuado como promotores de los procesos inherentes al desarrollo de la Producción Más limpia en el Departamento de Caldas, han contribuido a transformar el pensamiento tradicional productivo, a uno auto sostenible y amigable con el ambiente.

A las industrias que las instituciones anteriores les prestaron asistencia técnica en la implementación de estrategias de PML, se les identificaron los siguientes aspectos ambientales:

- Altos consumos de combustibles y energía eléctrica,
- Contaminación del suelo por generación de residuos.
- Contaminación del aire por altos niveles de ruido, partículas y emisión de gases.
- Contaminación de ríos por vertimientos de aguas domésticas e industriales.
- Altos consumos de agua en los procesos de producción.
- Alta generación de lodos por los procesos de producción.
- Pérdidas de calor en tanques y líneas de vapor.
- Disminución en la eficiencia de los procesos de producción.
- Retrasos en la elaboración de los productos.
- Falta separación en la fuente de los residuos sólidos generados en la producción industrial.
- Altos índices de producto no conforme.
- Manejo inadecuado de los aceites lubricantes usados, generados en las actividades de mantenimiento.
- No tratamiento de las aguas residuales industriales.
- Desperdicio de agua en áreas de producción.
- Desperdicio de materia prima en procesos de producción.
- No reutilización de energías sobrantes. (Cámara de Comercio, et., al, 2008)

La importancia de la presente investigación radica en evaluar desde el punto de vista ambiental y económico, si las inversiones realizadas en la implementación de estrategias de PML

utilizando técnicas simples o adoptando tecnologías al alcance de los empresarios, generan reducción del impacto ambiental y beneficios económicos al industrial.

Será útil para que otros industriales del municipio de Manizales se incentiven a invertir en estrategias de producción más limpia, mejorando sus planes de gestión ambiental y que los gobernantes los apoyen con políticas y estrategias para el desarrollo económico y ambiental del sector industrial al que pertenecen.

3. OBJETIVOS

3.1. General

Evaluar los impactos ambientales y económicos generados con la implementación de estrategias de PML en la industria Descafecol del municipio de Manizales.

3.2. Específicos

- Identificar el estado de los aspectos ambientales sin la implementación de las estrategias de producción más limpia en la industria DESCÁFECOL.
- Evaluar la implementación de las estrategias de producción más limpia en la industria DESCÁFECOL.
- Evaluar los impactos ambientales con la implementación de estrategias de producción más limpia.
- Evaluar los beneficios económicos por la implementación de las estrategias de PML.

4. HIPOTESIS Y VARIABLES

4.1. HIPOTESIS

La implementación de estrategias de PML en varios procesos de la Industria DESCAFECOL en Manizales, contribuye a reducir impactos ambientales y a generar beneficios económicos en esta industria.

4.2. VARIABLES

4.2.1. Ambientales:

Los aspectos ambientales identificados con y sin estrategias de PML, fueron:

Aire: Emisiones de CO₂ producidas en el proceso de combustión de la caldera.

Residuos: Con respecto a los residuos sólidos generados en diferentes procesos.

Agua: Consumo de agua potable en lavado de equipos y planta de producción.

Energía: Consumo de energía eléctrica en diferentes equipos de los procesos de producción.

4.2.2 Económicas:

Las variables económicas valoradas fueron:

Beneficio Económico (BE):

El beneficio económico lo componen los ingresos(**Y**) monetarios obtenidos por estrategias de PML en actividades de reciclaje y el ahorro(**S**) representado en los Costos y gastos en que la empresa incurría antes de implementar estrategias de PML, por el uso ineficiente de recursos en la producción, frente a los nuevos costos generados con la implementación de estrategias de PML y el uso eficiente de los recursos ambientales, los cuales reducen los costos operativos por el consumo de materias primas, agua y energía, teniendo un impacto positivo en el ambiente

generando menos residuos, efluentes y emisiones, minimizando por lo tanto gastos en tasas retributivas al estado.

Inversión Autónoma (IA):

La inversión autónoma es un concepto económico que se encuentra vinculado a la función de inversión, la cual no depende del ingreso por ventas del empresario, de la tasa de interés, ni de la propensión marginal a invertir, es por lo tanto una acción propia del industrial que invierte en actividades ambientales, que al final repercuten en beneficios sociales y económicos.

Periodo de Recuperación de la Inversión Autónoma (PRIA):

El periodo de recuperación de la inversión autónoma - PRIA - es uno de los métodos que en el corto plazo se utilizan para evaluar inversiones, su facilidad de cálculo y aplicación mide el tiempo de retorno de la inversión autónoma, que es considerado un indicador que mide tanto la liquidez que genera la inversión como también el riesgo relativo. Váquiro, C. José Didier. (2010). Gerencia –Finanzas-Proyectos. Recuperado de <http://www.pymesfuturo.com/pri.htm>.

El resultado de la implementación de las estrategias de PML está representado en la diferencia de los costos y gastos anuales que el industrial paga antes y después de la implementación. En este estudio de caso no se tiene en cuenta la depreciación debido a que no se están adquiriendo equipos o maquinarias en la implementación, así mismo como las amortizaciones de activos diferidos y provisiones.

Para el cálculo del PRIA se tendrá en cuenta la inversión autónoma (**IA**) representada en las actividades realizadas en la implementación de estrategias de PML, los ingresos (**Y**) y ahorros (**S**) en costos y gastos que obtiene el industrial, así:

$$PRIA = \frac{IA}{Y+S}$$

Rentabilidad Sobre la Inversión Autónoma (RSIA):

El RSIA es un valor que mide el rendimiento de una inversión autónoma (**IA**), se puede calcular en función de la inversión autónoma realizada en estrategias de PML y el beneficio económico obtenido por ingresos(**Y**), ahorros(**S**) monetarios en costos y gastos que se dejan de pagar en la utilización de los factores ambientales, así:

$$RSIA = \frac{Y + S - IA}{IA} \times 100$$

En la implementación de estrategias de PML la inversión autónoma (**IA**) realizada puede obtener ingresos (**Y**) adicionales y ahorros(**S**) representados en menores costos de producción o reducción en gastos por menores pagos en tasas retributivas, siendo un beneficio económico obtenido por el industrial. Váquiro, C. José Didier. (2010). Gerencia –Finanzas-Proyectos. Recuperado de <http://www.pymesfuturo.com/pri.htm>.

Valor Presente Neto de la Inversión Autónoma (VPNIA):

Para encontrar el valor presente neto de una inversión autónoma (VPNIA) se divide el valor de los ingresos (**Y**) y ahorros(**S**) por la tasa de oportunidad del industrial (**TOI**), y se descuenta la inversión autónoma (**IA**), operación que se conoce como actualización o Descuento. Generalizando la fórmula, el valor presente neto de la inversión autónoma, que se recibirá al final del año n , a una tasa de oportunidad del industrial (**TOI**), es igual a:

$$VPNIA = \frac{Y + S}{(1 + TOI)^n} - IA$$

El concepto de valor presente neto de la inversión autónoma permite apreciar las diferencias que existen por el hecho de poder disponer de un capital autónomo en un periodo de tiempo determinado, actualizados con una tasa de descuento que es la misma tasa de interés de oportunidad, en este caso el tiempo estipulado es de un año y la tasa de interés de oportunidad del industrial es el promedio de la DTF durante el año 2011.

La adopción de estrategias de PML busca evaluar económicamente como la inversión (**I**) autónoma realizada en estrategias de producción más limpia supera o no las expectativas que el empresario tiene del retorno de su capital, invertido en el presente a una tasa de oportunidad del industrial (**TOI**) con un rendimiento mínimo esperado en otra alternativa de inversión que no sea en PML. Para determinar el VPNI se debe tener en cuenta el beneficio económico que está representado en los ingresos (**Y**) o ahorros(**S**) obtenidos por la inversión autónoma (**IA**), teniendo en cuenta un periodo de tiempo determinado y la tasa de oportunidad. Váquiro, C. José Didier. (2010). Gerencia –Finanzas-Proyectos. Recuperado de <http://www.pymesfuturo.com/pri.htm>.

5. MARCO TEORICO

5.1. Antecedentes internacionales de PML

La producción más limpia se ha visto abordada desde diferentes escenarios, es así como la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) desarrolló una metodología de PML basada en la evaluación de los procesos e identificación de las oportunidades para usar mejor los materiales, minimizar la generación de los residuos y emisiones, utilizar racionalmente la energía y el agua, disminuir los costos de operación de las plantas industriales, y mejorar el control de procesos e incrementar la rentabilidad de las empresas, aplicando el concepto de las 3 R's (Reducción, Reutilización y Reciclaje) (ONUDI, 1999).

Los resultados de estudios realizados por la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), muestran como los instrumentos económicos y financieros se constituyen en un factor determinante en la aplicación de estrategias de PML, el cual trata de que aún no hay una confianza en los bancos para los créditos para establecimiento de estas estrategias por el desconocimiento que existe de los beneficios que estas brindarían; en el mismo estudio, menciona un estudio elaborado por el CNPMLTA: “Un ejemplo de una entidad autónoma que financia operaciones de Producción Más Limpia es el Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales de Colombia, el cual canaliza y administra recursos provenientes tanto del Gobierno Suizo como de Fondos Nacionales” (CCAD, 2004).

En países en desarrollo, se han identificado diferentes factores que han influido en la escasa aplicación de estrategias de PML, entre los cuales se destacan: “la falta de información sobre el estado actual de la calidad ambiental y la falta de claridad sobre como reestructurar los procesos de producción, para lograr incrementar la productividad al tiempo que se reducen los impactos ambientales” (Min-ambiente, 1997).

Esta metodología permite al sector productivo ser más rentable y competitivo a través del ahorro generado por el uso eficiente de materias primas y por la reducción de la contaminación en la fuente de sus procesos, productos o servicios; con lo que además se evitan sanciones económicas por parte de las autoridades ambientales, y se promueven nuevos beneficios al ofrecer al mercado productos fabricados bajo tecnologías limpias (Centro Ecuatoriano de Producción más Limpia, 2007).

PML EN AMERICA LATINA: Argentina, El Salvador, Brasil, Guatemala, Bolivia, México, Colombia, Nicaragua, Costa Rica, Paraguay, Cuba, República Dominicana, Chile y Ecuador.

SECTORES INDUSTRIALES: Alimentos Lácteos, Café, Madera, Curtiembres, Metalmecánico, Destilerías, Minero, Farmacéutico, Petroquímico, Fundición, Plátano, Hospitales, Químico, Hotelería, Textil.

INCENTIVOS: Cumplimiento con Regulaciones. Ventaja Competitiva y Tecnológica. Mejores Relaciones con los Empleados y con la Comunidad. Beneficios Financieros - Directos e Indirectos. Beneficios Ambientales.

BENEFICIOS OBTENIDOS POR ESTRATEGIAS DE PMLEM AMERICA LATINA:

SECTOR DE CURTIEMBRES:

* 46% ahorro de agua * 67% disminución en DBO * 76% disminución en SST * 84% reducción de cromo * 71% reducción de sulfuros * 6 meses recuperación inversión.

DBO- Demanda bioquímica de oxígeno SST-Sólidos suspendidos totales

SECTOR DE HOSPITALES:

* 17% ahorro de agua * 18% ahorro gas natural * 26% ahorro energía * 18% reducción residuos * 12 meses recuperación inversión.

SECTOR QUÍMICO:

* 81% reducción descargas * 73% ahorro de agua * 77% ahorro de químicos * 68% ahorro de energía * 72% reducción de emisiones * 92% reducción de emisiones sox * 32% ahorro tiempo proceso

SECTOR DE GALVANOPLASTIA:

* 30% ahorro de agua * 35% ahorro de energía * 10% ahorro materias primas * 20% reducción emisiones * 32% recuperación níquel * 9 meses recuperación inversión producción más limpia

CONCLUSIONES: Más del 50% de los desechos pueden evitarse a través de buenas prácticas de manufactura y cambios menores al proceso. La producción más limpia debe ser vista como parte de una inversión que dará beneficios eco-eficientes a corto plazo. La Producción más Limpia es el único puente que nos puede llevar a un verdadero Desarrollo Sustentable.

(<http://www.slideshare.net/syandrea/prodmas-limpia-santo-domingo>.)

PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA BENEFICIA A LECHERÍAS. (PANAMÁ).

Se encontró que algunas de las microempresas de los sectores lechero, porcino y de viveros, mantenían prácticas que contaminan el ambiente e incurrían en faltas a la legislación ambiental, por lo que requerían el apoyo para el mejoramiento de su desempeño.

El proceso adecuado de ordeño y lavado reduce la contaminación en los cauces cercanos. El buen manejo de los desechos sólidos. Es de suma importancia puesto que si no se separan del agua de lavado, se eleva la contaminación de las aguas residuales. Si la boñiga se separa, se esparce en los potreros, ayuda a mejorar la estructura del suelo y abona los pastizales, generando mayor calidad y cantidad de éstos, lo cual influye en la productividad de las vacas y economía de la actividad.

La inversión en producción más limpia, para evitar la contaminación y reducir los consumos es más rentable. Por otra parte, la opción de Producción Más Limpia se genera ahorros a través de reducción de los costos de las materias primas, la energía, los residuos tratamiento y el cumplimiento regulatorio. Los beneficios ambientales de producción más limpia se pueden traducir en oportunidades de mercado para beneficiarse de las ventajas de comercialización de un futuro eco- sistemas de etiquetado.

La aplicación de técnicas para evitar la contaminación del medio ambiente, en el tratamiento de efluentes y técnicas de reciclaje tienen una importancia fundamental en los criterios de protección ambiental, no obstante, la reducción de los desechos en el origen representa una herramienta de gestión ambiental de mucha mayor eficacia. Es un concepto erróneo clasificar las tecnologías de tratamiento de residuos de carácter terminal como técnicas pertenecientes al concepto de Producción más Limpia. La Producción más Limpia representa en sí una buena propuesta de negocios. Los principales medios para lograrla son el uso eficiente de los materiales y la optimización de los procesos. La combinación de ambas metas implica la

menor generación de residuos y un aumento en la productividad de los trabajadores con la consecuente disminución de los costos operativos de la planta de producción¹.

EL USO DE LA ENERGIA EN LA PRODUCCION MAS LIMPIA

La Revolución Energética • Reducir los impactos ambientales globales • Alargar nuestras reservas de combustibles fósiles • La posibilidad de la explotación de fuentes de energías renovables • Elevar la eficiencia económica al reducir los costos de producción • Cultura de ahorro y economía a nuestra población. • Elevar la calidad de vida y salud de la población

BENEFICIOS • Procesos más eficientes • Mejores indicadores de desempeño energético. • Incremento de las utilidades. • Aumento de la competitividad • Disminución de costos de producción. • Disminución de pérdidas de energía • Reducción de los impactos ambientales. • Reducción de riesgos para la salud

Europa del oeste: gastan tres toneladas de petróleo, o su equivalente en gas o carbón por persona por año.

Estados Unidos El gasto es de ocho toneladas por persona por año.

CHINA Se queman 1.000 millones de toneladas de carbón y se calcula que en cinco años esta cifra se incrementará a 1.500 millones de toneladas.

En el mundo se consumen 8.000 millones de toneladas de petróleo u otros combustibles fósiles al año.

El Consejo Mundial de la Energía estima que las fuentes de energías renovables sólo podrán aportar un 30% de la demanda mundial en el año 2020

¹ Universidad Tecnológica de Panamá Facultad de Ingeniería Industrial Lic. En Gestión de la Producción Industrial Prof.: Centella, Víctor Integrantes: Batista, Iván 8-817-17722 Saucedo, David 8-849-546 Trabajo Final: Industrias lácteas S.A Grupo: 1GI-231 Fecha: 7-jul-2010

Distribución de las emisiones:

Electricidad: Uso tierra 24%. Transporte Agricultura 14%. Edificios 14%. Desechos Industria 8%. Emisiones energéticas: 65% Emisiones no energéticas: 35%

Emisiones de gases (Efecto invernadero y el agujero de la capa de ozono) Emisiones fugitivas: Son liberaciones o escapes de gases intencionales o no, desde las actividades productivas. Emisiones debidas a la quema de combustibles (combustión)

Gases más significativos originados en los procesos de combustión Dióxido de carbono (CO₂) Óxidos de nitrógeno (NO y NO₂) Dióxido de azufre (SO₂) Compuestos orgánicos volátiles (COV) Compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM). Metano (CH₄) Monóxido de carbono (CO) Oxido nitroso (N₂O) Amoniacó (NH₃)

EJEMPLO 1 • En el caso de ahorro por disminución en el consumo eléctrico, por ejemplo, de 100 000 kWh Emisión de CO₂= 100 000 kWh/año*799 g CO₂ /kWh *10⁻⁶ = 79,9 t CO₂ /año Se tendrá una disminución en la emisión de CO₂ de 79,9 t

EJEMPLO 2 • Reducir el consumo en 100 000 L/ año de diesel por ordenamiento de la transportación en una empresa. Emisión de CO₂= 100 000 L/ año * 2986 g CO₂/ L* 10⁻⁶ = 2986 t de CO₂ • Se reducen las emisiones de CO₂ en 2986 t y su impacto en el efecto invernadero.

Fuente: USEPA (Agencia de Protección Ambiental de E.U.) y WBO (Organización del Banco Mundial). Profesor: MSc. Leticia Prevez Pascual correo: letypml@iift.cu INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN FRUTICULTURA TROPICAL. CUBA.

5.2. Antecedentes nacionales de PML.

Tamayo (2000) Tipifica las estrategias de PML que han sido aplicadas en Colombia, las cuales se han orientado en favorecer el recurso hídrico, el aire y el manejo de residuos sólidos: “Las estrategias consideradas se enfocan hacia el control y disminución de la contaminación en la fuente; remediación y restauración de recursos naturales a partir de tecnologías ambientales; eficiencia en el uso de recursos naturales; y sustitución de materias primas.”

Hoof y Herrera (2007), han expresado que la PML en el país, manifiestan que la PML es una estrategia de gestión importante que contribuye a generar desarrollo. En este sentido, muestran como la PML se ha especializado, desde un concepto de ingeniería para la optimización de procesos productivos hacia un enfoque interdisciplinario y de negocios. Existen diversos conceptos, mecanismos e instrumentos relacionados con la PML, su implementación planeada y balanceada es importante para alcanzar la efectividad en cada sistema.

En el Municipio del Cerrito-Valle del Cauca, se realizó evaluación económica a la implementación del sistema de producción más limpia en el sector industrial de curtiembres, el cual está conformado por 21 empresas, de las cuales el 85% son catalogadas como micro y pequeñas empresas. El proceso productivo de estas curtiembres hace uso de tecnologías obsoletas y ambientalmente poco amigables, lo que conlleva a un grave daño ambiental por los diferentes desechos que resultan y de los cuales, en su mayoría, son efluentes que terminan en el sistema de alcantarillado o directamente en el Río Cerrito. Por esta razón se ha propuesto aplicar un sistema de producción más limpia (SPML) con el objetivo de reducir la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y desperdicios arrojados al cuerpo de agua. En este caso se utilizaron variables financieras con el principal objetivo de evaluar económicamente la aplicación de medidas que contempla el SPML. El resultado del ejercicio permite sugerir la implementación de las modificaciones al sistema productivo ya que éstas generan beneficios económicos privados y sociales mayores a los que se generan con la implementación del sistema productivo actual. Para esto se identifican las medidas que serán aplicadas en las curtiembres de El Cerrito, se valoran los impactos que generen estas medidas y, finalmente, se realiza la evaluación económica y social del proyecto para determinar su viabilidad y aplicación. (Restrepo T, Inés et., al, 2006)

PRODUCCION MAS LIMPIA COMPAÑÍA NACIONAL DE CHOCOLATES S.A.

Empresa que se dedica a la fabricación industrial del chocolate de mesa, desde hace 83 años. La empresa, en su interés y compromiso con el medio ambiente, ha trabajado en el uso eficiente de recursos naturales y la producción más limpia, cumpliendo los requisitos legales aplicables, política, objetivos y programas definidos en su Sistema de Gestión Ambiental, logrando disminuir el consumo de agua, mejorar la calidad de sus vertimientos y reducir emisiones atmosféricas; apoyándose también en herramientas de identificación y priorización de sus impactos ambientales.

Los programas ambientales recopilan las estrategias establecidas para cada uno de los negocios, con el fin de alcanzar las metas ambientales. Así, en 2009 se ejecutaron programas como: Ahorro y uso eficiente del agua, para disminuir el consumo del recurso mediante la adopción de buenas prácticas en el lavado de equipos y control en los procesos. Ahorro y uso eficiente de energía, buscando mantener control sobre los consumos de combustibles, procesos y equipos, para disminuir los consumos de energía térmica y eléctrica. Manejo integral de residuos, mediante la separación de residuos en la fuente, el control en actividades de limpieza y desinfección, y los controles en los procesos, para aumentar su aprovechamiento y disminuir su generación.

El Grupo Nacional de Chocolates ha desarrollado proyectos de eco-eficiencia energético en todos sus negocios alimenticios. La iniciativa ha contrarrestado el impacto ambiental al evitar disponer 28.050 toneladas por año de borra de café en el relleno sanitario, cantidad que equivale a la producción total de residuos sólidos ordinarios. Desde el ámbito de costos, se ha recuperado la inversión del proyecto en dos años únicamente con el ahorro de combustible, que corresponde a \$3.000 millones. En cuanto al consumo de energía, el reemplazo de ACPM por borra de café ha permitido economizar \$1.400 millones anualmente. De igual forma, el ahorro de combustible desde 1999 hasta 2007 es equivalente a \$8.000 millones. La reducción de contaminación del

medio ambiente colabora de la misma manera en la sostenibilidad económica ya que al reducir estos factores ayuda en disminuir los costos que incurre la contaminación².

PRODUCCION MAS LIMPIA EN C.I. VIKINGOS DE COLOMBIA S.A.

Empresa de alimentos del sector manufacturero que procesa recursos hidrobiológicos. Está localizada en la ciudad de Cartagena, en el departamento de Bolívar, y cuenta con un promedio de 595 empleados. C.I. Vikingos tiene seis plantas para el procesamiento de: lomo de atún, con capacidad anual de 17.280 toneladas, atún enlatado, 594.000 cajas; langostino, capacidad anual de 960 toneladas; pesca blanca, 480 toneladas; procesamiento de harina de pescado, 2.112 toneladas y prestación de servicio de sacrificio y deshuese con capacidad de 105.600 reses sacrificadas y 17.472 reses deshuesadas. El caso de Vikingos se encuentra con un aumento en el consumo de agua y la otra a la utilización de residuos sólidos y líquidos por la que aumentan la carga contaminante en la Bahía de Cartagena.

Estrategias de producción más limpia en el procesamiento de recursos Hidrobiológicos (C.I. Vikingos S.A.), están encaminadas a la reducción de los consumos de agua y al aprovechamiento de los residuos sólidos con el objeto de minimizar la carga contaminante en los sistemas de tratamiento y las descargas a la bahía de Cartagena. Se implementó un sistema de recirculación del agua que sale de la autoclave en el proceso de esterilización de las latas, logrando una reducción del 80% en el consumo de agua. Para esto fue necesario encerrar los vertimientos de las autoclaves, instalar una bomba sumergible, una torre de enfriamiento para acondicionar el agua antes de reciclarla y una piscina para su almacenamiento. El manejo de residuos sólidos y líquidos involucró algunas de las operaciones mencionadas anteriormente de conversión de cabezas, colas, piel, agallas y sangre en harinas y pastas, para comercializarlas como subproducto. El resultado final fue una reducción del 100% en los residuos líquidos y sólidos que se generaban antes de la implementación de la estrategia.

<http://biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/producciones%20mas%20limpias%20en%20la>

² Fuente: www.cecodes.org.co/descargas/publicaciones/cecodes_2010_bajapdfwww.chocolates.com.co BERMEJO, Roberto, La Gran Transición hacia la sostenibilidad, Bogotá, Editorial catarata, pag.236.

%20carnica/1.pdf (consultado 15 de marzo del 2011).CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA Y TECNOLOGÍAS AMBIENTALES. Casos de aplicación de producción más limpia en Colombia. Medellín: Clave, Diciembre 2002. p.20-22. www.tecnologiaslimpias.org/html/archivos/.../Caso%20ID31.doc (consultado 15 de marzo del 2011).³

PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LA EMPRESA PIMPOLLO S.A.

Empresa avícola con sede en la ciudad de Bucaramanga. El problema ambiental es la alta cantidad de residuos sólidos, líquidos y gran consumo de agua. La implementación de una buena estrategia en el lavado de los pollos y reducción en el consumo de agua en cada proceso y la implementación y utilización de un sistema de tratamiento de aguas residuales y aprovechamiento de los residuos sólidos, utilizando subproductos sólidos y líquidos (vísceras, plumas y sangre) para la elaboración de harina y luego está mezclada con maíz y otros productos se convierte en materia prima como alimento para pollos.

Resultados ambientales, la eliminación de descargas directas en aguas residuales en corrientes hídricas, mejoramiento y calidad nutricional de los suelos, contribución en la conservación del planeta con el ahorro de agua.

Resultados financieros, con el mejoramiento de las aguas residuales se redujo el pago de tasas retributivas, consumo de agua en más de un 50%, con la producción de alimento para pollos la empresa adquiere ingresos significativos⁴.

³ NEL RODRIGUEZ Economista(Exposición de empresa con estrategias de producción más limpia)FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE SAN GIL-UNISANGILFACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS PROGRAMA DE CONTADURIA PUBLICACOSTOS AMBIENTALES 2011

⁴ Red institucional de tecnologías limpias, producción limpia en plantas avícolas y producción de alimento para pollos.

PRODUCCION MÁS LIMPIA PLANTA NOBSA CEMENTOS BOYACA S.A.

Empresa grande del sector manufacturero con 170 empleados. Anualmente produce en promedio 1.6 millones de toneladas de cemento.

PROBLEMA AMBIENTAL: Aumento en el consumo de agua en el proceso para producir clinker, la caliza se mezclaba y homogenizaba con 700 l/ton de agua antes de pasar al horno de secado. Aumento en el consumo de energía se utilizaban 6.250 Mj de energía térmica por cada tonelada de clinker producida, con el consecuente consumo de combustible. Aumento en emisiones atmosféricas de material particulado, óxidos de azufre y de nitrógeno.

ESTRATEGIA DE PML: Disminución en el consumo de agua. Actualmente se hace un pre homogenización de las materias primas en el patio destinado para tal fin y luego se termina dicha homogenización en el molino de materias primas. La eliminación del agua del proceso obligó a cambiar todo el proceso de producción de clinker y así se obtuvo una disminución en el consumo de energía térmica a 3.300 Mj/ton clinker con la consecuente disminución en el consumo de combustible. La eliminación del agua disminuyó el consumo de energía en el secado y por ende la disminución del combustible, lo cual permitió la disminución de las emisiones atmosféricas de material particulado, óxidos de azufre y de nitrógeno. Para minimizar al máximo estas emisiones se instalaron equipos de control de última tecnología.

Fuente: RED INTERINSTITUCIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPIAS
http://www.tecnologiaslimpias.org/html/casos_demostrativos.asp. Reconversión tecnológica - planta nobsa. Cementos Boyacá S.A. [20/03/2011]

5.3. Antecedentes regionales en PML

El Centro Regional de Producción Más Limpia del Eje Cafetero, cuenta con un Semillero de Investigación en PML, cuyo objetivo es llevar a cabo procesos de formación, investigación y promoción de los estudiantes de Administración Ambiental en la Gestión Ambiental Empresarial (GAE), a través de la conformación de una base conceptual y un reconocimiento en campo de la

puesta en práctica de la Producción Más Limpia, con el fin de fortalecer su perfil profesional. (CRPML, 2009)

Las líneas de investigación están dirigidas a factores ambientales como son el agua, aire, ruido, aprovechamiento sostenible del recurso forestal, eficiencia energética, residuos Sólidos, sistemas de gestión ambiental y de calidad, arquitectura bioclimática y ejecución de proyectos en producción más limpia.

Los proyectos realizados por el Centro Regional de Producción más Limpia - Eje Cafetero (CRPML_EC), han tenido como finalidad el mejoramiento en el manejo y recuperación de residuos sólidos industriales y agrícolas; diagnóstico e identificación de oportunidades de producción más limpia en el sector metalmeccánico, mejoramiento, desarrollo tecnológico y productivo en la fabricación de latas y laminados de guadua con fines industriales, fortalecimiento de la competitividad y productividad de los empresarios cafeteros, investigación en emisiones atmosféricas y diagnóstico de PML en procesos de producción industrial y sensibilización e implementación de estrategias de producción más limpia a empresas del eje cafetero. (CRPML, 2009)

Es de anotar que en este tipo de estudios se realizan análisis de consumo de materiales e impactos ambientales generados, pero no llegan a evaluar los beneficios económicos que ello representa.

5.3.1. Desempeño ambiental en el eje cafetero.

Este programa es liderado por CORPOCALDAS, el Centro Regional de Producción más Limpia para el Eje cafetero y la Universidad Tecnológica de Pereira. El desempeño ambiental de las industrias se acoge a la norma técnica colombiana NTC-ISO 14031, siendo una herramienta que permite medir y evaluar el desempeño ambiental de una organización en un tiempo determinado.

El Programa denominado Corpocaldas Reconoce la Excelencia Ambiental Sostenible (CREAS), en febrero de 2011, hizo un reconocimiento a la excelencia ambiental sostenible a empresas participantes en el programa, las cuales entre otras demostraron desempeño ambiental en áreas con impactos ambientales significativos, acciones y/o estrategias de PML, proyectos de investigación en PML, y evaluación de indicadores ambientales.

Las empresas con nivel de reconocimiento a la excelencia ambiental, fueron:

- INDUSTRIAS BASICAS DE CALDAS S.A
- ISOPOR LTDA.
- PRODUCTOS QUIMICOS ANDINOS S.A
- TECNOLOGIA EN CUBRIMIENTO S.A. - TOPTEC S.A.
- ENERGIA INTEGRAL ANDINA S.A.

Empresas con reconocimiento en marcha hacia la excelencia ambiental:

- CHEC S.A. E.S.P
- INDUSTRIAS NORMANDY S.A.
- C.I PLASTIGOMA S.A
- HERRAMIENTAS AGRICOLAS S.A – HERRAGRO S.A.

Empresa postulante a excelencia ambiental:

- PULVERIZAR S.A
(Tomado de www.corpocaldas.gov.co).

5.4. Antecedentes locales en PML.

La Ventanilla Ambiental de la Cámara de Comercio de Manizales y la Corporación Autónoma Regional de Caldas – Corpocaldas, han sido los promotores de iniciativas de implementación en estrategias de la Producción Más limpia en el Departamento de Caldas,

sensibilizando a empresarios de todos los sectores de producción a implementar estrategias de PML, con el fin de transformar su pensamiento tradicional productivo, a uno sostenible y amigable con el medio ambiente. (Cámara de Comercio, et., al, 2008)

Con el fin de brindar apoyo a los empresarios, la Ventanilla Ambiental de la Cámara de Comercio de Manizales, realizó alianzas para servir como instrumento de contacto entre los empresarios y productores y las instituciones de apoyo, como el SENA, Universidad de Manizales, Dirección Territorial de Salud, UMATAS, Incubar Manizales entre otros, con el fin de realizar talleres en PML y capacitar al sector empresarial.

Así mismo, CORPOCALDAS y la Organización para el Desempeño Empresarial Sostenible(ODES), desde el año 2005 realizaron Asistencia Técnica para la adopción de estrategias de Producción más Limpia en 25 industrias del sector industrial del municipio de Manizales, estas son:

1. Foodex S.A.(Hoy DESACAFECOL). Productora de café instantáneo, extracto de café y derivados del café.
2. Frugy S.A. Elaboracion de pulpa de fruta, bocadillo, conservas y verduras congeladas.
3. Industria Licorera de Caldas. Produccion de aguardiente y Ron.
4. Ingeniería de Mecanismos Manizales, dedicada al diseño y desarrollo de maquinaria industrial.
5. Isopor ltda, productor de poliestireno expandido.
6. RJ Extrusiones ltda, dedicado a la transformación de caucho.
7. Induservi ltda, recubrimiento electrostático de piezas metálicas, operación logística de partes, productos y materias primas de otras empresas.
8. Industrias Loma ltda.Plasticos para aplicaciones industriales.
9. Celema S.A. Productora y comercializadora de productos lacteos.
10. Progel S.A. Produccion de gelatinas
11. Induma S.C.A. Elaboracion de productos metalicos.
12. C.I Plastigoma. Elaboracion de productos plasticos
13. Tejidos industriales Coveta. Fabricacion de vestidos

14. Meals de Colombia. Fabricacion de helados
15. Súper de alimentos, Fabricacion de dulces.
16. Normandy S.A. Elaboracion de productos a base de leche.
17. Pulverizar S.A. Molienda de minerales
18. Frutasa S.A. Procesamiento de frutas
19. Deshidratadora de Colombia. Procesamiento de pulpas.
20. Solocauchos S.A. Fabricacion de repuestos en caucho
21. Fundishell. Fundiciones en hierro.
22. Indumetalica. Fabricacion de productos metalicos.
23. Industrias la Cabaña S.A. Transformacion de frutas y azucares.
24. Dulces la Cabaña. Elaboracion de productos a base de panela.
25. Top Tec S.A. Fabricacion de productos para la construccion.

5.5. Desarrollo del concepto de produccion más limpia

“La ley de conservación de la materia afirma que cualquier actividad económica que implique extracción de recursos naturales, conversión de materia prima o producción y uso de bienes elaborados, generará intrínsecamente agentes contaminantes de naturaleza física, química o biológica. Cada actividad económica genera vectores de contaminación, que por su estado físico se clasifican como emisiones gaseosas (EG), desechos líquidos (DL) y desechos sólidos (DS). La contaminación como problema global es un factor crítico que contribuye al deterioro de los recursos claves para el sustento de la vida en el planeta: el aire, el agua, el suelo, la biodiversidad y la salud y calidad de vida de las personas” (Pérez, 2008).

La Producción Más Limpia (PML) como herramienta del desempeño ambiental busca establecer estrategias preventivas en sus procesos, con el fin de reducir los impactos ambientales y mejorar la eficiencia económica.

Para los procesos la PML busca la conservación de la materia prima y la energía, eliminación del uso de materias primas tóxicas y la reducción de emisiones, residuos y desechos, además de reducir costos y mejorar la eficiencia de los procesos de producción. (PNUMA, 2009)

El concepto de PML nace en 1972 en Estocolmo, en donde se realizó la primera conferencia global en temas ambientales: la Conferencia para el Medio Ambiente Humano. Esta conferencia fue auspiciada por las Naciones Unidas y sirvió como una alerta a la humanidad acerca de los serios impactos que se estaban causando al medio ambiente. De esta conferencia surgió la Declaración de Estocolmo, en la cual se construyeron los cimientos para la creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente –UNEP (por sus siglas en inglés)- (PNUMA, 2000)

En Diciembre de 1983, la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) crea la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y Desarrollo (Comisión Bruntland). El reporte de esta comisión, Nuestro Futuro Común (1987), establece que el desarrollo económico de los países es importante para suplir las necesidades del hombre, pero que este desarrollo debe tener en consideración los límites ecológicos de nuestro planeta. La Comisión dice que “La Humanidad tiene el deber de hacer un desarrollo sostenible para asegurar que se suplan las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras de suplir sus propias necesidades” (PNUMA, 2000)

En 1992, cuando se desarrolla la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente en Río de Janeiro, Brasil (conocida comúnmente como la Cumbre de Río), se hace especial énfasis en el concepto de la Producción más Limpia (PML) como una estrategia clave para alcanzar el desarrollo sostenible, que depende del equilibrio en el largo plazo de tres variables: manejo adecuado del ambiente, equidad social y desarrollo económico.

En la Cumbre de Río surgen cinco documentos fundamentales para el medio ambiente (La Declaración de Río en Medio Ambiente y Desarrollo, La Agenda 21, La Declaración de Bosques, La Convención en Cambio Climático, y La Convención en Diversidad Biológica), siendo la Agenda 21 de especial relevancia para el desarrollo de la PML.

La Agenda 21, en su concepto de desarrollo sostenible, se dirige hacia un desarrollo que sea ambientalmente sostenible en el acceso y uso de los recursos naturales y que contribuya a combatir las amenazas ambientales globales; que sean socialmente sostenibles mediante la

erradicación de la pobreza y la inequidad; que sea culturalmente sostenible mediante el respeto y la revaloración de la diversidad cultural, y que sea políticamente sostenible mediante la construcción de una democracia más participativa. La agenda contiene 34 capítulos que se ocupan de las diversas dimensiones del desarrollo, incluyendo los referentes a los patrones de producción y consumo, y en ella se le da prioridad a la implementación de Producción más Limpia y a las tecnologías de prevención y reciclaje (PNUMA, 2000).

Adicionalmente, la UNEP promueve la Declaración Internacional en Producción más Limpia, la cual es una afirmación pública y voluntaria del compromiso en la práctica y la promoción de la PML. Este instrumento, que nace después del Quinto Seminario de Alto Nivel en PML -en Corea, 1998- provee la oportunidad de obtener compromisos de alto nivel por parte de líderes políticos, sociales y económicos, para asegurar el reconocimiento y apoyo general para una adopción más amplia e intensa de la PML a nivel internacional, nacional y local.

El concepto de la Producción más Limpia es diferente al concepto de “fin de tubo”, que incluye el uso de una variedad de tecnologías y productos para el tratamiento de los desechos sólidos, los vertimientos líquidos, las emisiones gaseosas, como medida preventiva de la contaminación en la fuente, en vez de controlarla al final del proceso.

De acuerdo al Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), la Producción más Limpia es “una aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios para reducir los riesgos relevantes a los humanos y el medio ambiente”.

Según el Banco Mundial, una reducción del 20 a 30% de la contaminación puede ser conseguida sin necesidad de inversiones de capital; y una reducción adicional del 20% o más puede alcanzarse con bajas inversiones cuya período de retorno es de meses, si se implementan mecanismos de PML. (CHAUX, G et., al, 2009)

La importancia de esta estrategia radica en su aporte a la competitividad basada en la conservación del medio ambiente y la responsabilidad social. De esta manera contribuyendo al equilibrio entre los tres elementos principales del desarrollo sostenible como objetivo universal.

En Colombia la Política Nacional de Producción Más limpia, es adoptada por el gobierno nacional en el año de 1997. Esta política, hace parte de la Política Nacional Ambiental del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, como un instrumento de avance y manejo integral del aspecto ambiental en busca de un desarrollo sostenible. Así mismo, se basa en los lineamientos que en 1989 impartió las Naciones Unidas a través de la oficina de Industria y Medio Ambiente que ha definido la producción más limpia como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, aplicada a procesos, productos y servicios para manejar la eco-eficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medio ambiente. (Ministerio de Medio Ambiente, 1997)

La mayor eficiencia ambiental que se logra implementando una estrategia de PML está asociada a la prevención de la contaminación, producto de un uso eficiente de los recursos productivos. Así mismo, la mayor eficiencia económica también está asociada a:

- Un menor uso de materias primas y energía,
- Una recuperación de materiales y subproductos,
- Menores pagos por impuestos y multas ambientales

La PML, además de generar beneficios económicos para el sector industrial, también produce resultados positivos en otras partes interesadas. Por ejemplo, a la comunidad porque obtienen una mejor calidad de vida; a los inversionistas, porque ante un mejor desempeño ambiental de las empresas se puede generar valores agregados en el mercado; y a la administración pública, porque reduce su actividad policiva en el control ambiental.

Así mismo Rodríguez L, (2010) expresa que la producción más limpia se refiere a una filosofía de producción donde se contemplan una triple ganancia: Ambientales, económicos y tecnológicos, aplicada a productos y servicios desde un eco diseño hasta el consumo final que

será de esta manera sustentable. Producción más Limpia apunta a reducir el consumo de los recursos naturales por unidad de producción, la cantidad de contaminantes generados, y su impacto ambiental, mientras hace más atractivos, financiera y políticamente, los productos y procesos alternativos. (Asian Development Bank, 2001)

5.6. Producción más limpia e impacto ambiental

Los métodos y técnicas usualmente aceptadas están destinados a medir impactos ambientales que involucran pérdida parcial o total de un recurso natural o su deterioro. El análisis de los impactos ambientales incluye variables de la cultura empresarial, la ecología, aspectos físicos, químicos y visuales, en la medida que ellas se generen desde la industria al territorio afectado y que representen alteraciones ambientales que inciden en el normal desarrollo de la vida social y económica de las comunidades. (CEPAL, 1991)

La información tradicionalmente disponible sobre impactos ambientales está relacionada con problemas ambientales aislados y no integrado con los productos y/o los procesos. En general los productos y procesos industriales poseen un alto impacto, por lo cual generan una gran variedad de problemas ambientales, para lo cual se hace necesario adoptar estrategias de producción más limpia, que al evaluarlas entreguen beneficios ambientales y económicos a quien invierte en ellas. (CEPAL, 1991).

La tabla 1 muestra la clasificación de herramientas de producción más limpia, que para el estudio de caso toma como función la evaluación de la implementación de estrategias de PML, unidad de análisis la empresa DESCAFECOL, el tipo de información es cuantitativa por su valoración económica y el enfoque es ambiental y económico.

Tabla 1. Clasificación herramientas de producción más limpia (PML)

Según su función	Unidad de análisis	Tipo de información	Enfoque del análisis
Planeación: Diagnóstico	Empresa	Cualitativa	Técnico
Implementación	Entorno	Cuantitativa	Ambiental
Control	Procesos		Económico
Revisión-Evaluación	Productos		Social

Fuente: Módulo ESAP Gestión Para la Producción Más Limpia. Programa de Tecnología en Gestión Pública Ambiental. Fernando Sánchez Sánchez. 2009

Las principales herramientas de PML utilizadas en los procesos de producción, para el desarrollo de estrategias de PML en las industrias son, el ecomapa, el ecobalance, la Matriz materiales, energía y desechos (MED), el análisis de ciclo de vida, la contabilidad ambiental, el análisis de flujo de materiales, la auditoría ambiental, el ecodiseño y las ecoetiquetas. (ESAP, 2009).

Las herramientas de producción más limpia son técnicas que permiten definir el estado ambiental tanto de un proceso como de un producto, además de apoyar estrategias de PML y sistemas de tipo ambiental, que tienen como objetivos el diseño, verificación e implantación de un Sistema de Gestión Ambiental además de facilitar la toma de decisiones tanto de tipo administrativa como de tipo productiva.

Una herramienta de PML es un instrumento que permite definir el estado ambiental de un proceso o producto, bien sea administrativo o productivo y con base en el análisis de estos resultados, establecer los objetivos ambientales del Sistema Medio Ambiental, apoyar la implementación del mismo y verificar los resultados. (Monroy Néstor, et., al 2004)

Las herramientas ambientales ayudan a planear y organizar la ejecución de las actividades encaminadas a una estrategia ambiental, a identificar, evaluar e implementar mejoras ambientales, además de evaluar los avances en la reducción de los impactos ambientales de los productos y/o procesos.

Para la selección de la Herramienta de PML, se debe tener en cuenta el tipo de información requerida sobre los criterios ambientales, económicos y sociales, teniendo en cuenta

los impactos ambientales al interior de la organización en cantidad de emisiones, cantidad de materia prima y los efectos ambientales al entorno. Desde lo económico calcular el beneficio económico, sus costos de ineficiencia, la reducción en gastos tributarios de tipo ambiental y las oportunidades de mercado. La PML trae consigo beneficios sociales con efectos al interior de la industria, que tiene básicamente una relación con la salud ocupacional y externamente con las comunidades. (Monroy Néstor, et., al 2004)

Las funciones básicas de las herramientas de PML son :

El Ecomapa herramienta que se fundamenta en la recolección de información, no sólo de la ubicación de los diferentes focos que puedan generar contaminación, sino también de aquellos sectores que estén ubicados en puntos de alto riesgo de contaminación.

El Ecobalance es un método estructurado para reportar los flujos hacia el interior y el exterior, de recursos, materia prima, energía, productos, subproductos y residuos que ocurren en una organización en particular y durante un cierto período de tiempo.

La matriz MED (Materiales, Energía y Desechos), tiene como función principal determinar la relación directa de los efectos generados por los diferentes impactos ambientales con miras a prevenirlos y minimizarlos y obtener así como resultado un proceso productivo más limpio controlando los diferentes efectos, esta herramienta permite analizar el perfil ambiental del producto considerando los impactos ambientales en todas las etapas del ciclo de vida.

Las ecoetiquetas son distintivos otorgados por organizaciones que garantizan el cumplimiento de criterios ambientales por parte del producto, así el consumidor puede reconocer en un producto ecoetiquetado, que éste cumple unas rigurosas especificaciones ambientales exigidas por el organismo otorgador. (Monroy Néstor, et., al 2004)

El análisis del ciclo de vida, busca que el impacto ambiental de un producto inicia con la extracción de las materias primas y termina cuando la vida útil del producto finaliza, convirtiéndose en un residuo que ha de ser gestionado adecuadamente. Durante la fabricación, las

empresas deben evaluar el impacto ambiental que tiene su proceso, además tienen la responsabilidad sobre el impacto que ocasionan las partes involucradas en el proceso hasta que el producto llega al cliente consumidor, (por ejemplo proveedores, distribuidores y consumidores).

Un Análisis del Flujo de Materiales es una reconstrucción sistemática de la manera que un elemento químico, un compuesto o un material participa en un ciclo natural y/o económico.

El ecodiseño es una versión ampliada y mejorada de las técnicas para el desarrollo de productos, a través de la cual la empresa aprende a desarrollarlos de una forma más estructurada y racional. El ecodiseño conduce hacia una producción sostenible y un consumo más racional de recursos. El concepto de ecodiseño está contemplado en la agenda de negocios de muchos países industrializados, y es una preocupación creciente en aquellos en desarrollo.

La contabilidad ambiental, intenta mostrar un balance para medir la actividad económica en relación con los costos del medio ambiente.

La auditoría ambiental hace revisión y análisis sistemático de la gestión, producción, comercialización, desarrollo de los productos y sistemas de organización de una empresa para determinar su impacto ambiental y los cambios que hay que hacer.

5.6. Niveles de aplicación en PML.

Según el Centro de iniciativas para la Producción Neta de Cataluña, adaptada por la Agencia del Medio Ambiente de Cuba, para la identificación de los niveles de las estrategias de producción más limpia, se consideran 3 niveles asociados con la reducción en la fuente, el reciclaje interno y externo y los ciclos biogénicos.

Nivel 1 Reducción en la fuente: Se puede lograr por modificaciones en los productos o en los procesos.

La modificación del producto se puede lograr por cambios en su diseño o por la sustitución de materiales a menos tóxicos y agresivos, estos cambios facilitarán el reciclaje, mejoran la salud y el medio ambiente, reduciendo de esta forma el volumen y concentración de los residuos y emisiones.

La modificación del proceso tiene que ver con buenas prácticas en el conjunto de procedimientos que estén encaminados a mejorar y optimizar los procesos de producción, involucra un cambio de actitudes, que busca el manejo apropiado y racional de los recursos utilizados como el agua, la energía, las materias primas e insumos mediante una cultura empresarial adecuada, lo anterior se puede lograr con acciones simples y económicas o acciones complejas por cambios en el proceso productivo introduciendo innovaciones tecnológicas.

Nivel 2 Reciclaje interno: Reincorporar al proceso de producción materiales e insumos de otros procesos de producción.

Nivel 3 Reciclaje externo y procesos biogénicos: El reciclaje externo busca reutilizar para beneficio en la producción de un tercero desechos sólidos, material orgánico, papel, cartón, metales textiles, plásticos, vidrios y otros inorgánicos, este reciclaje externo puede clasificarse por sectores, así:

Reciclaje externo de residuos producción agrícola: Residuos de Alimento animal utilizados como Energía (gasificación) o residuos de cosechas que pueden utilizarse como compostaje a través de digestión anaerobia.

Reciclaje externo de residuos producción pecuaria: Estiércol utilizado como Compostaje, Biogás, Biofertilizante o la Vermicultura técnica que se basa en la utilización de algunas especies de lombrices de tierra para transformar desechos orgánicos en vermicompost. (Monroy Néstor, et., al 2004)

Reciclaje externo de residuos industria metalúrgica: Materiales de la construcción representado en escorias de cemento, cerámicas, yesos , hierros y diferentes metales. (Monroy Néstor, et., al 2004)

Reciclaje externo de residuos de la industria de pulpa y papel: Lignina, resinas fenólicas, resinas para aglomerados, lodos de caustificación, pigmentos para pinturas.

Reciclaje externo de residuos de la industria pesquera: Procesamiento de Harina animal del camarón, Conchas.

Reciclaje externo de residuos Industria Azucarera - Destilerías: Vinazas como alimento animal, levaduras, fermentación de bebidas gaseadas o en usos industriales como crema de levadura.

Reciclaje externo de residuos Industria Láctea: Suero de mantequilla y queso.

Tambien pertenece al nivel 3 de PML, el proceso biogénico, siendo aquel producido por organismos vivos o procesos biológicos; "la fermentación es un proceso biogénico".

Asi por ejemplo, el aumento del metano en la atmósfera se da por las llamadas fuentes "biogénicas", por ejemplo, el cultivo de arroz y el incremento de los rumiantes domésticos relacionados con el crecimiento de la población mundial. Hoy día, el metano existente en la atmósfera es de hecho, en gran parte, de origen biogénico. (Monroy Néstor, et., al 2004)

Hasta ahora, se había supuesto que el metano biogénico se formaba sólo por procesos anaeróbicos, es decir, a través de los microorganismos y en ausencia de oxígeno. Las mayores fuentes de metano anóxico son los pantanos y los campos de arroz, así como la digestión de los rumiantes y las termitas, los vertederos, y el gas producido por las plantas de tratamiento de aguas residuales. Según estimaciones previas, estas fuentes constituyen las dos terceras partes de los 600 millones de toneladas de la producción mundial anual de metano.

En Colombia el potencial combustible del metano fue ignorado por muchos años, si bien estaba asociado con accidentes lamentables en las minas de carbón, pues es altamente inflamable y explosivo. El manejo y procesamiento industrial de este hidrocarburo requiere de tecnologías de punta. El gas metano es el hidrocarburo alcano más sencillo, un gas de efecto invernadero con potencia media, que puede atrapar el calor de la atmósfera con una efectividad veinte veces superior al del dióxido de carbono. A su vez, el grisou, gas compuesto por metano más aire, se convierte en una mezcla explosiva cuando el metano alcanza una proporción entre el 5% (LIE: límite inferior de explosividad) y el 15% (LSE: límite superior de explosividad) con respecto al aire.

El gas metano se produce como producto final de la putrefacción anaeróbica de las plantas y proviene de los mantos carboníferos; constituye más del 90% del gas natural y es una fuente de gas no convencional. Este proceso natural puede ser aprovechado para producir biogás como fuente de energía. La posibilidad de convertir un gas de efecto invernadero en una fuente de energía lo convierte en un combustible atractivo desde una perspectiva ambiental.

Hoy, gracias al desarrollo de novedosas tecnologías, es posible explotar este gas asociado al carbón, mediante un modelo de producción en serie, que involucra la construcción de múltiples pozos convencionales que deben manejar altos estándares de eficiencia y calidad.

De acuerdo con el Ministerio de Minas y Energía, nuestro país cuenta con reservas de carbón que superan los 18.400 millones de toneladas. Orlando Cabrales, presidente de la ANH, señaló que la producción de gas metano proyectada para el 2013 será de aproximadamente 1.350 millones de pies cúbicos, aunque advirtió que la producción del gas dependerá del consumo nacional y de las exportaciones a Venezuela.

Las regiones más atractivas para la extracción de carbón son Cesar, Guajira, Boyacá y Cundinamarca. Y luego de un estudio minucioso contratado por la ANH para definir las áreas para la extracción de gas metano asociado al carbón que se ofrecerán a los inversionistas, se estableció que las cuatro cuencas con mayor potencial son: Cesar-Ranchería, La Guajira, Cordillera Oriental y Cauca-Patía. Actualmente, la ANH trabaja en la creación de condiciones y

normas para abrir procesos de asignación de áreas de explotación del gas metano, teniendo en cuenta el potencial geológico de nuestro subsuelo en las áreas mencionadas. - See more at: <http://www.colombiaenergia.com/node/107#sthash.2OTQnrUV.dpuf>

5.7. Buenas prácticas ambientales y de manufactura

Buenas prácticas operativas son medidas sencillas que no implican cambios significativos en los procesos o en los equipos; más bien se trata de cambios en los procedimientos operacionales, en las actitudes de los empleados y, sobretodo, de un mejor manejo a nivel administrativo. (Disponible en: www.unido.org/fileadmin/user_media/.../CP.../1-Textbook.pdf)

En la Producción más Limpia podemos enfocar las buenas prácticas como un conjunto de medidas enfocadas a la adecuada gestión y organización de la empresa, y a la optimización tanto de recursos humanos como materiales. Estas acciones, por ser sencillas y de carácter preventivo, generalmente producen ahorros inmediatos, y se logran a partir de bajos montos de inversión.

Las Buenas Prácticas Ambientales (BPA) son un conjunto de medidas aplicables en una industria que de forma simple permiten mejorar su comportamiento ambiental. A menudo son un buen inicio para impulsar la concienciación ambiental en una empresa, antes de pasar a aplicar programas de Producción Más Limpia. Se pueden definir BPAs genéricas que sirven para cualquier industria, o pueden definirse para un sector industrial determinado, pero cada empresa tendría que diseñar su propio catálogo de BPA de acuerdo con sus circunstancias.

Las Buenas prácticas de manufactura (BPM) son un conjunto de medidas orientadas a la gestión y organización adecuadas de la organización y a la optimización de recursos humanos y materiales el fin de disminuir residuos y emisiones. Su importancia radica en que son medidas de carácter preventivo que buscan atacar las causas de los problemas a través de medidas sencillas y económicas de sentido común, sin recurrir a aspectos tecnológicos complejos y costosos. Buscan hacer uso eficiente de recursos hídrico y energético y ayudar a la minimización de residuos sin recurrir a medidas de “fin del tubo. (Disponible en: www.unido.org/fileadmin/user_media/.../CP.../1-Textbook.pdf)

5.8. Costos de ineficiencia

La estrategia de Producción más Limpia identifica alternativas preventivas que llevan a obtener beneficios económicos para la empresa y beneficios para el medioambiente, que las vuelven competitivas industrialmente, por lo que se debe optar por los costos de ineficiencia.

El análisis de los costos de ineficiencia tiene su origen en el hecho que la contaminación proveniente de procesos productivos es el resultado del manejo ineficiente de los insumos de producción como son la materia prima, la energía, agua u otros aditivos, y los costos del manejo de estos insumos en el caso de no ser aprovechados adecuadamente. Por otro lado, los costos de ineficiencia se muestran también en costos de oportunidad relacionados con los materiales y productos desperdiciados que no cumplen los criterios de calidad requeridos, el pago de multas o sobretasas causadas por la contaminación, costos relacionados con el riesgo que presenta la contaminación y la imagen corporativa. (Monroy Néstor, et., al 2004)

La importancia del cálculo de los costos de ineficiencia se basa en la identificación y asignación de los costos que se incurren en el manejo ambiental, a las actividades que los causan. Esta asignación facilita la transparencia de la estructura de costos, como base en la toma de decisiones del manejo de los mismos. Por otro lado, el cálculo de los costos de ineficiencia funciona como motivación para integrar su manejo en las estrategias operacionales de la empresa

Para la cuantificación y asignación de los costos relacionados con la ineficiencia, la herramienta parte de metodologías de contabilidad en general hacia una contabilidad ambiental. En este contexto se menciona principalmente el método del costeo por actividades (ABC). Este método relaciona los costos, de manera detallada, a actividades involucradas con el producto y o proceso, y permite visualizar los rubros relacionados con la ineficiencia, al contrario del método de los costos directos (DC) que plantea rubros más generales. .(Hoof, et al., 2008).

Cuando se analizan los costos de una industria, con aplicación de estrategias de producción mas limpia, nos llevan a plantear la posibilidad de ahorros sustanciales en los procesos de producción, lo que genera beneficios económicos para el inversionista.

Los costos de ineficiencia son una herramienta básica para identificar alternativas preventivas de PML que permiten obtener beneficios económicos para la organización, y al mismo tiempo beneficios para el medio ambiente. La ineficiencia en esta materia, es la diferencia entre la eficiencia teórica del servicio prestado (la mejor eficiencia que permite), y la relación entre el consumo actual de recursos y los beneficios. Por lo anterior, los costos de ineficiencia son aquellos gastos que no fueron estrictamente necesarios para obtener los mismos beneficios.(Hoof,et al., 2008)

5.9. Criterios para evaluar la implementación de estrategias de PML.

Los criterios que se evalúan son el impacto ambiental, beneficio económico e inversión autónoma.

Para el impacto ambiental se valora el alto o bajo potencial en reducción de residuos, emisiones, vertimientos y consumo de energía, el beneficio económico valora el ahorro en costos y gastos, en lo técnico o tecnológico se evalúan cambios en intervención de procesos, costos de implementación y su priorización en el corto, mediano y largo plazo.

La evaluación de estrategias de Producción Más Limpia que optimizan la eco-eficiencia en las industrias, buscan el mejoramiento en las condiciones del proceso con el uso eficiente de los factores ambientales, sustitución de materias primas que generan impacto ambiental, reuso y recuperación en el mismo sitio, cambios de tecnología y rediseños del producto.

Un alto beneficio económico y ambiental sólo puede ser alcanzado si la industria está dispuesta a invertir, implementar tecnologías ambientales y/o a cambiar la cultura organizacional. (Hoof,et al 2008)

5.10. Beneficios económicos en la implementación de estrategias de PML.

El análisis de costo-beneficio es una técnica importante dentro del ámbito de la teoría de la decisión. Pretende determinar la conveniencia de un proyecto mediante la enumeración y

valoración posterior en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados directa e indirectamente de dicho proyecto. <http://www.desarrolloweb.com/articulos/que-es-roi.html>.

En la implementación de estrategias de PML el costo está asociado con la inversión autónoma (IA) en dinero que debe realizar el empresario en su implementación y su beneficio en la reducción de costos y gastos asociados a la producción, como energía eléctrica, gas, agua y pagos por tasas retributivas. El beneficio económico representado en la reducción en costos y gastos de factores ambientales o en otras estrategias de PML en ingresos generados por ejemplo con la venta de reciclajes, forman parte del cálculo de la rentabilidad sobre la inversión autónoma (RSIA), que evalúa qué tan eficiente es el dinero invertido autónomamente en implementar estrategias de PML en la industria.

La inversión económica en la implementación de estrategias de PML, podrá realizarse en la optimización de la producción industrial o directamente en la elaboración de los productos, trayendo consigo beneficios económicos por las buenas prácticas ambientales adoptadas, eficiencia de los procesos y disminución y valorización en la generación de residuos.

La evaluación económica en la implementación de estrategias de producción más limpia, busca determinar si la inversión autónoma en las opciones que se implementaron es recuperable y rentable para la industria.

La inversión autónoma en estrategias de PML se evalúa con la adaptación de indicadores financieros que determinan el beneficio económico en su implementación, dentro de las cuales se tienen el periodo de recuperación de la inversión autónoma (PRIA), la rentabilidad sobre la Inversión autónoma (RSIA) y el valor presente neto de la inversión autónoma (VPNIA), para lo cual se deben conocer los ingresos adicionales por venta de residuos, los ahorros representados en dinero que se retienen o se evitan salir de la empresa, mejorando su beneficio económico, con reducción de costos operativos para la empresa (Materias primas, energía, agua), reducción en gastos por tasas retributivas, recolección, transporte y disposición final.

El realizar una adecuada evaluación económica a las inversiones autónomas que las industrias realizan en la implementación de estrategias de PML, no solo mejoran el impacto ambiental que estas generan en el entorno industrial, sino el estado de resultados de la organización empresarial, con mayores beneficios económicos para los grupos de interés. ([http://acercar.ambientebogota.gov.co/industria/biblioteca/MANUAL DE BUENAS PRACTICAS.pdf](http://acercar.ambientebogota.gov.co/industria/biblioteca/MANUAL_DE_BUENAS_PRACTICAS.pdf))

El periodo de recuperación de la inversión autónoma (PRIA) es la forma más simple de comparar económicamente una o varias estrategias de PML, buscando encontrar cuánto tiempo se tardará en recuperar la inversión realizada, en donde a mayores periodos de tiempo se reduce la liquidez del industrial, por lo tanto la alternativa de PML con el menor tiempo de retorno es la que mejores beneficios económicos trae al inversionista.

El valor presente neto de la inversión autónoma (VPNIA), se utiliza en la implementación de estrategias de PML con el fin de conocer lo que dejaría de recibir económicamente el industrial a pesos de hoy si no las implementa. El VPNIA compara el valor de la inversión autónoma hoy, con el valor de esta misma inversión autónoma en el futuro, teniendo en cuenta variables financieras como la tasa de oportunidad del industrial (TOI) y relacionándola con el beneficio económico obtenido por su implementación en un periodo de tiempo de un año. Si el VPNIA de la estrategia de PML es positiva y mayor que otra alternativa de inversión que el industrial tenga, quiere decir que la implementación de estrategias de PML no solo cumplen su función ambiental, sino económica. (<http://www.cpts.org/prodlimp/guias/Cueros/ANEXOF.pdf>)

5.11. Conceptualización de términos ambientales y económicos

5.11.1. Términos Ambientales:

Análisis del ciclo de vida del producto:

Comprende la evaluación de los impactos ambientales que genera un producto o servicio, partiendo desde la extracción de las materias primas hasta la disposición final del producto al finalizar su vida útil.

Aspecto Ambiental:

Elementos de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el medio ambiente.

Buenas prácticas de manufactura(BPM):

Herramienta de PML enfocada a la adecuada gestión y organización de la empresa, y a la optimización tanto de recursos humanos como materiales, con el fin de disminuir residuos y emisiones. .(Monroy, 2004)

Desechos:

En el contexto de este paquete, "Desechos" es un término amplio que cubre cualquier descarga de un proceso que no sea un producto. Por lo tanto describe descargas en fases líquida, gaseosa y sólida.

Desempeño Ambiental:

Resultados medibles del sistema de gestión ambiental, relativos a un control de la organización de sus aspectos ambientales, basados en la política, los objetivos y las metas ambientales. (ISO14001, 2004)

Ecodiseño:

Herramienta de la PML que considera los factores ambientales de mayor importancia en el sistema productivo y permite minimizar los potenciales impactos negativos de los productos. (Monroy, 2004)

Ecomapa:

Herramienta de identificación y localización de áreas o puntos críticos o de alto riesgo de contaminación, visualizadas mediante el uso de planos que contienen en general todas las instalaciones en donde se demarcan los puntos de interés, indicando el componente ambiental intervenido. (Monroy, 2004)

Impacto Ambiental:

Cualquier cambio en el ambiente, sea adverso o beneficioso, total o parcialmente resultante de las actividades, productos o servicios de una organización (SANCHEZ, 2008)

Medio Ambiente:

Entorno en el que opera una organización, que incluye aire, agua, suelo, recursos naturales, flora, fauna, seres humanos y su interrelación. (ISO14001, 2004)

Mitigación:

Tratamiento al final del tubo.

Nivel de aplicación en PML:

Costos significativos para la industria, debido a modificaciones técnicas y tecnológicas de producción más limpia, en lo que respecta a minimización y reutilización de residuos y emisiones.

Producción Más Limpia:

Aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integral a los procesos y productos con el fin de reducir los riesgos para el ser humano, costos para el productor y el medio ambiente. En programas internacionales y en muchos nacionales, la Producción más limpia ha reemplazado gradualmente términos ambiguos como: prevención de la contaminación, minimización de desechos o evaluación ambiental. (Monroy, 2004)

PML para el ciclo productivo:

Tener en cuenta la selección y control de proveedores, el almacenamiento de materias primas e insumos, la conducción de las materias primas al proceso, el procesamiento o fabricación y la gestión de residuos.

PML para el producto:

Sustituir solventes, evitar el uso de metales pesados, usar materiales reciclados, disminuir el consumo de recursos y utilizar empaques reutilizables.

Sistema de Gestión Ambiental:

La parte del sistema de gestión total, la cual incluye la estructura organizacional, planificación de actividades, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implementar, lograr, revisar y mantener la política ambiental. (ISO14001, 2004)

Parte interesada:

Individuo o grupo involucrado con, o afectado por el desempeño ambiental de una organización. (ISO14001, 2004)

Prevención de la contaminación:

Uso de procedimientos, prácticas, materiales o productos que evitan, reducen o controlan la contaminación, las cuales pueden incluir reciclaje, tratamiento, cambios de proceso, mecanismos de control, uso eficiente de los recursos y sustitución de materiales. (ISO14001, 2004)

Reciclaje:

La búsqueda y recuperación de materiales o productos para reutilizarlos en su forma original o para reprocesarlos en otros productos.

Ejemplos: reciclaje de latas de aluminio o papel. El reciclaje se puede llevar al cabo dentro de una planta o proceso, en cuyo caso se convierte en parte del enfoque de producción más limpia y si se realiza fuera de una planta es más bien una actividad de manejo de desechos.

Recuperación:

La extracción de materiales de los desechos que pueden ser reciclados o reutilizados. La recuperación puede ocurrir en la fuente que produce los desechos o como un proceso durante su manipulación.

Reducción en la fuente:

Es una parte del enfoque de la Producción más limpia. Implica prevenir la generación de desechos desde su origen, en lugar de manejarlos una vez que han sido producidos.

Reutilización:

Recuperación de materiales o productos para su propósito original dentro del mismo sitio, o emplear un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.

Residuo:

Todo material resultante de un proceso de producción, transformación, utilización o consumo, del que su poseedor decide desprenderse o tiene la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones legales en vigor.

Tecnologías más limpias:

Procesos o equipos de producción con una tasa baja de generación de desechos. Las plantas de tratamiento o reciclaje no se clasifican como tecnologías limpias.

Tratamiento al final del tubo:

Tratar los contaminantes al final del proceso utilizando filtros, catalizadores y lavadores, en lugar de prevenir su generación.

5.11.2. Términos Económicos:

Beneficio Económico (BE):

Ingresos (Y) monetarios obtenidos por estrategias de PML en actividades de reciclaje y el ahorro(S) representado en los Costos y gastos en que la empresa incurría antes de implementar estrategias de PML, por el uso ineficiente de recursos en la producción, frente a los nuevos costos generados con la implementación de estrategias de PML y el uso eficiente de los recursos ambientales.

Costos de ineficiencia:

Herramienta que permite registrar los costos derivados de la no calidad del procedimiento, no-aprovechamiento de recursos, pérdida de materias primas e insumos, tratamiento de residuos y generación excesiva de residuos. Igualmente, para su diligenciamiento se requiere de excelentes registros y determinación de costos de operación. (Monroy, 2004)

Evaluación económica:

Determina si las estrategias de producción más limpia implementadas generan un beneficio económico al industrial. (Disponible en: www.minambiente.gov.co/documentosbiodiversidadproyectos).

Inversión Autónoma (IA):

Concepto económico que se encuentra vinculado a la función de inversión, la cual no depende del ingreso por ventas del empresario, de la tasa de interés, ni de la propensión marginal a invertir, es por lo tanto una acción propia del industrial que invierte en actividades ambientales, que al final repercuten en beneficios sociales y económicos.

Periodo de Recuperación de la Inversión Autónoma (PRIA):

Mide el tiempo de retorno de la inversión autónoma y la liquidez que genera la inversión, está representada en la diferencia de los costos y gastos anuales que el industrial paga antes y después de la implementación. No se tiene en cuenta la depreciación debido a que no se están adquiriendo equipos o maquinarias en la implementación, así mismo como las amortizaciones de activos diferidos y provisiones. Se tiene en cuenta la inversión autónoma (**IA**) representada en las actividades realizadas en la implementación de estrategias de PML, los ingresos (**Y**) y ahorros (**S**) en costos y gastos que obtiene el industrial.

Rentabilidad Sobre la Inversión Autónoma (RSIA):

Mide el rendimiento de una inversión autónoma (**IA**), se calcula en función de la inversión autónoma realizada en estrategias de PML y el beneficio económico obtenido por ingresos (**Y**), ahorros(**S**) monetarios en costos y gastos que se dejan de pagar en la utilización de los factores ambientales.

Valor Presente Neto de la Inversión Autónoma (VPNIA):

Tiene en cuenta el valor de los ingresos (**Y**) y ahorros(**S**) por la tasa de oportunidad del industrial (**TOI**), y se descuenta la inversión autónoma (**IA**), operación que se conoce como actualización o Descuento.

6. DISEÑO METODOLOGICO

El diseño metodológico tiene como referente los módulos de investigación social del Instituto Colombiano para el Fomento de Educación Superior, que tienen que ver con la ESPECIALIZACIÓN EN TEORÍA, MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN SOCIAL, Módulo seis, INVESTIGACIÓN EVALUATIVA, realizados en la universidad de Antioquia en el 2002.

En lo metodológico este estudio de caso se basó en la investigación evaluativa la cual en su forma establece criterios claros y específicos que garantizan resultados ambientales y económicos de la evaluación, consolidando información secundaria, en donde se consideran aspectos como las unidad de observación que contempla las variables ambientales y económicas, la unidad de análisis que se basa en la evaluación del programa de implementación de estrategias de Producción mas Limpia, cuyo caso de estudio es la industria DESCAFECOL y el diseño de evaluación con su plan de análisis y valoración económico. (Correa U, Santiago et.,al, 2002)

Los procesos en los cuales se implementaron estrategias de producción más limpia en DESCAFECOL fueron en la tostión, enfriamiento, aglomerado, almacenamiento y empaque, identificándose la adopción de estrategias de PML generales para la planta de producción como el lavado de pisos y el manejo de la iluminación interna y externa.

La investigación evaluó los impactos ambientales y adaptó variables financieras para la evaluación de proyectos con el fin de valorar el beneficio económico en la implementación de estrategias de PML, esperando que dicha metodología sirva a la academia universitaria para la enseñanza de la evaluación económica en la implementación de estrategias de PML y los industriales para que la utilicen en evaluar los beneficios económicos de las inversiones autónomas realizadas en estrategias de PML.

6.1. Unidades de Observación:

Variables ambientales: Para este estudio de caso corresponden al consumo de agua, emisiones de partículas y de bióxido de carbono (CO₂) al aire, Manejo de residuos sólidos y consumo de energía eléctrica.

Variables económicas: La utilización de inversiones autónomas en la implementación de estrategias de PML buscan conocer el beneficio económico que éstas generan, para lo cual se adaptaron en su valoración económica indicadores financieros como el Periodo de Recuperación de la Inversión Autónoma (PRIA), Rentabilidad Sobre la Inversión (RSIA) y el Valor Presente Neto de la Inversión Autónoma (VPNIA).

6.2. Unidad de análisis:

De las industrias que hicieron parte del proceso de implementación de estrategias de producción más limpia lideradas por CORPOCALDAS y La Ventanilla ambiental de la Cámara de Comercio de Manizales, se determinó realizar un estudio de caso con la industria DESCAFECOL, sobre la cual se realizó todo el proceso de investigación evaluativa.

La industria DESCAFECOL, ubicada en la Zona Industrial La Enea del municipio de Manizales, está dedicada a la producción de Café instantáneo en polvo, granulado y extracto concentrado de café.

En su proceso exportador ha consolidado mercados en Estados Unidos, Venezuela, Chile, Panamá, Ecuador, Perú, Japón, Taiwán, Inglaterra y Alemania, lo que representa un 70% de clientes internacionales y un 30% de mercado nacional colombiano, con clientes como Casa Luker, Águila Roja, Mariscal y Morasurco.

6.2.1. Criterios de selección de la unidad de análisis:

- Pertener al grupo de industrias que CORPOCALDAS y la ventanilla ambiental de la Cámara de Comercio capacitaron y dieron asistencia técnica en el proceso de adopción de estrategias de PML.
- Haber realizado inversiones autónomas en estrategias de PML que involucren los factores ambientales agua, aire, residuos y energía.
- Disponibilidad a suministrar la información necesaria para poder llevar a cabo la evaluación ambiental y económica en la implementación de sus estrategias de PML.

6.3. Tipo de investigación:

La investigación realizada es de tipo evaluativo, por lo tanto los procedimientos para esta investigación se ajustan a los denominados estudios de investigación descriptivos, con recolección de datos basados en técnicas a través de un diálogo semiestructurado con el industrial, además de la observación y las fuentes documentales.

“La investigación evaluativa es un tipo especial de investigación aplicada cuya meta, a diferencia de la investigación básica, no es el descubrimiento del conocimiento. Poniendo principalmente el énfasis en la utilidad, la investigación evaluativa debe proporcionar información para la planificación del programa, su realización y su desarrollo. La investigación evaluativa asume también las particulares características de la investigación aplicada, que permite que las predicciones se conviertan en un resultado de la investigación. Las recomendaciones que se hacen en los informes evaluativos son, por otra parte, ejemplos de predicción”. (Suchman, 1967: 119).

La investigación evaluativa de este estudio de caso tiene en cuenta las variables ambientales y económicas ya descritas, sobre las que el evaluador tiene muy poco o ningún control y sus resultados son poco generalizables, pues son aplicables al programa que está siendo evaluado y a sus ramificaciones contextuales.

Existen también semejanzas importantes entre la evaluación (investigación evaluativa) y otras clases de investigación. Como otras investigaciones, la evaluación trata de descubrir, de comprender las relaciones entre las variables y establecer la relación causal. Los evaluadores utilizan toda gama de métodos de investigación para recabar información: entrevistas, cuestionarios, evaluación de conocimientos y destrezas, inventarios de actitudes, observación, análisis del contenido de documentos, registros y expedientes y exámenes de las evidencias físicas, entre otros. Los evaluadores ingeniosos suelen encontrar las maneras más convenientes de explorar una amplia gama de efectos. La clase de esquema que se utilice para reunir los datos, dependerá de la clase de información que se necesita para dar respuestas a las preguntas específicas que plantea la evaluación. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES), 1996, p. 31-32.

La investigación evaluativa se adaptó a un estudio de caso para la industria DESCAFECOL en Manizales y posterior a su participación en el programa de implementación de estrategias de producción más limpia para el sector industrial del municipio de Manizales, liderados por CORPOCALDAS y la ventanilla ambiental de la Cámara de Comercio de Manizales.

6.4. Diseño de la investigación evaluativa.

Esta está asociada a los enfoques de evaluación cualitativa teniendo en cuenta los factores ambientales y cuantitativa por la valoración económica de sus variables.

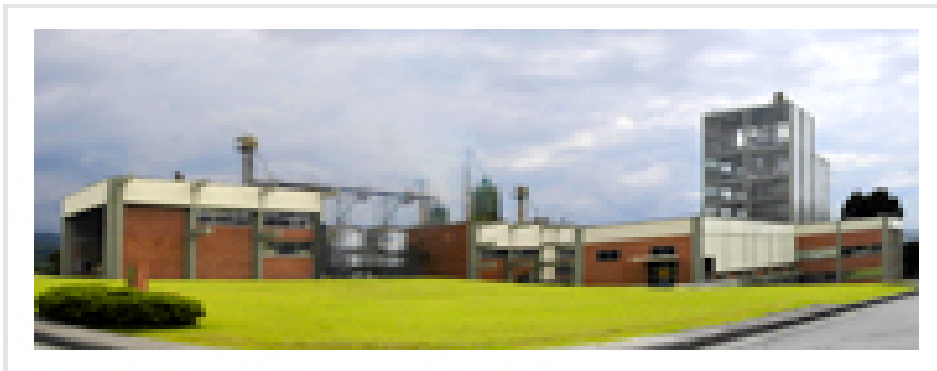
6.4.1. Evaluación de los factores ambientales de las estrategias de producción más limpia

Para la evaluación de los factores ambientales de las estrategias de Producción Más Limpia implementadas, se tuvieron en cuenta las siguientes etapas:

A. Visita a la industria DESCAFECOL:

Se realiza visita y entrevista con la persona encargada de la planta de producción, en donde se reconoce que la empresa en sus procesos de producción implementó estrategias de producción más limpia.

DESCAFECOL cuenta con dos plantas para la generación de valor agregado en la industrialización del café: La Planta Descafeinadora y la Planta de Solubles, ubicadas en la Zona Industrial de la Ciudad de Manizales, Colombia.



Fuente: <http://www.descafecol.com>

Breve historia:

1988-En Manizales se constituyó la empresa Descafeinadora Colombiana S.A. DESCAFECOL S.A. con el objeto de descafeinar café.

1990- Se construyeron los edificios para la planta de producción y las oficinas.

1992- Se inicia la producción con una capacidad instalada de 147.000 sacos de café anuales.

2001- Se incrementó la capacidad de producción anual a 234.000 sacos de café.

2009- Se compran las instalaciones de Foodex S.A., empresa dedicada a la producción de café instantáneo en la ciudad de Manizales.

DESCAFECOL está comprometida con la conservación del medio ambiente e incluye dentro sus objetivos la mitigación de la contaminación ambiental y la optimización en el uso de recursos. Las plantas de tratamiento de aguas residuales y los dispositivos para el control de

emisiones son estrictamente monitoreadas para garantizar el mínimo impacto, la empresa se dedica a la maquila y producción de los siguientes productos:

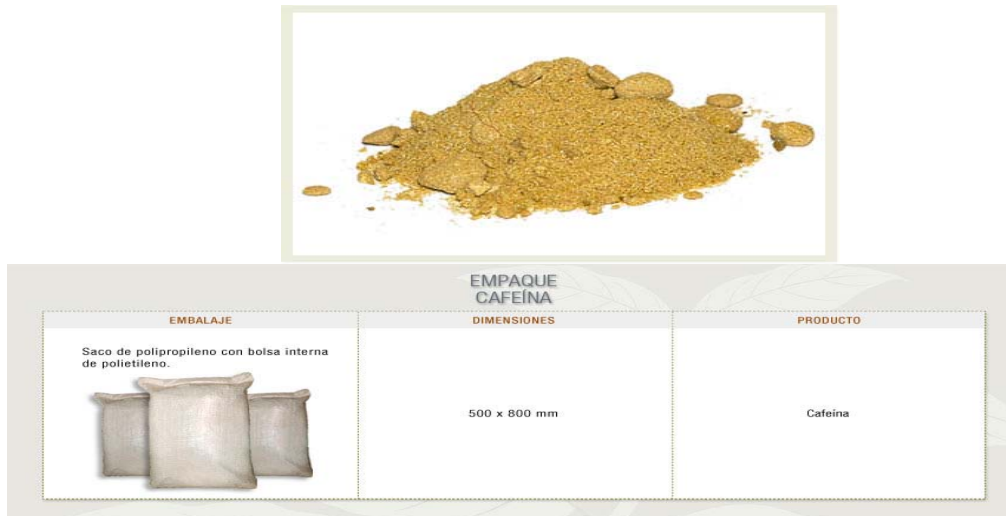
- **Café descafeinado:** Café verde con un contenido mínimo de cafeína. Para la remoción de cafeína se emplea el método del acetato de etilo y agua que permite conservar el sabor y aroma del café.



EMPAQUE CAFÉ DESCAFEINADO		
EMBALAJE	DIMENSIONES	PRODUCTOS
Sacos de Fique  62,5 kg. 70 kg.	700 x 950 mm	Café Descafeinado

Fuente: <http://www.descafecol.com/>

- **Cafeína:** Sustancia de origen natural con acción estimulante, subproducto del proceso de descafeinación del café



Fuente: <http://www.descafecol.com/>

- **Café instantáneo en polvo:** El café instantáneo o soluble es un producto seco, en polvo que se disuelve rápidamente en agua fría o caliente para ser consumido como bebida.



Fuente: <http://www.descafecol.com/>

- **Café instantáneo granulado:** La granulación del café es alcanzada por un estricto control del proceso de aglomeración con vapor, para conservar las características de sabor y aroma del café.



Fuente: <http://www.descafeol.com/>

- **Café torrado:** Producto en polvo o granulado, instantáneo, al cual se le ha adicionado azúcar durante el proceso, con el fin de caramelizar el producto. La cantidad de azúcar es estrictamente controlada para garantizar las notas de caramelo, sin resaltar los niveles de dulce.



Fuente: <http://www.descafeol.com/>

- **Café instantáneo:** El café instantáneo descafeinado en polvo o granulado, es elaborado para quienes prefieren el café libre de cafeína. El café instantáneo o soluble es un producto seco, en polvo que se disuelve rápidamente en agua fría o caliente para ser consumido como bebida.



Fuente: <http://www.descafeol.com/>

- **Extracto de café:** Es un líquido viscoso de color marrón oscuro obtenido por la extracción y concentración del café tostado y molido.



EMPAQUE EXTRACTO DE CAFÉ		
EMBALAJE	DIMENSIONES	PRODUCTO
<p>Tambor metálico con doble bolsa interna de polietileno.</p>  <p>25 kg. 52,5 kg.</p>	<p>425 X 320 mm 425 x 510 mm</p>	<p>Extracto de Café</p>

Fuente: <http://www.descafeol.com/>

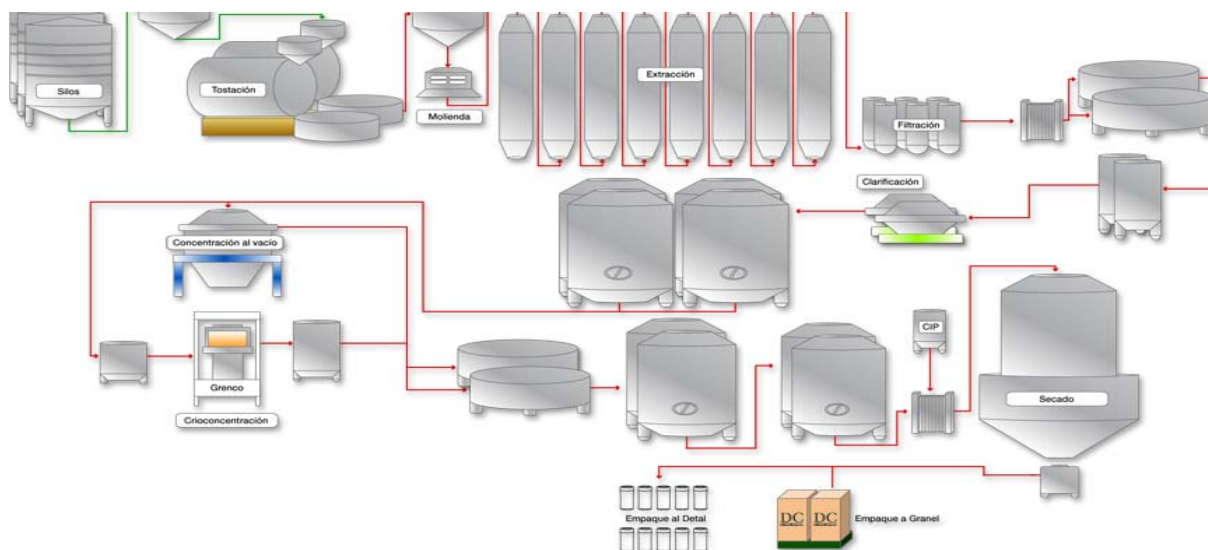
- **Aceite de café:** Es un líquido oleoso de color marrón claro con aroma característico de café obtenido por la extrusión en frío del café tostado.



Fuente: <http://www.descafeol.com/>

B. Identificación en planta de los procesos de producción de la industria DESCAFECOL.

Su proceso productivo se identifica en el siguiente mapa de procesos:



Fuente: <http://www.descafeol.com/>

C. Definición de los criterios de clasificación de las estrategias de PML de acuerdo con los niveles de PML.

Los Niveles de clasificación de las estrategias de PML se establecieron considerando la reducción en la fuente en cada uno de los aspectos ambientales que se producto de los diferentes procesos industriales, los cuales incluyen cambios en los productos, sustitución de materiales por otros menos tóxicos; Reciclaje interno ya sea reincorporando al proceso de producción original o como material de insumo en otro proceso de producción y por último el reciclaje externo.

Fuente: Documento, Produccion Mas Limpia, como estrategia de competitividad.Capitulo II, Pg 37-Modulo Gestion para la Produccion Mas Limpia-ESAP.2009.

D. Identificación de procesos y factores ambientales comprometidos con y sin estrategias de PML.

En dicha matriz se consolidaron los siguientes aspectos:

- 1. Proceso intervenido:** hace referencia al proceso de producción sobre el cual se aplicó la estrategia de producción más limpia.
- 2. Estrategia de PML implementada:** Técnica o tecnología aplicada en cada proceso de producción, para prevenir contaminación de los factores ambientales.
- 3. Factor Ambiental comprometido:** Recurso implicado directamente en la implementación de la estrategia de PML.
- 4. Situación sin estrategia de PML:** Aspecto ambiental que presenta cada uno de los factores ambientales antes de establecer la estrategia de PML.
- 5. Situación con estrategia de PML:** Estado de cada factor ambiental una vez aplicada la estrategia de PML.

6.4.2. Evaluación económica de la implementación de estrategias de PML.

La evaluación económica busca medir el beneficio económico que obtiene el empresario al invertir de manera autónoma en implementar estrategias de PML en sus procesos de producción. En este caso el beneficio económico se valora de acuerdo con los ingresos (Y) obtenidos y los ahorros de costos y gastos por la implementación de dichas estrategias de PML.

La valoración económica que tiene que ver con el periodo de recuperación de la inversión autónoma (**PRIA**) realizadas en las estrategias de PML, cuantifica el valor de venta de residuos en procesos de reciclaje que antes no tenían un valor económico, el ahorro(**S**) manifestado a través de la disminución en sus costos operacionales con la implementación de estrategias de PML y el uso eficiente en el consumo de agua, combustibles y energía eléctrica, teniendo un impacto positivo en el ambiente, con lo cual se generan menos residuos, efluentes, emisiones, a si mismo la empresa minimiza los gastos en pagos de tasas retributivas al estado.

La rentabilidad sobre la inversión autónoma (**RSIA**) aplicada en la adopción de estrategias de PML, tiene en cuenta el beneficio económico obtenido por ingresos y ahorros en su implementación con respecto a la inversión autónoma (**IA**) realizada y se expresa en términos de porcentaje (%) de rentabilidad. Los valores de RSIA cuantos más altos mejor, si tenemos un RSIA negativo es que la implementación de estas estrategias de PML no genera beneficios económicos para el industrial y si la RSIA es muy cercana a cero, también podemos pensar que la inversión autónoma no es muy atractiva en este campo ambiental.

El valor presente neto de la inversión autónoma (**VPNIA**) en estrategias de PML, busca conocer como la inversión autónoma (**IA**) realizada en estrategias de producción más limpia, supera o no las expectativas que el empresario tiene de su capital, a una tasa de oportunidad del industrial (**TOI**) por colocar su dinero en otra alternativa de inversión que no sea en PML, de acuerdo a un periodo de tiempo determinado. Fuente: Centro Nacional de Producción Más Limpia. Manual de Introducción a la Producción Más Limpia en la Industria. www.secretariadeambiente.gov.co/.../pdf/.../guia_produccion_limpia...

La tabla 2 muestra los diferentes valores de tasas a término fijo que las instituciones financieras en Colombia determinaron para depósitos de capital durante el año 2011 y su promedio se toma como la tasa de interés de oportunidad del industrial (TOI), alternativa de inversión que tendría al no invertir en la implementación de estrategias de PML. Esta TOI referenciada a un periodo de un año constituye parte del cálculo del valor presente neto de la inversión autónoma.

Tabla 2. Valores de la DTF (tasas de depósito a término fijo) durante el año 2011 para el sector financiero en Colombia

PERIODO 2011	DTF E.A. %
Enero de 2011	3,48
Febrero de 2011	3,49
Marzo de 2011	3,60
Abril de 2011	3,78
Mayo de 2011	3,83
Junio de 2011	3,96
Julio de 2011	4,19
Agosto de 2011	4,44
Septiembre de 2011	4,52
Octubre de 2011	4,69
Noviembre de 2011	4,98
Diciembre de 2011	4,97
PROMEDIO	4,16%

Fuente: Banco de la República-Colombia

6.5. Análisis y evaluación de resultados de la investigación

El análisis ambiental se realizó con base en los criterios de clasificación de las estrategias de acuerdo con los niveles de PML, los puntos críticos ambientales y sus causas, el desempeño de los factores ambientales, aire, agua, energía y residuos, la identificación de procesos y pasos para la implementación de estrategias de PML, los impactos ambientales, los factores ambientales comprometidos con y sin estrategias de PML. Lo anterior condujo a evaluar el resultado ambiental frente a la implementación de estrategias de Producción Más limpia.

El análisis económico de la implementación de las estrategias de PML parte de valorar monetariamente la inversión autónoma (IA), los costos y gastos asociados con y sin estrategias de PML implementadas, ingresos (Y) obtenidos en la implementación de algunas de estas

estrategias, cuyo beneficio económico se evalúa a través del valor presente neto, el periodo de recuperación y la rentabilidad de la inversión autónoma.

La evaluación se realiza sobre las estrategias de PML implementadas en DESCAFECOL, en un periodo de un año y los impactos ambientales y beneficios económicos obtenidos.

7. ANALISIS AMBIENTAL Y VALORACION ECONOMICA POR LA IMPLEMENTACION DE ESTRATEGIAS DE PRODUCCION MÁS LIMPIA

7.1. Criterios de clasificacion de las estrategias de acuerdo con los niveles de PML.

La implementación de estrategias de PML en la industria DESCAFECOL fue clasificada en tres niveles, así:

Nivel 1 de PML:

La empresa optimizó el proceso de combustión de la caldera que tiene que ver con buenas prácticas de manejo ambiental procedimiento encaminado a mejorar y optimizar la emisión de gases a la atmósfera que contribuyen a reducir el efecto invernadero; se estandarizan los tiempos de arranque y parada de equipos, en especial en la torre de aglomerado y manejo eficiente de la refrigeración nocturna del cuarto frío, significando esto una disminución en el consumo de energía eléctrica en sus motores, menor consumo de amoníaco como refrigerante, contribuyendo ambientalmente a disminuir la generación eléctrica y menores emisiones de gas refrigerante a la atmósfera. Con modificaciones tecnológicas en la iluminación interna y externa de la empresa, a través de la ubicación de sensores e instalación de fotoceldas se complementa la reducción energética de la industria Descafeol.

Las buenas prácticas ambientales también involucraron cambios en el consumo de agua, corrigiendo fugas en lavamanos y sanitarios e instalando sensores de tiempo para consumos, reduciendo el diámetro en mangueras para lavado de pisos e instalando pistolas difusoras a estas.

Nivel 2 de PML:

El nivel 2 de las estrategias de producción más limpia contempla lo relacionado con el reciclaje interno; desde la reincorporación al proceso de producción original o como material de insumo en otro proceso de producción; para el caso de la empresa DESCAFECOL, en este nivel 2 se considero solo la reutilización de los empaques, pues no hay otros materiales, insumos o factores ambientales dentro del proceso.

Nivel 3 de PML:

En este nivel la industria DESCAFECOL trabaja como estrategia de producción más limpia el reciclaje externo basado en la separación y venta de reciclables: vidrio, cartón, bolsas de papel y polietileno, plásticos y chatarra.

7.1.1. Aspectos de los factores ambientales, aire, agua, energía y residuos en la industria DESCAFECOL.

7.1.1.1. Aspecto ambiental aire

En el proceso de Tostión por la chimenea sale cascarilla de café y a la vez se producen emisiones de CO₂ por el gas natural utilizado como combustible en el proceso, existiendo también un residuo llamado borra el cual se prensa para sacarle la humedad y se seca para utilizarse como combustible en la caldera, la quema de este combustible arroja emisiones atmosféricas, igualmente en la torre de secado el aire caliente contiene material particulado o finos de café.

7.1.1.2. Aspecto ambiental agua

En cuanto al agua se presentaban altos consumos en el lavado de equipos y pisos en la planta de producción, esto debido a la utilización de mangueras con diámetros de pulgada y media.

7.1.1.3. Aspecto ambiental energía

La iluminación interna y externa de la empresa permanecía encendida en promedio 20 horas, a si mismo los motores de los equipos eléctricos del cuarto de refrigeración trabajaban las 24 horas del día, y otros motores en el proceso de aglomerado, ocasionando mayor consumo de energía eléctrica.

7.1.1.4. Aspecto ambiental residuos

Los residuos provenientes de los diferentes procesos no se reciclan, ocupan gran espacio físico en diferentes áreas de la empresa y estos se disponen directamente a la empresa de aseo del municipio, por lo tanto las áreas de disposición de residuos son mayores y el pago de recolección es alto.

7.1.2. Identificación de procesos e implementación de estrategias de PML.

La empresa tiene los siguientes procesos de producción: 1- Recibo, 2- Almacenamiento, 3- Tostión, 4- Molienda, 5- Extracción, 6- Enfriamiento, 7- Concentración, 8- secado, 9- Aglomerado, 10- Empaque. Los procesos en los cuales se implementaron estrategias de producción más limpia fueron en la tostión, enfriamiento, aglomerado, almacenamiento y empaque. Se describen cada uno de los procesos de producción:

1. Recibo: Se realiza en bodegas debidamente señalizadas y adaptadas para la entrada de camiones y tracto mulas.
2. Almacenamiento: Este se realiza en un lugar que asegura contenidos de humedad entre el 11% y 12%, se tienen en cuenta la utilización de estibas de sacos y condiciones óptimas de manipulación.



Fuente: <http://www.descafeol.com/>

3. Tostión o Torrefacción: Es un tipo de tueste o tostado que sirve para la alteración de las propiedades físicas y química del café, entre ellas el aroma, color y sabor. Al café resultado de este proceso se le llama “café torrefacto”, que muchas veces son comercializados.



Fuente: <http://www.descafeol.com/>

4. Molienda: Los granos tostados de café son molidos para facilitar la extracción de los sólidos solubles



Fuente: <http://www.descafeol.com/>

5. Extracción: El café tostado y molido es puesto en altas presiones de agua caliente para extraer los sólidos solubles y algunas otras sustancias propias del mismo. El resultado de la extracción se debe filtrar para evitar que queden impurezas sólidas.



Fuente: <http://www.descafeol.com/>

6. Enfriamiento: Generalmente se utiliza una corriente de aire o agua de alta presión para este proceso.



Fuente: <http://www.descafeol.com/>

7. Concentración: En este proceso se elimina parte del agua que contiene el resultado de los dos procesos anteriores, mediante evaporación o crio concentración. De aquí se obtiene el extracto de café, el cual es empacado y almacenado a temperaturas inferiores a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$



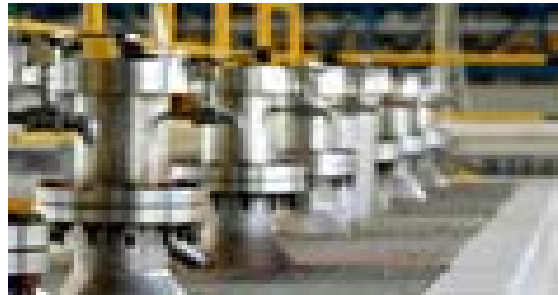
Fuente: <http://www.descafeol.com/>

8. Secado: En una cámara de secado, se elimina el agua restante por medio de altas temperaturas, de esta forma se obtiene el sólido extracto del café (extracto de café en polvo).



Fuente: <http://www.descafeol.com/>

9. Aglomeración: El polvo resultante se muele para volverse polvo altamente fino, luego pasa a ser rehumectado con el propio vapor saturado, un simple Aglomerado. Esto produce partículas de polvo de café mucho más grandes y porosas, que facilitan la rehidratación.



Fuente: <http://www.descafeol.com/>

10. Empaque: El producto es empacado y transportado a sus destinos finales.

En la tabla 3 se establecen los procesos de producción de café en donde se encontraron puntos críticos en aspectos ambientales y sus causas:

Tabla 3. Procesos de producción con aspectos ambientales críticos y las causas

Procesos de producción	Aspecto ambiental crítico	Causas
Tostión	Alto consumo de gas combustible en la caldera	Deficiencias en la calibración del quemador de gas
Enfriamiento, Aglomerado, Áreas comunes	Alto consumo de energía eléctrica por motores en torre de aglomerado, sistema de refrigeración e iluminación interna y externa.	Planeación y operación inadecuada de arranque y parada de equipos en la planta y utilización innecesaria de motores e iluminación encendida.
Planta de producción	Exceso en el consumo de agua en lavado de pisos de planta y servicios sanitarios.	Amplio diámetro en las mangueras y mantenimiento adecuado de los servicios sanitarios.
Almacenamiento y empaque	Elevada disposición en planta de residuos generados por empaques de materias primas utilizadas.	Falta de capacitación en empleados sobre el manejo de residuos sólidos

De acuerdo con los puntos críticos encontrados y sus causas relacionadas, se plantean las siguientes estrategias de PML para este caso:

1. Ahorro de combustibles con relación al gas.
2. Ahorro en consumo de energía eléctrica.
3. Ahorro en consumo de agua.
4. Reciclaje de residuos sólidos.

7.1.2.1. Implementación de las estrategias de PML en la industria DESCAFECOL

7.1.2.1.1. Estrategia de PML No 1: Optimización del proceso de combustión en la Caldera

Pasos para la implementación:

1. Calibración quemador de gas de la caldera:
 - Revisión de las boquillas de combustible del quemador.
 - Limpieza de electrodos de ignición y foto celda
 - Chequeo de la secuencia de encendido del quemador, incluyendo foto celda.
 - Chequeo de la relación aire-combustible.
 - Medición de presiones de combustible antes y después de la válvula reguladora del quemador.

- Medición de presión de aire
 - Mantenimiento del ventilador de suministro de aire.
2. Calibración semestral del quemador de gas natural.
 3. Revisión mensual de consumo de combustible para garantizar que la combustión sea eficiente.
 4. Instalación del lazo de control de combustión con medición de Oxígeno en Chimenea.

7.1.2.1.2. Estrategia de PML No 2: Manejo eficiente del cuarto frío

Pasos para la implementación:

1. Revisar el Set Point de temperatura del cuarto frío.
2. Minimizar la capacidad sobrante del cuarto de frío, mediante el ajuste manual del control de capacidad de los compresores.
3. Vigilar que la operación de descongelación de los evaporadores se esté llevando a cabo periódica y eficientemente.
4. Asegurar que el manejo de producto requiera el mínimo de apertura de la puerta.
5. Capacitar al personal sobre los beneficios de un manejo eficiente del cuarto de refrigeración.

7.1.2.1.3. Estrategia de PML No 3: Optimización de procedimientos de arranque y parada de la torre de aglomerado

Pasos para implementación:

1. Revisión de lista de chequeo para arranque del equipo.
2. Revisión de la secuencia de arranque y parada del equipo.
3. Definición del tiempo mínimo requerido para el calentamiento del aire y del cono inferior de la cámara.
4. Definición del tiempo máximo permitido desde el momento del encendido del quemador hasta el cargue con producto, para minimizar el tiempo muerto en el arranque.

5. Establecer el tiempo máximo de barrido de la cámara previo a la parada
6. Modificación de los procedimientos de operación
7. Capacitación a operarios de la planta de producción.

7.1.2.1.4. Estrategia de PML No 4: Reducción en el consumo de agua potable

Pasos para implementación:

1. Capacitación sobre el cambio de cultura en el lavado de áreas de la empresa.
2. Revisión de la presión necesaria para el lavado de diferentes áreas.
3. Provisión de las mangueras necesarias y adaptación de pistolas.
4. Control de fugas de agua en lavamanos y montaje de sensores
5. Seguimiento a la implementación.

7.1.2.1.5. Estrategia de PML No 5: Recuperación de residuos y empaques mediante el proceso de reciclaje.

Pasos para implementación:

1. Capacitación en reciclaje para empleados.
2. Acondicionamiento de áreas para el manejo de residuos.
3. Separación en la fuente de residuos.
4. Disposición final y entrega de residuos.

7.1.3. Impactos ambientales en la implementación de estrategias de PML

En la tabla 4 se hace una relación de los impactos ambientales primarios, secundarios y terciarios por cada uno de los factores de las estrategias implementadas, en este sentido, los impactos primarios corresponden al efecto que genera directamente el factor ambiental, los impactos secundarios son el resultados directos de los procesos intervenidos y los terciarios

corresponden a los efectos externos que se ven involucrados directa o indirectamente con el medio ambiente.

Tabla 4. Impactos ambientales en la implementación de estrategias de PML

Estrategia de PML implementada	Factor Ambiental comprometido	Impactos primarios	Impactos secundarios	Impactos terciarios
Optimización del proceso de combustión en la Caldera, en proceso de tosti3n.	Aire	Disminuci3n de material Particulado. Disminuci3n del consumo de gas natural.	Disminuci3n de emisiones atmosf3ricas, representadas en Co2.	Disminuci3n de la vulnerabilidad ante enfermedades respiratorias en la comunidad aleda1a. Contribuci3n a la disminuci3n de gases efecto invernadero.
<ul style="list-style-type: none"> • Optimizaci3n de tiempos en parada y arranque de motores, en proceso de aglomerado. • Apagado de cuartos fr3os en la noche, en proceso de enfriamiento. • Ubicaci3n de sensores en iluminaci3n en 1reas comunes. 	Energ3a el3ctrica	Reducci3n en el consumo de energ3a el3ctrica	Disminuci3n de Impactos ecol3gicos y/o los que se relacionan con el uso de la tierra, agua o humedales, y cambios ecol3gicos por la transmisi3n y disminuci3n de energ3a el3ctrica.	Conservaci3n de especies ex3ticas, fauna y flora por el incremento de centrales hidroel3ctricas. La fuerza electromagn3tica genera riesgos para la salud.
Reciclaje de empaques, 1rea de almacenamiento.	Residuos	Disminuci3n de residuos s3lidos.	Disminuci3n en la contaminaci3n del piso.	Recuperaci3n del PH y nutrientes del suelo, mejoramiento en la calidad del suelo.
Reducci3n di1metro de mangueras para lavado de pisos, en planta de producci3n. Instalaci3n de pistolas a mangueras. Control de fugas de agua en servicios sanitarios.	Agua	Reducci3n en el consumo de agua potable.	Reducci3n de vertimientos	Aumento del Ox3geno disuelto; Contribuci3n a la descontaminaci3n de quebradas y r3os.

La optimizaci3n de la combust3n de la Caldera en el proceso de tosti3n, disminuy3 el consumo de gas natural, emisi3n de material particulado y de Co2, estos aspectos contribuyen a mejorar los impactos ambientales en lo que tiene que ver con el efecto invernadero y disminuci3n de enfermedades respiratorias a la comunidad cercana.

El manejo de tiempos de parada y arranque de motores eléctricos en el proceso de aglomerado, apagado de cuartos fríos y ubicación de sensores en la iluminación, trajo consigo reducción en el consumo de energía eléctrica, lo que posibilita disminución de Impactos ecológicos y/o los que se relacionan con el uso de la tierra, agua o humedales, y cambios ecológicos por la transmisión y distribución de energía eléctrica por el incremento de centrales hidroeléctricas.

El reciclaje de empaques en áreas de producción y almacenamiento, disminuyó la contaminación del piso por mal manejo residuos sólidos, evitando la presencia de roedores y contaminación visual.

La reducción diámetro de mangueras para lavado de pisos, instalación de pistolas a mangueras, el control de fugas de agua en servicios sanitarios, condujeron a reducción en el consumo de agua potable y vertimientos de aguas contaminadas a la quebrada Manizales.

8.1. EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA IMPLEMENTACION DE ESTRATEGIAS DE PML.

8.1.1. Factor ambiental aire

En este factor ambiental se busca evaluar el desempeño ambiental registrado con la implementación de la estrategia de PML y el comportamiento en contaminación atmosférica.

En el proceso de Tosti3n, DESCAFECOL logr3 una reducci3n del 50% de emisiones atmosf3ricas que eran generadas por la chimenea de la caldera donde se ten3a una emisi3n de 96.000 m3/a3o de CO2; con la implementaci3n de la estrategia relacionada con el ajuste de la presi3n del gas se tuvo una reducci3n de la emisi3n a 48.000 m3/a3o; teniendo en cuenta que la caldera trabaja en promedio 12 horas al d3a, se estar3an dejando de emitir a la atmosfera un total de 48.000 m3/a3o, mejorando sustancialmente su comportamiento ambiental.

8.1.2. Factor ambiental Agua

Este factor ambiental tiene como característica que a mayores consumos de agua se presentan altos vertimientos de aguas residuales, ocasionando contaminación en otros recursos hídricos.

Los procesos de producción principales realizadas en DESCAFECOL requieren del recurso hídrico, como por ejemplo, en los servicios sanitarios, el sistema de calderas y limpieza de la planta.

Analizados los puntos críticos del factor ambiental agua, esta industria de alimentos logró una reducción en el consumo de agua en actividades propias del lavado de equipos y pisos representado en 6.382 m³/año, logró obtenido en la utilización de mangueras de media pulgada, instalación de pistolas para no desperdiciar agua cuando no se están utilizando; se corrigieron fugas y se adaptaron sensores a los lavamanos, para lograr una reducción total en el consumo de agua del 9,3%, además se capacitó a los empleados con el fin de generar sensibilización alrededor del tema de ahorro de agua.

La ley 373 de 1997 incentiva a nivel municipal programas en la reducción de agua, por lo tanto DESCAFECOL comprometida a nivel industrial con este mecanismo legal, ha logrado con una alternativa sencilla de PML reducir costos sino además evitar vertimientos de aguas residuales a alcantarillados y quebradas cercanas.

8.1.3. Factor ambiental energía eléctrica

Como es bien sabido Colombia posee gran riqueza hídrica para la generación de energía eléctrica, pero su creciente consumo ocasiona impactos ambientales derivados de los procesos de generación, transmisión y distribución, es por ello que se requieren de la implementación de estrategias de PML, con el fin de minimizar dichos efectos ambientales.

El ahorro de energía en la planta de producción de DESCAFECOL inicia con la optimización de procedimientos de arranque y parada de la torre de aglomerado, la cual básicamente tiene como estrategia un protocolo que define el tiempo mínimo requerido para el calentamiento del aire y del cono inferior de la cámara, lo que permite el encendido del quemador hasta el cargue con producto, y así minimizar el tiempo muerto en el arranque, reduciendo los consumos de energía eléctrica.

Conjuntamente con al anterior estrategia se toma la decisión de apagar el cuarto frío durante la noche, colocación de sensores a luminarias internas y externas, lo cual trajo consigo la reducción de energía eléctrica en un 31,6%, además de bajos consumos en amoniaco en un 30%, insumo requerido en los equipos de refrigeración. Con la estandarizaron de los diferentes tiempos de arranque y parada de equipos, refrigeración e iluminación se reducen los consumos de energía eléctrica de 494.000 Kilovatios/año a 338.000 Kw/año.

Las estrategias de PML implementadas con respecto al factor ambiental energía eléctrica que finalmente reducen su consumo EN 156.000 Kw/año, tienen como resultado ambiental el evitar que se incremente la construcción de nuevas centrales hidroeléctricas, sus procesos de transmisión y distribución que afectan grandes extensiones de tierras, además de la afectación a la salud de las comunidades por radiaciones electromagnéticas de altas líneas de tensión ubicadas en diferentes ciudades y campos.

En cuanto a consumo de energía en el país no hay una reglamentación de consumo a nivel industrial, este aspecto es considerado como metas internas dentro de los planes de manejo de cada una de las empresas y no como una respuesta a un control legal.

8.1.4. Factor ambiental residuos

Los residuos sólidos en muchos casos son considerados desechos o basuras, lo que ocasiona que se inutilicen áreas, se produzcan contaminaciones por olores, presencia de roedores y los aspectos visuales no agradables, residuos que deben ser aprovechados en reducir los impactos ambientales y beneficios económicos de las empresas.

Para el factor ambiental residuos sólidos, la empresa DESCAFECOL implemento como estrategia de producción más limpia la separación y venta de reciclables, actividad que antes no se realizaba, ya que se entregaba directamente a la empresa de aseo de la ciudad. Esta estrategia de PML representó para la empresa desde el punto de vista ambiental la recuperación de residuos y empaques mediante el proceso de reciclaje por 21.990 Kg/año, logró que estos fueran vendidos, obteniéndose del vidrio, cartón, plástico y chatarra un ingreso monetario que antes no se tenía y despejando áreas que contribuyeran a un entorno ambiental más limpio; así mismo se empezó la reutilización de materiales, tales como bolsas de basura y amarras las cuales se están usando 1 o 2 veces, antes de ser recicladas. Gracias a la colaboración de todo el personal, se han logrado disminuir a 8.010 Kg/año las basuras dispuestas en el relleno sanitario, lo que equivale a una reducción del 73,3% en la disposición final de residuos.

Con la implementación de las estrategias de PML en los diferentes procesos de producción de la industria DESCAFECOL, se dejaron de emitir a la atmosfera un total de 48.000 m³/año de Co₂, contribuyendo a reducir el efecto invernadero, se redujo el consumo de gas natural en 167.626 m³/año lo que conduce a evitar el agotamiento de un recurso natural no renovable, se utilizó menos energía eléctrica en un total de 156.000 Kw/año disminuyendo los efectos electromagnéticos en la distribución de energía e impactos por la generación desde los embalses hidroeléctricos, menor consumo de agua potable en 6.382 m³/año, minimizando vertimientos de aguas contaminadas a quebradas y ríos, el reciclaje de residuos sólidos bajo a 8.010 Kg/año el envío de residuos sólidos al relleno sanitario, la implementación de todas estas estrategias de PML contribuyeron a mejorar los impactos ambientales de factores como el aire, la energía eléctrica, el agua y los residuos sólidos.

8.1.5. Factores ambientales comprometidos con y sin estrategias de PML.

En la tabla 5 se identifican los diferentes procesos frente a su situación con o sin estrategias de PML, las cuales comprometen diferentes factores ambientales.

Tabla 5. Factores ambientales comprometidos con y sin estrategias de PML.

Proceso intervenido	Estrategia de PML implementada	Factor Ambiental comprometido	Situación sin estrategia de PML	Situación con estrategia de PML
Tostión	Optimización del proceso de combustión en la Caldera	Aire	<ul style="list-style-type: none"> • Emisión a la atmósfera de Co2: 96.000 m3/año • Consumo de gas: 270.000 m3 / año. 	Se disminuyó la emisión a la atmósfera de Co2 en 48.000 m3/año y el consumo de gas se redujo a 102.374 m3 /año
Aglomerado	Optimización de tiempos en parada y arranque de motores	Energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor consumo de energía eléctrica por arranques y paradas de equipos no planeadas: 230.000 kilovatios/año 	Bajó el consumo de energía a 170.000 Kw/año.
Enfriamiento	Apagado de cuartos fríos en la noche	Energía Eléctrica	Cuarto frío con refrigeración encendida 24 horas /día Mayor consumo energía eléctrica: 144.000 kilovatios/año	Refrigeración encendida 16 horas, disminuye el consumo de energía eléctrica en 8 horas, equivalente a un consumo de 96.000 Kw/año.
Enfriamiento	Reducción tiempo de refrigeración cuarto frío	Aire	Mayor consumo de amoniaco en refrigeración: 250 Kg/año.	Consumo de amoniaco disminuyó a 175Kg/año.
Almacenamiento y empaque	Reciclaje de empaques	Residuos	No se reciclaba, se disponían directamente a la empresa de aseo. 30.000 Kg/año.	El reciclaje genero aprovechamientos de residuos por 21.990 Kg/año.
Planta de producción	Reducción diámetro de mangueras para lavado de pisos. Instalación de pistolas a mangueras. Control de fugas de aguas en servicios sanitarios	Agua	Mayor consumo Agua: 63.818m3/año	Menor consumo agua: 57.436m3/año.
Áreas comunes	Ubicación de sensores en iluminación	Energía eléctrica	Luminarias internas y externas encendidas 20 horas al día <ul style="list-style-type: none"> • Mayor recambio en iluminarias. • Consumos de 120.000 Kilovatios/año 	Luminarias encendidas 12 horas. Consumo energía eléctrica: 72.000 Kilovatios/año.

8.2. VALORACIÓN ECONÓMICA POR LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS DE PML.

8.2.1. Valoración económica de la estrategia de PML No 1: Optimización del proceso de combustión en la Caldera

Calculo Periodo Recuperación de la Inversión Autónoma (PRIA), estrategia de PML No 1:

Fuente de datos: DESCAFECOL.2011

IA: Inversión autónoma en la implementación de esta estrategia de PML: \$ 37.800.000 /año

S: Ahorro en costos del gas natural y pagos por tasas retributivas, representado en:

C: Costo del gas natural sin implementar estrategia de PML: \$ 290.115.000/año

G: Gastos por pagos en tasas retributivas, sin implementar estrategia de PML: \$ 8.000.000/año

Cpml: Costo del gas implementada estrategia de PML: \$ 110.000.000/año

Gpml: Gastos en pagos de tasas retributivas al implementar PML: \$ 1.500.000/año

$$S = C + G - Cpml - Gpml$$

$$S = 290.115.000 + 8.000.000 - 110.000.000 - 1.500.000$$

$$S = \$ 186.615.000$$

$$PRIA = \frac{IA}{S} = \frac{37.800.000}{186.615.000} = 0.20 \text{ *año. (Periodo de un año: 365 días; 0.20 equivale a 73 días}$$

de un año o 2.4 meses)

En esta estrategia de PML la inversión autónoma se recupera antes del año, ya que el beneficio económico por los ahorros en costos y gastos de \$ 186.615.000 superan de manera importante la inversión autónoma realizada de \$ 37.800.000, obteniendo un periodo de recuperación de la inversión en una quinta parte del año, o lo que es igual a 2.4 meses, lo que

indica que el proceso de optimización de combustión de la caldera como estrategia de PML se recupera en el corto plazo.

Calculo Rentabilidad Sobre la Inversión Autónoma (RSIA), estrategia de PML No 1:

$$RSIA = \frac{S-IA}{IA} \times 100 = \frac{149.815.000}{37.800.000} * 100 = 394 \%$$

El índice de retorno sobre la inversión es un indicador financiero que mide la rentabilidad de una inversión, es decir, la relación que existe entre la utilidad neta o la ganancia obtenida, y la inversión. <http://www.crecenegocios.com/retorno-sobre-la-sobre-inversion-roi/>

En nuestro caso la ganancia obtenida está representada por el beneficio económico de ahorros realizados por menores costos en gas natural y pago de tasas retributivas, lo cual dio como resultado una rentabilidad de la inversión del 394%, lo que significa que la aplicación de estrategias de producción más limpia es rentable y eficiente al usar esta inversión autónoma para generar mayores beneficios económicos al industrial.

Calculo Valor Presente Neto de la Inversión Autónoma (VPNIA), estrategia de PML No 1:

$$VPNIA = \frac{S}{(1+TOI)^n} - IA$$

Beneficio Económico (BE) representado en Ahorro(S) por menor pago de gas y tasa retributiva:

$$BE=S-CAIPML - CDIPML = \$ 186.615.000 \text{ Anual}$$

CAIPML=Costos en gas y tasas retributivas antes de implementar estrategia PML= \$ 298.115.000

CDIPML= Costos en gas y tasas retributivas después de implementada estrategia PML= \$ 111.500.000

TOI= Tasa de oportunidad del industrial (Se toma la DTF promedio para el mercado de capitales en Colombia).= 4.16 % E.A.

n = Periodo de la inversión autónoma =1 Año

IA= Inversión autónoma aplicada a la estrategia de PML.= \$ 37.800.000 año

$$VPNIA = \frac{195.813.000}{(1+0,0418)^1} - 37.800.000$$

$$VPNIA = \$ 141.361.866$$

Es así como la inversión autónoma de \$ 37.800.000 realizada en la implementación de la estrategia de PML con respecto a la optimización del proceso de combustión de la caldera, maximiza esta inversión autónoma en \$ 141.361.866, valor económico que no recibiría si no las implementa, en este valor se tiene en cuenta la tasa de oportunidad del industrial que sirve de referente en caso que el industrial determinara invertir su capital en otra alternativa diferente a la PML.

8.2.2. Valoración económica de la estrategia de PML No 2: Manejo eficiente del cuarto frio.

Calculo Periodo Recuperación de la Inversión Autónoma (PRIA), estrategia de PML No 2:

IA: Inversión autónoma para implementar esta estrategia de PML: \$ 189.600 /año

S: Ahorro en costos de energía eléctrica y consumo de amoniaco, representado en:

C: Costo de la energía sin implementar estrategia de PML: \$ 45.000.000/año

Costo del amoniaco sin implementar estrategia de PML: \$2.000.000/año

Cpml: Costo de la energía implementada estrategia de PML: \$ 34.051.000 /año

Costo del amoniaco implementada estrategia de PML: \$ 1.400.000/año

Cpml Total: \$ 35.451.000

$$S = C - Cpml$$

$$S = 47.000.000 - 35.451.000$$

$$S = \$ 11.549.000$$

$$PRIA = \frac{IA}{S} = \frac{189.600}{11.549.000} = 0.0164 * \text{año. (Periodo de un año: 365 días; 0.0164 equivale a 6}$$

días de un año)

Esta estrategia de PML tiene una inversión autónoma de \$ 189.600 siendo muy baja debido a que se trata de actividades operativas de manejo del cuarto frio, por lo tanto la inversión autónoma realizada se recupera en tan solo 6 días, por ahorro en costos de energía y amoniaco por valor de \$ 11.549.000/año.

Calculo Rentabilidad Sobre la Inversión Autónoma (RSIA), estrategia de PML No 2:

$$RSIA = \frac{S-IA}{IA} \times 100 = \frac{11.549.000}{189.600} * 100 = 5.991\%$$

En nuestro caso la rentabilidad obtenida está representada por el beneficio económico de ahorros realizados por menores costos en energía y pago de amoniaco para el sistema de refrigeración, lo cual dio como resultado una rentabilidad de la inversión del 5.991%, en un periodo de un año, lo que significa que la aplicación de estrategias de producción más limpia es rentable y eficiente al usar esta inversión autónoma para generar mayores beneficios económicos al industrial

Calculo Valor Presente Neto de la Inversión Autónoma (VPNIA), estrategia de PML No 2:

Beneficio económico (BE) representado en Ahorro(S) por menor pago de energía eléctrica y amoniaco:

BE=S=CAIPML – CDIPML = \$ 11.549.000 Anual

CAIPML=Costos en energía eléctrica y amoniaco antes de implementar estrategia PML= \$ 47.000.000 año

CDIPML= Costos en energía eléctrica y amoniaco después de implementada estrategia PML= \$ 35.451.000 Año

TOI= Tasa de oportunidad del industrial (Se toma la DTF promedio para el mercado de capitales en Colombia).= 4.16% E.A.

n = Periodo de la inversión autónoma.= 1 Año

IA= Inversión autónoma aplicada a la estrategia de PML.= \$ 189.600

$$VPNIA = \frac{S}{(1+T)^N} - IA$$

$$VPNIA = \frac{11.849.000}{(1+0,0418)^1} - 189.600$$

$$VPNIA = \$ 10.898.150$$

Es así como la inversión autónoma de \$ 189.600 realizada en la implementación de la estrategia de PML con respecto al manejo eficiente del cuarto frío, maximiza esta inversión en \$ 10.898.150, valor económico que no recibiría si no las implementa, en este valor se tiene en cuenta la tasa de oportunidad del industrial que sirve de referente en caso que el industrial determinara invertir su capital en otra alternativa diferente a la PML.

8.2.3. Valoración económica de la estrategia de PML No 3: Optimización en procedimientos de arranque y parada de la torre de aglomerado

Calculo Periodo Recuperación de la Inversión Autónoma (PRIA), estrategia de PML No 3:

IA: Inversión autónoma para implementar esta estrategia de PML: \$1.890.600/año

Y: Ingreso por venta de residuos sólidos que antes eran desechados: \$ 5.000.000/año.

S: Ahorro en costos de energía eléctrica y gastos en tasas retributivas, representado en:

C: Costo de la energía sin implementar estrategia de PML: \$ 45.000.000/año

G: Gastos por pagos en tasas retributivas, sin implementar estrategia de PML: \$ 4.000.000/año

C_{pml}: Costo de la energía implementada estrategia de PML: \$ 20.000.000/año

G_{pml}: Gastos en pagos de tasas retributivas al implementar PML: \$ 500.000/año

$$S = C + G - C_{pml} - G_{pml}$$

$$S = 45.000.000 + 4.000.000 - 20.000.000 - 500.000$$

$$S = \$ 28.500.000$$

$$PRIA = \frac{IA}{Y+S} = \frac{1.890.600}{28.500.000} = 0.056 * \text{año. (Periodo de un año: 365 días; 0.056 equivale a 21$$

días de un año)

Esta estrategia de PML tiene una inversión autónoma de \$ 1.890.600 representada en actividades de optimización de parada y arranque de equipos en la torre de aglomerado, inversión que se recupera en 21 días por ahorro de energía, menor pago de tasa retributiva por emisiones, además de recibir un ingreso adicional por reciclaje de empaques.

Calculo Rentabilidad Sobre la Inversión Autónoma (RSIA), estrategia de PML No 3:

$$RSIA = \frac{Y+S-IA}{IA} \times 100 = \frac{31.609.400}{1.890.600} * 100 = 1.672\%$$

En nuestro caso la rentabilidad obtenida está representada por el beneficio económico de ahorros realizados por menores costos en energía y pago de tasas retributivas en la implementación de esta estrategia de PML en la torre de aglomerado, lo cual dio como resultado una rentabilidad de la inversión autónoma en un periodo de un año del 1.672%, lo que significa que la aplicación de estrategias de producción más limpia es rentable y eficiente al usar esta inversión autónoma para generar mayores beneficios económicos al industrial

Calculo Valor Presente Neto de la Inversión Autónoma (VPNIA), estrategia de PML No 3:

Beneficio económico (BE) representado en Ingresos (Y) por venta de residuos sólidos y Ahorro(S) por menor pago de energía eléctrica y tasa retributiva:

Y: Ingreso venta de residuos sólidos por reciclaje: \$ 5.000.000 anuales.

CAIPML=Costos de energía eléctrica y gastos en tasa retributiva antes de implementar estrategia PML= \$ 49.000.000 año

CDIPML= Costos energía eléctrica y gastos en tasa retributiva después de implementada estrategia PML= \$ 20.500.000 año

BE=Y+S= Y + (CAIPML – CDIPML) = \$5.000.000+ (49.000.000-20.500.000)= \$ 33.500.000 Anual

TOI= Tasa de oportunidad del industrial (Se toma la DTF promedio para el mercado de capitales en Colombia).= 4.16% E.A.

n = Periodo de la inversión autónoma=1 Año

IA= Inversión autónoma aplicada a la estrategia de PML.= \$ 1.890.600 Año

$$VPNIA = \frac{Y+S}{(1+r)^n} - IA$$

$$VPNIA = \frac{33.200.000}{(1+0,0418)^4} - 1.890.600$$

$$VPNIA = \$ 30.271.458$$

Es así como la inversión autónoma de \$ 1.890.600 realizada en la implementación de la estrategia de PML con respecto a la optimización de procedimientos en arranque y parada de la torre de aglomerado, maximiza esta inversión en \$30.271.458 valor económico que no recibiría si no las implementa, en este valor se tiene en cuenta la tasa de oportunidad del industrial que sirve de referente en caso que el industrial determinara invertir su capital en otra alternativa diferente a la PML.

8.2.4. Valoración económica de la estrategia de PML No 4: Reducción en el consumo de agua potable.

Calculo Periodo Recuperación de la Inversión Autónoma (PRIA), estrategia de PML No 4:

IA: Inversión autónoma para implementar esta estrategia de PML: \$ 5.200.000/año

S: Ahorro en costos de agua potable, representado en:

C: Costo del agua potable sin implementar estrategia de PML: \$ 140.400.000/año

Cpml: Costo del agua potable implementada estrategia de PML: \$ 126.360.000/año

$$S = C - Cpml$$

$$S = 140.400.000 - 126.360.000$$

$$S = \$ 14.040.000 \text{ anual}$$

$$PRIA = \frac{IA}{S} = \frac{5.200.000}{14.040.000} = 0.37 * \text{año. (Periodo de un año: 365 días; 0.37 equivale a 135 días de un$$

año o 4.5 meses)

Esta estrategia de PML tiene una inversión autónoma de \$ 5.200.00 representada en estrategias de reducción en el consumo de agua potable en lavado de equipos y pisos en planta de producción, inversión que se recupera en 4.5 meses por haber implementado dichas estrategias de PML.

Calculo Rentabilidad Sobre la Inversión Autónoma (RSIA), estrategia de PML No 4:

$$RSIA = \frac{S-IA}{IA} \times 100 = \frac{3.840.000}{2.200.000} * 100 = 170\%$$

La rentabilidad del 170% se debe al beneficio económico obtenido por el ahorro realizado en el consumo de agua al año, lo que significa que la aplicación de procedimientos básicos como el reducir el tamaño en mangueras o colocar pistolas dispensadoras de agua es rentable y eficiente generando mayores beneficios ambientales y económicos.

Calculo Valor Presente Neto de la Inversión Autónoma (VPNIA), estrategia de PML No 4:

Beneficio económico (BE) representado en Ahorro(S) por menor pago de agua potable:

$$BE=S=CAIPML - CDIPML$$

CAIPML=Costos en agua potable antes de implementar estrategia PML= \$ 140.400.000

CDIPML= Costos en agua potable después de implementada estrategia PML= \$ 126.360.000

$$BE=S=140.400.000 - 126.360.000= \$ 14.040.000 \text{ anual}$$

TOI= Tasa de oportunidad del industrial (Se toma la DTF promedio para el mercado de capitales en Colombia).= 4.16% E.A.

n = Periodo de la inversión autónoma=1 Año

IA= Inversión autónoma aplicada a la estrategia de PML.= \$ 5.200.000

$$VPNIA = \frac{S}{(1+TOI)^n} - IA$$

$$VPNIA = \frac{14.040.000}{(1+0.0416)^1} - 5.200.000$$

VPNIA= \$ 8.279.263

Con una inversión autónoma de \$ 5.200.000 realizada en la implementación de la estrategia de PML que busca la reducción en el consumo de agua potable, se maximizó esta inversión en \$ 8.279.263 valor económico que no recibiría si no la implementa, en este valor se tiene en cuenta la tasa de oportunidad del industrial que sirve de referente en caso que el industrial determinara invertir su capital en otra alternativa diferente a la PML.

8.2.5. Valoración económica de la estrategia de PML No 5: Recuperación de residuos sólidos mediante el proceso de reciclaje.

Calculo Periodo Recuperación de la Inversión Autónoma (PRIA), estrategia de PML No 5:

IA: Inversión autónoma para implementar esta estrategia de PML: \$ 1.200.000/año

Y: Ingreso por venta de residuos que antes eran desechados: \$ 9.000.000/año.

S: Ahorro en gastos de recolección, transporte y disposición final de residuos, representado en:

GAIPML: Gastos por pagos en recolección, transporte y disposición final, sin implementar estrategia de PML: 3.600.000/año.

GDIPML: Gastos en pagos de recolección, transporte y disposición final al implementar PML: \$ 960.000/año.

$$S = GAIPML - GDIPML$$

$$S = 3.600.000 - 960.000$$

$$S = \$ 2.640.000 \text{ año}$$

$$PRIA = \frac{IA}{Y+S} = \frac{1.200.000}{11.840.000} = 0.1030 * \text{año. (Periodo de un año: 365 días; 0.1030 equivale a 38 días de$$

un año o 1.2 meses)

Esta estrategia de PML tiene una inversión autónoma de \$ 1.200.00, la cual se recupera en 1.2 meses, representada en utilizar como estrategia el reciclaje y venta de residuos sólidos, que trajo consigo ingresos adicionales para la empresa y reducción en pago de recolección y disposición final de basuras al relleno sanitario.

Calculo Rentabilidad Sobre la Inversión Autónoma (RSIA), estrategia de PML No 5:

$$RSIA = \frac{Y+S-IA}{IA} \times 100 = \frac{10440.000}{1.200.000} = 870\%$$

La rentabilidad del 870% se debe al beneficio económico obtenido por el ahorro en pagos de recolección y transporte de basuras, además del ingreso adicional por venta de residuos sólidos, lo que significa que la práctica del reciclaje es rentable y eficiente generando mayores beneficios ambientales y económicos para esta industria.

Calculo Valor Presente Neto de la Inversión Autónoma (VPNIA), estrategia de PML No 5:

Beneficio económico (BE) representado en Ingresos (Y) por venta de residuos sólidos y Ahorro(S) en gastos de recolección y disposición final de residuos sólidos:

$$\text{Beneficio Económico (BE)} = Y + S = Y + (\text{GAIPML} - \text{GDIPML})$$

Y= Ingreso venta de residuos sólidos por reciclaje = \$ 9.000.000 anuales

GAIPML= Gastos recolección de residuos antes de implementar estrategia PML= \$ 3.600.000 año

GDIPML= Gastos recolección de residuos después de implementada estrategia PML= \$ 960.000 año

$$\text{BE} = Y + S = \$9.000.000 + (3.600.000 - 960.000) = \$ 11.640.000 \text{ Anual}$$

TOI= Tasa de oportunidad del industrial (Se toma la DTF promedio para el mercado de capitales en Colombia).= 4.16% E.A.

n = Periodo de la inversión autónoma.=1 Año

IA= Inversión autónoma aplicada a la estrategia de PML.= \$ 1.200.000

$$\text{VPNIA} = \frac{Y+S}{(1+TOI)^n} - IA$$

$$\text{VPNIA} = \frac{11.640.000}{(1+0.0416)^1} - 1.200.000$$

$$\text{VPNIA} = \$ 9.975.115$$

Con una inversión autónoma de \$ 1.200.000 realizada en la implementación de la estrategia de PML que busca el reciclaje de empaques y bolsas de papel, se maximizó esta inversión en \$ 9.975.115 valor económico que no recibiría si no la implementa, en este valor se tiene en cuenta la tasa de oportunidad del industrial que sirve de referente en caso que el industrial determinara invertir su capital en otra alternativa diferente a la PML.

8.2.6. VALORACION ECONOMICA TOTAL POR LA IMPLEMENTACION DE LAS ESTRATEGIAS DE PML EN LA INDUSTRIA DESCAFECOL

Valoración económica total de estrategias de PML No 1 a la 5:

Calculo Periodo Recuperación de la Inversión Autónoma (PRIA), estrategias de PML No 1 a la 5:

IA: Inversión autónoma total para implementar estas estrategias de PML: \$ 46.280.200 /año

Y: Ingreso total por venta de residuos que antes eran desechados: \$14.000.000/ año.

S: Ahorros en gas natural, energía eléctrica, amoniaco y agua, representados en:

C: Costos totales sin implementar estrategias de PML: \$522.515.000/año

G: Gastos totales por pago en tasas retributivas por vertimientos y emisiones atmosféricas, sin implementar estrategias de PML: \$15.600.000 /año

Cpml: Costos totales implementadas las estrategias de PML: \$291.811.000/año

Gpml: Gastos totales por pagos en tasas retributivas al implementar estrategia de PML: \$2.960.000/año.

$$S = C + G - Cpml - Gpml$$

$$S = 522.515.000 + 15.600.000 - 291.811.000 - 2.960.000$$

$$S = \$ 243.344.000$$

$$PRIA = \frac{IA}{Y+S} = \frac{46.280.200}{247.344.000} = 0,1798 * \text{año. (Periodo de un año: 365 días; 0.1798 equivale a 66 días$$

de un año o 2.2 meses)

Este periodo de recuperación de la inversión autónoma de todas las estrategias de PML implementadas en la industria DESCAFECOL, da como resultado que en 2.2 meses se recupere todo el dinero invertido y esto se logra por el ingreso total en venta de residuos que antes eran desechados, ahorro en gas natural, energía eléctrica, amoniaco y agua, además por la reducción en gastos totales por pago en tasas retributivas de vertimientos y emisiones atmosféricas.

Cálculo de Rentabilidad Sobre las Inversiones Autónomas (RSIA), estrategias de PML No 1 a la 5:

$$RSIA = \frac{Y+S-IA}{IA} \times 100 = \frac{211.068.800}{46.280.200} * 100 = 456 \%$$

La rentabilidad del 456% nos está mostrando como la inversión autónoma realizada en todas las estrategias de PML implementadas en esta industria, arrojo beneficios económicos representados en menores pagos de energía, agua, gas natural y disposición final de basuras.

Calculo valor presente neto (VPN) de las inversiones, estrategias de PML No 1 a la 5:

Beneficio Económico (BE)=Y+ S= Y + (CGAIPML – CGDIPML)

Y: Ingreso total por venta de residuos que antes eran desechados: \$14.000.000/ año

CGAIPML=Costos y gastos totales antes de implementar estrategia PML= \$ 538.115.000

CGDIPML= Costos y gastos totales después de implementada estrategia PML= \$ 294.771.000

BE=Y+S= 14.000.000 + (538.115.000- 294.771.000) = \$ 257.344.000 anual

TOI= Tasa de oportunidad del industrial (Se toma la DTF promedio para el mercado de capitales en Colombia, año 2011).= 4.16% E.A.

n = Periodo de la inversión.=1 Año

IA= Inversión Autónoma aplicada a las estrategias de PML.de la 1 a la 5 = \$ 46.280.200

$$VPNIA = \frac{Y+S}{(1+TOI)^n} - IA$$

$$VPNIA = \frac{257.344.000}{(1+0.0416)^1} - 46.280.200$$

$$VPNIA = \$ 200.785.852$$

Con una inversión autónoma de \$ 46.280.200 realizada en la implementación de todas las estrategias de PML para esta industria de Café, el empresario maximizó esta inversión en \$ 200.785.852, valor económico que no recibiría si no las hubiese implementado.

8.3. EVALUACION ECONOMICA DE LA IMPLEMENTACION DE ESTRATEGIAS DE PML.

La tabla 6 muestra cada una de las variables económicas financieras valoradas de acuerdo con cada una de las estrategias de PML implementadas en la industria DESCAFECOL:

Tabla 6. Valor económico de la implementación de cada una de las estrategias de PML en la industria DESCAFECOL(En miles de pesos Colombianos/año)

Variables	Estrategia PML No. 1	Estrategia PML No.2	Estrategia PML No. 3	Estrategia PML No. 4	Estrategia PML No. 5.
Inversión Autónoma (IA) en PML	\$37.800	\$189,6	\$1.890,6	\$5.200	\$1.200
Ingresos (Y) con PML	0	0	\$5.000	0	\$9.000
Costos (C) sin PML	\$290.115	\$47.000	\$45.000	\$140.400	
Gastos (G) sin PML	\$8.000		\$4.000		\$3.600
Costos con PML	\$110.000	\$35.451	\$20.000	\$126.360	
Gastos con PML	\$1.500		\$500		\$960
Beneficio Económico (BE) con PML	\$186.615	\$11.549	\$33.500	\$14.040	\$11.640
Periodo de la Inversión	1 año	1 año	1 año	1 año	1 año
Tasa de Oportunidad del Industrial (TOI)	4,16%	4,16%	4,16%	4,16%	4,16%
Periodo Recuperación Inversión Autónoma (PRIA)	72 días	6 días	21 días	135 días	36 días
Rentabilidad sobre la Inversión Autónoma (RSIA)	394%	5991%	1672%	170%	870%
Valor Presente Neto Inversión Autónoma (VPNIA)	\$141.361	\$10.898	\$30.271	\$8.279	\$9.975

En la estrategia de PML No 1, optimización del proceso de combustión en la Caldera, el beneficio económico por \$ 186.615.000 está representado en una reducción de los costos y gastos del 62.6 %, con un corto periodo de recuperación de la inversión autónoma de tan solo 2.4 meses, lo que indica que con el solo ahorro realizado con la implementación de esta estrategia deja de tener costos ineficientes y podrá recuperar su inversión autónoma en el corto plazo.

La rentabilidad sobre la inversión autónoma del 394% en esta estrategia de PML No1, es significativa por el alto beneficio económico obtenido, lo que supera altamente la tasa de oportunidad del industrial que es del 4.16% para el mercado de capitales en Colombia, siendo esta rentabilidad económicamente atractiva para un inversionista ambiental.

El valor presente neto de la inversión autónoma de \$ 141.361.866, representa el retorno neto actualizado a hoy de la inversión autónoma de \$ 37.800.000 en esta estrategia No 1 de PML, lo que quiere decir que el industrial maximizo su inversión autónoma en aplicar estrategias de PML en este proceso.

Si el Valor Presente Neto de la Inversion Autonoma de la estrategia de PML es positiva y mayor que otra alternativa de inversión que el industrial tenga, quiere decir que la implementacion de estrategias de PML no solo cumplen su funcion ambiental, si no economica.(<http://www.cpts.org/prodlimp/guias/Cueros/ANEXOF.pdf>)

La estrategia de PML No 2, manejo eficiente del cuarto frio, tuvo una inversión autónoma muy baja, solo representada en capacitación al personal y manejo técnico en paradas y aperturas del cuarto frio, lo que represento una reducción en costos de energía eléctrica y consumo de amoniaco del 24.6 %, con un periodo de recuperación de la inversión autónoma de 6 días. En esta estrategia la rentabilidad sobre la inversión autónoma es alta (5991%) debido a que representativamente el ahorro de energía eléctrica está muy por encima de la inversión autónoma realizada, lo que demuestra que una baja inversión autónoma en implementar estrategias de PML, represento un beneficio económico de \$ 11.549.000, mejorando sus costos de eficiencia en el manejo del factor ambiental energía eléctrica por \$ 35.451.000.

El Valor Presente Neto de \$ 10.898.150 muestra la maximización de la inversión autónoma, es finalmente el resultado de la reducción de costos en el ahorro de energía y compra de amoniaco y en cuya estrategia No 2 de PML solo se invirtieron \$ 189.600, además teniendo en cuenta que la tasa de oportunidad del industrial del 4.16% es superada por la rentabilidad de la inversión autónoma en estrategias de PML.

Antes de la implementación de la estrategia de PML No 3, esta industria trabajaba con costos de ineficiencia calculados en \$ 33.500.000, para lo cual se buscó optimizar el consumo de energía eléctrica utilizando protocolos para los procedimientos de arranque y parada de la torre de aglomerado, y adecuación del sistema de alumbrado en la planta de producción, cuya inversión autónoma estuvo representada en capacitación al personal de planta y manejo técnico de los equipos, con inversiones bajas que representaron disminuciones en costos de energía eléctrica y gastos en pagos de tasas retributivas del 68.37%, además del aprovechamiento de residuos que fueron reciclados de este proceso, generando ingresos adicionales que coadyudan a recuperar la inversión autónoma en la implementación de la estrategia, la cual fue de 20.5 días. La rentabilidad sobre la inversión autónoma en esta estrategia fue más alta que la tasa de oportunidad del industrial (TOI) que esperaba del 4.16%, nos muestra como a medida que se hacen inversiones a bajos costos en la reducción de la energía eléctrica con PML, esta es compensada con beneficios económicos proporcionalmente altos a la implementación y una recuperación a pesos de hoy del capital invertido una vez descontada la TOI.

DESCAFECOL optó por la reducción en el consumo de agua potable, para lo cual implementó una cultura empresarial en la utilización del agua tanto en la que se utiliza el personal, como la que se destina al lavado de pisos en la planta de producción.

Con la implementación de estrategias de PML sencillas y a bajas inversiones autónomas como la utilización de sensores, reducción en el tamaño de las mangueras y adaptándoles pistolas, se logro una reducción en costos por consumo de agua del 10%, que representa un costo de eficiencia en el consumo de agua de \$ 126.360.000 al año.

El beneficio económico en un periodo de un año por reducción el consumo de agua de \$ 14.040.000, cuya inversión autónoma se recupero en 4.5 meses y una rentabilidad sobre la inversión autónoma del 170%, la cual está por encima de las expectativas del inversionista que sería del 4.16%, maximizando su inversión autónoma en \$ 8.279.263 que representa el retorno neto actualizado generado por la inversión de \$ 5.200.000.

La recuperación de residuos y empaques mediante el proceso de reciclaje, se baso específicamente en la capacitación de los empleados de planta en reciclaje, acondicionamiento de áreas para el manejo de residuos, separación y disposición final de esta. LA implementación obtuvo ingresos económicos adicionales por venta de residuos de \$ 9.000.000 al año y disminución en pagos de recolección y transporte a la empresa de aseo del municipio por valor de \$ 2.640.000 que represento un 73.3%. El periodo de recuperación de la inversión autónoma se realizo en 1.2 meses, lo que indica el beneficio económico de este proceso de reciclaje, al reducirse el pago por recolección y disposición final de residuos y los ingresos adicionales por su venta.

La rentabilidad de la inversión autónoma en esta estrategia de recuperación y venta de residuos fue del 870%, la cual supera la tasa de oportunidad del industrial, además de haber maximizado el capital invertido en \$ 9.975.115, que representa el retorno neto actualizado generado por la inversión autónoma de \$ 1.200.000 en esta estrategia No 5 de PML.

La tabla 7 muestra el valor económico total de la inversión autónoma realizada en la totalidad de las estrategias de PML implementadas:

Tabla 7. Valor económico total de la implementación de las estrategias de PML en la industria DESCAFECOL (En miles de pesos Colombianos/año)

Variables	Valor económico Total estrategias de PML
Inversión (I) en PML	\$46.280,2
Ingresos (Y) con PML	\$14.000
Costos (C) sin PML	\$522.515
Gastos (G) sin PML	\$15.600
Costos con PML	\$291.811
Gastos con PML	\$2.960
Beneficios Económicos (BE) con PML	\$257.344
Periodo de la inversión autónoma (años)	1
Tasa de Oportunidad del Industrial (TOI)	4,16%
Periodo Recuperación Inversión Autónoma (PRIA)	2,2 meses
Rentabilidad sobre la Inversión Autónoma (RSIA)	456%
Valor Presente Neto Inversión Autónoma (VPNIA)	\$200.785

La inversión total de estrategias de PML implementada en la planta de producción de la industria DESCAFECOL, fue de \$ 46.280.200 en un periodo de un año, generando un beneficio

económico en este periodo de \$ 257.344.000, debido a mejoras en procedimientos técnicos y tecnológicos en los procesos de tostión, aglomerado, enfriamiento, almacenamiento y empaque.

La planta de producción y áreas comunes llevaron a la empresa a una eficiencia económica en un año, por ingresos de reciclaje, costos en consumos de agua y energía, gastos en tasas retributivas y disposición final al relleno sanitario por valor de \$ 308.771.000, resultado de implementar estrategias de PML en la reducción de consumos de gas, energía eléctrica, agua, y la implementación de la cultura del reciclaje, unido a resultados económicos positivos como son la rentabilidad sobre la inversión autónoma del 456%, el periodo de recuperación de la inversión autónoma en 2.2 meses y la maximización del capital invertido en \$ 200.785.852, que representa el retorno neto actualizado de la inversión autónoma realizada en la implementación de estas cinco estrategias de PML.

9. CONCLUSIONES

1. En la industria DESCAFECOL el factor ambiental aire se veía afectado por altas emisiones de CO₂, principalmente en el proceso de tostión y operación de la caldera, a la cual con las estrategias de PML implementadas, logro reducir en 48.000 m³/año sus emisiones a la atmosfera y en 167.626 m³/año el consumo de gas, generando un beneficio economico de \$ 180.115.000 al año.

2. La minimización de 6.382 m³/año en el consumo de agua en la empresa, fue importante por que se redujeron los vertimientos a la quebrada Manizales , ademas de un beneficio economico por menores pagos por valor de \$ 14.040.000/año.

3. La instalación de fotoceldas en las luminarias, el control de la refrigeración, la estandarizacion en paradas y arranques de equipos fueron estrategias sencillas de implementar y fundamentales para reducir los impactos ambientales generados en el proceso de aglomerado, que mostro como se redujo los consumos de energia en 156.000.000 Kw/año, que representan para la empresa un valor total de \$ 35.949.000/año y menores consumos de amoniaco en los sistemas de refrigeracion por 75 Kg/año, cuyo valor monetario esta representado en \$ 600.000/año .

4. La valoración económica realizada a través del periodo de recuperación de la inversión, la rentabilidad sobre la inversión y el valor presente neto de la inversión autónoma, encuentran una relación costo-beneficio entre este tipo de inversión autónoma en estrategias de PML y los ingresos o ahorros obtenidos en su implementación, lo que valida significativamente reducciones en los impactos ambientales, con la valoración económica que arrojó un beneficio económico total por valor de \$ 260.044.000 en un año.

5. La inversión autónoma en estrategias de PML tiene como tendencia general una relación inversa con las variables económicas ingreso y ahorro, mostrando como a medida que la inversión autónoma es menor, proporcionalmente los beneficios económicos son mayores.

6. Este estudio de caso servirá para evaluar ambiental y económicamente otras industrias relacionadas con la implementación de estrategias de PML.

10. RECOMENDACIÓN

Como recomendación final podría plantearse la construcción de un modelo econométrico de regresión lineal basado en el método de mínimos cuadrados ordinarios, con el fin de realizar estimaciones que reflejen en un momento determinado efectos causales entre variables ambientales y su incidencia en los beneficios económicos, para ello sería necesario la recopilación sistemática de datos con el fin de construir una base de datos bastante uniforme para cumplir con dicho fin, por supuesto la verificación de los supuestos del modelo estaría sujeta al experimento realizado bajo los procedimientos adecuados y de la correcta especificación (especificación del modelo) del mismo.

11. BIBLIOGRAFIA

Asian Development Bank (2001). Guidelines for Policy Integration and Strategic and Action Planning for the Promotion of Cleaner Production, Prepared by Richard S. Stevenson.

Camara de Comercio, Ventanilla ambiental, CORPOCALDAS. Informe de Gestión programa coordinacion y operación de la Ventanilla Ambiental, 2008.

Centro Ecuatoriano de Producción más Limpia. (2007). Marco conceptual de Producción más Limpia . Ecuador.

Centro Regional de Producción mas Limpia.(2009). Modelos de producción más limpia, Bogotá, Colombia.

CEPAL. 1991. Evaluación de Impacto Ambiental en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.

Chaux Guillermo; Rojas Gloria, Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, producción más limpia y viabilidad de tratamiento biológico para efluentes de mataderos en pequeñas localidades Caso: Municipio de El Tambo (Colombia), Rev. Bio. Agro vol.7 no.1 Popayán Jan, 2009.

Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo.(2004). Participación de organismos financieros en proyectos con orientación hacia tecnologías de producción más limpia. En: 1er Congreso Centroamericano de Empresas en P+L. (pp 25-49). San Salvador, El Salvador.

Correa U Santiago; Puerta z Antonio; Restrepo G Bernardo, documento Investigacion evaluativa, Programa de especializacion en teoría, Metodos y Técnicas de Investigacion social, Instituto Colombiano para el fomento de la educacion superior, 2002.

Ecofinanzas. (s.f). *Diccionario Economía - Administración - Finanzas - Marketing* .Recuperado de http://www.eco-finanzas.com/diccionario/V/VALOR_PRESENTE.htm

ESAP, Herramientas de la producción más limpia. Capítulo V-Modulo Gestión para la Producción Mas Limpia-.2009

Hoof, Bart Van; Nestor Monroy, Alex Saer Saker. Producción Mas Limpia, Paradigma de Gestión Ambiental. Universidad de los Andes, Facultad de Administración. Editorial Alfaomega Colombiana S.A. Bogotá. 2008.

ICFES 1996. Módulos de Investigación Social, ISBN: 958-9329-09-8 Obra completa, ESPECIALIZACIÓN EN TEORÍA, MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN SOCIAL, ISBN: 958-9329- Módulo seis, INVESTIGACIÓN EVALUATIVA, Composición electrónica: ARFO Editores e Impresores Ltda., Diciembre de 2002.

ICONTEC. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC ISO 14001, Bogotá, 2004

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial, UNIANDES. Evaluación económica de Impactos ambientales en proyectos sujetos a licenciamiento ambiental. Manual técnico disponible en: www.minambiente.gov.co/documentosbiodiversidadproyectos

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (1997) Política Nacional de Producción más Limpia. Publicación oficial del Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, D.C, Colombia.

Monroy Néstor, Ramos Juan Pablo, Saer Saker Alex, Van Hoof Bart. Introducción a la Producción Mas Limpia (PML). Volumen I-Marco teórico. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial. Bogotá. 2004

ODES, CORPOCALDAS, Documento, Política de Gestión ambiental sectorial compartida de caldas, 2005.

ONU. (1999). Manual de Producción más Limpia. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.

PÉREZ, M.A. (2008). Hacia el Desarrollo Sostenible en Colombia. Documentos de Política Pública. Piensa Colombia: los Aportes de la Academia. Tomo 1 Vol. 3. Senado de la República y Universidad Nacional de Colombia. 63 p.

PNUMA. Documento Perspectivas del medio ambiente mundial, 2000. Disponible en www.unep.org/geo2000

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Usando producción más limpia para facilitar la implementación de los acuerdos ambientales multilaterales. Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2003.

RESTREPO T, Inés et., al. Documento Cadena del cuero en el Valle del Cauca: Producción Mas Limpia para el mejoramiento de la competitividad, Cali, 2006

Rodríguez, L. (2010). Material Buenas Prácticas Ambientales Sector Lácteo. Managua.

SÁNCHEZ SÁNCHEZ FERNANDO, Gestión Para la producción Más Limpia, Programa de Tecnología y Gestión Publica ambiental, ESAP, Bogotá, 2009.

TAMAYO, C.M. (2000) Evaluación de las Necesidades, Capacidades y Prospectivas de Producción más Limpia en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Colombia 13 p.

VAN HOOFF B.; HERRERA, C.M. (2007) La evolución y el futuro de la producción más limpia en Colombia. Revista de Ingeniería # 26.

WEBGRAFIA

PRODUCCION MAS LIMPIA “CONCEPTOS Y METODOS” Ing. Lourdes Rubatino.
<http://www.slideshare.net/syandrea/prodmas-limpia-santo-domingo>.

[http://www.secretariadeambiente.gov.co/.../pdf/.../guia **produccion limpia**...](http://www.secretariadeambiente.gov.co/.../pdf/.../guia_produccion_limpia...)

http://www.unido.org/fileadmin/user_media/.../CP.../1-Textbook.pdf

[http://acercar.ambientebogota.gov.co/industria/biblioteca/MANUAL-DE-BUENAS-PRACTICAS/MANUAL%20SECTOR%20IPS/capitulo1.%20Importancia%20de%20la%20Producci%C3%B3n%20mas%20limpia%20en%20IPS..pdf\)](http://acercar.ambientebogota.gov.co/industria/biblioteca/MANUAL-DE-BUENAS-PRACTICAS/MANUAL%20SECTOR%20IPS/capitulo1.%20Importancia%20de%20la%20Producci%C3%B3n%20mas%20limpia%20en%20IPS..pdf)

[http://acercar.ambientebogota.gov.co/industria/biblioteca/MANUAL-DE-BUENAS-PRACTICAS/MANUAL%20SECTOR%20IPS/capitulo1.%20Importancia%20de%20la%20Producci%C3%B3n%20mas%20limpia%20en%20IPS..pdf\)](http://acercar.ambientebogota.gov.co/industria/biblioteca/MANUAL-DE-BUENAS-PRACTICAS/MANUAL%20SECTOR%20IPS/capitulo1.%20Importancia%20de%20la%20Producci%C3%B3n%20mas%20limpia%20en%20IPS..pdf)

[http://www.mitecnologico.com/Main/TecnologiaYProduccionLimpias\)](http://www.mitecnologico.com/Main/TecnologiaYProduccionLimpias)

[www.minambiente.gov.co/documentosbiodiversidadproyectos\).](http://www.minambiente.gov.co/documentosbiodiversidadproyectos)

[http://www.cpts.org/prodlimp/guias/Cueros/ANEXOF.pdf\)](http://www.cpts.org/prodlimp/guias/Cueros/ANEXOF.pdf)

<http://www.pymesfuturo.com/vpneto.htm>

<http://www.corpocaldas.gov.co>