

# LA ECOEFICIENCIA Y EL ECODISEÑO EN LA INDUSTRIA DE CELULOSA Y PAPEL EN AMÉRICA LATINA Y SU PROYECCIÓN A VENEZUELA

ECO-EFFICIENCY AND ECODESIGN IN THE PULP AND PAPER INDUSTRY IN LATIN AMERICA AND THEIR PROJECTION TO VENEZUELA

MARÍA RONDÓN SULBARÁN<sup>1</sup> y  
MARÍA JOSÉ BASTANTE CECA<sup>2</sup>

RECIBIDO: 23-09-10  
ACEPTADO: 05-02-11

- <sup>1</sup> Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Laboratorio Nacional de Productos Forestales, Laboratorio de Sostenibilidad y Ecodiseño, Mérida, Venezuela, E-mail: mariat@ula.ve;  
<sup>2</sup> Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Proyectos de Ingeniería, Valencia, España, E-mail: mabasce1@dpi.upv.es

## RESUMEN

La Industria es el motor de desarrollo, ya sea sostenible e insostenible de un país y, por medio de la actividad productiva que genera, desempeña un papel protagónico en el progreso de las sociedades; ya que es promotora y depositaria de tecnología, además de ser la encargada fundamental de suministrar servicios a los ciudadanos. Asimismo en contraparte, constituye la principal fuente de impacto ambiental, independientemente de su condición pública o privada. La Industria Química donde se encuentra ubicada la Industria de Celulosa y Papel, forma parte de la cadena productiva del Sector Forestal Primario, en el que existe una gran variedad de especies maderables que conforman los bosques naturales y plantaciones forestales, que al ser explotados, se convierten en una de las materias primas más utilizadas en los procesos industriales de fabricación de papel, conformando de esta manera parte del desarrollo industrial de un país. De ahí, que la justificación e importancia de este trabajo radica en el hecho de que la Industria Papelera debe mejorar o transformar su organización, para adoptar un nuevo modelo de actividad productiva desde la Ecología Industrial, contribuyendo a la obtención del Desarrollo Sostenible; fundamentado en tres estrategias primordiales: La Ecoeficiencia, la Gestión Medioambiental y los Polígonos Eco-industriales, en donde la función de diseño es imprescindible para la consecución de este modelo. Razón por la cual, cada día más se incrementa el interés de organismos, institutos y empresas hacia el Ecodiseño, que lo ven como una herramienta de enorme potencial, para poder implantar el modelo de Ecología Industrial y contribuir de esta manera desde la industria al Desarrollo Sostenible de la nación.

**Palabras clave:** optimización, procesos, Ecoeficiencia, Ecodiseño, pulpeo, productos papeleros, medio ambiente.

## SUMMARY

Whether sustainable or not, industries are the engines of development of a nation by means of production activities. Industries play a leading role in progress of the society. They are the promoter and repository of technology, aside from being the foundation of providing services to the citizens. On the other hand, industries constitute the principal source of environmental impact, whether it is in public or private hands. Cellulose and paper industry belongs to chemical industry. It forms a part of the primary sector of forestry. Many varieties of arboreal plant species make up the forest and plantations. In exploiting these plants, they become the most utilized raw materials in paper manufacturing process, thereby shaping a part of industrial development of a country. From these facts, justification and importance our work originate. Paper industry should better transform its organization to adopt a new model of productive activity. In view of ecological industry, it would need to contribute to sustainable development based on three primordial strategies: eco-efficiency, environmental management, and eco-industrial zoning. Those are fundamental aspects and functions for forming such a new model. By the same token, interests in eco-designing are continuously in increase among organizations, institutions, and companies. They see it as a tool with great potential for introducing ecological industry models, thus contributing to sustainable development of a nation.

**Key words:** optimization, processes, eco-efficiency, eco-design, pulping, paper products, environment

## 1. INTRODUCCIÓN

La Industria de Pulpa y Papel es una de las más antiguas y más grandes del mundo. Se hace difícil comparar, en tamaño esta industria con otras, debido a los múltiples usos, tanto de la pulpa como del papel y a la gran acumulación de valor agregado económico, ambiental y social en los diferentes productos derivados con estos materiales básicos. En ese sentido, al costo de la pulpa utilizada en la manufactura del papel, debe agregarse el valor del papel fabricado, así como el precio del producto acabado, como por ejemplo un libro, una revista, una caja, una bolsa, un paquete de artículos de papelería, o un periódico, entre otros (Libby, 1969).

La Industria de Pulpa y Papel Venezolana pertenece al Sector Forestal Primario, dentro de la Industria Química, cuya base institucional corresponde al sector mixto privado industrial, integrado por: **a.** Fedecámaras; **b.** Conindustria; **c.** Empresas procesadoras de maderas de bosque natural, plantaciones forestales y fibras recicladas para pulpa, papel y cartón. Estas últimas afiliadas, a la Asociación Venezolana de Productores de Pulpa, Papel y Cartón (APROPACA), cuya base legal esta dada por el código de comercio vigente y los estatutos registrados de la asociación.

En el marco internacional la Industria de Celulosa y Papel Venezolana está inscrita en la Confederación Industrial de la Celulosa y del Papel Latinoamericana (CICEPLA), la cual es una entidad sin fines de lucro, que desde su fecha de creación ya ha superado el cuarto de siglo y congrega a las asociaciones de productores de pulpa, papel y cartón de América Latina. Son diez países los socios de la CICEPLA: Argentina, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, México, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela. Los países que conforman la Confederación produjeron en el año 2000, más de 12 millones de toneladas de pulpa y 14 millones de toneladas de papeles y cartones. Estos volúmenes, representan cerca

del 5 % de la producción mundial de papel y, más del 6 % de la producción de pulpas. Latinoamérica, encabezada por Brasil y Chile se ha convertido en exportador neto de pulpas, con una balanza favorable de 3.8 millones de toneladas (CICEPLA, 2010), debiéndose resaltar que el compendio de las cifras antes citadas, en los últimos años se han mantenido de manera similar. Por la importancia de la dimensión medioambiental, esta organización de industriales tiene establecido entre sus objetivos principales el de fomentar el Desarrollo Sostenible Industrial Forestal y de otros recursos fibrosos; propiciar el comercio entre los países miembros para aumentar la integración de la región; propender por el mayor uso de productos del sector en los países miembros y en los mercados externos; promover el desarrollo personal y técnico del sector; entre otros (APROPACA, 2010).

Por consiguiente, la presente investigación tiene como objetivo plantear la importancia de la Industria de Celulosa y Papel en el desarrollo de un país y el desempeño de todos los agentes sociales involucrados para apoyar en particular, el diseño de procesos industriales y productos respetuosos con el medio ambiente, para la consecución del Desarrollo Sostenible; mediante la adopción de un nuevo modelo de actividad productiva, presentando paso a paso, la metodología de aplicación de Ecodiseño y sus herramientas, fundamentada en tres estrategias: La Ecoeficiencia, la Gestión Medioambiental y los Polígonos Eco-industriales (Bastante, 2010a; 2010b; 2010c; Contreras y Cloquell, 2006). Por ello, se hace un análisis global de los aspectos más resaltantes de la Ecoeficiencia y el Ecodiseño en la Industria de Celulosa y Papel en América Latina y su proyección a Venezuela.

Por otra parte, y por considerar importante y pertinente el rol que ha jugado y juega en la actualidad el producto papel manufacturado artesanal e industrialmente en la sociedad mundial, se expone un resumen de su evolución histórica, reflejándose el inicio de la primera

disociación entre esta industria y el medio ambiente. Además, se consideró importante señalar el rol de la Ecoeficiencia y el Diseño para el Medio Ambiente o Ecodiseño en los procesos industriales y finalmente de productos, como una de las funciones desempeñadas por las empresas de la Industria de Pulpa y Papel, para contribuir de forma más notable a la Ecología Industrial, complementándose todo ello con la fabricación limpia y la gestión medioambiental.

## 2. LA INDUSTRIA DE CELULOSA Y PAPEL EN AMÉRICA LATINA

### 2.1 LA CELULOSA Y SUS APLICACIONES INDUSTRIALES

**Biosíntesis y degradación.** La celulosa se sintetiza en las plantas a partir de la GDP-glucosa o la UDP-glucosa por acción de la celulosa - sintasa:



La celulosa es el nombre genérico para definir un amplio rango de productos compuestos por fibras naturales, contenido principalmente en árboles y otras plantas. Los árboles producen más del 90% de la celulosa a nivel mundial; razón por la cual, la madera es una de las materias primas más utilizada en la Industria de Celulosa y Papel, el resto de las fibras son aportadas por otras plantas como pastos, bambúes, bagazos, algodones, linos, cáñamos, entre otras (Casey, 1952).

### 2.2 ASPECTOS GENERALES DE LA INDUSTRIA DE CELULOSA Y PAPEL

La Industria de la Celulosa y del Papel, es una agroindustria que inicia su cadena de valor en la explotación del bosque, que da origen, como materia prima, a la producción de madera, para la obtención de pulpa y la fabricación de papel (Kouris, 1996).

A diferencia de otros cultivos agrícolas, la plantación no es un cultivo anual, requiere

cuidados especiales, en particular en los primeros años de crecimiento, donde después de unos 7 a 8 años, es necesario hacer una extracción parcial de estos árboles y permitir que los restantes ejemplares tengan más espacio para la plenitud de su desarrollo. Los árboles extraídos son destinados a su industrialización como pulpa de celulosa, para su posterior manufactura en papel. En Venezuela, Brasil o Chile, entre otros países de América Latina, se emplea mayoritariamente el método de explotación de árboles de los lotes o parcelas de las plantaciones forestales, que previamente definidos por la industria explotadora de materia prima, una vez cortados como trozas o rolas sin descortezar son movilizadas por medios de transporte terrestre a las plantas de transformación industrial primaria de celulosa (pulpa), aserraderos o tableros.

Las principales especies de árboles cultivados con destino a la obtención de celulosa y luego en papel son las coníferas, esencialmente pinos, conocidas como maderas blandas o de fibra larga (2 a 5 mm de longitud); las demás especies, latifoliadas, esencialmente eucaliptos, son de madera dura y de fibra corta (0,7 a 2 mm de longitud). El proceso de pulpificación para la obtención de pasta celulósica consiste en la separación del material fibroso (la celulosa), de los demás componentes de la madera o de cualquier otro producto vegetal apropiado, como por ejemplo el bagazo de la caña de azúcar y el papel reciclado (Dence y Reeve, 1996). Las pastas de celulosa se diferencian, básicamente, en sus propiedades por:

- El tipo de insumo: fibra larga (pinos) o fibra corta (latifoliadas: eucaliptos, acacias, melina, etc.).
- El proceso de extracción de la fibra: mecánico (pulpas de alto rendimiento), semi-químico (combinación de proceso mecánico y químico, rendimiento intermedio) o químico (menor rendimiento de pulpa).
- La existencia o no de un proceso de blanqueo.

La etapa siguiente consiste en la transformación de la pulpa, para la manufactura de papel, a partir de una suspensión acuosa de fibras (pulpa), proveniente bien sea de madera virgen o de fibras secundarias (reciclado), que se consolida como laminas de papel, de unas dimensiones estipuladas y de una resistencia mecánica predefinida, medida en términos de resistencia al rasgado, al doblado, al rozamiento, etcétera. Operación que se lleva a cabo en continuo, mediante una máquina que se alimenta de pulpa y de los aditivos correspondientes, para producir rollos (bobinas) de papel de las características deseadas.

Cada especificación de papel se fabrica en una máquina diferente, por ejemplo, las máquinas de papel tipo *tissue* para pañuelos de papel higiénico, toallas, entre otros, es muy diferente de las máquinas que fabrican papel para periódico; ya que los procesos de producción están optimizados para cada tipo. Hay muchas variables a considerar: composición de la materia prima (mezcla de pulpas químicas, mecánicas, recicladas, aditivos, pigmentos, etcétera); tamaño de la máquina requerido (ancho de papel, velocidad); tipo de equipamiento de producción y nivel de automatización. Todas las máquinas de papel y cartón están basadas en procesos básicos similares.

El proceso de producción se lleva a cabo en continuo. Primero se bombean las materias primas, es decir, las fibras y los aditivos químicos con una estimación 99% de agua a la cabeza de máquina, la cual alimenta continuamente la sección de mallas, que es una cinta larga y elástica (de hasta 35 metros de longitud) y, cuyo ancho, es el de la máquina.

Una vez listas las bobinas de papel, se envían a las diferentes fábricas de manufactura de papel, para su conversión en los distintos productos: cartón, papel de impresión, papel sanitario, etcétera. La variedad de papeles, cartulinas y cartones se obtienen a partir de diferentes tipos de pastas celulósicas y

crecientemente de recortes para reciclar, a los que se agregan aditivos o cargas minerales, de acuerdo a los requerimientos de peso por metro cuadrado (gramaje), color, textura, absorción, resistencia al rasgado, blancura, opacidad, rigidez, lisura, ruptura, plegado, permeabilidad, adherencia, absorción, estabilidad dimensional, etcétera (Figura 1).

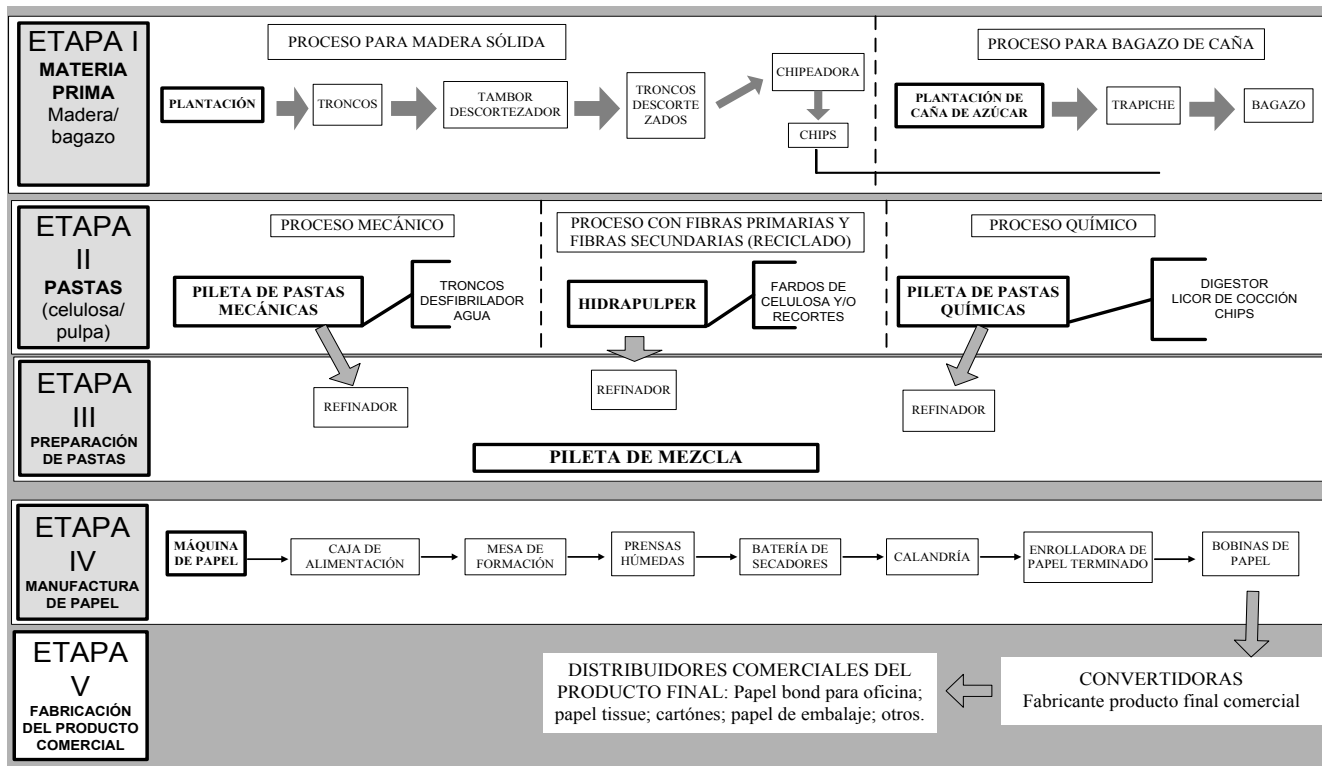
Según García (2007), generalmente los papeles suelen clasificarse en:

- Culturales (diarios, impresión y escritura)
- Industriales (para corrugar, kraft, cartulinas, impermeables, embalaje, etcétera).
- Domésticos (papeles tissues, servilletas, toallas, etc.)

Por consiguiente, el papel ha tenido y mantiene un rol esencial en nuestra cultura y en la transmisión de conocimiento. Con la evolución de las nuevas tecnologías en todos los ámbitos, especialmente en las tecnologías de la información, el papel es y seguirá siendo el soporte fundamental de esta evolución de la sociedad mundial como registro en la historia de amplios horizontes en el avance del conocimiento, la creación y la innovación.

### 2.3 EL PAPEL: SU PROCESO DE FABRICACIÓN, HISTORIA Y LA SOSTENIBILIDAD

Actualmente en la vida moderna, la importancia de la Industria de Pulpa y Papel y sus derivados, radica en que no existe ningún producto manufacturado que tenga un rol tan relevante en cualquier sector de la actividad humana como el generado de los procesos industriales de pulpificación y fabricación, el papel, un medio para guardar, almacenar y difundir información, ya que la mayor parte de impresión y escritura se hace sobre él; además de ser el material de envase y embalaje más ampliamente utilizado, así como imprescindible en otras aplicaciones, las cuales son virtualmente ilimitadas y continuamente se están desarrollan-



**FIGURA 1.** Proceso General de la Industria de Celulosa y Papel. Secuencia de las diferentes etapas, desde la obtención de la materia prima para la producción de pulpa, hasta la elaboración de las bobinas de papel y el producto final para su comercialización. Fuente: Elaboración propia a partir de AFCPA (2010a; 2010b).

do nuevos productos especiales. Por otra parte, la industria es consciente de la penetración y competitividad de otros sectores industriales, notablemente los referidos a los plásticos y la electrónica, en los mercados tradicionales del papel. Cada vez más, se desarrollan y adoptan nuevas metodologías, métodos, tecnologías e innovaciones, para que la industria pueda seguir siendo competitiva en los mercados existentes poder ser receptiva a nuevas oportunidades (Smook, 1990). Al mismo tiempo, de los productos y servicios que suministra la Industria de Pulpa y Papel, genera empleo directo e indirecto a gran número de personas que conforman nuestra sociedad, además de contribuir con un aporte en el conjunto de la economía de los países, caso del Producto Interno Bruto (PIB).

Antiguamente, el hombre esculpía en piedra, inscribía en lápidas de arcilla y escribía en papiro o pergamino. El papiro es el precursor del

papel, elaborado por primera vez en Egipto desde épocas remotas en el año 2400 A.C.; mediante el descortezado de la fibra gruesa de la planta, la cual se entrecruzaba sobre una superficie dura y lisa, comprimiéndola hasta formar una hoja, para luego ser alisada frotándola con marfil o piedras. El pergamino se elabora de la piel de animales y, en la actualidad se sigue usando para diplomas y ciertos documentos públicos, así como también, existen muchos manuscritos en papiro.

El arte de hacer papel, pertenece a los chinos y se atribuye aproximadamente al año 105 de la Era Cristiana, acreditándosele a Ts'ai Lun como el informante de este evento al Emperador; y estableciendo posteriormente en el siglo VI, en la ciudad de Samarkanda una fábrica de papel. El Asia Central, asolada por las guerras, es asediada por los árabes, quienes capturan la ciudad de Samarkanda en el año 704 y aprenden a fabricar papel; la industria

prosperó y la ciudad fue reconocida por años como el lugar de origen de la elaboración del papel. En el año 795 D.C., los árabes introducen esta tecnología a su país, llevando obreros chinos a Bagdad y estableciendo una fábrica, en la cual, aplican ciertas mejoras en su manufactura, entre ellas, la más importante fue la sustitución de trapos de lino por *fibras de madera*.

Más tarde, el arte de fabricar papel a base de lino, es introducido por los Moros en Europa a través de España en época de las cruzadas. Para el año 1085, establecen una fábrica en Toledo y más tarde otra, más famosa en la población de Xátiva cercana a la ciudad de Valencia, y de ahí para el resto de Europa. En este periodo se atribuye una importante mejora, como fue el uso de molinos de agua para accionar elementos trituradores, en lugar de energía manual usada previamente. En el año 1189, Francia tenía una fábrica en Essonnes, sociedad que para la época estaban más adelantados que los ingleses en cultura y forma de vivir, posicionándose del mercado, no sólo de Francia, sino también de los países circundantes. Los Países Bajos siguieron el ejemplo de Francia y, durante mucho tiempo, franceses y holandeses fueron los mejores y casi los únicos productores de papel en Europa. Los holandeses son los responsables del invento de la pila batidora u holandesa, igual a la usada hoy en día.

Para el año 1200, Italia al igual que Francia, aprendió de España la manufactura del papel y entre los siglos XIII y XIV, inventaron el arte de fabricar papel con marca de agua (forma de cruz, año 1282; cruz acompañada por letra "B", en 1285 y nombres completos a principios de 1306). La introducción de la tecnología del papel en Alemania, fue a través de la frontera con Francia; la primera fábrica se erigió en 1336, en Nuremberg y otra en Ravensburg, contribuyendo enormemente en el año 1450, el invento de la imprenta por Gutenberg, en Estrasburgo al avance de la industria alemana del papel y dando mayor ímpetu al crecimiento de esta

industria. La primera fábrica de papel en Inglaterra, fue creada en 1498, por John Tate, hijo de un Alcalde en Londres, pero no prosperó. La segunda fue establecida en Dartford, por el alemán Spielman.

No obstante, según Lenz (1965), existe relación que antes del año 1580, en México se dio inicio a las operaciones de un molino de papel, al que se le atribuye fue el primero en funcionar en todo el continente americano y, que antecede en más de 100 años, al que operó en Estados Unidos. La difusión del proceso de manufactura tradicional de papel y cartón, según los estándares establecidos para la fecha, en sus procesos mecánicos de obtención de este producto forestal de valor agregado, se proyecta para el resto de países americanos, dados los altos requerimientos de sus sociedades y posibilidades ciertas de contar con un recurso forestal necesario para el establecimiento de plantas industriales.

Para el año 1690, se establece en Wissahickon Creek, algunas veces llamada Paper Mill Run, Filadelfia, Estados Unidos, la primera fábrica de papel en América y cuyos propietarios eran William Rittenhouse, fabricante de papel holandés y William Bradford, impresor de Filadelfia (Libby, 1969). En 1798, en Francia Louis Robert, ayudante de impresor, inventa una máquina que haría papel de 12 a 15 metros de longitud, pero por problemas financieros, Robert vende su patente a St. Leger Didot, dueño de una fábrica francesa, quien buscando la capitalización de la patente en Inglaterra, entra en contacto con Henry y Sealy Fourdrinier, dos prósperos comerciantes londinenses en papel. Ellos emplearon un ingeniero de nombre Bryan Donkin, quien después de mucho experimentar y gastar dinero, lanza e instala, en 1804, una máquina de papel verdaderamente práctica, la cual lleva el nombre de sus creadores los hermanos Fourdrinier. Más adelante, en 1809 la máquina de cilindros fue originalmente perfeccionada en Inglaterra por John Diekinson, en

Hertfordshire, para poder combinar con éxito unidades múltiples en máquinas diseñadas para la manufactura de papeles y cartoncillos multicapas.

En base a las experiencias previas antes citadas, se puede mencionar que aún con los aportes de emprendedores aislados en el proceso de consolidar la manufactura industrializada del papel, en los años 1800, el mayor porcentaje del papel que se consumía en ese tiempo se elaboraba a mano, en hojas de tamaño estrictamente limitado y, para fines del siglo XVIII, se hicieron esfuerzos para superar las limitaciones de tamaño impuestas por el uso del molde manual y proyectar una máquina que produjera papel en hojas o rollos de longitud prácticamente ilimitada. Con el inicio del proceso de la industrialización (1760-1830) y el auge de la Revolución Industrial en Inglaterra y resto de Europa, se comienza a adoptar como modelo la sustitución de importación, la utilización de fuentes de energía, entre otras: carbón como combustible para las máquinas a vapor, utilizadas para el transporte de materia prima; el agua y la energía mecánica (producida por el hombre). Este adelanto tecnológico condujo a producciones más rápidas, abundantes y baratas, pero con la consecuencia de la aparición de los impactos sobre los ecosistemas y el entorno inmediato donde se establecían las industrias manufactureras.

Por ello, el contexto anterior abre un compás para el análisis de los posibles impactos medioambientales que ya empiezan a sucederse en la evolución histórica posterior a la Revolución Industrial, producto de la manufactura industrial de celulosa y papel. Al mismo tiempo que las celulosas provenientes de madera inauguraron una era de producción de papel barato y en gran escala; así mismo, comenzaron a generarse una serie de impactos ambientales por la manufactura de nuevos artículos y aplicaciones que expandieron todavía más el uso del papel en las actividades

comerciales y domésticas, como consecuencia de la utilización de diferentes componentes, aditivos especiales, grandes máquinas y nuevos procesos para su fabricación. Eso sin dejar de considerar los primeros impactos medioambientales producto del proceso de movilización y comercialización en barcos a vapor y ferrocarriles de lo elaborado a otras regiones y países, los cuales exigían grandes cantidades de carbón con sus impactos en la fuente de materia prima y sus emisiones en los desplazamientos navales o terrestres.

Ya en el siglo XX, no se puede negar que la Industria de Celulosa y Papel tiene un gran potencial en los países tropicales de América Latina y una gran contribución al desarrollo sostenible nacional de cada uno de ellos, tanto en material de producción de madera en sus diferentes formas, como productos no maderables y servicios. El amplio espectro de productos aprovechables de los bosques y de las plantaciones forestales existentes permite el establecimiento y desarrollo de múltiples y diversas industrias, a escalas muy variables: desde Plantas Industriales de gran tamaño para la producción de bienes industriales de consumo masivo, como madera aserrada, tableros, puertas y ventanas, cartones, papeles, toallas sanitarias y pañales desechables, libros y materiales gráficos en general, hasta Organizaciones Comunitarias para el aprovechamiento propio y comercial de productos naturales, tales como aceites y esencias, fibras para vestido y material para artesanías, alimento y medicina.

Lo expuesto anteriormente, permite establecer el concepto de *producción sustentable bajo manejo*, lo que garantiza la permanencia del bosque y sus cualidades inherentes; es decir, si por una parte, está dirigido hacia la obtención de productos de consumo directo o de materias primas industriales, por otra, conserva al bosque y cultiva su potencial productivo o, en el caso de plantaciones forestales, repone las superficies explotadas y con ello la capacidad del



ecosistema forestal de mantener tanto la producción, como la oferta de servicios ambientales. En otras palabras, el uso del árbol potencia la conservación del bosque. De ahí, que lo sustentable o sostenible sea el principal eje en la actualidad para procurar equilibrio, armonía, justicia y equidad entre lo social, lo ambiental y lo económico para todo el sector industrial mundial. Aunado a esto, se puede resaltar que desde los años cincuenta, producto de la génesis de la conciencia medioambiental de los individuos y grupos ecologistas como el Club de Roma, entre otros, la industria mundial de celulosa y papel ha avanzado en los siguientes aspectos de Ecoeficiencia, Ecodiseño, Polígonos Eco Industriales (PEI), Sistemas de Gestión Medioambiental y el Eco-etiquetado.

### 2.3.1 ECOEFICIENCIA

Actualmente, la Ecoeficiencia persigue la minimización del impacto ambiental, aunque esto no suponga estrictamente la minimización en el consumo de recursos. Sin embargo, según Lehni, 1999, citado por Capuz *et al.* (2004), la definición recoge en forma muy precisa lo que implica su objetivo: *la Ecoeficiencia de una empresa se alcanza cuando oferta productos y servicios a un precio competitivo, que satisfacen necesidades humanas incrementando su calidad de vida, mientras a lo largo de su ciclo de vida reducen progresivamente el impacto medioambiental y la intensidad del uso de recursos, al menos, hasta el nivel de la capacidad de carga del planeta.*

Por lo tanto, siguiendo el concepto para la aplicación de la Ecoeficiencia en los procesos llevados a cabo en la Industria de Celulosa y Papel, se debe tomar en cuenta el elemento fundamental que determina el riesgo ambiental de las actividades, y que está en la eficiencia productiva de la industria, asociada no sólo al control y ajuste de los parámetros de operación de los procesos; sino también al mantenimiento de los equipos, al ahorro de energía y las

medidas preventivas de seguridad industrial y disminución de efluentes, entre otros. Igualmente, es importante el diseño del proceso para reducir al mínimo los agentes químicos utilizados, de modo de lograr la recuperación de químicos (en la producción de pastas), insumos (en la producción papelera) y la recirculación del agua empleada durante la producción. Estos elementos de control dentro de la planta contribuyen en gran medida a reducir el volumen y la concentración de contaminantes en los efluentes líquidos, gaseosos, sólidos residuales, etcétera. Logrando de esta manera beneficios tanto económicos como ambientales, además de tomar en cuenta las consideraciones sociales, con respecto a que se generan fuentes de trabajo directo e indirecto a los habitantes de las comunidades adyacentes a las industrias.

### 2.3.2 EL ECODISEÑO

Para Fiksel (1996), el Ecodiseño es sinónimo de Design for Environment (DfE) o Diseño para el Medioambiente, el cual lo define como: *“una consideración sistemática de la función del diseño en relación con objetivos medioambientales, de salud y seguridad a lo largo del ciclo de vida completa de producto y proceso”.*

Además, la definición de Ecodiseño implica la necesidad de balancear los requerimientos ecológicos con los económicos, al mismo tiempo que se lleva a cabo el desarrollo del producto; es decir, que considera los aspectos ambientales en todos los niveles del proceso de producción, empeñándose en obtener productos que ocasionen el menor impacto posible en el ecosistema a lo largo de todo su ciclo de vida. En otras palabras, el Ecodiseño conduce hacia una producción sostenible y un consumo más racional de recursos (Capuz *et al.*, 2004).

El Ecodiseño, en la actualidad ya no es modismo, sino que está contemplado en la agenda de negocios de muchos países industrializados, y es una preocupación creciente en aquellos en desarrollo, como los países de



Latinoamérica. Esta sección tiene la intención de hacer referencia a ciertos aspectos que deben tomarse en cuenta para su implementación, en cualquier industria de los países que conforman nuestra región:

- Presentar una metodología de aplicación de Ecodiseño y sus herramientas.
- Crear conciencia en la comunidad latinoamericana sobre la importancia del desarrollo sostenible de productos, mediante la divulgación de resultados reales obtenidos en la aplicación del Ecodiseño en industrias de la región.
- Analizar las aplicaciones y beneficios reales del Ecodiseño para la Industria Latinoamericana.
- Fortalecer la capacidad local y regional para el desarrollo ambiental de productos.

El nivel de competitividad de una industria depende de un conjunto, cada vez más complejo y variado, de factores que se interrelacionan y dependen unos de otros, a los cuales cada día se suman nuevos, que si bien no fueron importantes en un principio, ahora constituyen pieza fundamental en las actividades a realizar en cualquier organización empresarial, tales como y es el tema a abordar en este apartado: la capacidad de innovación y la gestión ambiental.

Precisamente éste último aspecto, el de la gestión ambiental, ha estado adquiriendo cada vez más relevancia, gracias a los importantes beneficios, tanto económicos, como ambientales que se han comenzado a obtener, en términos de competitividad, como por ejemplo:

- Al reducir el consumo de recursos energéticos se mejora la gestión ambiental y se reducen los costos de producción.
- Al minimizar la cantidad de material utilizado por producto, se reducen los costos de materia prima y se reduce el consumo de recursos; así como es posible utilizar

materiales renovables, con un contenido energético menor o más fáciles de reciclar lo cual mejora la imagen de la empresa, al mismo tiempo que se es proactivo con respecto a las tendencias de desarrollo.

- Al optimizar las técnicas de producción, es posible mejorar la capacidad innovadora de la empresa, reducir los pasos de producción, mejorar el tiempo de entrega y minimizar el impacto ambiental de los procesos.
- Al optimizar el uso del espacio en los medios de transporte, se reducen gastos por transporte, por gasolina, consumiéndose menos combustibles fósiles y generando menor cantidad de gases de la combustión al ambiente.
- Identificando opciones para minimizar la cantidad y tipo de materias primas secundarias, se facilita la introducción de innovaciones que resultan en una mejor calidad de los productos obtenidos o de su presentación.
- Al eco-diseñar un producto es posible hacer que el mismo, sea más fácil de colocar y manipular, más sencilla y económica su producción, lo que contribuye a aumentar su vida útil.
- Finalmente, cumpliendo con las regulaciones ambientales aplicables y exigidas por el estado o Administración central, se mejora el desempeño ambiental de la industria, se abren oportunidades de hacer negocios "verdes" y fortalece la imagen ambiental de la industria con los clientes y la comunidad.

Ya desde un contexto más regional de América Latina, existe un análisis detallado realizado por Porter (1999) del potencial competitivo de Centroamérica, caso específico de Costa Rica, que como país resalta en propiciar y establecer políticas que han ido consolidando la dimensión medioambiental como la principal base sobre la que se sustenta el incremento de esta situación, al estar presente en dos de los tres ejes críticos

de la ventaja competitiva potencial: la base de recursos naturales, diversidad ecológica y su potencial agrícola forestal durante todo el año. De ahí que el futuro competitivo y el potencial de desarrollo de los países centro americanos están estrechamente ligados, con el uso racional e inteligente de su ambiente natural. Por lo tanto, vincular el ambiente con la competitividad no necesariamente resolverá los problemas ambientales de la región, pero contribuirá de manera significativa a aumentar en forma sostenible la disponibilidad de recursos naturales de la región y su importancia económica. Por ello, uno de los retos más importantes para la región es el de asegurar su sostenibilidad ambiental mediante la preservación de sus recursos naturales.

Todo lo expuesto anteriormente, conlleva por parte de los socios comerciales de toda Latinoamérica a marcar una fuerte tendencia, hacia la demanda de productos más limpios, seguros y saludables; lo cual aumenta el valor de los mismos, impulsando a las empresas locales y regionales hacia una producción más eficiente y más limpia, lo que finalmente aumentará la competitividad global. Propiciando de esta manera la oportunidad que implica la reformulación de productos a partir del diseño mismo y la actuación proactiva a lo largo de todo su ciclo de vida: desde la obtención de las materias primas, que en la gran mayoría son recursos naturales, hasta su reintegro al ciclo mismo, al final de su vida útil.

Al integrar todas estas oportunidades como parte del esquema del Ecodiseño, expone Grupo Actual (2010), que se es posible obtener múltiples beneficios, tales como: minimizar los costos de producción y el consumo de materiales y recursos; optimizar la calidad de los productos; mejorar la vida útil de los productos; seleccionar los recursos más sostenibles o con menor contenido energético; buscar la utilización de tecnologías más limpias y minimizar los costos de manejo de las emisiones, aguas residuales,

efluentes, residuos y desechos sólidos, entre otros.

En términos generales el Ecodiseño significa que *el ambiente* ayuda a definir la dirección de las decisiones que se toman en el diseño de los productos industriales; es decir, se transforma en el copiloto para el desarrollo de un producto. En este proceso se le asigna al ambiente el mismo '*status*' que a los valores industriales más tradicionales, tales como: ganancias, funcionalidad, estética, ergonomía, imagen y, sobre todo, calidad. En algunos casos, el ambiente puede incluso resaltar los valores tradicionales del ámbito comercial. Según Contreras y Cloquell (2006), explican la importancia de considerar el Ecodiseño en todas las fases de desarrollo de un producto industrial en procura de lograr de manera efectiva, desde el departamento de diseño, el poder minimizar el impacto sobre el medio ambiente, además de proveer de beneficios a las empresas. Este paradigma es un salto cualitativo entre el objeto producido y el medio ambiente, contextualizado en el marco social de una sociedad respetuosa y que solicita productos sostenibles y el aparato industrial de un país así lo proporciona sin desmejorar sus requerimientos de diseño de calidad, estética y función. Muestra de ello, y entre muchos ejemplos prácticos, se puede hacer mención del producto Ecoflex® que es un producto biodegradable elaborado por la empresa Basf y que tiene múltiples aplicaciones en la elaboración de envases y embalajes; el papel que se emplea en la comercialización, publicidad y embalaje de los productos de hamburguesas de la transnacional McDonald's; y la industria fabricante *Ecopapers* fomentada por la Escuela de Agronomía del Trópico Húmedo de la Universidad de Earth, ubicada en Costa Rica con el apoyo del gobierno de los Estados Unidos, que desde la década de los años ochenta han llegado a consolidar toda una industria de papel a partir de residuos de plantaciones de banano y piña, entre otros.

### 2.3.3 POLÍGONOS ECO INDUSTRIALES (PEI)

El diseñar complejos industriales, parques eco-industriales o también llamados polígonos eco industriales (PEI), es la forma más directa de aplicar el concepto de Ecología Industrial, en donde, tanto los flujos de entrada en materia y energía, así como los flujos de salida, se reducen drásticamente, incluyendo productos fabricados, que una vez acabada su vida útil, regresan al polígono para ser reprocesados; además, el modelo en que se basan los PEI es un ecosistema industrial, donde la concentración de industrias son afines de forma que los residuos de unas son la materia prima de otra, hasta llegar a disminuir de manera muy significativa los impactos sobre el medio ambiente. En ese sentido, a continuación se muestran algunos ejemplos en América Latina, donde el sector industrial de la pulpa y papel han realizado esfuerzos en la consecución de la sostenibilidad en sus procesos industriales:

- **Brasil.** En la última década, y con visión de futuro, este país pretende aumentar la superficie forestal, de 6 millones de hectáreas hasta 9 millones de plantaciones, antes de 2020, implicando en su cadena forestal todos los aspectos medio ambientales que involucra a la Ecología Industrial; lo que permitiría reducir la emisión de 10 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente, en un período de diez años. Para fomentar ese aumento, ofrece líneas de crédito y financiamiento y, a través del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento, alienta la plantación de bosques comerciales con el objetivo de promover el aumento de ingresos de los agricultores y la sostenibilidad, ya que con el cultivo de eucalipto o pino, el productor tiene la oportunidad de satisfacer la creciente demanda de los sectores de madera, muebles, pasta y energía. Además, con la reanudación de los proyectos que fueron paralizados debido a la crisis

económica mundial, Brasil debe consolidar diez nuevas plantas de pulpa y papel a mediados de 2020. En conjunto, estos proyectos alcanzarán una capacidad de producción de 20 millones de toneladas de celulosa. Por otra parte y según análisis de especialistas Brasil se está convirtiendo en un país de gran competitividad en mercado internacional de la celulosa de eucalipto; ya que está usando sus ventajas, así como el campo de la tecnología de fabricación que involucran a los Procesos más Limpios (P+L), disponibilidad de tierras para el cultivo de eucaliptos y capacidad técnica y de gestión con criterios de sostenibilidad. No obstante, el estado de Mato Grosso, en particular la región de Três Lagoas, sigue siendo el que más inversiones ha atraído en los últimos años, con las fábricas de Internacional Paper, VCP y Fibra (Painel Florestal, 2010).

Por otra parte, la empresa brasileña Suzano Papel y Celulose anunció nuevas inversiones para sus unidades de Maranhão y Piauí, con proyectos industriales sostenibles, esperando superar el nivel de 1,3 millones de toneladas al año, considerado como el límite tecnológico para la producción de una única línea de celulosa en el mundo. Además, la incorporación de nuevas tecnologías (P+L), permitirán un balance energético capaz de generar un excedente de 100 megavatios de energía por planta, para su comercialización, que no estaba previsto anteriormente (Painel Forestal, 2010). Con todo lo antes expuesto hace denotar el rol protagónico que ha venido viene a desempeñar Brasil como potencia económica y forestal mundial en las próximas décadas.

- **Chile.** Tiene en su territorio una superficie con más de cinco millones de plantaciones de pino y se ha ido posicionando en el ámbito internacional, como país forestal. De ahí, que empresas como *Celulosa Arauco* y

*Constitución y Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones (CMPC)*, hayan previsto invertir 450 millones de dólares en los próximos cinco años, con el propósito de superar los 5 millones de toneladas de celulosa anuales producidos, posibilitando así que Chile se convierta en el cuarto fabricante global ya con visión de sostenibilidad (Mari Papel, 2010).

- **Argentina.** La Empresa *Papelera Tucumán* planea incrementar sus ventas a Brasil y Uruguay de su línea de papel verde cortada a medida con el producto líder denominado *Tempo Naturaleza*, del cual se han llegado a manufacturar hasta 500 toneladas mensuales, partiendo de las 300 que promedió el año pasado. Este producto es fabricado con fibra de caña de azúcar y cartón corrugado reciclado (OCC) y su proceso de producción utiliza una tecnología libre de cloro elemental (ECF). En la actualidad, el producto se vende en una presentación de 75 gramos por metro cuadrado, pero la compañía planea lanzar nuevos formatos en el transcurso de este año, en el rango de 50 a 90 gramos por metro cuadrado.
- **Uruguay.** Este país desarrolló la industria forestal y de celulosa, a partir de la presencia de la planta finlandesa *Kymmene Corporation UPM*, que exporta miles de toneladas anuales desde 2007, tras una inversión de 1.200 millones de dólares. A su vez, tiene en marcha la instalación de una segunda planta ecoeficiente denominada *Montes del Plata*, de un consorcio integrado por la empresa sueco-finlandesa *Stora Enso* y la chilena *Arauco*, que invertirán 1.900 millones de dólares. El comienzo de operaciones se prevé para 2013. Esta segunda planta recibió en enero los permisos ambientales de parte del gobierno uruguayo y estará instalada en Punta Pereira, en el departamento de Colonia, sobre el Río de la Plata de la cual se espera producir hasta 1,3 millón de toneladas al año.
- **Colombia y Guatemala.** Mediante el proyecto CEGESTI se realizaron evaluaciones socio-ambientales de *due diligence*, en dos empresas latinoamericanas: *Tablemac de Colombia* y *Papelera Internacional S. A.* (Painsa) de Guatemala; las cuales, buscaron medir el nivel de cumplimiento de los requisitos establecidos en las normas IFC, los convenios de la OIT, SA 8000, Sedex, ISO 14000 y OHSAS 18001, en estas empresas.
- **Venezuela.** En los últimos años está implantando un nuevo complejo Industrial Papelero del Estado venezolano, que lleva por nombre PULPACA; ubicado en el Municipio Independencia del estado Anzoátegui, en el eje Orinoco-Apure. Consta de tres líneas de producción: L1. Papel prensa; L2. Pulpa química blanqueada; L3. Tofa y lignosulfonatos. El objetivo es cubrir la demanda nacional de papel periódico, imprenta nacional y de la industria estatal Petróleos de Venezuela (Pdvs) y la producción de pulpa química blanqueada tiene como destino la Industria Endógena de Papel Invepal. Además, la empresa ha tomado en cuenta a la población que habita en las adyacencias del complejo, para capacitarla y formarla en las actividades del proceso de descortezado, astillado, pulpeado y blanqueo, creando de esta manera fuentes de trabajo para la sociedad aledaña, que según datos del Ministerio del Ambiente (Mibam), hasta la fecha se han incorporado 17 cooperativas y 8 Empresas de Producción Social (EPS). En una primera etapa, la estatal, comenzará a elaborar papel mejorado para periódicos, libros y cuadernos. La segunda fase del proyecto apunta a producir pulpas para papel de impresión, tissue y otros, asegurando que el papel será económico y de excelente

calidad, pues la planta contará con tecnología de punta (APROPACA, 2010; Mibam, 2010; Cenditel, 2012).

### 2.3.4 SISTEMAS DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL Y NORMATIVA LEGAL EN EL ECODISEÑO (NORMAS ISO 9000) Y COVENIN

En la necesidad de reducir el impacto negativo sobre el medio ambiente, es necesario sistematizar, controlar y gestionar los procesos involucrados en el desarrollo de los productos, procesos y servicios; es por ello que la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) ha generado documentos que certifican a las empresas de diseño en el ámbito de calidad ambiental y Ecodiseño. En el ámbito de la Unión Europea (UE), que ha sido ejemplo en el desarrollo, implantación y gestión de normas de gestión de la calidad, seguridad y medio ambientales al sector industrial en general, se puede hacer mención, entre otras, las siguientes:

- **UNE-EN-ISO 9001: 2008 de Sistemas de Gestión de Calidad.** La versión más actual publicada en el 2008, establece los requisitos para que las empresas cuenten con herramientas de gestión más efectivas, ajustadas a la globalización y abarca conceptos de gestión de recursos, realización de productos, mediciones y mejoras en el producto final.
- **UNE 14000 de Sistemas de Gestión Ambiental.** La norma ISO 14000 permite a las empresas establecer una política medioambiental, y aplicar un sistema que evalúe los resultados obtenidos, para así implantar un Sistema de Gestión Ambiental.
- **UNE 150301: 2003 de Gestión Ambiental del Proceso y Desarrollo, Ecodiseño.** Publicada en junio de 2003, establece los requisitos que las empresas deben cumplir para implantar un sistema de gestión ambiental en el sistema de producción de sus productos o servicios, ésta norma es com-

patible con otras normas como la ISO 9001 y la ISO 14000, más comúnmente utilizadas por las empresas. Los primeros certificados que fueron otorgados en España a empresas datan desde el año 2005. En el caso de Venezuela se puede hacer mención de la Normativa de Seguridad Industrial Covenin 2260-88, la cual es aplicada en el país, comprendiendo principios, leyes, criterios y normas formuladas cuyo objetivo es prevenir accidentes y controlar riesgos que puedan ocasionar daños a personas, medio ambiente, equipos y materiales.

Por consiguiente, este compendio de normas motivan a las empresas a optar por el Ecodiseño, ya que no sólo reducen el impacto negativo en el ambiente, sino que ofrece una serie de beneficios tales como: reducción de costes e innovación, siendo éste elemento atractivo ya que permiten a las empresas ser competitivas en el mercado (ISO, 1996).

### 2.3.5 ECO-ETIQUETADO

Para los procesos industriales también existen normas de gestión medioambiental que permiten, cumplidos unos requisitos, obtener un certificado y una etiqueta que así lo confirma. La metodología para la aplicación del Ecodiseño en las industrias de Latinoamérica, es producto de un intenso proceso de adaptación de una tecnología europea a las condiciones y necesidades de la región. Actualmente, en la Comunidad Europea existen dos modelos normativos para el desarrollo de un Sistema de Gestión Medioambiental SGMA, y son:

- **Conjunto de normas ISO 14000.** creadas por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), y aprobada por la Comisión Europea en abril de 1997. Se trata de una norma de carácter internacional y es la que más trascendencia ha adquirido en el mundo empresarial.

- **Reglamento CE - N° 761/2001, o reglamento EMAS.** Es un instrumento de Sistema de Gestión Medioambiental (SGMA) reconocido en todos los estados miembros de la UE. Está basado en el Reglamento 1836/93/CE, el cual ha sido sustituido por el reglamento CE - N° 761/2001, por el cual, se permite que las empresas se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambiental.

Ambos modelos tienen como finalidad proporcionar a las organizaciones los elementos de un sistema de gestión medioambiental efectivo, que pueda ser integrado con otros requisitos de gestión, para ayudar a las organizaciones a conseguir objetivos medioambientales y económicos (Capuz *et al.*, 2004).

Finalmente, no se puede señalar las perspectivas futuras de la industria de pulpa y papel en América Latina y su contribución al establecimiento del desarrollo sostenible, ya que existen limitaciones documentales que han dificultado conseguir evidencia contundente que exponga con ejemplos de certificación los procesos y productos de industrias papeleras latinoamericanas.

### 3. VENEZUELA Y LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DEL PAPEL EN EL MARCO DE LA SOSTENIBILIDAD

El presente apartado es analizado desde la óptica del ciclo de vida de las principales fases de manufactura de los productos de celulosa y papel. No es un análisis de ciclo de vida, porque no se cuantifican los impactos generados en los procesos, sino una visión integral desde el ámbito de la sostenibilidad de sus principales fases de obtención de materia prima, transformación y fabricación, distribución, uso y disposición final.

#### 3.1 PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La producción de celulosa para la manufactura de papel siempre ha estado relacionada con la deforestación y la contaminación ambiental. Razón por la cual, ha sido la propulsora de la propagación de monocultivos de árboles de crecimiento rápido; es decir, mayoritariamente plantaciones forestales de pino y eucalipto, para suministrar la demanda cada vez más exigente de papel y cartón. Aunado a eso, los árboles se desarrollan más rápido en los países tropicales y subtropicales, donde la tierra, el agua y mano de obra son más económicas; además que la protección ambiental es menos estricta que en el norte, todos ellos componentes fundamentales para que el desarrollo de la industria haya comenzado a trasladarse hacia el sur del continente americano (WRM, 2004).

Ratificando lo antes expuesto, ya Lohmann (1995) decía que las fábricas de celulosa en Latinoamérica frecuentemente están integradas con las nuevas plantaciones del sur, debido a que tenía más sentido económico combinar la producción de madera y celulosa que mantenerlas separadas y exportar fibra en la forma más concentrada de celulosa, que en la forma más diluida de astillas de madera. Además, todo era favorable porque las reglamentaciones ambientales de los países del sur eran y aún en la actualidad, son menos rígidas que las de los países desarrollados del hemisferio norte, donde los subsidios de la asistencia extranjera son más fáciles de obtener y, el consumo, tiene probabilidades de crecer más rápido. De esta forma, países como Brasil y Chile, por ejemplo, que tradicionalmente nunca fueron fuertes en la industria de la celulosa y el papel, están actualmente entre los diez principales exportadores de celulosa, siendo sus clientes principales los países industrializados.

Por otra parte, la obtención de materia prima (madera sólida), en los últimos cincuenta años ha cambiado, ya que Venezuela estableció un programa nacional de plantaciones forestales



con especies foráneas, caso del pino caribe (*Pinus caribaea* var. *Hondurensis*) y eucalipto (*Eucalyptus grandis*) establecidas en la Orinoquía y en los llanos occidentales para suplir las demandas de las industrias de pulpa y papel, tales como el *Consorcio Industrial Smurfit Cartón de Venezuela*, cuyas plantas están en las ciudades de San Felipe estado Yaracuy, Valencia estado Carabobo y Maracay estado Aragua; *Papeles Venezolanos C.A.* (Paveca) ubicada en Valencia, estado Carabobo; *Manufactura de Papeles* (MANPA) en Maracay estado Aragua; y por último, el complejo *Pulpaca* que está en proceso de construcción al sur del estado Monagas con su nueva tecnología de reducción del uso de cloro elemental. Son las plantaciones forestales del oriente del país el bosque de una sola especie más grande del mundo, con una superficie que en la actualidad sobrepasa las 600 mil hectáreas y donde el Estado venezolano tiene cifradas esperanzas de desarrollo industrial en un plan nacional forestal para la construcción de 50 mil viviendas con madera, producción de tableros de virutas orientadas (OSB) y pulpa para papel.

Aún permanece en menor cantidad el proceso de importación de madera sólida, y se debe sumar el proceso de reciclado de papel y cartón (fibra secundaria) como materia prima, que denota una mejora ambiental por parte de la industria nacional a fin de disminuir el uso de recursos naturales renovables y la racionalización de procesos industriales. Una realidad lamentable, que se ha venido acentuando en los últimos años, es que debido a políticas del Ejecutivo nacional, no se está reciclando el papel periódico y, éste se está exportando a la vecina República de Colombia.

### 3.2 PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE LA MATERIA PRIMA Y FABRICACIÓN

El proceso químico *Kraft*, es el proceso de pulpeo más extendido para la producción de celulosa a nivel mundial en virtud de las mejores propieda-

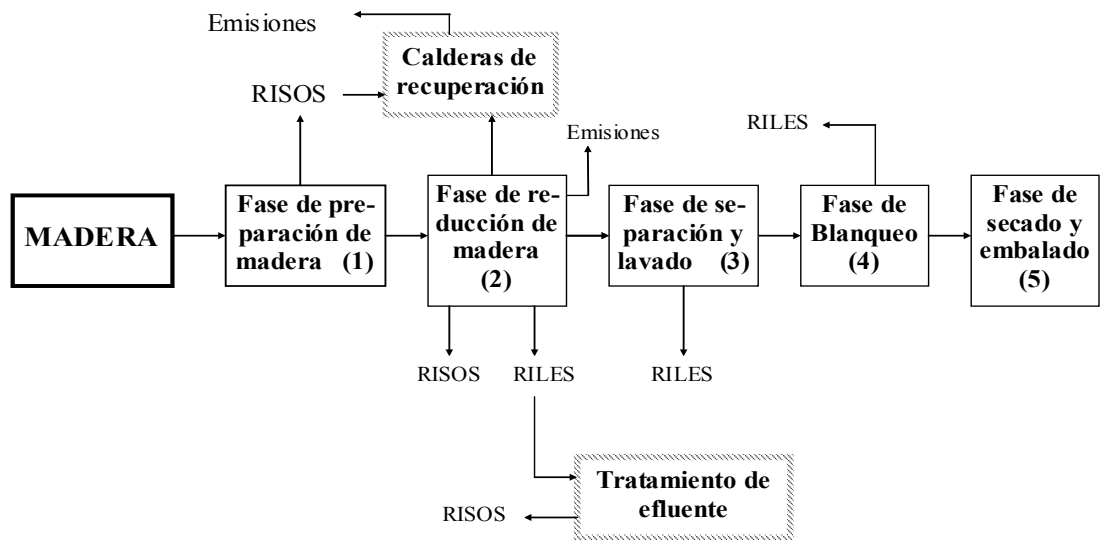
des de resistencia de la pasta de papel y su aplicación a todas las especies leñosas. Pero a su vez, es el más contaminante del medio ambiente (Figura 2).

A mediados de la década de 1980, el impacto ambiental causado por la fabricación de papel a partir del uso intensivo de árboles, generó una profunda preocupación a nivel público. Los científicos se dieron cuenta que el cloro elemental, la principal sustancia química utilizada para separar y blanquear las fibras de madera, combinada con lignina producen dioxina, uno de los agentes carcinógenos y deterioradores de hormonas más potentes. Pasando a ser, después de la incineración, las fábricas de celulosa y papel la segunda fuente más importante de dioxina y la principal fuente de contaminación del agua con dioxina. Razón por la cual, se comenzó a asociar el papel con los problemas de la salud pública y el envenenamiento de los peces (Lehny, 1999). Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), la exposición a pequeñísimos niveles de dioxinas (medidos en millonésimos de miligramos) puede provocar en el ser humano alteraciones del sistema inmunológico, del sistema hormonal endócrino incluida la actividad de regulación de los esteroides sexuales y el crecimiento, y cambios genéticos hereditarios.

La industria internacional respondió con inversión en tecnologías que conducirían a la reducción de la contaminación. En tal sentido, mediante la sustitución total del cloro, por el dióxido de cloro (*proceso libre de cloro elemental - ECF*), redujo significativamente la contaminación por dioxina, pero no la eliminó. Además se instrumentaron técnicas totalmente libres de cloro (TCF), aunque su participación en el mercado es marginal (Lohmann, 1995). Para el año 2002, la celulosa ECF dominaba y, aun actualmente, el mercado mundial de celulosa química blanqueada, con una participación en el mismo superior a los dos tercios (75%), seguida por el cloro elemental tradicional con



**FIGURA 2.** Proceso químico *Kraft*, para obtención de pulpa para papel y su posterior blanqueo. Fases detalladas del proceso donde se generan los contaminantes líquidos, emisiones gaseosas y sólidos residuales. Fuente: Elaboración propia a partir de Fundación Terram en base a información de CMPC y Arauco.



**RISOS:** residuos sólidos.  
**Tipos:** corteza de madera y fibra celulósica.  
**RILES:** residuos líquidos industriales.

aproximadamente el 20%, mientras que la producción TCF mantiene un pequeño nicho de mercado, apenas superior al 5%.

Sin embargo, la nueva evidencia demuestra que ambas tecnologías siguen presentando problemas. No parece haber correlación entre los niveles de descarga de AOX (halógenos orgánicos absorbibles, una medida sustitutiva de la cantidad de compuestos orgánicos clorados en los niveles de descarga de las aguas residuales de celulosa y papel) y el impacto ambiental en estudios de respuestas específicas de peces. Asimismo, otras investigaciones enunciadas por WRM (2004), han documentado una variedad de lesiones en muestras de peces en zonas adyacentes a una fábrica que utiliza hidrosulfito de sodio como agente blanqueador, donde no se usa ninguna sustancia química con cloro. Por otra parte, en estudios realizados por Dence y Reeve (1996), en los cuales determinaron que las concentraciones de metales presentes en las aguas residuales de la producción TCF son mayores que en otras aguas residuales de blanqueado. En general, estos estudios

demonstraron que si bien se pueden obtener mejoras ambientales mediante cambios en los procesos -y la eliminación de sustancias químicas en base a cloro fue factor clave de esas mejoras-, los efluentes de todos los procesos eran tóxicos en alguna medida. Además, cada etapa de la producción de papel, desde la tala de los árboles hasta la eliminación del papel en los vertederos, contribuye en forma significativa a la liberación de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Todos estos riesgos aumentan debido a la escala cada vez mayor de las fábricas nuevas que se vienen instalando en todo el mundo, a fin poder cubrir la cada día creciente demanda de los productos de papel y cartón.

Si bien es cierto que en Venezuela, para el año 1843, se funda la *Fábrica Nacional de Papel*, por el Señor Juan José Vial y luego casi un siglo más tarde, efectivamente alrededor de 1952 y 1953 se establece una planta ubicada en la ciudad capital de Caracas dedicada a la producción de cartón corrugado, la cual era propiedad de la *Industrial de Cartón* de la familia Issa; para ese entonces, el país no tenía establecidas

plantaciones forestales de crecimiento rápido, como es el caso de las especies de pino y eucalipto, más ampliamente usadas en la manufactura industrial de celulosa, y éstas se tenían que importar de otros países, para suplir las necesidades de materia prima.

Desde el punto de vista medioambiental, se puede resaltar que esta importación generaba altos impactos negativos por el proceso de transporte marino, el cual consumía grandes cantidades de combustible fósil (gasol), derrames y emisiones de CO<sub>2</sub> al ambiente, entre otros. Se debe considerar otras posibles afectaciones de ese recorrido, como lo es, la posibilidad cierta de que el petróleo fuera extraído del Lago de Maracaibo de Venezuela, cuya obtención en la fuente se generan derrames con sus manchas de petróleo que afectaría la flora, fauna y contaminación del agua del lago. Además, el proceso de refinación del hidrocarburo se realizaría en Norte América, ya que en Venezuela, para la época la Refinería del Tablazo, ubicada en la Costa Oriental del lago de Maracaibo, a pocos kilómetros al norte de los Puertos de Altigracia, Municipio Miranda, estado Zulia, no tenía suficiente capacidad de refinación. De ahí, que si se realizara un estudio de evaluación de impacto ambiental y la determinación de la huella ecológica de la materia prima de celulosa para suplir los requerimientos de papel y cartón para la sociedad venezolana de mediados del siglo XXI, llegando hasta la década de los años noventa, éstos deberían reportar valores negativos desde el punto de vista de los niveles de sostenibilidad, ya que no se puede negar, tal como lo expuso Rondón *et al.* (2011), los esfuerzos por disminuir los impactos ambientales negativos realizados por empresas como *Smurfit Cartón de Venezuela*, entre otras.

Se debe ratificar que en la actualidad, la realidad de Ecoeficiencia es distinta para el país en materia de fabricación de celulosa. La tecnología ha evolucionado desde esa época, y en los últimos cincuenta años, se tienen

perspectivas favorables desde el punto de vista medioambiental con la consolidación, aún en desarrollo, del *Complejo Industrial Pulpaca* a ser construido al sur del estado Monagas con su nueva tecnología de reducción del uso de cloro elemental. Esta industria, una vez concretado su funcionamiento, sería la más Ecoeficiente del país y por su cercanía a las plantaciones de pino Caribe de la Orinoquia, la más racional en la obtención de materia prima.

El futuro de la sostenibilidad de la Industria de Celulosa y Papel de Venezuela, tiene aún retos por cumplir desde el punto de vista medioambiental, para lograr establecer los altos estándares exigidos por la normativa internacional para la Ecoeficiencia, el Ecodiseño y la implantación de los sistemas de gestión ambiental en sus polígonos industriales, y que en futuro próximo, sus productos de valor y alto valor agregado sean reconocidos, tanto a nivel nacional, como internacional, mediante el procedimiento de eco-etiquetado de sus procesos y productos industriales. Todo ello, requiere de profundas acciones por parte de las industrias y sus entes decisores más importantes, así como del apoyo irrestricto del Estado venezolano para lograr todas estas estrategias que definen el éxito de la Ecología Industrial.

De ahí, que se hace fundamental e imperante con calidad de emergencia nacional la implantación en todo el sector industrial venezolano de los principios de la Ecología Industrial y la Evaluación del Desempeño Medioambiental; siendo de relevancia especial, la industria de pulpa y papel, ya en todo el ciclo de vida de sus múltiples productos industriales implican suma de impactos ambientales negativos de escala local, regional y global.

### 3.2.1 PROBLEMAS DE PRODUCCIÓN, IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN EN LA INDUSTRIA DE CELULOSA Y PAPEL EN VENEZUELA

En Venezuela existe desde el año 1988, una empresa filial de la *Corporación Venezolana de*

Guayana (CVG), denominada *Productos Forestales de Oriente* (Proforca), cuya función es explotar las plantaciones forestales de Uverito, al sur de los estados Monagas y Anzoátegui, bajo la premisa de disminuir la dependencia de la materia prima importada. Las plantaciones datan de 1969 y han estado precedidas de experimentos con plantaciones de Pino Caribe, desde 1961 (Proforca, 2010). Sin embargo, esta empresa no provee de materia prima a las industrias establecidas en el país, sino que abastece el mercado nacional con madera para aserraderos. De las plantaciones forestales de Pino Caribe, sale material para producir tablas, tablonés, machihembrado, etcétera; más no para desarrollar pulpa y papel, tal como fue promovida esa plantación y que en más de 40 años aún no se ha consolidado para la génesis de su fundación fundamental.

Al igual que el resto de los sectores de la economía, a excepción de alimentos y medicamentos, la Industria de Celulosa y Papel, no escapa a la escases de divisas para cubrir sus necesidades, tanto de materia prima, como de insumos (repuestos y partes); los retardos en la liquidación de divisas promedian los 90 días; lo cual retrasa su producción y por ende sus entregas a tiempo.

Según Raimundo Guisandes, Presidente Ejecutivo de APROPACA (2010), y aún en el presente, el sector requiere un promedio de siete millones de dólares al mes para operar. Y al no contar con la totalidad de lo que necesita recurre al mecanismo de permuta, lo que encarece los costos, ya impactados por contratos colectivos y otros conceptos. Con todo y eso, la Producción Nacional opera casi a 100 % de su capacidad. Y es que la Industria Nacional de Pulpa, Papel y Cartón, importa sólo el 60 % de lo necesario para la fabricación de productos terminados; tales como: hojas blancas para imprimir y escribir; papel tissue para servilletas, toallas y papel higiénico; material para envases, envolturas y cigarrillos; entre otros. Y el 40 % restante, lo fabrica la Industria Nacional

procesadora con plantas particulares o privadas, como el caso de *Smurfit Kappa Cartón de Venezuela* y *Papeles Venezolanos C.A.* (PAVECA).

En contradicción al párrafo anterior, el Gobierno Nacional asegura que el 100 % de la pulpa utilizada, es importada, con lo cual justifica la creación de la empresa básica socialista Complejo Industrial Pulpaca, que desde el año 2006 ha venido realizando todas las actividades necesarias para su implantación en el Oriente del país, para finales del año 2012 y cuyo proceso de fabricación de sus infraestructuras están muy atrasadas.

Y la pregunta es *¿Cuál es el objetivo de esta nueva empresa?* Satisfacer la Demanda Nacional y no ser competitiva en la elaboración de productos terminados en un mercado que, con Smurfit y PAVECA, se disputan MANPA, Cartonera del Caribe, Le Cartiere, Kimberly Clark y Grupo Familia, además de la cogestionada INVEPAL, que resulta de una toma o expropiación por parte de los trabajadores de VENEPAL. Todas ellas establecidas en el país conforman la gran Industria de Celulosa y Papel Venezolana; que además tiene capacidad para exportar, pero no hay condiciones apropiadas para hacerlo; debido a los altos costos generados para hacer negocios en el país, especialmente los que tienen que ver con el área laboral. Y sin embargo, la Industria Nacional logra colocar una pequeña parte de la producción en Estados Unidos, México, Puerto Rico, El Salvador, Guatemala, República Dominicana, Honduras, Panamá y Costa Rica y, destinos más cercanos de la producción local como: Colombia, Ecuador, Antigua, Jamaica, Barbados y Granada.

Es decir, que a pesar de las dificultades que atraviesa tanto para la adquisición de insumos y materia prima para su máxima capacidad de producción, así como para el normal funcionamiento operativo, llega a alcanzar rendimientos de producción más o menos adecuados, que le permiten cubrir parte de la demanda nacional y algunos compromisos internacionales, pero no

es capaz de ser autosuficiente para cumplir los objetivos y metas fijadas.

### 3.2.2 DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO INDUSTRIAL

La economía venezolana, sustentada por más de 70 años por el petróleo y rubros adicionales como el hierro, el acero y el aluminio; no ha dado la verdadera importancia al Sector Forestal Nacional, dentro del cual se ubica la Industria de Celulosa y Papel. Cabe destacar que según estadísticas forestales del año 2007, del MPPA (2008), en cuanto al aporte de los sectores que conforman la cadena forestal al PIB no petrolero del país, la producción de la Industria de Celulosa, Papel y Cartón en toneladas métricas alcanzó: 126.880 TM para pulpa; 236.662 TM para fibras reciclables y el rubro papel, cartulina y cartón se ubicó en 476.803 TM.

El consumo aparente en el país de este tipo de productos fue de 206.293 TM de pulpa; 314.222 TM de fibras reciclables y la de mayor demanda fue de papel, cartulina y cartón con 962.927 TM. Esta demanda fue cubierta mediante las importaciones de estos productos que alcanzaron 79.713 TM de pulpa; 77.560 TM de fibras reciclables y 488.027 de papel, cartulina y cartón. Con relación a este último, la importación representó el 50,6 %, especialmente papel de prensa, cartulinas industriales, papel para imprimir y escribir. El resto constituye el 38,5 % (pulpa química fibra larga y corta) y 24,6 % (cartón corrugado, blanco y archivo, fibras reciclables). La exportación de papel, cartulina y cartón fue poco significativa, en total se exportaron 1.903 TM, especialmente en papel de imprimir, escribir, tisú y cartulinas industriales.

De ahí, que exista preocupación en lo expuesto por WRM (2010), de que es no posible reducir el consumo en forma radical sin que se produzca escasez de papel, por ejemplo: un ciudadano francés consume anualmente 190 kilogramos de papel y cartón, en gran medida utilizados en empaque; un ciudadano finlandés podría bajar su consumo anual de

430 kilogramos a esa cifra; y los ciudadanos norteamericanos podrían bajar también su consumo per capita de 330 kilogramos. Inclusive las cifras francesas implican un consumo excesivo y se podrían reducir a los 40 kilogramos que consume un ciudadano uruguayo promedio, cuyo propio consumo podría a su vez ser reducido fácilmente a niveles todavía más bajos. Sin embargo, la reducción del consumo no es un problema de opción individual; sino que constituye un tema político. La industria de la celulosa y el papel, junto con sus numerosos socios: proveedores de maquinarias, firmas consultoras, agencias de crédito a la exportación, bancos privados y multilaterales, entre otros; reaccionarán ante los esfuerzos por reducir el consumo. Por lo tanto, la oposición exitosa debe reunir a todos aquellos afectados por las plantaciones, la deforestación, la producción de celulosa y papel y, a la oposición organizada en los países consumidores, para realizar campañas conjuntas exigiendo respeto para los derechos de las comunidades locales afectadas por el ciclo del papel y cambios en las políticas nacionales y mundiales sobre el uso del papel (Francés, 2001).

Y por último y para concluir este apartado se expone la siguiente reflexión: La blanca hoja de papel no tiene por qué estar manchada; puede ser limpia desde el punto de vista social, ambiental y económico. Ése es el desafío. Y el propósito de esta investigación es contribuir en esa dirección.

### 3.2.3 PROCESO DE USO DE LOS PRODUCTOS INDUSTRIALES DEL PAPEL

Según lo expuesto en la sección 3.2 y los datos que en la presente se aportan, nos colocan en una situación preocupante y permiten que hagamos un paréntesis para reflexionar y considerar las razones de exponer al medio ambiente y los seres humanos a estos riesgos. Y donde surgen las dudas y las interrogantes: *¿Es inevitable el costo que debe pagar la sociedad*

*humana a cambio de la alfabetización, la información y la cultura? ¿O el consumo actual de papel está ligado al modelo desechable del estilo de vida moderno?*

Desde su invención, la demanda del papel fue proyectada por la gran producción de ideas e información, cuya fuente principal de materia prima eran los trapos de lino, la cual fue sustituida más adelante por la madera, proporcionando una fuente de fibra mucho más económica y accesible; lo que provocó cierto desprecio en la comunidad local por el papel fabricado a partir de la misma, lo cual condujo a que las entregas de celulosa proveniente de madera se llevarán a cabo en horas nocturnas. Sin embargo, al iniciarse esta era de producción de papel económico y a gran escala a mediados de 1800, se fabricaron nuevos artículos que insertaron aún más el uso del papel en las actividades, tanto domésticas como comerciales, tales como: materiales de construcción, cuellos de camisa y bolsas de papel, que luego fueron complementados con papel higiénico, pañales, envases para bebidas, papel para fax y computadora y embalaje para exportación, entre otros.

A medida que se difundieron los procesos industriales de fabricación y los métodos de explotación forestal, la madera llegó a dominar la producción de papel mundial del siglo XX; aunque actualmente existen también otras alternativas que han tomado mucho auge, entre las cuales se encuentran nuevas fuentes de materia prima, procesos y tecnologías más amistosas con el medio ambiente. Sin embargo, el uso mundial de papel creció 423% entre 1961 y 2002, por lo que una quinta parte de la producción de madera en el mundo se destina a la manufactura de papel, ya que fabricar una tonelada de papel requiere entre 2 y 3,5 toneladas de árboles; siendo esta producción el quinto consumidor industrial mundial de energía, además de generar en algunos países del norte el 40 % de los residuos sólidos municipales.

Razón por la cual y con un pronóstico de crecimiento mundial anual de 2,5%, esta industria y sus efectos negativos podrían llegar a duplicarse en el 2025.

Por otra parte y en términos de usos importantes del papel, el empaque supera a los papeles destinados a la comunicación, este reemplazo como la categoría única más importante de uso del papel, se origina en la década de 1950 con la difusión de los supermercados y la comida pre-empacada (que en algunos casos está disminuyendo, como consecuencia de reducciones generales en el empaque y como resultado de su reemplazo por otros materiales, como el plástico). En los actuales momentos, la era de la revolución informática en vez de reemplazar el uso del papel más bien lo ha multiplicado, y varios otros factores como la publicidad y la venta minorista de alimentos también influyen sobre modelos específicos de consumo de papel, principalmente la demanda para impresión y empaque. La mayoría abrumadora del papel se usa como insumo en otros sectores industriales; es decir, la demanda se filtra a través de otras industrias y rara vez es una respuesta directa de los consumidores finales, por ejemplo en Estados Unidos sólo, el 15% de la producción de papel es comprada directamente por los consumidores finales. La tendencia de consumo del papel, coincide con las grandes desigualdades a nivel mundial que permiten la existencia de un modelo de acumulación y centralización de la globalización de mercado con la marcada existencia de un abismo entre el consumo de papel en el hemisferio norte y en el sur: Estados Unidos, por ejemplo es el productor y consumidor de papel más grande del mundo donde un norteamericano promedio consume 27 veces la cantidad de papel que utiliza por año un habitante promedio del hemisferio sur, mientras que muchos países africanos actualmente consumen menos papel per capita que en 1975 (WRM, 2004).

### 3.2.4 PROCESO DE DISPOSICIÓN FINAL DE LOS PRODUCTOS INDUSTRIALES DE PAPEL Y CARTÓN

La disposición final de estos productos industriales depende del uso y la necesidad de consumo que se genere entre las comunidades. A nivel mundial la pobreza y el consumismo conviven en un ámbito sin equilibrio, donde no existe la voluntad política de frenar el consumo excesivo y generoso de algunos y mejorar el nivel de vida de los más necesitados; situación actual que está hipotecando el futuro de la humanidad, en beneficio de un pequeño grupo de corporaciones, por ejemplo que controlan el mercado mundial mediante la manipulación de fijación de precios, acuerdos de cártel y otras prácticas similares.

El gran tamaño de las industrias papeleras como es el caso de la corporación *International Paper*, y cuyas cifras superan las del producto interno bruto de más de 75 países, les permite influir sobre actores políticos y económicos, cuyas operaciones dirigidas a la obtención de ganancias son las principales responsables de la actual crisis ambiental, social y económica. Grandes centros comerciales y supermercados son las nuevas catedrales de la sociedad de consumo moderna que tiene espacio sólo para una élite donde el 28% de la población del mundo, principalmente de los países del norte, tiene hábitos de consumo que han dado origen a una situación insostenible, debido al enorme consumo tanto de papel, como de agua, energía, madera, minerales, suelo y otros recursos, además de la elevada pérdida de biodiversidad, contaminación, deforestación y el cambio climático.

Por otra parte, en la fabricación de estos productos se generan residuos sólidos como fibras, recortes y posteriormente el desecho final de papel y cartón, que puede ser reciclado en un gran porcentaje y destinado para uso como materia prima secundaria o su transformación en compost; además de ser altamente combustible con una capacidad calórica promedio de 7.000

BTU/kg, liberando gases residuales como CO, CO<sub>2</sub>, por lo que no se recomienda la incineración para recuperación de energía, también el papel y cartón es biodegradable en rellenos sanitarios y requiere de un período aproximadamente de 1 a 3 meses dependiendo de su fraccionamiento, para su descomposición final.

Todos los aspectos analizados en los puntos anteriores, permiten finalmente realizar el cuadro 2 que resume el sistema producto con los principales impactos ambientales, sociales y económicos generados en el ciclo de vida de los productos manufacturados por la Industria de Pulpa y Papel en América Latina.

### 3.3 NORMALIZACIÓN DE LA INDUSTRIA DE CELULOSA Y PAPEL DE COVENIN (APROPACA, 2010)

El Comité Técnico CT 19, constantemente realiza la creación de Normas Técnicas Venezolanas COVENIN, para el sector pulpa, papel y cartón, cuya normalización tiene por objeto el logro de la máxima adecuación de sus productos a los diferentes usos y destinos que tienen los mismos.

El sector pulpa, papel y cartón, a través de los sistemas de control de calidad de cada una de sus empresas, garantiza el continuo cumplimiento de las exigencias de las Normas Técnicas. A continuación detallamos, algunas de ellas y una serie de normas en estudio (NeE) del sector pulpa, papel y cartón:

- **COVENIN 25-89:** Papel y Cartón. Clasificación de los materiales reciclables.
- **COVENIN 1145-84:** Papel y Cartón. Determinación de la resistencia al rasgado interno.
- **COVENIN 1146-84:** Papel. Determinación de la resistencia al estallido.
- **COVENIN 1147-78:** Método de ensayo para determinar la resistencia a la rotura por tensión de papeles y cartones.
- **COVENIN 1148-84:** Papel. Determinación de la resistencia al doblez.



- **COVENIN 1266-82:** Método de ensayo para medir la resistencia a la compresión vertical del papel o cartón - tapa para cartón corrugado (CLT).
- **COVENIN 1267-82:** Método de ensayo para determinar la resistencia al aplastamiento de onda del papel o cartón medio para cartón corrugado.
- **COVENIN 1304-78:** Vocabulario para la industria papelera.
- **COVENIN 1457-79:** Métodos de ensayo para determinar la resistencia de la superficie del papel o cartón al arranque (ceras).
- **COVENIN 1460-83:** Papel y Cartón. Método de ensayo para la determinación de materias extrañas y visibles.
- **COVENIN 1528-83:** Cartón Corrugado. Método de ensayo para determinar la resistencia al aplastamiento.
- **COVENIN 1583-80:** Método de ensayo para determinar la resistencia de la superficie del papel o cartón al arranque (I.G.T.).
- **COVENIN 1304(R)/1:** Vocabulario para la Industria Papelera. Parte 1. (NeE)
- **COVENIN 1304(R)/1:** Vocabulario para la Industria Papelera. Parte 2. (NeE)
- **COVENIN 304/3:** Vocabulario para la Industria Papelera. Parte 3. (NeE)
- **COVENIN 19:2-016:** Bagazo de caña de azúcar para pulpas. (NeE)

### 3.4 CARTA DECLARATORIA DE PRINCIPIOS AMBIENTALES PARA EL SECTOR INDUSTRIAL VENEZOLANO

Considerando que ambiente y calidad de vida son dos dimensiones de una preocupación única y con el propósito de establecer las bases de un proceso de reflexión permanente que permita, en sucesivos encuentros, orientar el futuro de la relación entre industria y ambiente en Venezuela, la Comisión de Ambiente del Consejo Venezolano de la Industria, dirige al Sector Industrial Nacional, reunido en Asamblea, una

Carta Declarativa de Principios Ambientales, entre los que podemos mencionar:

- La conservación, defensa y mejoramiento del ambiente en beneficio de la calidad de la vida es obligación de todos.
- Crear riqueza y conocimiento para superar las situaciones de miseria y marginalidad, causas primeras y profundas de deterioro ambiental del país.

Lograr los objetivos del desarrollo sustentable, requiere de una participación equitativa de todos los actores sociales, tales como: sectores empresariales; autoridades públicas y los entes de desarrollo que le son adscritos; universidades; centros educativos; organizaciones de la sociedad civil y todos y cada uno de los ciudadanos. Además, exige de nuestra acción para la expansión de la industria, de una infraestructura de servicios eficiente para toda la población, de ciudades que no contaminen y destruyan sus asentamientos territoriales, de la investigación científica y tecnológica creadora, de un sistema escolar que cumpla con el objetivo básico de desarrollar una conciencia ciudadana favorable al ambiente, del apoyo de legisladores que aporten soluciones creativas vinculadas funcionalmente a nuestra protección ambiental

El principio rector de la equidad, es una condición para alcanzar las metas de desarrollo, debe orientar la estrategia nacional para integrar a todos los ciudadanos como nación en los procesos de intercambio con el resto del mundo. Por lo tanto, Venezuela debe exigirse a sí misma para cumplir los compromisos que, como parte de la comunidad internacional, ha suscrito para establecer políticas ambientales que incidan en el intercambio de bienes y servicios con otros países.

Y finalmente, constituirse como criterio fundamental de la política de relaciones internacionales del país: la fuerza moral y el respeto que inspire nuestra conducta demandar de los demás condiciones semejantes.



ENTRADAS Materias primas, agua, energía, sustancias químicas, etc	PROCESO/ETAPA	SALIDAS Emisiones gaseosas, sólidos residuales, vertidos líquidos, productos terminados, etc.
Madera sólida (rolas o troncos): <b><i>Pinus caribaea, Eucalyptus grandis, Gmelina arborea, Acacia mangium</i></b>	<b>ETAPA I:</b> Obtención de materia prima Ubicación de la Plantación Obtención de rolas o troncos Descortezado de rolas o troncos (tambor descortezador) Rolas descortezadas y obtención de cuarterones (sierra de disco) Obtención de virutas, astillas o chips (chipeadora/astilladora) Virutas, astillas o chips (materia prima) que se utilizará en el proceso	<b>Ambiental:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Deforestación por la tala de árboles.</li> <li>Propagación de monocultivos de árboles de crecimiento rápido (plantaciones).</li> <li>Emisiones gaseosas de efecto invernadero a la atmósfera (CO<sub>2</sub>, etc.).</li> <li>Producción de dioxinas, principal fuente de contaminación del agua.</li> <li>Importación de madera genera gran consumo de combustible fósil por transporte marino.</li> <li>Generación de grandes consumos de energía (es el quinto consumidor industrial mundial).</li> <li>Generación de residuos sólidos municipales.</li> </ul>
Chips/virutas/astillas, material secundario (reciclaje o recortes), licor de cocción (químicos), agua, energía (eléctrica, calórica, vapor)	<b>ETAPA II:</b> Obtención de pastas, celulosa o pulpa Proceso Mecánico Proceso Semi-químico Proceso Químico	<b>Social:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se generan fuentes de trabajo directo o indirecto en el sector forestal y zonas adyacentes a las industrias, además de mejorar la calidad de vida, ya que según el índice de desarrollo humano, aumenta en las regiones que reciben grandes proyectos como una planta de celulosa y papel; ya que no todas las industrias tienen esta capacidad.</li> </ul>
Pastas primarias (mecánicas, semi-químicas, químicas), pastas secundarias (material reciclado), aditivos químicos (encolantes, rellenos, colorantes, etc), agua, energía	<b>ETAPA III:</b> Preparación de pastas o pulpas Proceso de refinado de cada uno del tipo de pasta a utilizar Mezcla de pastas en piletas (% de cada tipo de pasta a utilizar en la preparación de la misma)	<b>Económico:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Explotar las plantaciones forestales del Oriente de Venezuela (sur del estado Monagas), para disminuir la dependencia de la materia prima importada.</li> <li>La Industria constituye un elemento más para el aporte y diversificación de la base económica nacional.</li> <li>Combinación de la producción de madera y celulosa.</li> </ul>
Mezcla de fibras o pulpas, aditivos químicos, agua (99%), energía	<b>ETAPA IV:</b> Manufactura de papel y cartón Caja de alimentación Mesa de formación Prensas húmedas Batería de secadores Calandria Enrolladora de papel terminado Bobinas de papel	
Papel en bobinas, agua, aditivos, pigmentos, energía	<b>ETAPA V:</b> Fabricación del producto final (tipos de papeles y cartón) Convertidoras de papel Distribuidores comerciales del producto final	

#### CUADRO 1.

Identificación de los principales aspectos que fundamentan las dimensiones ambientales, sociales y económicas de la Sostenibilidad, en los procesos de manufactura para la obtención en América Latina y en Venezuela de papel y cartón a partir de madera sólida, desde el ámbito de la Ecología Industrial. Fuente: Elaboración propia.

<b>Organismos / Instituciones Asociaciones Internacionales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>International Council of Forest and Paper Associations – ICFPA (<a href="http://www.icfpa.org">www.icfpa.org</a>)</li> <li>Technical Association of Pulp, Paper, and Converting Industry – TAPPI (<a href="http://www.tappi.org">www.tappi.org</a>)</li> <li>Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO (<a href="http://www.fao.org">www.fao.org</a>)</li> </ul>
<b>Latino-América</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Confederación Industrial de la Celulosa y del Papel Latinoamericana – CICEPLA (<a href="http://www.andi.com.co/cicepla">www.andi.com.co/cicepla</a>)</li> <li>CICEPLA Brasil Asociación Brasileira de Celulosa y Papel – BRACELPA (<a href="http://www.bracelpa.org.br">www.bracelpa.org.br</a>)</li> <li>Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel – ABTCP (<a href="http://www.abtcp.org.br">www.abtcp.org.br</a>)</li> </ul>
<b>Europe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Confederation of European Paper Industries – CEPI (<a href="http://www.cepi.org">www.cepi.org</a>)</li> </ul>
<b>España</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asociación Nacional de Fabricantes de Pastas, Papel y Cartón – ASPAPEL (<a href="http://www.aspapel.es">www.aspapel.es</a>)</li> </ul>
<b>Estados Unidos de N.A.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>American Forest &amp; Paper Association – AF&amp;PA (<a href="http://www.afandpa.org">www.afandpa.org</a>)</li> </ul>

#### CUADRO 2.

Principales organismos internacionales que involucran al sector de pulpa y papel. Fuente: Elaboración propia.

### 3.5 ORGANISMOS, INSTITUCIONES Y ASOCIACIONES INTERNACIONALES DE LA INDUSTRIA DE CELULOSA Y PAPEL

La Industria de Celulosa y papel, al igual que otros sectores industriales de producción se encuentra afiliada a organismos a nivel nacional e internacional, que entre otros, se exponen en el cuadro 2.

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Industria de Pulpa y Papel requiere estrategias que apunten a optimizar su desempeño ambiental que consideran la minimización de la carga contaminante de los efluentes líquidos y gaseosos, la reducción de la generación de los residuos sólidos, la optimización de los sistemas de control y monitoreo, la implementación de planes de eficiencia energética y la remediación de pasivos ambientales generados por la actividad productiva. Un mecanismo viable, es la implantación de un sistema de gestión medioambiental que requiere importantes esfuerzos tecnológicos y cambios significativos en la concepción para la Evaluación del Desempeño Medioambiental, la Ecoeficiencia y la aplicación del modelo del Ecodiseño en sus múltiples productos industriales. Aún con los avances de la tecnología, la globalización e incluso la inmersión del mundo en la era digital; paradójicamente, la demanda por papel continúa, cumpliendo un importante rol día a día, en el desarrollo de cada una de las actividades del ser humano. Por esta razón, los fabricantes se ven en la necesidad de desarrollar continuamente nuevos diseños y formulaciones, paralelo a ello deben ocuparse de garantizar la seguridad de la fuerza laboral y el medio ambiente, básicamente tratando de reconocer todos estos retos para ofrecer soluciones o alternativas flexibles para sustentar todas las facetas de la eficiencia productiva.

Por otra parte, referente al desarrollo social y económico del país, a corto y largo plazo,

como un componente clave, la Industria de Celulosa y papel, promovida por los sectores públicos y privados, constituye un elemento más para el aporte y la necesidad ineludible para la diversificación de la base económica nacional.

Actualmente el acceder a la materia prima básica (el árbol), para garantizar la producción de la Industria Papelera, cada día se torna más difícil; es por ello, que la misma se ha visto en la necesidad de trasladarse al hemisferio sur, lo cual ha provocado una revolución industrial en Latinoamérica, perfectamente reflejada en el punto relacionado con los Polígonos Eco-industriales. Los continentes meridionales como el americano, con suelos de extraordinaria fertilidad forestal, se han convertido en los escenarios más idóneos para el futuro desarrollo de la Industria de Celulosa y Papel; como por ejemplo, el extenso territorio argentino que ofrece excepcional potencialidad y con los bosques ya establecidos en las provincias de Misiones, Corrientes, Entre Ríos y delta del río Paraná en la provincia de Buenos Aires, abarcan un 80% del total de la superficie plantada; Brasil y Chile están entre los diez principales exportadores de celulosa a los países industrializados.

Como ya se ha referido a lo largo del presente trabajo uno de los propósitos principales de las actividades industriales es la de generar productos, bienes y servicios a las sociedades, para satisfacer sus necesidades; pero todo ello conduce, además de los beneficios sociales y económicos, a transformaciones en el ambiente que están ocasionando un cambio global, como: la erosión del suelo; adelgazamiento de la capa de ozono; aumento en el nivel medio del mar; alteración del ciclo hídrico; pérdida de la biodiversidad; aumento de las concentraciones de productos tóxicos; aumento de la acidez de las precipitaciones; contaminación del ambiente; entre otros. Fenómenos considerados como síntomas de una enfermedad o síndrome y, que a pesar de los grandes esfuerzos de las autoridades para

controlar ciertos daños ocasionados por el hombre a través de los años, los resultados han sido escasos o de poco impacto.

De ahí, que el estudio se encuentra referido a investigaciones realizadas por expertos en la materia que en la mayoría de ellas siempre reflejaron una gran preocupación, sobre los daños ambientales y los causados a corto y largo plazo en la salud física, tanto de trabajadores, como de personas que habitan en las inmediaciones a las fábricas de papel y, que generalmente son originados por la actividad productiva de las industrias papeleras, y la pregunta es *¿cómo remediar tal situación?* Actualmente se ha avanzado mucho en lo referente a solucionar los problemas ambientales, y queda todavía mucho por hacer y enfocarse a la parte social, la cual involucraría todo lo relacionado con la salud de los ciudadanos, mediante mejoras en los procesos industriales de fabricación.

Por lo tanto, se recomienda estudiar la posibilidad de poner en práctica a nivel industrial, debido al gran interés y logros alcanzados por investigaciones realizadas en el área de la biotecnología planteados por Rondón (1999), especialmente en su aplicación a procesos industriales masivos como lo es la producción y blanqueo de pulpas para papel, así como su posible aplicación para tratamientos adicionales en los efluentes de las fábricas de pulpa y papel, para la degradación de la lignina residual y los productos derivados de la misma durante los procesos de cocción; como una alternativa para el uso de agentes de blanqueo biológico como sustitutos de los agentes químicos convencionales y poder reducir tanto los costos ambientales, como los costos económicos derivados de los procesos de degradación de lignina.

Por otra parte y, gracias al avance de las técnicas en biología molecular donde se incluye el mejoramiento genético en busca de desarrollar poblaciones de árboles con una o varias características modificadas y en lo que incumbe a la Industria de Celulosa y Papel se puede referir

la modificación de la cantidad y calidad de lignina; la cual es un polímero complejo que forma parte de la pared celular vegetal y, junto con la celulosa forman la madera. Los cambios en la composición química de la lignina pueden hacerla más fácilmente extraíble, característica que resultaría ventajosa; debido a la disminución del empleo de agentes químicos, en su mayoría contaminantes del medio ambiente, utilizados por la industria papelerera para la remoción de la lignina. Por ejemplo, la supresión de alguno de los genes que codifican para las enzimas de la ruta metabólica de la lignina en plantas transgénicas de *Populus* (álamo), mostraron reducción de la cantidad de lignina, aumento del porcentaje de celulosa en las paredes celulares y rápido crecimiento en condiciones de invernáculo, todas características apreciadas a la hora de obtener pulpa para la fabricación de papel.

Finalmente, no se puede negar el rol protagónico de la Industria de Pulpa y Papel en el mundo, y para Venezuela, quizás por desconocimiento y falta de proyección en la ciudadanía en general, no logran valorar que ésta es fundamental en el desarrollo del país ya que conforma toda una compleja red de etapas productivas que tienen gran dinámica, impactos y exigencia tecnológica, ambiental, económica y socio cultural que involucra a toda la sociedad en pleno, razón por la cual exige aún más la implementación en su estructura organizacional de los principios de sostenibilidad que enmarcan a la Ecología Industrial en sus infraestructuras productivas y los ciclos de vida que involucran la multiplicidad de productos industriales fabricados para el confort y avance de sus ciudadanos e instituciones.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Los autores hacen especial agradecimiento al Dr. Wilver Contreras Miranda y Dr. Eric Barrios Pérez por su guía y apoyo para el desarrollo del presente trabajo.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFCPA. 2010a. El consumo nacional aparente. En línea: <http://www.afcparg.org.ar/news/?nro=20110223.htm> [Consultado: 05/05/2010].
- AFCPA. 2010b. Fuerte inversión para papel de embalaje. En línea: <http://www.afcparg.org.ar/news/?nro=20110223.htm> [Consultado: 06/05/2010].
- APROPACA, 2000. *Informe Anual 2000*. Asociación Venezolana de Productores de Pulpa, Papel y Cartón. Publicación Anual. Caracas, Venezuela. 132 p.
- APROPACA, 2010. *Informe Anual 2010*. Asociación Venezolana de Productores de Pulpa, Papel y Cartón. Caracas, Venezuela. En línea: <http://www.apropaca.com.ve/apropaca.htm> [Consultado: 08/05/2010].
- BASTANTE, M. 2010a. *Ecodiseño. Introducción al Ecodiseño*. Material didáctico. Asignatura Ecodiseño. Universidad Politécnica de Valencia, España. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 41 p.
- BASTANTE, M. 2010b. *Metodologías de Ecodiseño*. Material didáctico. Asignatura Ecodiseño. Universidad Politécnica de Valencia, España. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 82 p.
- BASTANTE, M. 2010c. *Bloque 4: Ecodiseño y Empresa. Sistemas de Gestión Ambiental Norma UNE 150301 Ecoetiquetas*. Material didáctico. Asignatura Ecodiseño. Universidad Politécnica de Valencia, España. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 46 p.
- CAPUZ, S.; T. GÓMEZ; J. VIVANCOS; R. VIÑOLES; P. FERRER; R. LÓPEZ; y M. BASTANTE. 2004. *ECODISEÑO. Ingeniería del Ciclo de Vida para el Desarrollo de Productos Sostenibles*. Editorial de la UPV. Valencia, España. 268 p.
- CASEY, J. 1952. *Pulp and paper chemistry and chemical technology*. Chaps I. Interscience Publishers, Inc. New York, Estados Unidos. 470 p.
- CENDITEL. 2012. *Pulpaca*. En línea: <http://www.cenditel.gob.ve> [Consultado: 09/02/2012].
- CICEPLA. 2010. *International Action - Cicepla*. En línea: <http://www.bracelpa.org.br> [Consultado: 12/05/2010].
- CONTRERAS W. y V. CLOQUELL. 2006. *Propuesta metodológica de Diseño Ambientalmente Integrado (dAI), aplicada a Proyectos de Diseño de productos forestales laminados encolados con calidad estructural*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 636 p.
- DENCE, C. y D. REEVE. 1996. *Pulp Bleaching. Principles and Practice*. TAPPI PRESS. Atlanta, Georgia, Estados Unidos. 868 p.
- GARCÍA, H. 2007. *Fibras Papeleras*. Edición UPC. Barcelona, España. 279 p.
- GRUPO ACTUAL. 2010. *Empresa, mundo global y adaptación al cambio*. En línea: [http://empresamundogloballyadaptacionalcambio.blogspot.com/2011\\_10\\_01\\_archive.html](http://empresamundogloballyadaptacionalcambio.blogspot.com/2011_10_01_archive.html) [Consultado: 27/ 03/2010].
- FIKSEL, J. 1996. *Ingeniería de Diseño Medioambiental*. DfE. Desarrollo Integral de Productos y Procesos Ecoeficientes. McGraw-Hill. Madrid, España. 512 p.
- FRANCÉS, A. 2001. *Plan Nacional de Desarrollo del Sector Forestal 2001-2007*. Conferencia: Diamante Estratégico de Porter Adaptado a las Condiciones de País, julio 2003. Puerto Ordaz, Venezuela. 178 p.
- ISO. 1996. ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL PARA LA ESTANDARIZACIÓN. Norma UNE-EN-ISO-14001. Especificaciones para llevar a cabo un Sistema de Gestión Medioambiental. AENOR. Madrid, España.
- KOURIS, M. 1996. *Dictionary of Paper*. 5<sup>th</sup> Edition. TAPPI PRESS, Atlanta, Georgia. Estados Unidos. 347 p.
- LEHNI, M. 1999. *World Bussiness Council on Sustainable Development (WBCSD)*. Consejo Mundial de Empresas para el Desarrollo Sostenible. Director ejecutivo. 274 p.
- LENZ, H. 1965. *El papel en la época colonial de*

- México. *Revista de la Asociación Mexicana de Técnicos de las Industrias de la Celulosa y del Papel* 4: 284-289.
- LIBBY, C. 1969. *Ciencia y Tecnología sobre pulpa y papel*. Tomo I: Pulpa. C. E. C. S. A. Distrito Federal, México. 534 p.
- LOHMANN, L. 1995. Pulp, Paper and Power: How an Industry Reshapes its Social Environment. The Corner House. En línea: <http://www.thecornerhouse.org.uk/document/pulp.html> [Consultado: 22/ 03/2010].
- MPPA. 2008. *Anuario Estadísticas Forestales 2007*. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. Serie 11. Caracas, Venezuela. 170 p.
- MARI PAPEL. 2010. CMPC construirá planta de cartón corrugado. En línea: <http://http://www.maripapel.com/> [Consultado: 09/03/2011].
- MIBAM. 2010. Las plantaciones de pino y su desarrollo industrial. En línea: <http://www.mibam.gob.ve/> [Consultado: 10/03/2011].
- PAINEL FLORESTAL. 2010. La incorporación de tecnología en empresas forestales. En línea: <http://www.painelflorestal.com.br/> [Consultado: 12/07/2010].
- PORTER, M. 1999. *Competitividad en Centroamérica: preparación de las empresas para la globalización*. CLACDS. INCAE. Febrero, 1999. San José, Costa Rica. 36 p.
- PROFORCA. 2010. Productos Forestales de Oriente. En línea: <http://www.cvgproforca.com> [Consultado: 25/10/2010].
- RONDÓN, M. 1999. Designificación biológica de Pulpas Soda-AQ de *Pinus caribaea*, mediante cepas de *Daedalea elegans* y otros xilófagos del país. Tesis de Magíster Scientiae en Tecnología de Productos Forestales. Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 72 p.
- RONDÓN, M., W. CONTRERAS, R. MONTERDE y M. OWEN DE CONTRERAS. Evaluación de proyectos y técnicas multicriterio para determinación de procesos más ecoeficientes, para obtener pulpa para papel y cartón. *Revista Forestal Venezolana* 55(2):145-155.
- SMOOK, G. 1990. *Manual para Técnicos de Pulpa y Papel*. TAPPI PRESS. Atlanta, Georgia, Estados Unidos. 396 p.
- WRM. 2004. *Los Impactos de la producción de Celulosa. Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales*. Boletín N° 83. Montevideo, Uruguay. 35 p.
- WRM. 2010. Fábricas de Celulosa. Del Monocultivo a la contaminación ambiental. En línea: [http://www.wrm.org.uy/plantaciones/Libro\\_celulosa.pdf](http://www.wrm.org.uy/plantaciones/Libro_celulosa.pdf) [Consultado: 15/11/2011].