

**San Juan de Pasto, Noviembre, 2011.**

# **Creación de nuevos materiales**

A partir de polietileno recuperado de empaques y bolsas plásticas en la ciudad de San Juan de Pasto.

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
Facultad de Artes  
DISEÑO INDUSTRIAL

## **PROYECTO DE DISEÑO.**

Para obtener el título de  
**DISEÑADORES INDUSTRIALES**

### **Presentado por:**

Mario Andrés Montenegro Ordóñez.  
David Fernando Narváz Córdoba.

### **Asesor:**

D.I. Daniel Moncayo.

## NOTA DE RESPONSABILIDAD.

# Creación de nuevos materiales

A partir de polietileno recuperado de empaques y bolsas plásticas en la ciudad de San Juan de Pasto.

“Las ideas y conclusiones aportadas en el Trabajo de Grado, son responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1 del Acuerdo nº. 324 de Octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

## NOTA DE ACEPTACIÓN.

# Creación de nuevos materiales

A partir de polietileno recuperado de empaques y bolsas plásticas en la ciudad de San Juan de Pasto.

San Juan de Pasto, Noviembre, 2011

---

---

---

---

---

---

D.I. ELIZABETH POLO

---

D.I. DANILO CALVACHE

---

D.I. HAROLD BONILLA

## AGRADECIMIENTOS.

### **Creación de nuevos materiales**

A partir de polietileno recuperado de empaques y bolsas plásticas en la ciudad de San Juan de Pasto.

A Dios, por ser nuestro creador, amparo y fortaleza cuando más lo necesitamos, y por hacer palpable su amor a través de cada uno de los que nos rodeó.

A nuestros Padres, Hermanos, Amigos y Profesores, que sin esperar nada a cambio, han sido pilares en nuestro camino y así, formaron parte de este logro que nos abre puertas inimaginables en nuestro desarrollo profesional.

## RESUMEN DEL PROYECTO.

Todos los empaques y bolsas plásticas considerados tradicionalmente como los materiales más difíciles de aprovechar después de su uso inicial, son susceptibles de recuperarse y utilizarse en forma de productos con alto valor agregado. La finalidad de este proyecto de grado es presentar una alternativa para su tratamiento y posterior recuperación, mediante métodos de reciclaje y procesos de transformación viables y acordes a la realidad actual de la ciudad de San Juan de Pasto.

La investigación realizada nos dio como resultado 2 nuevos materiales: una lona y un aglomerado, los cuales serán empleados como materia prima para la fabricación de una gran variedad de productos industriales. Productos de alto desempeño y duración, acordes a las tendencias actuales; que contribuirán de manera dramática a la conservación del medio ambiente.

El proceso de transformación de estos nuevos materiales se adaptara al manejo de pequeños y grandes volúmenes de materiales, de una manera eficiente desde el punto de vista económico; además, podemos afirmar que con el manejo adecuado se concluye exitosamente el ciclo de recuperación de estos materiales plásticos.

## **ABSTRACT.**

All packaging and plastic bags are traditionally considered the most difficult materials to build after the initial use, are susceptible to recover and used in a product with high added value. The purpose of this project is to present an alternative degree for treatment and recovery, by recycling methods and processes of transformation feasible and consistent with the current reality of the city of San Juan de Pasto.

The research results gave us 2 new materials: a canvas and an agglomerate, which will be used as feedstock for the manufacture of a wide variety of industrial products. Products of high durability and performance, in line with current trends, that dramatically contribute to the conservation of the environment.

The transformation process of these new materials are adapted to the management of small and large volumes of material efficiently from the economic point of view, moreover, with a proper management we can successfully concluded the recovery cycle of these materials plastics.

# TABLA DE CONTENIDO.

	Pag.
<b>FASE INVESTIGATIVA.</b>	9
1. INTRODUCCIÓN.	10
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	11
3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	12
4. OBJETIVOS.	13
4.1. Objetivo General.	13
4.2. Objetivos Específicos.	13
5. JUSTIFICACIÓN.	14
6. DELIMITACIONES Y ALCANCES.	16
7. HIPÓTESIS.	17
8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.	18
8.1. MARCO CONTEXTUAL.	18
8.1.1. La industria de los plásticos en el mundo.	18
8.1.1.1. ¿Por qué reciclar los plásticos?.	19
8.1.1.2. Crecimiento de la aparición de residuos plásticos.	19
8.1.2. La industria de los plásticos en Colombia.	20
8.1.2.1. Consumo de plásticos y generación de residuos plásticos urbanos.	21
8.1.2.2. Situación ambiental del sector.	22

# TABLA DE CONTENIDO.

	<b>Pag.</b>
8.1.2.3. El manejo de residuos plásticos en Colombia.	23
8.1.2.4. Características del sector plástico en Colombia.	26
8.1.2.5. Principales sectores consumidores de materias plásticas en Colombia (Años 2001 – 2003).	27
8.1.2.6. Aportes del sector de los plásticos al desarrollo sostenible en Colombia.	27
<b>8.2. MARCO TEÓRICO.</b>	<b>31</b>
8.2.1. Directrices para procesos de transformación de los plásticos.	31
8.2.2. Identificación de aspectos ambientales en procesos para termoplásticos.	33
<b>8.3. MARCO CONCEPTUAL.</b>	<b>35</b>
8.3.1. El Plástico.	35
8.3.1.1. Definición.	35
8.3.1.2. Obtención y fabricación del plástico.	36
8.3.1.3. Resinas plásticas más comunes y sus principales aplicaciones.	37
8.3.1.4. Creación de las bolsas y empaques plásticos.	40
8.3.1.4.1. Proceso de producción.	40
8.3.1.4.2. Problemas Ambientales.	43
8.3.1.4.3. Alternativas.	44
8.3.2. El Eco Diseño.	45
8.3.2.1. Definición.	45

# TABLA DE CONTENIDO.

	<b>Pag.</b>
8.3.2.2. Historia.	45
8.3.2.3. Herramientas del eco diseño.	45
8.3.2.4. Ciclo de vida.	48
8.3.2.5. Etapas del ciclo de vida.	48
8.3.2.6. Análisis del Ciclo de Vida (ACV).	49
8.4. MARCO LEGAL.	50
8.4.1. A nivel mundial.	50
8.4.2. A nivel nacional.	52
8.4.2.1. Política de producción más limpia.	53
8.4.2.2. Política de gestión integral de residuos sólidos.	54
8.4.2.3. Criterios para el establecimiento de sistema de gestión ambiental.	55
9. METODOLOGÍA.	57
9.1. FASE DE INVESTIGACIÓN.	58
9.1.1. Definición del Problema.	59
9.1.2. Análisis del entorno.	59
9.1.2.1. Características demográficas.	60
9.1.2.2. Realidad actual de la ciudad frente al control de desechos plásticos.	62
9.1.3. Recopilación de datos.	63

# TABLA DE CONTENIDO.

	Pag.
9.1.3.1. Registro fotográfico.	64
9.1.3.2. Registro fotográfico.	66
9.1.4. Tipologías.	67
9.1.4.1. Ladrillos ecologicos.	67
9.1.4.2. Ecoclad.	68
9.1.4.3. Fuez.	69
9.1.4.4. Rain botts.	70
9.1.4.5. Trex.	71
9.1.4.6. Carpak S.A.	72
<b>FASE PROYECTUAL.</b>	73
9.2. FASE ANALITICA.	74
9.2.1. Introducción de los materiales.	75
9.2.1.1. Lona <b>Artid' ECO.</b>	75
9.2.1.2. Aglomerado <b>Artid' ECO.</b>	76
9.2.2. Experimentación con los materiales.	77
9.2.2.1. Tablas de materiales.	77
9.2.2.2. Procesos industriales lona <b>Artid' ECO.</b>	85
9.2.2.3. Aprovechamiento y valorización.	90

## TABLA DE CONTENIDO.

	<b>Pag.</b>
9.2.2.4. Proceso de producción.	90
9.2.2.4.1. Separación y clasificación.	90
9.2.2.4.2. Limpieza y acondicionamiento.	91
9.2.2.4.3. Fundición.	92
9.2.2.4.4. Corte y/o pulido.	92
9.2.2.4.5. Control de calidad.	92
9.2.4. Requerimientos de diseño.	95
9.3. FASE CREATIVA.	98
9.3.1. Desarrollo de ideas.	99
9.3.1.1. Promoción y Publicidad.	99
9.3.1.1.1 Adquisición de la materia prima.	101
9.3.1.2. Diseño de Producto.	102
9.3.2. Evaluación.	102
9.3.3 Rediseño y ajustes.	102
9.4. FASE PRODUCTIVA.	106
9.4.1. Planos técnicos.	107
9.4.2. Prototipo.	107

## TABLA DE CONTENIDO.

	Pag.
10. CONCLUSIONES.	110
BIBLIOGRAFÍA.	111



**fase**

INVESTIGATIVA

PROYECTO DE DISEÑO

# 1. INTRODUCCIÓN.

Cada minuto se consume en el mundo, un millón de bolsas plásticas causando un impacto ambiental no cuantificado. El mar se ha inundado de estos desechos, cubriendo miles de kilómetros de su fondo, atacando a los corales y arrecifes, puesto que les impide su normal desarrollo. Los ríos del Amazonas las arrastran en sus aguas, dejando en su camino similares daños a la biodiversidad, y confluyendo en el Atlántico. En las ciudades de todo el mundo, las ofertas, en su mayoría vienen envueltas en plásticos, que ya de antemano han significado el uso de recursos naturales para su producción, incluyendo los derivados del petróleo, pero a su vez, la impresión de publicidad que adiciona más contaminación, aunque paradójicamente el uso promedio que les damos no sobrepasa los 20 minutos, mostrándonos un verdadero e inadmisibles derroche de energía. Comparativamente muchos plásticos pueden permanecer estables por 400 años antes de su degradación.

Su uso inadecuado, entonces, ha aumentado el efecto contaminante, en conjunción con otros elementos de nuestra cotidianidad. En lo particular las bolsas plásticas se dispersan en campos y sembradíos, quedan atrapadas en las malezas, en riberas de ríos y afluentes. En las ciudades obstruyen desagües y canales, provocando filtraciones y debilitando terrenos, entre otros efectos un porcentaje es incinerado expulsando tóxicos y venenos al aire. Ante este panorama, y la falta de normativa al respecto, requiere acciones individuales mediante las cuales se presenten soluciones reales y viables frente a esta problemática, la razón de este proyecto de diseño es obtener materiales a partir de las bolsas plásticas desechadas, así convertimos un problema en una oportunidad, puesto que estos desechos pueden ser transformados por medio de técnicas y procesos industriales en materiales que posean excelente funcionalidad para poder ser usados en campos como packing, textiles, moda, mobiliario y electrodomésticos.

El desarrollo de este proyecto se basó en una metodología edificada a partir de varios puntos de vista con el fin de que se adapte a la particularidad del diseño del material, dicha metodología se basa en 4 fases principales, fase investigativa (recopilación de datos), fase analítica (análisis de información), fase creativa (propuestas de diseño), fase de producción (producción de prototipos), este proceso nos llevó a generar los resultados expuestos en este proyecto. Durante la ejecución de este proceso encontramos algunas limitantes que resumen básicamente en la obtención de materia prima, debido a la escasa conciencia ambiental exhibida por parte de la comunidad, en nuestra ciudad se pierde el 90% de bolsas plásticas desechadas y apenas un 10% llega a centros de reciclaje, por esta razón se plantea una campaña para que los ciudadanos tomen conciencia, y depositen sus bolsas plásticas en contenedores de manera debida conservando así las bolsas en perfecto estado, garantizando la obtención de materia prima para la ejecución de nuestro proyecto. Después de experimentar hasta conocer las posibilidades estéticas y formales logramos generar dos materiales aprovechando las propiedades físicas de las bolsas plásticas, el primero lona Art d' ECO el cual aprovecha la mayor parte de materia prima, y con el fin de cerrar el ciclo, utilizamos los recortes desechados del mismo para generar nuestro segundo material aglomerado Art d' ECO, de esta manera somos consecuentes con el concepto de eco diseño y no generamos desechos adicionales.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

Las bolsas plásticas, con su gran propagación, han invadido todos los rincones de la Tierra. Las vemos en los parques públicos y en las calles; el desierto y la tupida selva; engarzadas en la rama de un árbol o en un cable de luz; flotando en el aire y vagando por los ríos, quebradas, lagos y mares. De acuerdo con la “Sociedad Océano Azul para la Conservación del Mar”, 46.000 pedazos de basura plástica flotan en cada milla cuadrada de superficie del mar, y cerca de 100.000 mamíferos marinos y un millón de aves mueren anualmente al ingerirlos o quedar atrapados en su trama.

Se producen entre medio y un billón anual de bolsas plásticas y lo más grave es que las fabricadas fundamentalmente a partir de petróleo y gas, tienen una vida estimada de más de 400 años antes de romperse en pequeñas partículas tóxicas. La bolsa plástica es símbolo de la comodidad... nos sirve entre cientos de usos: para acarrear el mercado y empaquetar una gran variedad de productos, desafortunadamente también se ha convertido en un símbolo de degradación ambiental. Así, la invasión de esta basura presenta una alarmante senda de acumulación de desechos hacia el futuro, en donde tan solo menos del 1 % de estas se reciclan.

La humanidad se va acercando peligrosamente hacia una situación de agotamiento de los recursos naturales y, lo que es más grave aún, hacia un cambio climático que puede hacer muy difícil la continuidad del actual modelo de civilización. En la vida de cada día y en la inmensa suma de pequeños egoísmos inmediatos, no percibimos los claros signos y avisos que nos envía la naturaleza; en efecto la situación es grave, pero el hombre también ha mostrado durante su historia una gran capacidad de reacción y adaptación.

Los retos son muchos, pero también son muy grandes las oportunidades. Se trata de tomar conciencia e impulsar de forma decidida el cambio hacia un nuevo modelo sostenible. Es por esto, que buscamos una solución pronta a esta amenaza latente que afecta directamente al ecosistema. Encontrar en la producción de nuevos materiales a partir de polietileno recuperado de empaques y bolsas plásticas desechables, una oportunidad viable y eficaz que vista a través de la óptica del diseño convertirá al plástico en nuestro aliado.

“  
**DE ACUERDO CON LA  
SOCIEDAD OCEANO AZUL  
PARA LA CONSERVACION  
DEL MAR, 46.000 PEDAZOS  
DE BASURA PLASTICA  
FLOTAN EN CADA MILLA  
CUADRADA DE SUPERFICIE  
DEL MAR, Y CERCA DE  
100.000 MAMIFEROS  
MARINOS Y UN MILLON DE  
AVES MUEREN  
ANUALMENTE AL  
INGERIRLOS O QUEDAR  
ATRAPADOS EN SU TRAMA.**  
”

### **3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

¿Cómo aprovechar desde la óptica del diseño industrial, el polietileno recuperado de los empaques y bolsas plásticas desechadas para evitar la contaminación ambiental en la ciudad de San Juan de Pasto?

## 4. OBJETIVOS.

### 4.1 Objetivo General.

Crear materiales, a partir del polietileno recuperado de empaques y bolsas plásticas desechadas en la ciudad de San Juan de Pasto.

### 4.2 Objetivos Específicos.

- ↘ Brindar una alternativa estéticamente atractiva y bastante original a nivel de materiales.
- ↘ Determinar los procesos y técnicas productivas dispuestas en la región para la elaboración de los nuevos materiales.
- ↘ Experimentar con los materiales y analizar los resultados obtenidos.
- ↘ Aplicar los materiales en el diseño de productos industriales para demostrar sus características físicas y estructurales.
- ↘ Idear una campaña a nivel local para la recolección de la materia prima.

## 5. JUSTIFICACIÓN.

Cada minuto se consume en el mundo, un millón de bolsas plásticas causando un impacto ambiental no cuantificado. El mar se ha inundado de estos desechos, cubriendo miles de kilómetros de su fondo, atacando a los corales y arrecifes, puesto que les impide su normal desarrollo. Los ríos del Amazonas las arrastran en sus aguas, dejando en su camino similares daños a la biodiversidad, y confluyendo en el Atlántico.

En las ciudades de todo el mundo, los productos, en su mayoría vienen envueltos en plásticos, que ya de antemano han significado el uso de recursos naturales para su producción, incluyendo los derivados del petróleo, pero a su vez, la impresión de publicidad que adiciona más contaminación conteniendo residuos metálicos tóxicos implicando una emisión de 440.000 toneladas de gases de efecto invernadero; aunque paradójicamente el uso promedio que les damos no sobrepasa los 20 minutos, mostrándonos un verdadero e inadmisibles derroche de energía.

Su uso inadecuado, entonces, ha aumentado el efecto contaminante, en conjunción con otros elementos de nuestra cotidianidad. En lo particular las bolsas plásticas se dispersan en campos y sembradíos, en algunos lugares se han convertido en parte del paisaje; quedan atrapadas en las malezas, en riberas de ríos y afluentes. Atrapan animales asfixiándolos. Otros al tragarlas obstruyen sus intestinos y muriendo por hemorragias e inanición, rompiendo por ende la cadena alimenticia, y, entre otros efectos un porcentaje es incinerado expulsando tóxicos y venenos al aire.

Ante este dilema... ¿qué hacer con todo este material de desecho? Una posible solución a esta problemática es extender la vida útil de estos plásticos mediante procesos industriales que le adicionen cualidades mejorativas tales como: resistencia al calor, al agua, o a la compresión; que le brinden mayor durabilidad, o que pueden generar rigidez y maleabilidad de acuerdo al procedimiento realizado.

De esta manera, surgió la idea de crear materiales elaborados a partir del polietileno recuperado de empaques y bolsas plásticas desechables. La creación de estos, permitirá el aprovechamiento casi en su totalidad de la materia prima recolectada, proporcionando no solo un beneficio ecológico, sino también brindándonos una oportunidad para diseñar productos con alto nivel estético y funcional.

La iniciativa surgió después de analizar el sector de reciclaje de la región.

No todas las bolsas y empaques plásticos desechables llegan a los establecimientos recolectores de la ciudad. Gran mayoría terminan su vida útil en las calles de la ciudad obstruyendo desagües y canales, provocando filtraciones y debilitando terrenos. Además, la materia prima que si es recuperada es rehusada, pero para generar bolsas plásticas nuevamente.

## 5. JUSTIFICACIÓN.

Entonces, ¿se está ayudando a reducir la contaminación ambiental? o por el contrario se están generando aún más materiales de desecho, teniendo en cuenta que de acuerdo a la investigación realizada, gran parte de los plásticos recolectados son desechados y sepultados ya que no cumplen con las características apropiadas para su transformación.

Es necesario actuar y generar cambios en la región y través del diseño podemos hacerlo.

“**ES NECESARIO  
ACTUAR Y GENERAR  
CAMBIOS Y A  
TRAVES DEL  
DISEÑO PODEMOS  
HACERLO.**”

## 6. DELIMITACIONES Y ALCANCES.

- Los materiales presentados no se realizarán en dimensiones industriales, tan solo las muestras necesarias para demostrar sus propiedades físicas y estructurales.
- La investigación precisa una campaña publicitaria la cual es presentada para la recolección de la materia prima a futuro, mas no será aplicada para la creación de maquetas y prototipos de este proyecto de diseño.
- La investigación se limita a aspectos como el aprovechamiento del polietileno recuperado de empaques y bolsas plásticas desechables aplicados a productos industriales, mas no a el comportamiento de la población frente a estos desechos.

## 7. HIPOTESIS.

- ↳ Mediante el uso de procesos industriales se prolongara la vida útil del polietileno recuperado de empaques y bolsas plásticas desechables.
- ↳ Realizando una apropiada recolección de la materia prima se contribuye de gran manera a la reducción de desechos y el impacto que estos ocasionan.
- ↳ Aprovechando las propiedades físicas de los empaques, los materiales resultantes podrán soportar diferentes procesos mecánicos e industriales, lo que les permitirá diversos usos, además de los ya establecidos.
- ↳ Crear conciencia y generar responsabilidad social hacia nuestro medio ambiente en la ciudad y posteriormente en el país.

### 8.1 MARCO CONTEXTUAL.

#### 8.1.1 La industria de los plásticos en el mundo.

Puede que la historia considere a los plásticos como uno de los avances técnicos más importantes del Siglo XX. Los plásticos han abierto el camino para nuevas invenciones y han sustituido a otros materiales en productos ya existentes. Son ligeros, duraderos y versátiles, así como resistentes a la humedad, a los productos químicos y a la degradación. Sin embargo, estas mismas propiedades también pueden constituir un desafío para los gestores de los residuos en las autoridades locales y regionales.

En el mundo entero se están introduciendo unas normas que exigen el reciclaje, alternativas a los vertederos no controlados y unos niveles superiores de conservación de los recursos. Esto está siendo llevado a cabo a través del desarrollo de estrategias, locales, nacionales e internacionales, de nuevas normas que fijan objetivos, de instrumentos económicos e impuestos basados en el mercado, así como nuevas tecnologías para la recogida, la separación, el tratamiento y el reciclaje de los residuos plásticos.

Está claro que la utilización de los plásticos reduce la masa de los materiales requeridos en muchas aplicaciones y sectores. Sin embargo, cuanto más numerosos, especializados, tecnificados y diferenciados se hacen los materiales plásticos, tanto más difícil será su recuperación, en especial por medio del reciclaje de los materiales, que debe ser la primera de las opciones después de la reutilización y la prevención.

Un componente importante para llevar esto a cabo, es la Asociación de Ciudades y Regiones para el Reciclaje (Association of Cities and Regions for Recycling, ACRR) fundada en 1994, constituyéndose como un organismo a través del cual se puede facilitar el intercambio de informaciones y experiencias acerca de la gestión de los residuos municipales, en especial en las áreas de la prevención en origen, del reciclaje y de la recuperación.

Las actividades de la ACRR se basan en tres principios clave:

- La gestión de residuos y recursos con vistas a un desarrollo sostenible.
- La prevención y recuperación de residuos, en relación con la jerarquía de éstos.
- El desarrollo de cooperación entre Autoridades Locales y Regionales, así como entre los sectores público y privado.

“  
**LOS PLASTICOS SON  
LIGEROS, DURADEROS Y  
VERSATILES, ASI COMO  
RESISTENTES A LA  
HUMEDAD, A LOS  
PRODUCTOS QUIMICOS Y  
A LA DEGRADACION.**

**SIN EMBARGO, ESTAS  
MISMAS PROPIEDADES  
TAMBIEN PUEDEN  
CONSTITUIR UN DESAFIO  
PARA LOS GESTORES DE  
LOS RESIDUOS.**”

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

### 8.1.1.1 ¿Por qué reciclar los plásticos?.

Desde la década de los 70, el consumo de plásticos ha crecido de una forma espectacular y, por consiguiente, también lo ha hecho la generación de residuos plásticos. En correspondencia con este crecimiento y como un reflejo de los cambios en la producción y en el consumo, la composición del cubo de la basura se ha modificado también, habiendo disminuido la proporción de materia orgánica mientras que se ha incrementado la de los materiales plásticos.

### 8.1.1.2 Crecimiento de la aparición de residuos plásticos.

Entre 1991 y 2002, el consumo de plásticos per cápita se incrementó en Europa Occidental desde los 64 hasta los 95 kg/habitante/año, un crecimiento medio del 3 por ciento por año. Resulta ilustrativo el ejemplo de la evolución de los residuos municipales de París. En el año 1940, el ciudadano de París originaba 240 kg anuales de residuos sólidos urbanos. Éstos casi no contenían plásticos, que empezaron a aparecer en la década de 1950. Para 1970, la generación de residuos había aumentado (hasta los 415 kg por habitante y por año) y los plásticos constituían casi el 5 por ciento del cubo de la basura medio. En 1980, la proporción había ascendido hasta el 8 por ciento (de 477 kg). En 1990, el 11 por ciento (de 558 kg) de los residuos estaba formado por plásticos y en el año 2000 la cifra había alcanzado el 13 por ciento (de 588 kg).

En los EE. UU., la evolución de los residuos plásticos es similar. En 1960, los residuos plásticos no formaban parte de los residuos sólidos urbanos, mientras que en la actualidad representan el 9,9 por ciento. Durante este mismo período, la generación total de los residuos sólidos urbanos creció desde 88 millones de toneladas por año (491 kg/habitante/año), hasta 217 millones de toneladas por año (775 kg/habitante/año), mientras el componente de plásticos se incrementaba desde 0,4 millones de toneladas por año (2,2 kg/habitante/año) a 21 millones de toneladas por año (76 kg/habitante/año). En 40 años, el peso total de los residuos plásticos se multiplicó por 55 y la generación de residuos plásticos per cápita se multiplicó por 35. En el 2002, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) estimó que los residuos plásticos representan el 8 por ciento de la masa (pero el 20 por ciento del volumen) de los residuos sólidos urbanos de Europa Occidental.

Los plásticos están pasando a ser cada vez más el material de elección para los diseñadores de productos, por lo que puede observarse una indicación de esta tendencia en el aumento de la utilización de los plásticos en productos tales como los automóviles y neveras a lo largo de los últimos 20 años.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

Ante la creciente generación de residuos y el incremento de la contribución de los plásticos a diversos flujos de residuos, las autoridades locales y regionales han de enfrentarse a numerosos aspectos medioambientales, económicos y sociales, no sólo relacionados con la gestión de los residuos plásticos, sino también con los residuos sólidos en general.

Dichos aspectos incluyen:

- La saturación de las instalaciones tradicionales para la eliminación de los residuos: vertederos e incineradores.
- La demanda pública de servicios de recogida selectiva de los materiales.
- La contaminación visual y los efectos sobre el turismo.
- Las obligaciones legales de cumplimiento de objetivos legislativos (p. ej. para la recuperación, el reciclaje y la desviación de vertederos).

### 8.1.2 La industria de los plásticos en Colombia.

En Colombia, la industria del plástico se ha caracterizado por ser, en condiciones normales, la actividad manufacturera más dinámica de las últimas tres décadas, con un crecimiento promedio anual del 7%.

En el año 2000, la actividad transformadora de materias plásticas registró un valor de producción de 2.215 millones<sup>1</sup> de pesos (1.061 millones de dólares) y un valor agregado de 1.073 millones de pesos (514 millones de dólares), con una contribución al total industrial nacional del 4% en las dos variables<sup>2</sup>.

En el mismo periodo, la energía eléctrica utilizada fue de 614 millones de kilowatios-hora, lo que equivale al 5,7% del consumo total de la actividad manufacturera.

En el año 2002 el sector de los plásticos exportó 227 millones de dólares FOB (Free On Board), con un promedio de participación del 3,75% en el total de las exportaciones industriales. En el mismo año, las importaciones de productos manufacturados de plástico alcanzaron los 239 millones de dólares, equivalentes al 2,2% de las importaciones industriales<sup>3</sup>.

“ EN EL AÑO 2000,  
LA ACTIVIDAD  
TRANSFORMADORA DE  
MATERIAS PLÁSTICAS  
EN COLOMBIA, REGISTRO  
UN VALOR DE  
PRODUCCIÓN DE 2.215  
MILLARDOS DE PESOS Y  
UN VALOR AGREGADO  
DE 1.073 MILLARDOS  
DE PESOS. ”

<sup>1</sup> Millardos: mil millones.

<sup>2</sup> Fuente: Encuesta Anual Manufacturera DANE, 2000. Datos registrados para la agrupación CIU 356, Sector Productos de Plástico.

<sup>3</sup> Fuente: ACOPLASTICOS con base en archivos magnéticos DIAN, importaciones y exportaciones efectivas año 2002.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

### 8.1.2.1 Consumo de plásticos y generación de residuos plásticos urbanos.

La industria de transformación de los plásticos, en Colombia y en el mundo, produce bienes de consumo y bienes intermedios. Dadas las múltiples aplicaciones, propiedades, características y durabilidad de las manufacturas, éstas tienen una vida útil variable, existiendo productos con una durabilidad de largo plazo (mayor a 6 años y en varios casos de 50 o más años), otros de mediano plazo (1 a 6 años) y algunos de corto plazo (15 días a 1 año).

En la siguiente tabla se pueden visualizar algunos ejemplos para el caso colombiano:

#### VIDA ÚTIL EN ALGUNAS APLICACIONES DE LOS PLÁSTICOS EN COLOMBIA.

Tuberías de PVC en construcciones	Vida de la vivienda
Tuberías de PVC en infraestructura	Hasta 50 años
Cajas de polipropileno para herramientas	10 a 15 años
Cajas de polietileno de alta densidad para bebidas	5 a 7 años, en promedio
Películas de invernadero de polietileno	2 a 3 años
Envases para productos de higiene y aseo	1 a 2 años
Bolsas plásticas de polietileno	Menor de 1 año
Envases PET	Menos de 6 meses o más de 1 año si son retornables

Fuente: Plásticos en Colombia 2001-2002, Acoplásticos, Pg 151.

Considerando el concepto de vida útil, se puede afirmar que el volumen de residuos plásticos urbanos será siempre inferior al total del consumo de plásticos. En el caso colombiano, el consumo de plásticos en el periodo 1997 a 2000 está alrededor de las 530.000 toneladas anuales, en tanto que el volumen de residuos plásticos urbanos estimado por ACOPLASTICOS se encuentra entre 220.000 y 280.000 toneladas / año.

### 8.1.2.2 Situación ambiental del sector.

El impacto ambiental en la producción de materias primas y en la industria transformadora de resinas plásticas es poco significativo debido a factores tales como: la no utilización de combustibles fósiles, bajo consumo de energía eléctrica, poca demanda de agua, muy bajo nivel de emisiones atmosféricas y vertimientos y facilidad de reciclar los residuos sólidos industriales, en particular los termoplásticos, dentro de sus procesos o en los de otras industrias.

Por su parte, la disposición final de los residuos plásticos tiene un impacto ambiental en la medida en que los residuos sólidos sean eliminados en botaderos a cielo abierto; siendo ésta una práctica que predomina en la mayoría de los municipios de Colombia. Según la Política de Manejo Integral de Residuos Sólidos expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, esta práctica se ha favorecido por: 1. La falta de aplicación de tecnologías alternativas para el tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos; 2. Falta de coordinación interinstitucional del tema; 3. Falta de recursos financieros por parte de los municipios; 4. Énfasis en la determinación de los costos de recolección y transporte de forma que la tarifa de aseo no involucra los costos reales de un sistema de eliminación, tratamiento o disposición final; 5. Falta de empresas de aseo consolidadas que ofrezcan alternativas en el manejo de los residuos sólidos (las empresas establecidas ofrecen las tradicionales fases de recolección, transporte y disposición final, únicamente), entre otras, todo lo cual origina un desconocimiento a nivel municipal de la existencia de tecnologías alternas para el manejo de los residuos sólidos.

Desde 1997 el Estado Colombiano ha tomado medidas para reglamentar el aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos como son: 1. La Política de Manejo Integral de Residuos Sólidos; 2. El Decreto 1713 de 2002; 3. La Resolución 1045 de 2003 y una serie de disposiciones a nivel legal que impulsan la separación en la fuente de los diferentes tipos de residuos domiciliarios, la recolección selectiva de los residuos, la existencia de centros de acopio y el fomento de las actividades propias de la recuperación de los residuos como el reciclaje y el compostaje.

En el caso de los plásticos, la situación a lo largo de los años no ha sido muy distinta a la de los otros materiales. La falta de separación en la fuente y la gran variedad de plástico que existe en el mercado de difícil identificación por parte del productor, representan algunos de los mayores problemas para su selección y posterior tratamiento.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

En consecuencia, empresas e instituciones han promovido diferentes campañas de sensibilización, capacitación y manejo de los residuos plásticos aprovechables (ver sección 8.1.2.3), que se traducen en casos exitosos pero de carácter aislado<sup>4</sup>. El objetivo de estas campañas es generalizar el concepto que los residuos plásticos domiciliarios o urbanos, de pos-consumo o pos-industria, deben dejar de ser tratados como basura, y manejarse mediante alternativas diferentes a la disposición final en los rellenos sanitarios.

### 8.1.2.3 El manejo de residuos plásticos en Colombia.

En Colombia, la tecnología más utilizada para el aprovechamiento de los residuos plásticos es el reciclaje mecánico. En una proporción no muy significativa, se están dando también experiencias en el reciclaje químico y se está evaluando la incineración con recuperación de energía para el manejo de algunos empaques y envases plásticos contaminados con agroquímicos.

Desde la década de los ochenta, algunas empresas e instituciones, perfeccionan en Colombia una serie de gestiones para promover la incorporación de la variable ambiental en las actividades de las empresas del sector de los plásticos.

ACOPLASTICOS por ejemplo, fundada en 1961, es una entidad gremial colombiana, sin ánimo de lucro, que reúne y representa a las empresas de las cadenas productivas químicas, que incluyen las industrias del plástico, caucho, pinturas y tintas, fibras, petroquímica y sus relacionadas y que actualmente, adelanta acciones para el manejo adecuado de los residuos desechables dentro de las entidades empresariales. A continuación, se mencionan algunas de estas:

#### ▾ Sistema de codificación de envases plásticos.

Este sistema, utilizado internacionalmente, ayuda a identificar en los envases, botellas, contenedores y recipientes en general, el tipo de material plástico usado para su fabricación. Ello facilita notablemente la selección, recuperación, y reciclaje de las diferentes resinas y compuestos plásticos, permite disminuir la cantidad de materiales que se incineran o se desechan en rellenos sanitarios y genera empleo a través de la industria de recuperación.

El símbolo universal del reciclaje se compone de tres flechas que forman un triángulo con un número en el centro y letras en la base, donde el número y las letras indican la resina usada. El sistema de símbolos utilizado lleva a una fácil identificación de las diferentes resinas plásticas presentes en los envases, los cuales, al ser reciclados, pueden transformarse en artículos para otras aplicaciones de uso durable, con todos los beneficios que esto conlleva.

<sup>4</sup> A manera de ejemplo, la Fundación Codesarrollo, en alianza con ENKA DE COLOMBIA, operan una planta de PET, ubicada en el Municipio de Medellín, cuya finalidad es reciclar los desperdicios de poliéster, en promedio 70 toneladas mensuales y los envases de PET provenientes de la industria, en este caso la recolección urbana es, en un promedio, de 50 toneladas mensuales, que se convierten en materia prima para diversas industrias.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

A través de este sistema, la industria de plásticos demuestra su compromiso con la protección del medio ambiente y establece una acción concreta para educar a los usuarios y contribuir a la solución del manejo de residuos sólidos.

### SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN DE ENVASES Y EMPAQUES NTC 3205

Tereftalato de Polietileno <b>PET</b>	1
Polietileno de alta densidad <b>PEAD</b>	2
Policloruro de vinilo <b>PVC</b>	3
Polietileno de baja densidad <b>PEBD</b>	4
Polipropileno <b>PP</b>	5
Poliestireno <b>PS</b>	6
Otros	7

#### Manual del Reciclador de Residuos Plásticos.

La publicación del Manual del Reciclador de Residuos Plásticos, cuya primera edición se realizó en 1998, facilita la capacitación de los diferentes actores que intervienen en la cadena del reciclaje de los plásticos, ofreciéndoles información sobre las bondades de estos materiales, la forma sencilla de identificar los diferentes tipos de resinas plásticas y la importancia de realizar el reciclaje de los residuos plásticos de manera selectiva, es decir, por tipo de resina.

El Manual destaca los beneficios que se derivan de la actividad del reciclaje y la importancia de mejorar la calidad de los materiales plásticos recuperados mediante operaciones tales como clasificación, reducción de tamaño, limpieza, secado, granulación, peletización o molido; estos procesos generan un mayor valor agregado y aumentan los ingresos de los recicladores. La obtención de resinas recuperadas de buena calidad y el conocimiento de los mercados facilitan la transformación y comercialización de nuevos productos.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

### ↳ Directorio Colombiano de Reciclaje de Residuos Plásticos 2002–2003.

A través del Directorio Colombiano de Reciclaje de Residuos Plásticos, ACOPLASTICOS ofrece a la cadena de reciclaje de los plásticos una importante fuente de información, necesaria para promover el aprovechamiento de los residuos de estos materiales y para contribuir a que su disposición final en los rellenos sanitarios sea cada vez menor.

El Directorio da a conocer información sobre las empresas vinculadas a las actividades de recuperación y reciclaje de residuos, originados en diferentes tipos de materiales plásticos.

### ↳ Programas de capacitación.

ACOPLASTICOS viene desarrollando diversas campañas educativas en universidades, colegios, centros comerciales, ciclovías, ferias y otras entidades, orientadas a crear conciencia sobre la importancia y necesidad de separar los residuos sólidos reciclables para facilitar su posterior aprovechamiento. Estas campañas contribuyen a difundir los beneficios que se derivan de esta actividad como son: la conservación de los recursos naturales, la reducción de los costos de las materias primas, la disminución de la contaminación por reducción de la cantidad de residuos lanzados al medio ambiente, la disminución de los costos de manejo y disposición de los residuos sólidos, la generación de empleo y la prolongación de la vida útil de los rellenos sanitarios.

### ↳ Convenios de cooperación.

ACOPLASTICOS celebra convenios de cooperación con fundaciones y otras entidades de apoyo a los recuperadores, para adelantar estudios de viabilidad del reciclaje de las diferentes resinas plásticas y poner en marcha programas piloto de reciclaje.

### ↳ Actividades de apoyo.

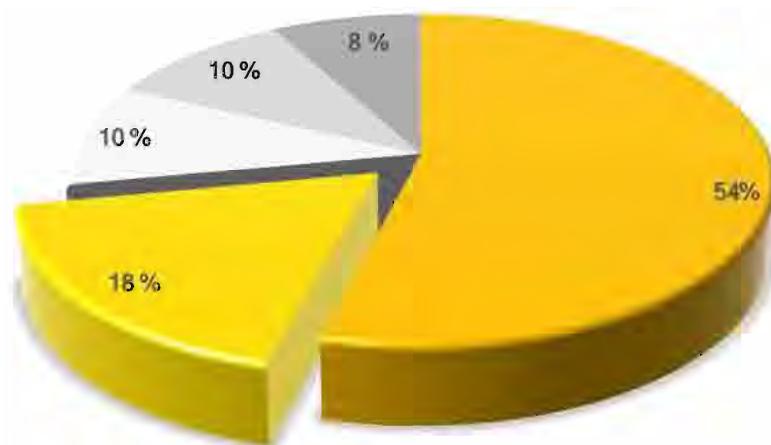
ACOPLASTICOS colabora permanente con diferentes universidades en la orientación y desarrollo de investigaciones y tesis de grado en el campo del reciclaje y del aprovechamiento térmico de los residuos plásticos, así como el suministro de información relacionada con el aprovechamiento de los residuos plásticos.

### 8.1.2.4 Características del sector plástico en Colombia.

- Número de establecimientos (DANE- EAM): 418.
- Personal ocupado: más de 30.000 personas.
- Sector industrial muy dinámico desde los años setentas (crecimiento promedio anual de 7%).
- Producción orientada prioritariamente al mercado interno.
- Limitadas exportaciones (directas e indirectas).
- Deficiente infraestructura para la transferencia, innovación y desarrollo tecnológico.
- Bajo consumo per cápita de plásticos: 13 Kg / año
- Imagen del plástico no consolidada.
- Falta de personal especializado con formación superior y capacidad para emprender desarrollos productivos competitivos.
- Fuerte dependencia externa de materias primas, insumos, bienes de capital y tecnología.
- La cadena presenta desventajas competitivas frente a cadenas similares en otros países.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

### 8.1.2.5 Principales sectores consumidores de materias plásticas en Colombia (Años 2001 – 2003).



**54%** Empaques y envases: para productos alimenticios, productos de higiene y aseo, productos industriales, lubricantes.

**18%** Construcción: tubería, accesorios, pisos, tejas, perfiles, cables, bañeras.

**10%** Agricultura: película para invernaderos, acolchados y telas sombra, mangueras y tubos.

**10%** Institucional / consumidor: calzado, cepillos, escobas, artículos de mesa y cocina, colchones, muebles.

**8%** Otros: láminas, partes industriales y para industria automotriz, deportes y varios.

### 8.1.2.6 Aportes del sector de los plásticos al desarrollo sostenible en Colombia.

#### Aportes en lo social.

En Colombia, según la Encuesta Anual Manufacturera del DANE, 461 establecimientos se dedican a la actividad transformadora de materias plásticas, que corresponden al 6,3% del total de la industria manufacturera, con 31.349 personas empleadas directamente. Así, el sector aporta el 5,9% de los puestos de trabajo en la industria<sup>5</sup>.

“ EL 54% DE LOS CONSUMIDORES DE PLASTICO EN EL PAIS CORRESPONDE A LA ELABORACION DE EMPAQUES Y ENVASES. ”

<sup>5</sup> Fuente: Encuesta Anual Manufacturera DANE, 2000. Datos registrados para la agrupación CIU 356, Sector Productos de Plástico.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

Por otra parte, por su desempeño y progreso, cada día se usan más plásticos y de características tan variadas, que sus aplicaciones están en casi todos los campos, contribuyendo de una forma significativa al mejoramiento de la calidad de vida. Los plásticos en sectores como:

✦ **Empaques:** Permiten diseños adecuados al producto en cuanto a forma, tamaño, materiales y duración. Son higiénicos, seguros y reducen riesgos de contaminación. Son resistentes e inertes, por lo tanto protegen y conservan su contenido. Son livianos: permiten transportar iguales volúmenes de producción con menor peso de empaque y menor costo de transporte. De acuerdo con las características, naturaleza del material y uso, muchos son reutilizables (en el caso de los envases) y casi todos se pueden reciclar.

✦ **Medicina:** Mejoran la calidad de vida. Sin los plásticos modernos no sería posible elaborar articulaciones, venas, arterias, válvulas artificiales, suturas, implantes, equipos para tratamientos médico quirúrgicos, audífonos y lentes. Son irremplazables en la elaboración de artículos desechables como bolsas para suero y sangre, jeringas, equipos de venoclisis, guantes y elementos para cirugía, porque reducen riesgos de contaminación e infección. Son indispensables en la fabricación de cápsulas para medicamentos, las cuales se disuelven y liberan su contenido a velocidades controladas permitiendo la administración de dosis exactas. Cumplen satisfactoriamente las normas de regulación del sector salud. Son económicos. La forma de aprovechamiento luego de su uso es la recuperación de energía.

✦ **Hogar:** Proporcionan servicio y comodidad. Son livianos, resistentes, durables y de fácil limpieza. Son higiénicos y ayudan a conservar los alimentos. En general, son más seguros que otros materiales.

✦ **Construcción:** Son resistentes, livianos, durables y económicos. Como ejemplos se destacan: tuberías para agua potable, aguas negras, conduit que reemplazan a otros materiales, tejas, cubiertas, paneles, perfiles, revestimientos y acabados, aislamiento contra ruido, calor o frío.

✦ **Industria:** Son versátiles, de larga vida y ofrecen soluciones en productos como: automóviles más livianos, rápidos y seguros, aviones y embarcaciones menos pesados, computadores y equipos de telecomunicaciones, electrodomésticos, fármacos y elementos para la industria militar.

✦ **Agricultura:** Los plásticos en este sector permiten un aprovechamiento más eficiente del agua, luz solar, energía y agroquímicos, ayudan al control de plagas, aumentan la productividad y facilitan el control de los vientos.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

↘ Deportes y recreación: proporcionan comodidad y elevan el nivel de la calidad de vida. Los implementos deportivos y artículos para camping, discos para audio, video y cassettes, son algunos de los ejemplos más representativos de la aplicación de los plásticos en este sector.

### Aportes en lo ambiental.

Los plásticos contribuyen a la protección ambiental durante todo su ciclo de vida, desde la obtención de los recursos naturales que les sirven de materia prima básica y fuente de energía, hasta el manejo de los residuos, porque permiten:

↘ Máxima eficiencia con un consumo mínimo de recursos naturales. Sólo el 5% del petróleo que se consume mundialmente es usado para producir plásticos. El 95% se reparte entre producción de energía, transporte, climatización, productos químicos y otros.

↘ Menor consumo de energía para su producción y transformación que otros materiales porque se procesan a temperaturas menores. En Colombia, la industria de productos plásticos consume el 5,7% de energía del total industrial, comparado con sectores como papel (10%), alimentos (16%), textiles (8,6%), minerales no metálicos (9,5%) e industrias básicas de hierro y acero (14%)<sup>6</sup>.

↘ Transportar mayor cantidad de productos empacados en plástico, reduciendo el consumo de combustible y la contaminación.

↘ Reducir el consumo de combustible y la contaminación en el transporte de otros productos elaborados con plásticos como tuberías, perfilierías y piezas para autos.

↘ Reducir la pérdida de alimentos mediante el uso de empaques adecuados. Los materiales plásticos son particularmente aptos para el envase de alimentos; su flexibilidad, escaso peso, transparencia, resistencia y duración, le confieren importancia fundamental para su almacenamiento.

↘ Reducir el volumen y el peso de los residuos plásticos en la fuente y en la etapa de producción, porque es posible seleccionar entre distintos materiales plásticos y usar menores cantidades para obtener productos de mejor desempeño. Hoy los plásticos son hasta un 80% más livianos que 20 años atrás. Esto es posible gracias a una combinación de factores: mejores materias primas, tecnología de transformación cada vez más desarrollada y diseño de envases teniendo en cuenta el medio ambiente. Un estudio llevado a cabo en Alemania demostró que sin los plásticos el consumo en peso de materia prima para envases aumentaría dramáticamente un 291%<sup>7</sup>, la energía utilizada en la fabricación de envases sustitutos se incrementaría un 108% y el volumen de los residuos al momento de su disposición aumentaría un 158%<sup>8</sup>.

<sup>6</sup> Fuente: Encuesta Anual Manufacturera, DANE, 2000.

<sup>7</sup> Estudio realizado por el Gesellshcraft fur verpackungsmarktforschung en 1991.

<sup>8</sup> Fuente: Plastivida Argentina.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

- ↙ Reutilizar o usar más de una vez bajo determinadas condiciones, para prolongar la vida útil de los productos.
- ↙ Reciclar por medios mecánicos o químicos los residuos plásticos para elaborar nuevos productos o materias primas.
- ↙ Recuperar energía en forma de electricidad o calor mediante la combustión controlada de los residuos plásticos, aprovechando su alto contenido energético. Los plásticos son el componente de la basura que aporta mayor cantidad de energía por combustión. Para ejemplificar se puede señalar que 1 kilo de plástico posee un poder calorífico equivalente a la misma cantidad de gas natural<sup>9</sup>.
- ↙ Evitar la contaminación cuando son depositados en un relleno sanitario; son inertes, no se descomponen, no emiten gases, ni producen líquidos contaminantes.
- ↙ Para finalizar, es conveniente notar que los kilos anuales de plásticos en los rellenos sanitarios en los últimos años no se han incrementado a pesar de haber aumentado el consumo, ya que los espesores de los envases han venido disminuyendo constantemente mediante reducción en la fuente; esto es consecuencia de la actitud que la industria ha asumido invirtiendo en investigación y diseño.

### **Aportes en lo económico.**

- ↙ Es imposible imaginar las actividades de nuestra vida diaria, de la economía o la tecnología sin el uso de los plásticos. La importancia económica de los plásticos en la vida moderna se puede apreciar observando a nuestro alrededor y analizando cuántos objetos son de este material.
- ↙ Los índices de crecimiento de los sectores del plástico en el mundo superan prácticamente a todos los demás sectores industriales y el consumo del plástico sólo se encuentra por debajo del consumo del hierro y el acero, aunque esto se debe a que se cuenta la masa consumida, y éstos últimos tienen una densidad mayor.

<sup>9</sup> Fuente: Plastivida Argentina.

### 8.2 MARCO TEÓRICO.

Dentro del polietileno existen numerosos grupos y variaciones que hacen que se amolden mejor a las aplicaciones anteriormente descritas. Existen además otras variaciones y múltiples referencias que permiten resaltar aspectos deseados en las bolsas (mayor o menor brillo, resistencia, tacto, facilidad de apertura, etc.)

#### 8.2.1 Directrices para procesos de transformación de los plásticos.

##### Generalidades.

Los plásticos se clasifican según su estructura macromolecular dependiendo del tipo de mecanismo de enlace que presenten.

Los plásticos pueden ser:

☒ Termoplásticos.

1. Amorfos.

2. Parcialmente Cristalinos.

☒ Termofijos.

☒ Elastómeros.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

### ↳ Termoplásticos.

Son plásticos macromoleculares que constan de cadenas lineales y ramificadas, que mantienen su cohesión mediante fuerzas intermoleculares. Su intensidad depende entre otros, del tipo y número de ramificaciones o cadenas laterales. Se caracterizan principalmente porque como consecuencia del calor se vuelven moldeables. Existen dos clases: los amorfos y los parcialmente cristalinos<sup>10</sup>.

Además de los termoplásticos, existen otros grupos de plásticos en los que las moléculas están unidas entre sí como en una red (por puentes). Estos enlaces reciben el nombre de plásticos reticulados. Los grupos se diferencian entre sí por el número de puntos de entrecruzamiento y, según esta característica, se clasifican en elastómeros y termofijos. Las moléculas de estos materiales no sólo están unidas mediante enlaces intermoleculares sino, también a través de enlaces covalentes.

### ↳ Termofijos.

Poseen una estructura desordenada de cadenas moleculares con un elevado entrecruzamiento entre las mismas. A temperatura ambiente estas moléculas altamente reticuladas son muy duras y rígidas y al mismo tiempo frágiles (sensibles a los golpes). Bajo la acción del calor difícilmente se reblandecen. Al igual que los elastómeros no son fundibles, ni solubles, por causa de su fuerte reticulación.

### ↳ Elastómeros.

Esta clase de plásticos presenta moléculas distribuidas sin orden, con pocos entrecruzamientos. Se caracterizan por un grado de reticulación baja. A temperatura ambiente los elastómeros se comportan como el caucho. Como consecuencia de los entrecruzamientos entre las diversas cadenas moleculares disponen de movilidad limitada, configuran puentes que únicamente pueden liberarse por medio de temperaturas muy altas, pero por sus características no vuelven a formarse una vez desciende la temperatura.

Como consecuencia de las características propias de la estructura de un polímero y su comportamiento específico frente a los cambios en su contenido de energía (cambios de temperatura), en términos generales se definen dos grandes tipos de procesos para su transformación: 1. Procesos para polímeros termoplásticos 2. Procesos para polímeros termofijos. Dentro de estos dos grandes tipos de procesos existen variaciones específicas para ciertos polímeros que así lo requieren<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> Los termoplásticos amorfos son aquellos que por su estructura molecular no pueden adoptar un estado de empaquetamiento compacto. Por el contrario, los termoplásticos parcialmente cristalinos presentan pocas ramificaciones, determinando que algunas moléculas puedan compactarse.

<sup>11</sup> Los polímeros elastómeros son estructuras intermedias entre materiales termoplásticos y termofijos. Su procesamiento se asimila a los procesos para termoplásticos.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

Para algunas aplicaciones específicas es usual elaborar el producto final con más de un polímero, en cuyo caso para el proceso de transformación es preciso distinguir entre:

### ➤ **Material compuesto.**

Cuando se utilizan aleaciones de polímeros en los que cada uno aporta sus características a un conjunto que reúne y exalta en especial alguna de estas.

### ➤ **Estructura compuesta.**

Cuando la estructura del producto final está compuesta por capas de diferentes polímeros. Ejemplos: Co-Extrusión (Láminas de multicapa del mismo material o de diferentes materiales), Co-Extrusión soplado (soplado de envases con dos materiales o dos colores del mismo material) e Inyección de dos componentes (piezas en las que un polímero aporta las características estructurales y otro el acabado superficial).

El uso de aditivos, tanto en polímeros termoplásticos como termofijos modifica, según el tipo de aditivo y su concentración, las condiciones de proceso y/o las características del producto final.

### **8.2.2 Identificación de aspectos ambientales en procesos para termoplásticos.**

A continuación se presentan los diferentes procesos de transformación de termoplásticos que convierten una materia prima, "polímero", en un producto terminado o intermedio.

- Extrusión.
- Extrusión-espumado.
- Calandrado.
- Recubrimiento.
- Moldeo por Inyección.
- Moldeo por Compresión.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

### ➤ Otros Moldeos.

1. Inyección-soplado.
2. Extrusión-soplado.

### ➤ Rotomoldeo.

### ➤ Termoformado.

1. Al vacío.
2. A presión.
3. Mecánico.

En los procesos para polímeros termoplásticos se desarrollan tres etapas fundamentales; en la primera, el polímero es llevado a su estado elasto-plástico mediante el incremento de su energía (que puede ser por suministro de energía térmica y/o trabajo mecánico) para darle la forma deseada; en la segunda etapa, el polímero se hace fluir por presión ya sea a través o dentro de una cavidad con el diseño previsto; y, finalmente en la tercera etapa, se procura fijar la forma adquirida disminuyendo el contenido de energía de la masa del polímero (mediante enfriamiento del polímero por refrigeración).

### 8.3 MARCO CONCEPTUAL.

#### 8.3.1 El Plástico.

##### 8.3.1.1 Definición.

La palabra "plástico" no se asocia únicamente a un material. Tal y como sucede con el metal, que designa otros materiales además del hierro y del aluminio, la palabra plástico debe entenderse como un término genérico que describe una gran variedad de sustancias, las cuales se distinguen entre sí por su estructura, propiedades y composición. Las propiedades de los plásticos son tantas y tan variadas que a menudo pueden sustituir a los materiales convencionales como la madera y los metales o complementarlos.

Los plásticos hacen parte de un grupo de compuestos orgánicos denominados polímeros. Están conformados por largas cadenas macromoleculares que contienen en su estructura carbono e hidrógeno.

Principalmente, se obtienen mediante reacciones químicas entre diferentes materias primas de origen sintético o natural<sup>12</sup>. Dependiendo de la estructura que forma el carbono al asociarse con hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, cambian las propiedades físicas y su estructura molecular.

La producción de plásticos data de 1869 cuando se creó el celuloide que en 1884 dio origen a la película fotográfica. Sin embargo, puede decirse que la industria de los plásticos es del siglo XX. Su crecimiento, desarrollos, aplicaciones e impactos en la sociedad y la economía han tenido lugar en los últimos cien años, lo que convierte a la industria del plástico en un invaluable aporte a la historia de la civilización y a la fabricación de productos esenciales. Desde el comienzo de la década de los 60 se produjo un marcado crecimiento en la industria de los plásticos. Actualmente, la producción mundial de plásticos es diez veces mayor que en aquella época y alcanza aproximadamente 100 millones de toneladas anuales.

La principal materia prima para la producción de plásticos, además del gas natural, es el petróleo. Cabe anotar que sólo el 5% del petróleo extraído se utiliza para la fabricación de plásticos, lo que representa una mínima cantidad de recursos no renovables, comparado con las ventajas y beneficios que se derivan de su transformación en incontables productos útiles. Adicionalmente, comparados con los materiales inorgánicos, los plásticos requieren un menor consumo energético durante su transformación porque se procesan a temperaturas de operación más bajas.

### 8.3.1.2 Obtención y fabricación del plástico

La fabricación de los plásticos y sus manufacturados implica cuatro pasos básicos:

#### ↳ **Obtención de las materias primas.**

En un principio, la mayoría de los plásticos se fabricaban a partir de resinas de origen vegetal, como la celulosa (del algodón), el furfural (de la cáscara de la avena), aceites de semillas y derivados del almidón o del carbón. La caseína de la leche era uno de los materiales no vegetales utilizados. Las materias primas derivadas del petróleo son tan baratas como abundantes. No obstante, dado que las existencias mundiales de petróleo tienen un límite, se están investigando otras fuentes de materias primas, como la gasificación del carbón.

#### ↳ **Síntesis del polímero básico.**

El primer paso en la fabricación de un plástico es la polimerización. Los dos métodos básicos de polimerización son las reacciones de condensación y las de adición. Estos métodos pueden llevarse a cabo de varias maneras. En la polimerización en masa se polimeriza sólo el monómero, por lo general en una fase gaseosa o líquida, si bien se realizan también algunas polimerizaciones en estado sólido. Mediante la polimerización en disolución se forma una emulsión que se coagula seguidamente. En la polimerización por interfase los monómeros se disuelven en dos líquidos inmiscibles y la polimerización tiene lugar en la interfase entre los dos líquidos.

#### **Obtención del polímero como un producto utilizable industrialmente por medio de aditivos.**

Con frecuencia se utilizan aditivos químicos para conseguir una propiedad determinada. Por ejemplo, los antioxidantes protegen el polímero de degradaciones químicas causadas por el oxígeno o el ozono. De una forma parecida, los estabilizadores lo protegen de la intemperie. Los plastificantes producen un polímero más flexible, los lubricantes reducen la fricción y los pigmentos colorean los plásticos. Algunas sustancias ignífugas y antiestáticas se utilizan también como aditivos. Muchos plásticos se fabrican en forma de material compuesto, lo que implica la adición de algún material de refuerzo (normalmente fibras de vidrio o de carbono) a la matriz de la resina plástica. Los materiales compuestos tienen la resistencia y la estabilidad de los metales, pero por lo general son más ligeros. Las espumas plásticas, compuestas de plástico y gas, proporcionan una masa de gran tamaño pero muy ligera.

### ➤ Moldeo o deformación del plástico hasta su forma definitiva.

Las técnicas empleadas para conseguir la forma final y el acabado de los plásticos dependen de tres factores: tiempo, temperatura y deformación. La naturaleza de muchos de estos procesos es cíclica, si bien algunos pueden clasificarse como continuos o semicontínuos. Una de las operaciones más comunes es la extrusión. Una máquina de extrusión consiste en un aparato que bombea el plástico a través de un molde con la forma deseada. Los productos extrusionados, como por ejemplo los tubos, tienen una sección con forma regular. La máquina de extrusión también realiza otras operaciones, como moldeo por soplado o moldeo por inyección. Otros procesos utilizados son el moldeo por compresión, en el que la presión fuerza al plástico a adoptar una forma concreta, y el moldeo por transferencia, en el que un pistón introduce el plástico fundido a presión en un molde.

### 8.3.1.3 Resinas plásticas más comunes y sus principales aplicaciones.

#### ➤ POLIETILENTEREFTALATO (PET).

El PET está constituido de petróleo crudo, gas y aire. Un kilo de PET es 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire. A partir del petróleo crudo se extrae el paraxileno y se oxida con el aire para dar ácido tereftálico. El etileno, que se obtiene principalmente a partir de derivados del gas natural, es oxidado con aire para formar el etilenglicol. La combinación del ácido tereftálico y el etilenglicol produce como resultado el PET.

#### Aplicaciones.

Botellas de gaseosas, agua, aceite y vinos; envases farmacéuticos; tejas; películas para el empaque de alimentos; cuerdas, cintas de grabación; alfombras; zunchos; fibras.

#### ➤ POLIETILENO (PEAD-PEBD).

El polietileno se produce a partir del etileno derivado del petróleo o gas natural. El etileno se somete en un reactor a un proceso de polimerización<sup>13</sup>. Este se realiza en presencia de un catalizador, en condiciones de presión y temperatura que posibilitan la formación de polímeros, que en el producto final tienen la forma de gránulos, denominados pellets. Dependiendo de las condiciones del proceso de fabricación existen variedades de polietileno. Las más conocidas son: el polietileno de alta densidad PEAD y el polietileno de baja densidad PEBD; de éste último se producen dos tipos: el PEBD convencional y el PEBD lineal.

<sup>13</sup> La polimerización es el proceso de formación de largas cadenas que conforman la estructura del plástico.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

### Aplicaciones.

1. **PEAD.** Tuberías; embalajes y láminas industriales; tanques, bidones, canastas o cubetas para leche, cerveza, refrescos, transporte de frutas; botellas; recubrimiento de cables; contenedores para transporte; vajillas plásticas; letrinas; cuñetes para pintura; bañeras; cerramientos; juguetes; barreras viales; conos de señalización.

2. **PEBD.** Películas para envolver productos, empaques flexibles, confitería, pasabocas, bolsa de reempaque, bolsas en general; películas para uso agrícola y de invernadero; láminas adhesivas; botellas y recipientes varios; tuberías de irrigación y mangueras de conducción de agua; bolsas y sacos, tapas, juguetes; revestimientos; contenedores flexibles.

### ✎ POLIPROPILENO (PP).

El polipropileno es un hidrocarburo que pertenece a la familia de las poliolefinas y es producido a través de la polimerización del propileno (el cual es un gas resultante como subproducto de la industria petroquímica), utilizando catalizadores de tipo Ziegler Natta o Metallocenos para su reacción. Su estructura molecular consiste de un grupo metilo ( $\text{CH}_3$ ) unido a un grupovinilo ( $\text{CH}_2$ )<sup>14</sup>. El polipropileno también puede ser copolimerizado con etileno para formar los copolímeros random (mejor transparencia y brillo) y los copolímeros de impacto (buena resistencia al impacto a temperatura ambiente y bajas temperaturas).

### Aplicaciones.

Cuerda industrial, fibra textil, zuncho; muebles plásticos, utensilios domésticos geotextiles, mallas plásticas; carcasas de baterías; vasos desechables, vasos plásticos, tarrinas, empaques para detergentes, tubería, botellas, botellones; juguetería.

### ✎ POLIESTIRENO (PS).

El poliestireno es el polímero resultante de la síntesis orgánica entre el etileno y el benceno (hidrocarburos derivados del petróleo) para formar el monómero del estireno que se polimeriza a poliestireno. Los tipos principales de PS son el poliestireno uso general y el poliestireno de alto impacto.

<sup>14</sup> El polipropileno puede ser isotáctico, donde todos los grupos de la cadena están al mismo lado o atáctico donde los grupos metilos están distribuidos al azar a ambos lados de la cadena.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

### Aplicaciones.

Su principal aplicación es la fabricación de envases y empaques tanto de uso permanente como de un solo uso (desechables). Aplicaciones dirigidas a la industria, como elementos para equipos eléctricos y electrodomésticos; carcazas; gabinetes interiores; contrapuestas de neveras; estuches para casetes de audio y video. Aplicaciones en la industria farmacéutica y accesorios médicos. Juguetería y recipientes de cosméticos. Elementos en la industria de la construcción: encofrados; concretos aligerados: difusores de luz; divisiones de baño; cielorrasos; rejillas arquitectónicas. Industria Automotriz: artículos escolares y de oficina. Elementos decorativos para el hogar; publicidad y promocionales.

### CLORURO DE POLIVINILO (PVC).

El PVC se produce a partir de sal común y de petróleo o gas natural. Del petróleo se obtiene etileno mediante un proceso de craqueo; la sal es disuelta en agua y sometida a electrólisis para separar el cloro presente en ella. El etileno y el cloro se combinan entonces para formar el dicloroetileno, compuesto que se convierte en cloruro de vinilo monómero mediante un proceso de destilación. De la polimerización del cloruro de vinilo se obtiene el PVC en su estado de resina virgen. Dependiendo del tipo de proceso utilizado, las resinas pueden ser de tipo suspensión o emulsión. El PVC se combina con diversos aditivos para formar compuestos de PVC que incorporan así una amplia gama de propiedades.

### Aplicaciones.

**1. PVC RÍGIDO.** Tuberías y accesorios para sistemas de suministro de agua potable, riego y alcantarillado; ductos, canaletas de drenaje y bajantes; componentes para la construcción, tales como: perfiles y paneles para revestimientos exteriores, ventanas, puertas, cielorrasos y barandas; tejas y tabletas para pisos; partes de electrodomésticos y computadores; vallas publicitarias, tarjetas bancarias y otros elementos de artes gráficas; envases de alimentos, detergentes y lubricantes; empaques tipo blister.

**2. PVC EMULSIÓN.** Papel decorativo para recubrimientos interiores, cueros sintéticos para muebles y calzado, juguetes.

**3. PVC FLEXIBLE.** Membranas para impermeabilización de suelos o techos, recubrimientos aislantes para cables conductores; empaques y dispositivos de uso hospitalario (como bolsas para almacenar suero o sangre, equipos para venoclisis), mangueras para riego, suelas para calzado.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

Hoy en día los empaques de materiales plásticos han sustituido casi por completo a los empaques que tradicionalmente se venían usando, como las bolsas de papel y las cajas de cartón. La bolsa de plástico, es sin lugar a dudas, el empaque más usado en la actualidad debido a su versatilidad y economía. La industria del embalaje la ha convertido en la panacea: las hay de diferentes tamaños, formas y materiales, transparentes, de colores, impresas, embobinadas y en muchas otras variantes.

### 8.3.1.4 Creación de las bolsas y empaques plásticos.

Cualquier tipo de bolsa plástica que se produzca se obtienen a partir del petróleo. Es en refinerías especializadas en donde se purifica el petróleo hasta llegar a convertirlo en un gas, el etileno. Este gas es posteriormente polimerizado y solidificado hasta crear lo que se llama polietileno (polímero de etileno). El polietileno se corta en pequeños granos como los de arroz (llamado genéricamente granza o pellets) y normalmente se introducen en sacos de 25 kilos. Posteriormente es servido a las fábricas que lo utilizan como materia base de transformación.

#### 8.3.1.4.1 Proceso de producción.

##### ↳ Extrusión.

La extrusión es el primer paso en la cadena de transformación de la granza de polietileno en una bolsa, empaque o film de plástico. Una vez programada la extrusora, se comprueban las mezclas de material y aditivos: alta o baja densidad, con o sin polietileno lineal, deslizante o antideslizante, con o sin pigmento de color, superficie porosa o lisa, etc. La granza de polietileno es transparente, por lo que es necesario añadirle pigmento para conseguir el color deseado en el material. El pigmento se mezcla con la granza en las tolvas de las extrusoras. Se añadirá uno u otro pigmento dependiendo del color que se desee. La granza y el pigmento se calientan a temperaturas cercanas a su punto de fusión, con lo que se vuelven inestables y se pueden moldear con facilidad. El material alcanza la temperatura de fusión al llegar a una hilera circular. Esta hilera moldea el material en forma de tubo, el cual es sometido de forma simultánea a un tiraje vertical y un proceso de soplado en sentido transversal, creando un auténtico globo de plástico. Mediante una gradación en la temperatura de fusión, el soplado y el tiraje vertical se van conformando las características particulares del pedido: galga, tamaño, resistencia, etc.

El material fundido que asciende debido a las fuerzas a las que es sometido y que luego se convierte en un globo, se va enfriando progresivamente y va volviendo a su temperatura normal y estable. Según se va enfriando se va recogiendo en forma de bobina, lo que conforma un rollo de película tubular.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

En muchas ocasiones, la bobina de película de plástico es tratada con una descarga eléctrica que oxida la superficie del plástico y que facilita la adherencia de las tintas en el material. Básicamente, se trata de abrir con las descargas eléctricas unos poros en la superficie del material para que la tinta quede bien impregnada y anclada en el proceso de impresión. El proceso se termina en esta etapa para algunos productos que se transforman. Tal es el caso del material retráctil o de las láminas (tubo, semitubo o lámina) en bobinas sin imprimir. En estos casos, las bobinas se pesan y se embalan correctamente para protegerlas de golpes y polvo en el transporte.

Para los productos que lleven algún tipo de impresión, tales como bolsas o empaques comerciales impresos o el símil al papel impreso, el siguiente proceso es la impresión. Los productos que no necesitan ser impresos pasan directamente al proceso de corte.

### ➤ Impresión.

Las bobinas con el material proveniente de extrusión se introducen en un extremo de las rotativas flexográficas y se hace pasar la película de polietileno por unos rodillos y tinteros hasta que llegan al otro extremo con la tinta seca. Este proceso puede parecer muy sencillo en un principio pero es uno de los más complicados. Una ligera variación en las proporciones de las tintas, en la velocidad o en el tiempo de secado puede provocar que la impresión deseada sea totalmente distinta a la resultante. De la misma forma, los diseños a imprimir en el plástico han de estar perfectamente sincronizados para que el dibujo y/o el texto no salgan descuadrados en la impresión final.

El procedimiento termina aquí para productos tales como polietileno retráctil impreso o láminas en bobinas impresas. Se pesan, se embalan y pasan al almacén para ser posteriormente servidos a los clientes. El resto de los productos pasan a sellado.

### ➤ Sellado.

Existen varios tipos de sellos que se usan para la fabricación de bolsas y empaques los cuales utilizan calor y presión para efectuar el sellado. Los más usados son los que funcionan con resistencias eléctricas como fuentes de calor, sin embargo, la ultra frecuencia y el aire caliente también son usados para este fin.

Existen tres principales sistemas que utilizan resistencias eléctricas como fuente de calor:

La "mordaza caliente" produce una unión del tipo sello por presión, aquí la temperatura es controlada durante todo el proceso utilizando resistencias eléctricas montadas dentro o fuera de una mordaza que se fabrica de un buen conductor térmico, la temperatura es medida por un termopar conectado a ésta y el suministro de corriente controlado por algún instrumento de control (pirómetro).

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

Otro sistema usado para este mismo tipo de sello es el denominado de "impulso" en donde la temperatura no permanece constante en la mordaza, en realidad ésta no se calienta en sí lo que sella es una resistencia del tipo banda que sólo es calentada en una porción de tiempo pequeña del ciclo de sellado. El control de la temperatura de las mordazas de impulso se logra regulando el período de impulso de la corriente por medio de un temporizador electrónico y regulando el voltaje suministrado a la resistencia. El sellado por impulso permite remover el calor rápidamente después de que el sello se ha producido teniendo presiones mayores sin flujo de material fundido produciendo una unión más resistente y una apariencia más homogénea.

Finalmente, el sistema más utilizado para obtener una unión de tipo sello-corte es denominado cuchilla caliente. Con este sistema la unión se hace fundiendo completamente los extremos de la bolsa mediante una mordaza afilada que por ser delgada y estar elevada a altas temperaturas ( 300 - 400 C ) atravesará la película cortándola y separándola a la vez que ha sido sellada. Al observar este sello veremos que una pequeña contracción del material ocurre por efecto del calor sobre la película y en muchos de los casos esto determina la resistencia del sello.

En cuanto al sellado por presión, dos piezas de película termoplástica son unidas mediante la fusión de las superficies en la interfase. Debe anotarse que el calor tiene que alcanzar el sitio de sellado por medio de transferencia a través de algunas de las capas de la película y como las resinas termoplásticas son pobres conductoras del calor solo es práctico este sistema para películas delgadas, de hasta unas 125-150micras ( .005" - .006" ).

El sistema de ultra frecuencia o método dieléctrico es usado para sellar materiales como el cloruro de polivinilo (PVC) y su funcionamiento consiste en colocar el termoplástico entre dos electrodos usándolo a manera de dieléctrico. Por otra parte, el soldado por gas caliente es el método de unir materiales plásticos en donde éstos son calentados por un chorro de aire o gas inerte que es previamente aumentado en su temperatura.

### ✦ Corte.

El material que aún no ha sido cortado en el proceso automático de corte - sellado, pasa al proceso de corte independiente. Lo primero que se hace es programar la cortadora con los parámetros necesarios para darle la forma que se desee, bien sean bolsas o empaques comerciales o simples láminas. Se ajustan el ancho del producto, el alto, las medidas del fuelle ( sí procede ), la altura y ancho de las asas ( sí procede ), etc.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

Normalmente, se fabrican las bobinas de polietileno destinadas a bolsas o empaques de plástico con un ancho que es el doble o el triple de su ancho real (en ocasiones incluso puede llegar a ser el cuádruple. De esta forma, con el doble de ancho de la bobina sólo se necesitará la mitad de los metros de material para hacer el mismo número de bolsas o empaques). La única tarea que habrá que realizar es dividir el material de forma longitudinal en dos, tres o cuatro partes.

A continuación, y sólo para las bolsas y empaques comerciales, algunas de asas troqueladas, se les hace un fuelle o dobladura, que aumentará el tamaño de su base. Posteriormente, se procede a dividir el film de forma transversal mediante una cuchilla y unos cabezales que cortan y sueldan la base y la cabeza de las bolsas y empaques. Así mismo, la misma cortadora va formando paquetes de X número de bolsas de acuerdo al cliente.

Los paquetes de bolsas son depositados sobre una cinta transportadora que acerca las bolsas a un operario. Éste las introduce en fundas y las ensaca en el correspondiente embalaje. Los embalajes con las bolsas pasan al almacén para ser posteriormente enviados a los clientes.

Durante todo el proceso de extrusión, impresión y corte se siguen unos controles de calidad para comprobar que el producto es conforme con los deseos del cliente y con los estándares de calidad. En caso negativo, el producto es retirado de la cadena de producción y reciclado en su totalidad para volver a reutilizarlo en la fabricación de bolsas de basura.

### 8.3.1.4.2 Problemas Ambientales.

Las bolsas y empaques de plástico no son formas de transporte adecuadas para el ambiente por dos motivos esenciales: el elevado número de bolsas producidas por año y la naturaleza no biodegradable del plástico con que son producidas. Además de eso, la manufactura del polietileno se hace a partir de combustibles fósiles e implica la emisión de gases contaminantes. Cabe anotar también que producir y transportar bolsas de papel es aún más contaminante en términos de uso de árboles, la energía utilizada para transformar la celulosa y la pasta de papel, los productos químicos usados a escalas industriales y el volumen que representa una misma cantidad de bolsas de papel frente a las de plástico. Se calcula que cerca de un 90% de las bolsas y empaques plásticos acaban su vida en vertederos, o como basura. Este número puede parecer preocupante pero en realidad estos objetos ocupan sólo un 0,3% del volumen acumulado en los vertederos. Aun así, dada su extrema ligereza, las bolsas y empaques plásticos tienen la tendencia de volar y esparcirse por el medio ambiente. Esta situación puede provocar otros tipos de contaminación, que por ejemplo en China ganó el nombre de contaminación blanca.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

En la mayor parte de los países la forma más práctica y económica de disponer la basura, sin que se disperse, se moje, entre en contacto con insectos o roedores, etc. es precisamente usando bolsas de plástico. En Bangladesh, por ejemplo, la cuestión alcanzó proporciones alarmantes que exigieron la toma de medidas drásticas para evitar que los cerca de 10 millones de bolsas de plástico usadas por día tuvieran como destino los ríos y sistemas de alcantarillado del país. El río Buriganga que baña Dacca, la capital, ganó por diversas veces represas artificiales de bolsas de plástico y los recubrimientos del alcantarillado fueron responsables por las llenadas devastadoras registradas en 1988 y 1998.

Cuando alguien descubra un material con más ventajas respecto a su bajo costo, impermeabilidad, facilidad de producción, resistencia en bajos espesores, inerte a los alimentos y mayor procesabilidad, estaremos frente al fin de las bolsas y empaques plásticos. En los países menos desarrollados, donde no existen métodos eficaces de recolección y almacenaje de basura, las bolsas y empaques son casi totalmente abandonadas después de su uso y acaban invariablemente en los cursos de agua. Casi todas las bolsas y empaques plásticos no acondicionados en vertederos acaban, a corto o largo plazo, por llegar a los ríos y a los océanos. Los ecologistas llaman la atención desde hace varios años para este problema y citan el hecho de que cientos de ballenas, delfines, tortugas y aves marinas mueren anualmente asfixiados por elementos plásticos. El caso más dramático ocurrió en 2002, cuando una ballena enana llegó a la costa de Normandía con cerca de 800 kg de bolsas y empaques de plástico en su estómago.

### 8.3.1.4.3 Alternativas.

Se han desarrollado materiales plásticos biodegradables que prometen, a un coste un poco mayor, resolver el problema ambiental causado por las bolsas comunes. Una bolsa de plástico común puede tardar cerca de 100 años (dependiendo de la exposición a la luz ultravioleta y otros factores) para descomponerse, mientras que el nuevo material llevaría cerca de 60 días.

La fábrica de la BASF en Ludwigshafen, Alemania, doblará a partir de 2006 la producción de su plástico biodegradable, el Ecoflex.

También, el Mater-Bi, nombre comercial de un nuevo invento de origen italiano, permite fabricar bolsas y empaques gracias a granulados a base del almidón de maíz. El procedimiento de fabricación y las máquinas de producción son los mismos que los del polietileno, salvo que la materia prima se reemplaza por granulados obtenidos a partir del almidón de maíz. Las bolsas producidas se parecen a las habituales de plástico y tienen las mismas características de resistencia mecánica. Estas bolsas son 100% de origen vegetal y totalmente biodegradables en algunos días. Por el contrario el coste de fabricación actual es tres veces superior al del polietileno, aunque permite por otro lado fabricar la mayoría de los productos actualmente de plástico.

### 8.3.2 El Eco Diseño.

#### 8.3.2.1 Definición.

El concepto de eco diseño ha recibido numerosas definiciones y quizás una de las más completas es la contenida en la Directiva europea 2005/32/CE (“Requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos que utilizan energía”), que define a este como:

La integración de los aspectos medioambientales en el diseño del producto, con el fin de mejorar su comportamiento medioambiental a lo largo de todo su ciclo de vida.

Podemos establecer tres líneas de trabajo dentro del eco diseño:

- Integrar los aspectos ambientales al producto desde las primeras etapas del diseño.
- Considerar los aspectos ambientales junto con otros requerimientos del producto.
- Tratar el impacto global del producto a través de todo su ciclo de vida.

El eco diseño se enmarca en el campo del desarrollo sostenible persiguiendo la integración de los aspectos ambientales (ecología), sociales (equidad) y empresariales (economía).

#### 8.3.2.2 Historia.

El eco diseño como metodología para el diseño de productos se desarrolló hacia el comienzo de los años 90 en Holanda y tras una rápida difusión a través de proyectos en países europeos como Alemania, Bélgica y Reino Unido se ha consolidado como una herramienta útil dentro de los programas de desarrollo sostenible.

#### 8.3.2.3 Herramientas del eco diseño.

Para poder trabajar sobre el tema del eco diseño, son necesarias una serie de herramientas. Por ello, se inventaron los eco indicadores. Un eco indicador es un parámetro que brinda información sobre un fenómeno medioambiental. Nos puede mostrar lo rápido que se deforesta en un país o región (midiendo hectáreas deforestadas por área de la región) o el consumo de recursos utilizados en un proceso productivo, es decir, nos permiten relacionar las prioridades industriales con las medioambientales.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

En Europa podemos destacar el Eco indicador 95 y 99 desarrollados en Holanda y basados en la metodología del Análisis del Ciclo de Vida (ACV o LCA). Estos eco indicadores, incluyen un proceso de asignación de prioridades de los impactos ambientales negativos que más afectan a la zona de estudio. Después se seleccionan los materiales y procesos productivos más comunes y a cada uno le damos un valor en función del daño que puedan causar a la salud pública, de la biodiversidad y del consumo de recursos naturales que se necesitan tanto para su construcción como a lo largo de su vida útil. Con esto, no podemos saber si nuestro proceso es bueno o malo, ya que esos valores son completamente subjetivos, y a cada uno le puede dar un número completamente distinto. Pero nos sirven para poder mejorar, puesto que podemos tomar el primer valor como referencia y a partir de ahí, utilizando los mismos valores, ver como evoluciona nuestro proceso y de esa manera mejorarlo.

Gracias a las leyes que se imponen hoy en día a las empresas, estas se han visto obligadas a manejar estos eco indicadores, de manera que se ha informatizado y se han desarrollado herramientas para conseguir una mayor agilidad a la hora de llevar a cabo un proyecto. Un ejemplo de software de este tipo sería el Ecoscan 3.0, desarrollada por TBO, el cual es capaz de calcular los aspectos ambientales de todas las posibles alternativas del producto a fabricar. Tiene una gran base de Eco indicadores y asistentes para la simulación sobre la vida del producto, el transporte, superficies y volúmenes que consiguen ayudarnos en el desarrollo de los proyectos. Además, junto con este tipo de programas, han aparecido otros, cuyo objetivo es reunir información y conseguir una base de datos con informaciones técnicas y medioambientales que permitan a los softwares mencionados antes un mayor rendimiento. Un ejemplo de estas bases de datos sería la Idemat 2005, desarrollada por TUDelft, el cual esta interconectado con el Ecoscan y le sirve de base de datos.

A parte de todo esto, también podemos considerar como una herramienta para el eco diseño, a las eco etiquetas. La eco etiqueta europea se estableció en 1992 para promocionar los productos con menos impacto medioambiental, permitiendo a los fabricantes incorporar el logotipo de la etiqueta, tanto en sus productos, como en los anuncios de los mismos. De esta manera el consumidor sabe que lo que esta adquiriendo, no solo es tan bueno como otro producto, sino que además es respetuoso con el medio ambiente, y a al fabricante, le sirve de reclamo para poder vender mejor su producto.

En la actualidad, esa etiqueta con el logotipo de una flor, ha pasado a ser una variedad de eco etiquetas (en función de los productos) cuyos logotipos son otorgados cada uno por su organismo oficial correspondiente. Para cada categoría de productos hay unos criterios ecológicos que permiten la concesión de dicha eco etiqueta y que solo es válida por un periodo máximo de tres años.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

Existen bastantes eco etiquetas reglamentadas, aunque aquí solo mencionaremos las más importantes:

- ✦ AENOR Medio Ambiente
- ✦ Etiqueta ecológica de la Unión Europea – EU Ecolabel
- ✦ Ángel Azul – Umweltzeichen Weil
- ✦ Certificación FSC ( Consejo de Gestión Forestal )
- ✦ PEFC ( Certificación Forestal Paneuropea )
- ✦ Cigne Escandinau – Miljömärkt Swan )
- ✦ NF Environnement
- ✦ Environmental Choice
- ✦ ANAB-IBO-IBN

Cada una pertenece a un organismo oficial o de reconocido prestigio, y se centra en un grupo diferente de producto. Así, tenemos que la AENOR Medio ambiente tiene establecidos criterios de medio ambiente para módulos fotovoltaicos, pinturas y barnices ( norma UNE 48300:1994 EX ), la Ecolabel para barnices, bombillas eléctricas, mobiliario, pinturas y tejas cerámicas o Ángel Azul que tiene criterios para productos relacionados con la construcción.

Por ultimo añadir, que no hay que confundir las eco etiquetas con otros logotipos que ponen los fabricantes en sus productos. Una eco etiqueta está reglamentada, reconocida y certificada y no tiene nada que ver con logotipos como puede ser el que indica que un producto esta echo con material reciclado, que está libre de cloro o que no daña al ozono.

### 8.3.2.4 Ciclo de vida.

Un producto presenta impactos ambientales en todas las etapas de su ciclo de vida, desde su fabricación hasta que es desechado al finalizar su vida útil. Hay que concentrarse en productos que tengan menor impacto en cada una de estas etapas. Para ello es necesario intentar reducir el impacto ambiental de cada producto utilizado en la fabricación, reduciendo la cantidad de materia prima utilizada. Es necesario reducir lo que se produce. También es necesario intentar alargar la vida útil del producto, por ejemplo agregando una fase de reutilización.

### 8.3.2.5 Etapas del ciclo de vida.

- Obtención de materias primas, materiales y componentes. Hay que considerar la extracción en la naturaleza, el contenido de energía, los impactos de los procesos de obtención, el transporte y almacenaje, etc.
- Fabricación. Impactos ambientales de los procesos de transformación, montaje y verificación, así como de los residuos generados por estos procesos.
- Embalaje. La incidencia de los impactos de embalaje en el conjunto de la economía es muy elevada (Directiva europea 94/62/CE relativa a los envases y sus residuos).
- Distribución. El transporte, el almacenaje y la distribución son daños crecientes sobre el medio (emisión de contaminantes del transporte, contaminación acústica, etc.).
- Comercialización. Una inadecuada comercialización puede acarrear el peor de los impactos: tener que destruir la producción antes de su uso.
- Uso. Aunque es un aspecto muy cuidado se producen los principales impactos ambientales (consumos de energía, generación de residuos, etc.).
- Mantenimiento. Es causa de impactos ambientales importantes. Debemos tener en cuenta la disponibilidad y la obsolescencia
- Fin de vida, valoración, reciclaje y reutilización. En la industria del automóvil se refleja de forma específica (Directiva europea 2000/53/CE relativa a los vehículos al final de su vida útil). Es una etapa importante porque origina una reflexión sobre las anteriores.

### 8.3.2.6 Análisis del Ciclo de Vida (ACV)

El ACV identifica y cuantifica el uso de materiales y energía, así como las emisiones al medio ambiente, para luego determinar el impacto ambiental que producen estas cargas ambientales y a partir de estos datos proponer estrategias de mejora ambiental.

Metodología según ISO 14040:

- ▣ Definición de objetivos y alcance: debe explicarse el objetivo principal del estudio, quién lo encarga y por qué; también hay que definir una unidad funcional a la que se referirán las entradas y salidas.
- ▣ Análisis de inventario: identificación y evaluación de las entradas (materia prima y energía) y salidas (emisiones gaseosas, líquidas y residuos sólidos) de cada una de las etapas del ciclo de vida del producto.
- ▣ Evaluación de impactos: clasificación, caracterización, normalización y valoración de los impactos ambientales identificados en la etapa de análisis de inventario.
- ▣ Interpretación: Se explican los resultados y se establecen recomendaciones de acuerdo con los objetivos del estudio.
- ▣ Revisión crítica: Verifica metodología, hipótesis y datos utilizados añadiendo una evaluación de mejoras. Este paso es opcional.

Con el desarrollo del diseño asistido por ordenador (CAD) se pueden determinar impactos ambientales para los materiales y los procesos a partir de las superficies, volúmenes y masas. Existen distintos softwares relacionados con bases de datos medioambientales acerca de los materiales y de los procesos de fabricación como pueden ser PRO/ENGINEER, PRO/TOOLKIT, otros programas te simulan el ciclo de vida en todas sus etapas tal como el Ecoscan 3.0 interconectada con la herramienta Idemat 2005 tal que facilita la elección de un material según las características necesitadas. Podemos utilizar las técnicas de “ACV simplificado” (seleccionando las etapas o contaminantes más importantes) o los “eco indicadores”, ya que su uso es mucho más económico para pequeñas y medianas empresas que hacer un estudio ACV.

### 8.4 MARCO LEGAL.

#### 8.4.1 A nivel mundial.

Un marco legal bien establecido que regule muchos aspectos de la gestión de los residuos y de la protección del medio ambiente proporciona una fuerza impulsora poderosa para la utilización de los recursos de una forma más sostenible y para el incremento del reciclaje. La Directiva de la Unión Europea acerca del Envasado y los Residuos de Envases (94/62/EC) es un ejemplo pertinente de este efecto (véase más adelante). Como resultado de la misma, todos los estados miembros de la UE tienen sistemas nacionales para la recogida, el reciclaje y la recuperación de los residuos de envases.

Sin embargo, los enfoques adoptados para llevar a la práctica estas políticas paneuropeas de la Unión no son los mismos en cada país. Existen algunos casos, tales como el de los Países Bajos, en los que la cultura favorece los acuerdos voluntarios (aun cuando los mismos necesitan también estar apoyados por instrumentos legales); en estos países, es menos importante confiar en los instrumentos legales por sí solos para alcanzar unas tasas elevadas de reciclaje. En contraste con ello, países como Alemania han elegido adoptar unas políticas de orden y control que introducen objetivos obligatorios para asegurar que se cumplan las obligaciones nacionales y europeas.

Con el fin de reducir los impactos medioambientales de los crecientes flujos de residuos, la legislación europea ha introducido un cierto número de obligaciones sobre determinados productos residuales, las cuales deben ser respetadas por todos los estados miembros. Una de las directivas de mayor importancia que incorpora aspectos relacionados con los residuos plásticos es la **Directiva sobre Envases y los Residuos de Envases (94/62/EC)**

La Comunidad Europea ha realizado un gran esfuerzo colectivo al impulsar un conjunto de directivas y otros acuerdos medioambientales que extienden su influencia más allá del propio ámbito (unos 450 millones de habitantes) para incidir en los mercados mundiales.

A nivel europeo, la única referencia explícita referente al reciclaje de los residuos plásticos es la Directiva del Consejo 94/62/EC (15 de Diciembre de 1994) sobre envases y los residuos de envases (Diario Oficial L 365, 31.12.1994). Esta Directiva trata, entre otras cosas, de los residuos plásticos de los envases y obliga a los Estados Miembros a recuperar del 50 al 60 por ciento y a reciclar del 25 al 45 por ciento de todos los envases vendidos. Debe alcanzarse una tasa de reciclaje mínima del 15 por ciento en peso para cada material de envasado. La fecha límite para conseguir dichos objetivos era el 30/06/2001, excepto en el caso de Irlanda, Portugal y Grecia para los que la fecha límite es el 31/12/2006.

La Directiva está siendo actualmente revisada y los objetivos de reciclaje serán modificados, siendo probable que la tasa de reciclaje obligatoria para los plásticos sea fijada en el 22,5 por ciento en peso, con efectividad a partir del 31/12/2008.

Entre las normativas y reglamentaciones medioambientales hay que destacar las **normas ISO 14000, y las Directivas europeas.**

La familia de normas ISO 14000 sobre gestión medioambiental (hoy día coordinada con la familia de normas ISO 9000 sobre calidad), refleja un consenso global sobre buenas prácticas ambientales en el contexto internacional que pueden ser aplicadas por todo tipo de organizaciones, cada una según su situación particular.

Entre las normas de mayor interés de esta familia para la práctica del eco diseño son:

### ☛ **Sistemas de gestión del medio ambiente (EMS)**

Las normas de este grupo ayudan a las empresas a establecer un nuevo EMS o a mejorar uno existente. La norma ISO 14001:1996 especifica los requerimientos de un EMS para que pueda ser auditado objetivamente, mientras que la norma 14004:1996 proporciona guías para el establecimiento e implantación de un EMS. Complementariamente, la norma ISO 14050:2002 ofrece el vocabulario sobre gestión ambiental.

### ☛ **Etiquetas ambientales:**

Conjunto de herramientas voluntarias para estimular la demanda de productos y servicios con menores cargas ambientales ofreciendo información relevante sobre su ciclo de vida.

La ISO 14020:2000, establece tres tipos de etiquetas ambientales: Eco etiquetas certificadas (Tipo I); Auto declaraciones ambientales de producto (Tipo II); y EPDs (Tipo III). La de Tipo I requiere una certificación por una tercera parte, lo que no es exigido en las dos siguientes (aunque aumenta la credibilidad). La de Tipo III requiere realizar un ACV.

Otras normas proporcionan guías para las eco etiquetas: ISO 14021:1999 para la eco etiqueta de Tipo II, ISO 14024:1999 para la de Tipo I, e ISO 14025:2000 para la de Tipo III.

Análisis del Ciclo de Vida (ACV): Este conjunto de normas proporcionan la base para la aplicación de Análisis del Ciclo de Vida ACV. La norma ISO 14040:1997 establece los principios generales mientras que, las normas 14041:1998, 14042:2000 y 14043:2000, proporcionan guías para determinar los objetivos, ejecutar el análisis e interpretar los resultados, respectivamente.

### 8.4.2 A nivel nacional

La legislación ambiental nacional aplicable está enmarcada dentro de tres grandes bloques normativos:

1. La Constitución Nacional, marco legal de carácter supremo y global que recoge los enunciados sobre el manejo y conservación del medio ambiente. La Constitución Política de 1991 eleva a rango Constitucional la protección del ambiente, colocándolo en un lugar privilegiado.
2. Las Leyes de Congreso de la República, decretos con fuerza de ley y decretos ley del Gobierno Nacional, constituyendo las normas básicas y políticas a partir de las cuales se desarrolla la reglamentación específica o normativa.
3. Decretos, leyes y resoluciones aplicables para la industria del plástico. Entre estas, encontramos:
  - ✦ Decreto Ley 2811/74 Gobierno Nacional: Código de los Recursos Naturales Renovables. Art.34: Manejo de residuos, basuras, desechos y desperdicios.
  - ✦ Ley 9/79 Gobierno Nacional: Ley Sanitaria Nacional. Artículos 23 al 31. Restricciones para el almacenamiento, manipulación, transporte y disposición de los residuos sólidos.
  - ✦ Decreto 2104/83 Ministerio de Salud: Derogado parcialmente por el Decreto 605/96 de Min. Desarrollo. Se encuentran vigentes las consideraciones ambientales en la prestación del servicio y la gestión de los residuos sólidos establecidas en este Decreto.
  - ✦ Resolución 2309/86 Ministerio de Salud: Regula todo lo relacionado con el manejo, uso, disposición y transporte de los Residuos Sólidos con características especiales. Establece responsables de su recolección, transporte y disposición final.
  - ✦ Decreto 1505/2003 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
  - ✦ Resolución 1045/03 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS.

### 8.4.2.1 Política de producción más limpia

La política de producción más limpia fue aprobada por el Consejo Nacional Ambiental, con el objeto de alcanzar la sostenibilidad ambiental en el sector productivo. La producción más limpia es una estrategia, y su objetivo esencial es prevenir y minimizar los impactos y riesgos para los seres humanos y para el medio ambiente, garantizando la protección ambiental, el crecimiento económico, el bienestar social y la competitividad empresarial a partir de la introducción de la dimensión ambiental en los sectores productivos, como un desafío a largo plazo.

Los objetivos específicos de la producción más limpia son:

- Aumentar la eficiencia energética y los energéticos más limpios.
- Prevenir y minimizar la generación de contaminantes.
- Prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales sobre la población y los ecosistemas.
- Adoptar tecnologías más limpias y prácticas de mejoramiento continuo de la gestión.
- Minimizar y aprovechar los residuos.
- Minimizar el consumo de recursos naturales y materias primas.

De igual forma abarca los procesos, los productos y los servicios. En los procesos busca: la conservación y ahorro de materias primas, insumos, agua y energía; la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción y minimización de la cantidad y toxicidad de las emisiones y residuos. En los productos se orienta a la reducción de los impactos negativos que acompañan el ciclo de vida del producto, desde la extracción de las materias primas hasta su disposición final; y en los servicios busca una dimensión ambiental, tanto en el diseño como en la prestación de los mismos.

Dentro de sus principales estrategias se destacan:

- Integración con otras políticas gubernamentales.
- Fortalecimiento institucional del Sistema Nacional Ambiental.

- Establecimiento de calidad ambiental.
- Promoción de la producción más limpia en los sectores productivos nacionales.
- Promoción de la autogestión y la autorregulación.
- Implementación de instrumentos económicos.
- Evaluación y monitoreo de la política.

### 8.4.2.2 Política de gestión integral de residuos sólidos

El Gobierno Nacional, en la búsqueda de un mejor aprovechamiento de las potencialidades institucionales y de la capacidad de los organismos existentes involucrados en el manejo de residuos, ha puesto en marcha un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos, definido en la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos, con el fin de cumplir los siguientes objetivos:

- Minimizar la cantidad de los residuos que se generan.
- Aumentar el aprovechamiento y consumo de residuos generados, hasta donde sea ambientalmente tolerable y económicamente viable.
- Mejorar los sistemas de manejo integral de residuos sólidos.
- Conocer y dimensionar la problemática de los residuos peligrosos en el país y establecer el sistema de gestión de los mismos.

Desde la perspectiva de sus destinatarios, la política tiene dos grandes componentes:

El relacionado con el saneamiento ambiental como obligación a cargo del Estado, y que se orienta a establecer un marco de acción para las entidades públicas con responsabilidades en cuanto a la gestión de residuos sólidos, de manera especial a los municipios, involucrando las diferentes estrategias e instrumentos para fortalecer la acción del Estado en esta materia. Y el referido a la vinculación que el sector privado tiene en cuanto a la generación de residuos. El alcance de esta política en cuanto al sector privado, está determinado por lo referente a la minimización de residuos, con base en el desarrollo de acciones ambientales que deben adelantarse sectorialmente. La política de residuos para el sector industrial es un desarrollo específico de la política de producción limpia, de la cual toma todos sus elementos.

### 8.4.2.3 Criterios para el establecimiento de sistema de gestión ambiental

Un sistema de gestión es un conjunto de criterios y prácticas tendientes a normalizar la forma de hacer las cosas para obtener, de manera consistente y eficiente, los mejores resultados. Los sistemas de gestión ambiental establecidos según los criterios del modelo ISO 14001 contribuyen a asegurar mínimos impactos ambientales en cualquier tipo de proceso productivo.

Este modelo, como todos los sistemas modernos de gestión, considera cuatro etapas secuenciales que llevan al proceso gestionado a lograr los parámetros de desempeño esperados y el mejoramiento continuo: 1. Planear, 2. Hacer, 3. Verificar y 4. Actuar. Estas etapas se repiten cada vez que se complete el ciclo y normalmente comprenden las siguientes actividades:

#### ✎ Planear

La planeación se inicia con la definición de políticas y metas por parte de la alta gerencia y la comunicación de éstas a todos los trabajadores y demás partes interesadas, la asignación de recursos y la designación de responsables específicos de cada trabajo.

Esta planeación se realiza con base en los resultados de la evaluación de la empresa frente a las exigencias legales y de sus clientes. La evaluación incluye una identificación sistemática de los riesgos ambientales que conlleva cada actividad (causas) y sus correspondientes impactos (efectos). La identificación permite priorizar y controlar todos aquellos aspectos que resulten significativos y determinar las acciones que deben adelantarse para llegar al control y cumplimiento.

Para esto se designan responsables, se determinan los recursos necesarios, el tiempo requerido y se establecen las fechas de inicio y finalización. Todo esto debe reflejarse en un Plan de Acción con metas claramente definidas.

#### ✎ Hacer

La segunda etapa del ciclo de mejoramiento continuo consiste en la implementación del Plan de Acción, el cual se adelanta de acuerdo con las orientaciones definidas en las políticas y actividades claves. La comunicación, divulgación, capacitación y promoción constituyen elementos esenciales para comprometer a todo el personal y alcanzar los resultados esperados.

Tanto las políticas como el Plan de Acción de la gestión ambiental se deben difundir permanentemente dentro de la organización para que cada empleado tenga claro su papel frente a éstos, asuma sus responsabilidades y haga suya la filosofía de la empresa en materia ambiental.

## 8. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

Los avances y resultados alcanzados se dan a conocer de manera continua a fin de mantener la motivación de los equipos de trabajo. Las actividades de comunicación, divulgación y promoción se realizan también hacia el exterior de las empresas, a fin de extender la ética empresarial del sistema de gestión ambiental a proveedores, contratistas y otras empresas, de difundir entre las entidades gubernamentales la utilidad de este instrumento de autocontrol y autorregulación y de dar a conocer a la comunidad los esfuerzos y logros de las empresas en la protección del medio ambiente, de la seguridad y salud de los trabajadores y de la comunidad.

### ↳ Verificar

Se establece un sistema formal para que las empresas midan los niveles de desempeño alcanzados en sus procesos productivos como resultado del sistema de gestión implantado.

La verificación se realiza con base en las mediciones periódicas del desempeño ambiental de las empresas, a través de los indicadores que se escojan como los más significativos. El análisis de las autoevaluaciones de la empresa y sus indicadores permite identificar las oportunidades de mejoramiento y definir nuevos programas o controles.

Una revisión general del desempeño se debe realizar al menos una vez por año, por parte de la alta dirección de la empresa. Esta actividad permite ajustar las prácticas de las empresas y estructurar nuevos Planes de Acción para el año siguiente, lo cual conduce a la siguiente y última etapa del ciclo del mejoramiento continuo.

### ↳ Actuar

Con este nombre se designa a la etapa de la gestión conducente a implementar acciones que permitan corregir las desviaciones encontradas en el desempeño, a prevenir su repetición y a mejorar los resultados.

## 9. METODOLOGÍA.



### 9.1 FASE DE INVESTIGACIÓN.



### 9.1.1 Definición del Problema.

¿Cómo aprovechar desde la óptica del diseño industrial, el polietileno, recuperado de los empaques y bolsas plásticas desechadas para evitar la contaminación ambiental en la ciudad de San Juan de Pasto?

### 9.1.2 Análisis del entorno.

Nuestro proyecto tiene como marco de desarrollo, la ciudad de San Juan de Pasto, ciudad de Colombia, capital del departamento de Nariño, limita al norte con el Cauca, al este con Putumayo, al sur con Ecuador, y al oeste con el océano Pacífico. La ciudad ha sido centro administrativo cultural y religioso de la región desde la época de la colonia. Es también conocida como Ciudad sorpresa de Colombia. Como capital departamental, alberga las sedes de la Gobernación de Nariño, la Asamblea Departamental, el Tribunal del Distrito Judicial, la Fiscalía General, y en general sedes de instituciones de los organismos del Estado. se encuentra compuesto por 12 comunas urbanas y 17 corregimientos.

Tiene una extensión de 1.128,4 Kms<sup>2</sup> con un área urbana de 26,4 Kms<sup>2</sup>. Se encuentra ubicado a 1°12'52.4" latitud norte y a 77°16'41.22" de longitud Oeste de Greenwich; a 2.527 metros sobre el nivel del mar con una superficie de 1128 km<sup>2</sup>. La temperatura promedio es de 14°C.

Fundada en 1539 por el capitán Lorenzo de Aldana, la Capital del Departamento de Nariño, posee una altura de 2.559 metros sobre el nivel del mar y una temperatura media de 14 grados centígrados. Se levanta al pie del volcán Galeras, a 2.527 m.s.n.m. en el frío y fértil valle de Atriz.

Es una ciudad donde se siente la presencia del pasado, mostrando un contraste arquitectónico sin igual con edificaciones de la época republicana y casas modernas.

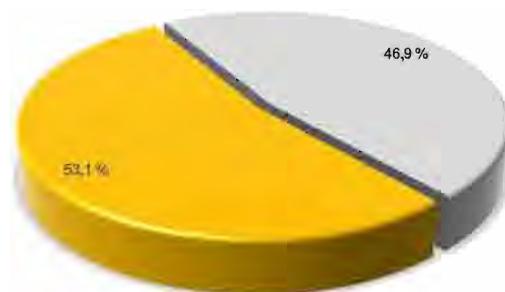
El aspecto cultural de la ciudad está enmarcado en el carnaval de negros y blancos, el barniz de pasto, arquitectura religiosa de diferentes estilos, museos, bibliotecas y centros educativos. Por su riqueza en monumentos religiosos es llamada la ciudad teológica de Colombia, se destacan las iglesias de Cristo rey, San Felipe Neri, San Juan Bautista, Santiago, Catedral y Santuario Eucarístico Maridiaz.



### 9.1.2.1 Características demográficas.

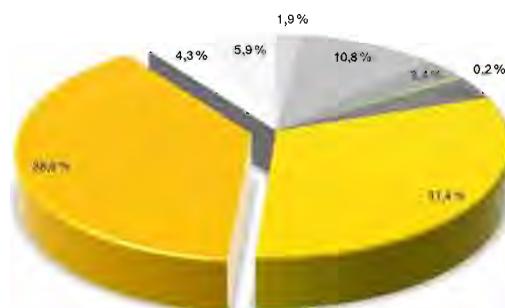
Según proyecciones del DANE la población estimada para el año 2011 es de 411.706 habitantes. La población total de la ciudad representa el 25% de la población del departamento de Nariño. El 82% de la población habita en las 12 comunas que conforman la ciudad de San Juan de Pasto y el 18% en los 17 corregimientos que conforman el sector rural.

#### ↳ Población de géneros.



Se evidencia que el **53,1%** de la población de San Juan de Pasto son mujeres y el **46,9%** son hombres.

#### ↳ Nivel educativo.



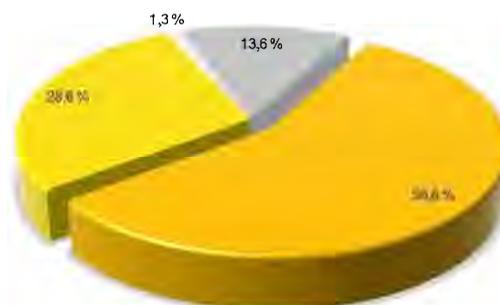
El **38,6%** de la población residente en San Juan de Pasto, ha alcanzado el nivel básica primaria y el **31,4%** secundaria; el **10,8%** ha alcanzado el nivel profesional y el **5,9%** de la población residente no tiene ningún nivel educativo. El **4,3%** educación preescolar, el **3,6%** media técnica y el **3,4%** tecnológica. El **1,9%** ha realizado estudios de especialización, maestría o doctorado y el **0,2%** es normalista.

### Estado conyugal.



El **49,4%** de la población de San Juan de Pasto es Soltero y el **28,7%** es casado. El **12,7%** son no casados, pero con dos años o más de pareja, El **4,2%** Separados/Divorciados. El **3,7%** de la población es viuda y el **1,3%** son no casados, con menos de dos años de pareja.

### Establecimientos según actividad.



El **56.6** de los establecimientos de la ciudad de San Juan de Pasto se dedican al comercio, El **13,6%** a la industria; el **28,6%** ofrecen servicios y el **1,3%** se dedican a otra actividad.

### 9.1.2.2 Realidad actual de la ciudad frente al control de desechos plásticos.

Nuestra región debe estar al día con las responsabilidades ecológicas, para prevenir desastres naturales, y conservar recursos para las próximas generaciones. De acuerdo al capital humano existente en San Juan de Pasto, se calcula que cada habitante usa aproximadamente 3.6 empaques y/o bolsas plásticas por día, 1'482.141,6 millones en toda la ciudad; alrededor de 533'570.976 millones por año. De acuerdo a la información suministrada por la cooperativa Cooemprender, diariamente se pierden 30 toneladas de material plástico recuperable, y la disposición final de estos desechos producidos en la ciudad son trasladados al relleno sanitario Antanas.

El servicio de disposición se presta para varias regiones del departamento de Nariño y está manejado técnicamente de acuerdo a las normas ambientales vigentes, además de contar con una licencia ambiental para operar por 30 años.

#### RELLENO SANITARIO ANTANAS

- ✦ Localización: 13 Kms de San Juan de Pasto ( Variante Daza-Buesaco ).
- ✦ Vereda: La Josefina.
- ✦ Corregimiento: Morasurco.
- ✦ Altura: 2750 mts sobre el nivel del mar.
- ✦ Temperatura: 12°C ( promedio ).
- ✦ Pluviosidad: 1200 mm/año.
- ✦ Area total : 100 Hectareas.
- ✦ Areas Intervenidas: 4Hectareas.

### 9.1.3 Recopilación de datos.

Este proyecto se realizó con el apoyo de la cooperativa Coemprender, quien comenzó como una iniciativa de un grupo de 150 familias que recogían desechos en la ciudad de San Juan Pasto.

Hace 14 años estos recicladores trabajaban en los botaderos de basura, pero por una norma de la época no pudieron continuar con ese empleo. Viéndose obligados a buscar una solución a su problema, optaron por el modelo solidario como la forma más eficiente para garantizar su sostenimiento. Ahora, más establecida, es la Cooperativa Empresarial de Recicladores de Nariño COEMPRENDER, logrando incrementar sus ingresos y garantizando el mejoramiento en la calidad de vida de cada integrante y de sus familias.

Actualmente, recoge al mes 80 toneladas entre cartón, papel, vidrio, plástico y chatarra, y en el 2009 alcanzó una cifra de 300 millones de pesos en materiales comercializados, según informó su director.

La cooperativa Coemprender mantiene 3 ejes fundamentales.

#### 1. Compra y venta de materia prima reciclada.

RECOLECCIÓN DEL MATERIAL: Aplicada en 38 Barrios y en 250 Instituciones.

Materiales de mayor recolección (cantidad mensuales):

- ☛ Cartón: 40 toneladas.
- ☛ Papel: 15 - 20 toneladas.
- ☛ Vidrio: 10 toneladas cada 3 meses.
- ☛ Plástico: 4 toneladas.
- ☛ Metales: 3 toneladas cada 3 meses.

Materiales de menor recolección: Caucho - Icopor - Bombillos - Material Electrónico.

SEPARACION Y CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL.

EMBALAJE Y SUBVENTA.

## 9. METODOLOGÍA.

f a s e   d e   i n v e s t i g a c i ó n

### 2. Transformación de materiales:

A partir de la materia prima proporcionada por EMAS, se obtiene polietileno de baja densidad usado para la fabricación de Bolsas plásticas para basura las cuales son vendidas al público en general. La planta de transformación para su elaboración está ubicada en Cujacal.

### 3. Prestación de servicios ambientales:

Educación y sensibilización de la población, mediante charlas y conferencia que se realizan en algunas empresas, universidades y colegios dentro de la ciudad.

#### 9.1.3.1 Registro fotográfico.



f a s e   d e   i n v e s t i g a c i ó n

## 9. METODOLOGÍA.

f a s e   d e   i n v e s t i g a c i ó n

Así mismo, hemos recibido apoyo de la empresa metropolitana de aseo EMAS, al involucrarnos en proyectos como el de “**Monster Escobitas**”, iniciativa que surge del colectivo de diseño “COCOPOLLO”.

Esta ha sido una idea que permite tener una nueva perspectiva acerca del uso de los plásticos y la forma de pensar en nuevos productos y métodos de reúso de estos materiales; además ha logrado vincular a las mujeres que realizan el barrido en la ciudad y a sus familias, generando así un espacio de trabajo en donde todas procuran el bienestar común.

La Fundación Eco Escobitas a través de “Monster Escobitas” desarrolla productos con un proceso de diseño e ilustración, elaborados por las operarias de barrido de EMAS Pasto; 9 mujeres “Escobitas” comprometidas de corazón para que cada producto sea único.

El proyecto está contemplado dentro del programa de responsabilidad social de EMAS – Pasto. Uno de los principales motivos para llevar a cabo este tipo de actividades en el interior de la empresa ha sido el capacitar a los operarios de barrido, integrando a sus familias en las actividades predispuestas. Para el desarrollo de esta propuesta se han tenido en cuenta tres aspectos que son fundamentales. En primer lugar la proyección social, capacitando a operarios de barrido y sus familias, de esta manera se quiere dar mayor prioridad a sus necesidades, al tratar de obtener nuevos ingresos con las manualidades que realizan dentro del taller. El segundo aspecto del abordaje es la proyección ambiental, orientada a la sensibilización de la comunidad sobre el buen uso de los recursos naturales y la conservación del medio ambiente, y por último la proyección de género, en donde se busca que sean las escobitas el núcleo central para transmitir un mensaje ambientalista que rescata la cultura de reutilización del plástico.

El cuidado del medio ambiente resulta primordial si pensamos en un futuro próspero, es por esto que a través de este proyecto se hará hincapié en la reeducación y sensibilización de cuidar el medio ambiente, ampliando el campo de acción, participación y compromiso de las escobitas de EMAS–Pasto. Esta responsabilidad que ellas adquieren, resulta fundamental al incluir una perspectiva ambiental proyectada a movilizar el concepto de reutilización del plástico en la comunidad de la ciudad de San Juan de Pasto, optando por una visión educativa, crítica y creativa en pro de la conservación del medio ambiente. De esta forma se vincula una concepción bioética, donde el ser humano conserva estrecha relación con su entorno y las interacciones que en él convergen, permitiéndose a través de una actividad específica, desarrollar su autoestima, el ejercicio de un dialogo consciente de la cultura, fortalecer el trabajo grupal, compartir experiencias y fomentar valores como la solidaridad, el respeto y la convivencia.



PROYECTO DE DISEÑO/63

## 9. METODOLOGÍA.

fase de investigación

La importancia de esta propuesta radica en brindar nuevas alternativas que generen cambios representativos en una perspectiva social, ambiental y con proyección de género por medios artísticos y manuales; con el fin de lograr empoderar a la comunidad en el uso y productividad de material reutilizable. Esta propuesta es pertinente porque se hace necesario generar una colectividad consciente acerca de las implicaciones que conlleva el deterioro del medio ambiente; es por eso que este proyecto tiene la finalidad de ser el gran movilizador de dinámicas en la dimensión social, económica, familiar, cognoscitiva y ambiental, instaurando dinámicas educativas de carácter didáctico y lúdico proyectadas a dicha realidad social.

En la aplicación de este proyecto se diseñarán muñecos con identidad definida, y conceptos innovadores, con el fin de impactar al comprador. Producidos en su totalidad a mano y utilizando como relleno bolsas plásticas y demás materiales de reúso.

Una de las necesidades básicas de estos productos es el empaque, no se pretende entregar los muñecos en bolsas plásticas comunes ni generar más desperdicios. Nos involucramos con el proyecto con la intención de diseñar el packing a partir de nuestros materiales y ratificar el valor ecológico que brinda este producto de manera integral, con empaques que también motiven a las personas sobre la importancia de rescatar recursos, y no contaminar el entorno

### 9.1.3.2 Registro fotográfico.



### 9.1.4 Tipologías.

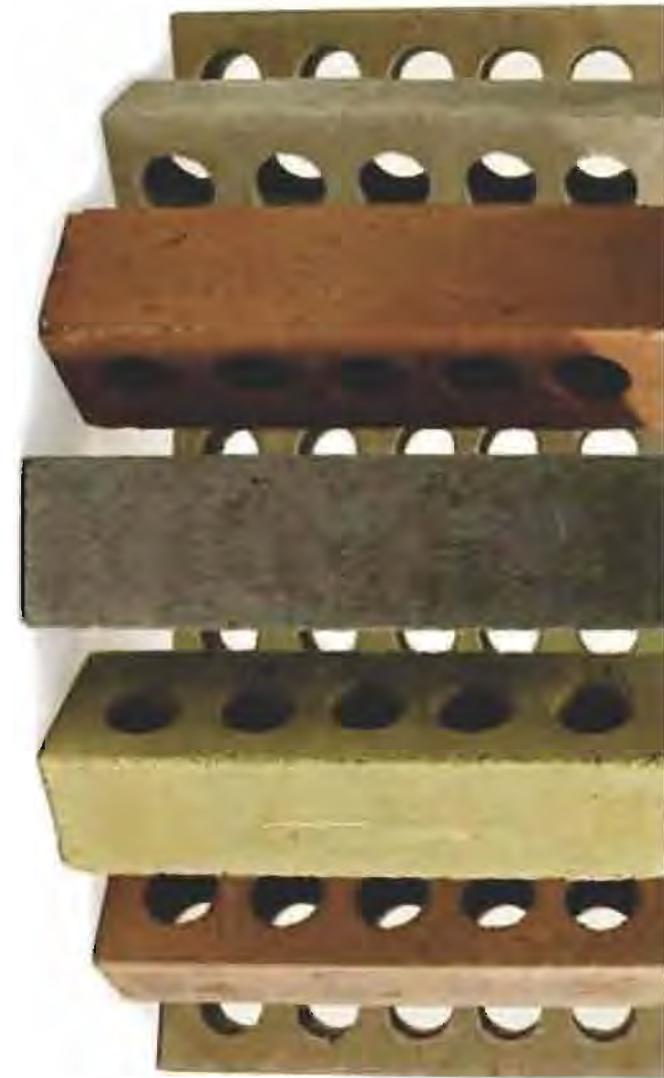
#### 9.1.4.1 Ladrillos ecologicos.

La construcción de viviendas ha tenido en los últimos tiempos un ritmo creciente, dando origen a numerosos y novedosos sistemas constructivos con el objeto de lograr viviendas económicas y con plazos cortos en la entrega, respetando exigencias mínimas de habitabilidad, por modesta que sean teniendo en cuenta los parámetros enunciados (rapidez, bajo costo y condiciones de habitabilidad), se efectuaron largos estudios con el propósito de lograr un nuevo producto que adicionalmente preserve el medio ambiente y respondiera industrialmente a estrictos estándares originados en pruebas de laboratorio.

De ello resulto un ladrillo ecológico.

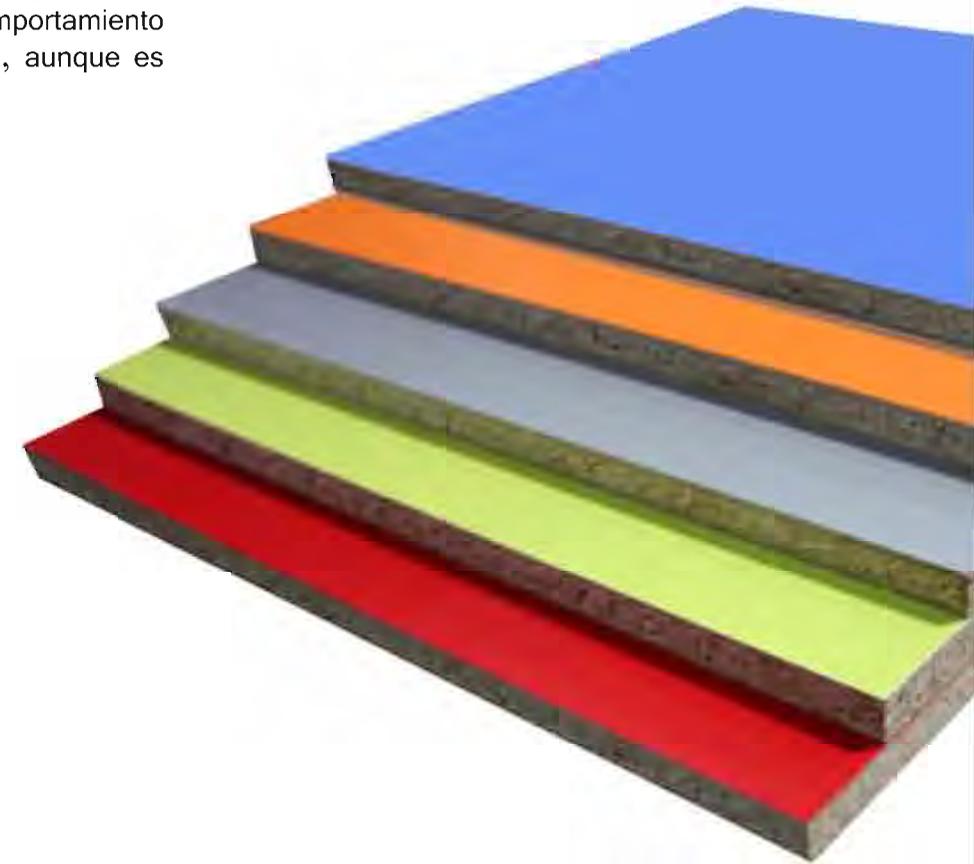
El mismo en un elemento premoldeado de una mezcla de materiales naturales aleados con cemento, similar en tamaño y textura al ladrillo común o visto y de menor peso, destinado a ser utilizado en construcciones de mampostería.

Es económico, resistente a los agentes naturales, durable, capaz de soportar cargas muy pesadas y posee excepcionales cualidades termo acústicas. Están disponibles en 2 dimensiones, 60x100x200mm y 80x120x120mm con una perforación de 40mm. Se producen en diferentes colores, suficientes para garantizar que se adapten a cualquier proyecto de decoración. Los colores se consiguen con una diferente proporción en sus componentes reciclados.



### 9.1.4.2 Ecoclad.

El panel ecológico EcoClad está hecho de un material innovador fabricado con papel reciclado y fibras de madera y bambú ligadas con una resina. El resultado es un panel resistente y duradero ideal para el revestimiento de fachadas, con un estupendo comportamiento frente a los arañazos y a los rayos UV, y con una baja absorción del agua (0.75%). Sus dimensiones 6x1219x2438mm, aunque es posible personalizar tanto los colores como los formatos.



### 9.1.4.3 Fuez.

Es una alternativa a la piedra natural, un material innovador que se fabrica con cemento de baja emisión de CO<sub>2</sub>, 100% de vidrio reciclado, y aditivos naturales. El cemento que se utiliza para la producción de FUEZ emite un 30% menos de carbono que el cemento tradicional tipo Portland. El vidrio reciclado, piedra, agua y el resto de ingredientes hacen que esta piedra artificial, además de ser un material 'verde', sea resistente y duradero. Este producto califica hasta con 5 puntos en el programa LEED americano.

Una vez curado, cada losa se pule para lograr un alto grado de reflexión, obteniendo una superficie de gran belleza y única, sobre todo por las partículas de vidrio de su textura. Se pueden fabricar a medida para cada encimera de cocina, cuarto de baño, suelo, cabina de ducha. El espesor estándar es de 30mm y también está disponible en 1830x3300mm, 1630x3250mm, 840x2540mm.



### 9.1.4.4 Rain boots.

Un grupo de estudiantes de la School of Design de Rhode Island estuvieron trabajando en un proyecto especial junto al grupo Waste for Life para diseñar productos que pudieran ser replicados y producidos por los recicladores de Buenos Aires para su comercialización. La idea del trabajo de los estudiantes era utilizar un material reciclado para diseñar objetos de fácil manufactura que pudieran ser replicados por los mismos recolectores, dando un valor agregado a lo que juntan.

Estas prácticas botas de lluvia, fueron el resultado. Su elaboración es manual, económica y de fácil producción. Por compresión logran fusionar con el polipropileno una malla de estopilla (tramado tipo gasa) minimizando las burbujas de aire y convirtiéndolo en un material más durable y flexible.



### 9.1.4.5 Trex.

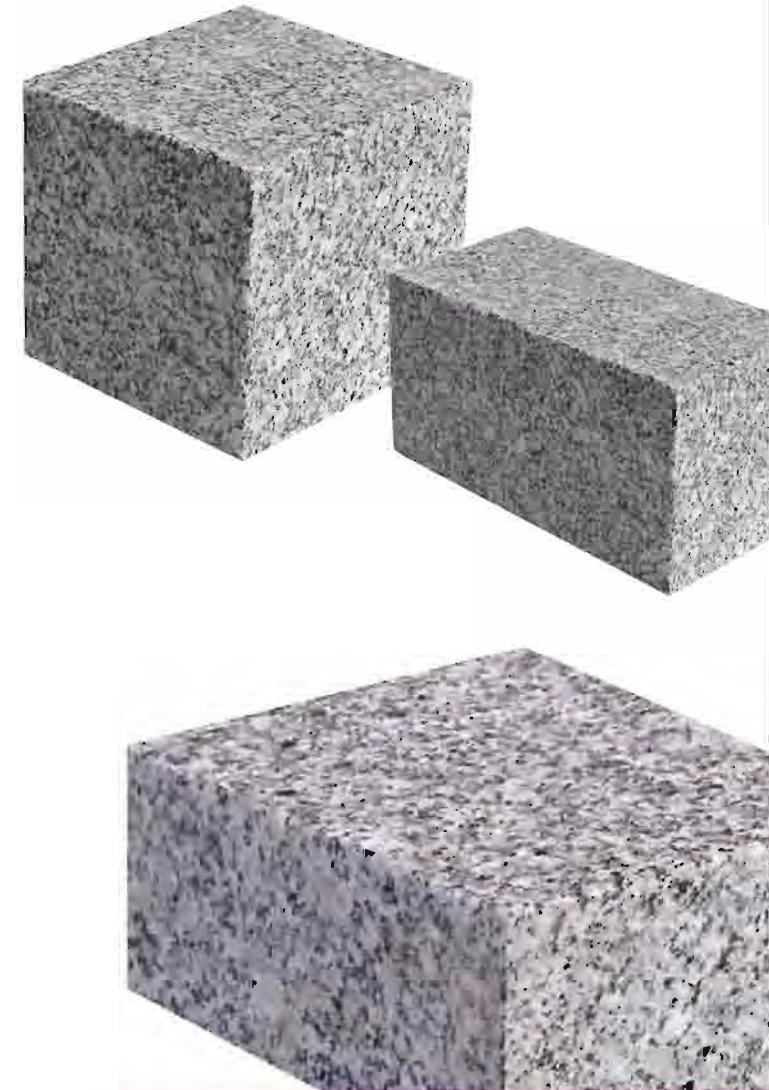
La compañía Trex de Winchester aplica tecnologías que permiten agregar harina de madera al desperdicio plástico para lograr varias propiedades cercanas al primer material. Esta tecnología fue mencionada como una primicia en la edición madrimasd 102, de enero del año pasado. Esta compañía consume alrededor de 90.000 toneladas anuales de desperdicios de bolsas, plásticos encogibles de envoltura y otros desperdicios de polietileno, para hacer tabloncillos de madera plástica, en la cual agrega 50% de harina de madera logrando un acabado perfecto y un producto con gran aceptación en el mercado.



### 9.1.4.6 Carpak S.A.

Una empresa fabricante de empaques en Colombia, desarrolló un proceso a escala piloto que le permite aprovechar los desperdicios postindustriales de la fabricación de empaques flexibles para hacer adoquines para vías vehiculares y peatonales. El proceso consta de dos etapas, una, de aglomeración del desperdicio, y otra, de formación del producto por moldeo por compresión a bajas temperatura y presión.

La capacidad de producción de la planta es de 1.000 toneladas anuales y se espera manejar allí la totalidad de los desperdicios plásticos mezclados de carácter postindustrial. Una característica sobresaliente de este proceso es que la inversión y los costos de producción son relativamente bajos. Además, la utilidad de las ventas permite una pronta recuperación de la inversión total, a la vez que se preserva el medio ambiente al evitar el envío de estos desperdicios a los rellenos sanitarios





**fase**

PROYECTUAL

PROYECTO DE DISEÑO/23

### 9.2 FASE ANALITICA.



### 9.2.1 Introducción de los materiales.

#### 9.2.1.1 Lona Art d' ECO.

##### Descripción.

La lona Art d' ECO sera un material creado a partir de la fusión de empaques y bolsas plásticas desechables. Similar a un sintético, sera de consistencia semirígida – flexible. Sus capas se adhieren entre si mediante un proceso de fundición a una temperatura promedio de 130°C (dependiendo de la materia prima y el grosor que desee alcanzarse), generando una película compuesta y resistente que alcanza un grosor entre 70  $\mu\text{m}$ <sup>16</sup> y 1.5mm.

##### Propiedades.

- Es un material que tiene muy buenas propiedades al fusionarse varias capas.
- Mecánicamente se transforma en un material muy resistente capaz de soportar peso.
- Impermeable, resistente a la humedad, fricción, y temperaturas ambientales.
- Al quedar burbujas de aire entre capa y capa se convierte en un material con buenas propiedades para la aislación térmica.
- La terminación superficial que se obtiene puede ser lisa o rugosa, dependiendo de los requerimientos.
- Permite una infinidad de combinaciones de color y texturas propias de los empaques y bolsas plásticas.
- Es compatible con procesos de termoformado. Posee resistencia superficial.
- Permite aplicación de lacas y serigrafía.
- Las uniones pueden ser tanto fundidas como cocidas.
- Se trabaja como si fuera un textil.
- No se requiere de alta tecnología para su reciclaje.

<sup>16</sup>  $\mu\text{m}$  (Micrómetro): Unidad de longitud equivalente a una millonésima parte de un metro.

### 9.2.1.2 Aglomerado **Art d' ECO**.

#### Descripción.

El aglomerado **Art d' ECO** será un material estable y de consistencia uniforme, similar a un tablero de fibra de densidad media MDF. Se producirá por fundición a compresión a partir de todos los residuos obtenidos en el proceso de acondicionamiento de la materia prima y el proceso de producción de la lona **Art d' ECO**. Su fundición se realiza al superar en promedio los 245°C generando una lamina que puede alcanzar un grosor entre 0.5mm a 3cms, dependiendo de los requerimientos.

#### Propiedades.

- Mecánicamente adquiere gran resistencia debido a los enlaces formados a causa de la compresión.
- Capaz de soportar mucho peso.
- Impermeable, resistente a la humedad, fricción, y temperaturas ambientales.
- Posee una policromía bastante atractiva gracias a la mezcla de resinas de diferentes tonalidades.
- La terminación superficial que se obtiene puede ser lisa o rugosa, dependiendo de los requerimientos.
- Es compatible con procesos de termoformado.
- Permite aplicación de lacas.
- Tiene una larga vida útil.

## 9.2.2 Experimentación con los materiales.

### 9.2.2.1 Tablas de materiales.

👉 Lona Art d' ECO No. 01.

Descripción	Tiempo de Fundición	Resultados	Dimensiones
Bolsas plásticas con franjas verticales en colores primarios, generalmente distribuidas por pequeños comercializadores de frutas y verduras.	1:00 minuto	<p><b>Flexibilidad:</b> 5  <b>Rigidez:</b> 1  <b>Textura:</b> 3</p> <p><b>Color:</b> En el proceso de fundición, los colores se mezclaron generando nuevas tonalidades, como naranja, violeta y verde, además de mantenerse también los colores primarios.</p> <p>La polícorona puede disponerse en diferentes patrones de diseño.</p>	<p><b>Espesor:</b> 50μ.  <b>Largo:</b> 30 cm.  <b>Ancho:</b> 20 cm.</p>

Los resultados de flexibilidad, rigidez y textura se realizaron en una escala de 1 a 5.



## 9. METODOLOGÍA.

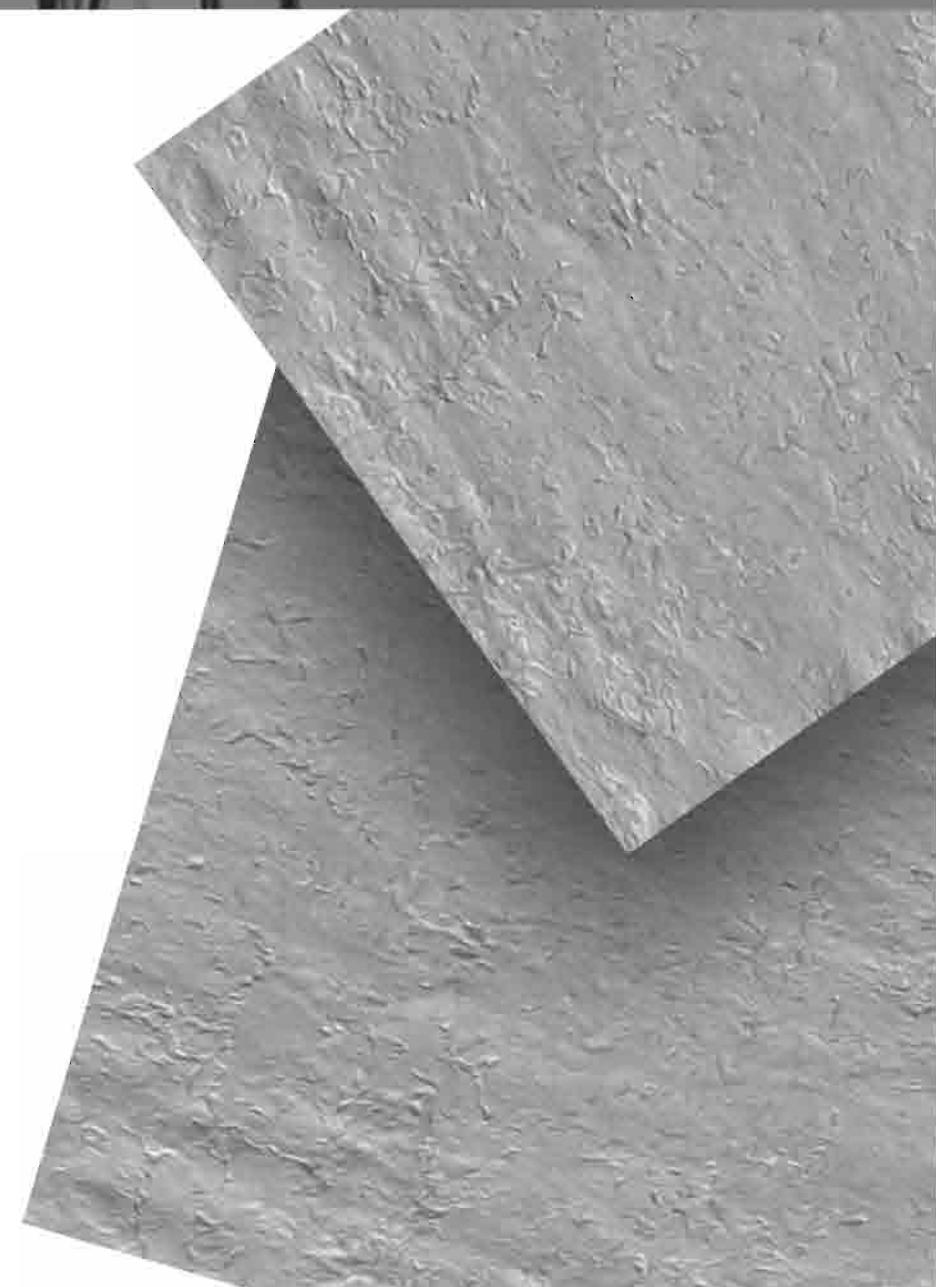
fase analítica

### ↳ Lona Art d' ECO No. 02.

Descripción	Tiempo de Fundición	Resultados	Dimensiones
Bolsas plásticas de color gris mate. Generalmente son distribuidas por ferreterías y establecimientos industriales, por lo que proveen mayor resistencia.	1:30 minutos	<b>Flexibilidad:</b> 4 <b>Rigidez:</b> 2 <b>Textura:</b> 4  <b>Color:</b> Mantuvo la tonalidad gris pero gana lustre, acercándose a un tono metalizado.	<b>Espesor:</b> 1mm. <b>Largo:</b> 30 cm. <b>Ancho:</b> 20 cm.

Ofrece textura y flexibilidad similar a las lomas industriales. Permite termoforado.

Los resultados de flexibilidad, rigidez y textura se realizaron en una escala de 1 a 5.



## 9. METODOLOGÍA.

fase analítica

### ↳ Lona Art d' ECO No. 03.

Descripción	Tiempo de Fundición	Resultados	Dimensiones
Bolsas plásticas de colores brillantes y acabado lustroso distribuidas por almacenes de ropa. La gran mayoría tienen impresión de tipografías en tonos contrastantes a la base.	2:30 Minutos	<b>Flexibilidad:</b> 2 <b>Rigidez:</b> 4 <b>Textura:</b> 2  <b>Color:</b> Mantuvo sus tonos originales en base y tipografía pero perdió lustre.	<b>Espesor:</b> 2.5mm. <b>Largo:</b> 45 cm. <b>Ancho:</b> 30 cm.
		Se adquiere mayor espesor, rigidez y durabilidad. Permite termoforado.	

Los resultados de flexibilidad, rigidez y textura se realizaron en una escala de 1 a 5.



## 9. METODOLOGÍA.

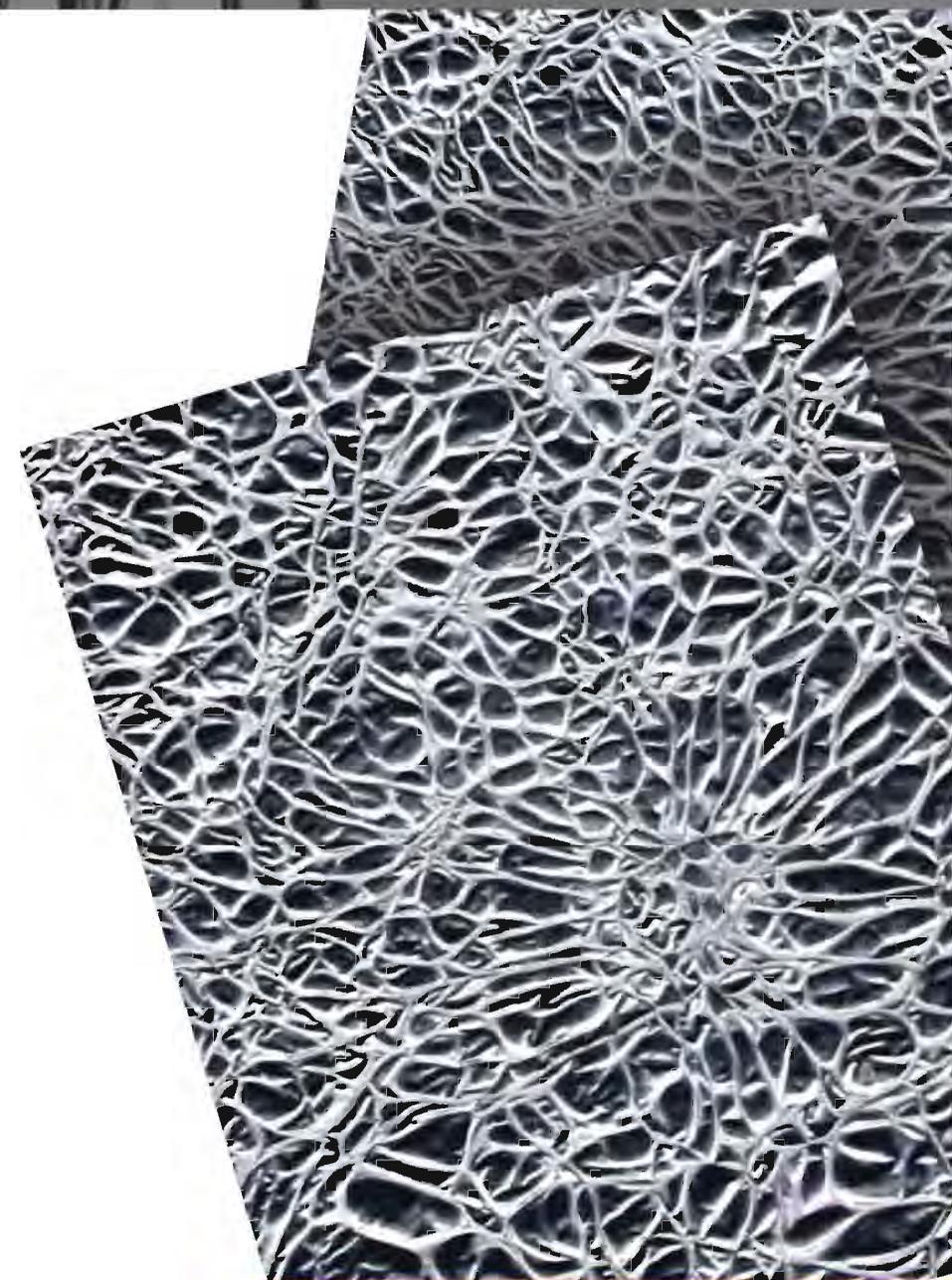
fase analítica

### ↳ Lona Art d' ECO No. 04.

Descripción	Tiempo de Fundición	Resultados	Dimensiones
Material recuperado de empaques y envolturas de alimentos. Acabado interno metalizado.	1:30 Minutos	<b>Flexibilidad:</b> 4 <b>Rigidez:</b> 2 <b>Textura:</b> 5  <b>Color:</b> Mantuvo el tono metalizado original, pero con áreas mates y lustradas dependiendo del relieve.	<b>Espesor:</b> 70μ. <b>Largo:</b> 18 cm. <b>Ancho:</b> 12 cm.

Alcanza texturas irregulares interesantes. Se asimila a las técnicas de raspado sobre metal.

Los resultados de flexibilidad, rigidez y textura se realizaron en una escala de 1 a 5.



## 9. METODOLOGÍA.

fase analítica

### ↳ Lona Art d' ECO No. 05.

Descripción	Tiempo de Fundición	Resultados	Dimensiones
<p>Material recuperado de grandes cadenas de supermercados como EXITO, ALKOSTO y CARREFOUR, principales distribuidores de bolsas plásticas en nuestra región.</p> <p>Tienen logotipos impresos que ocupan el 35% de su área total.</p>	1:40 Minutos	<p><b>Flexibilidad:</b> 3 <b>Rigidez:</b> 3 <b>Textura:</b> 3</p> <p><b>Color:</b> Los colores brillantes se mantienen fieles. Los blancos de fondo se convierten en tonos marfil.</p> <p>Los logotipos recortados generan modularidad gráfica, reconociendo la marca original.</p>	<p><b>Espesor:</b> 45µ. <b>Largo:</b> 35 cm. <b>Ancho:</b> 35 cm.</p>

Los resultados de flexibilidad, rigidez y textura se realizaron en una escala de 1 a 5.



## 9. METODOLOGÍA.

fase analítica

### ↳ Lona Art d' ECO No. 06.

Descripción	Tiempo de Fundición	Resultados	Dimensiones
Polietileno transparente recuperado de embalajes de electrodomésticos.	1:40 Minutos	<b>Flexibilidad:</b> 5 <b>Rigidez:</b> 2 <b>Textura:</b> 3  <b>Color:</b> Mantuvo sus propiedades translucidas. El material introducido también mantuvo los colores intactos.	<b>Espesor:</b> 45µ. <b>Largo:</b> 35 cm. <b>Ancho:</b> 35 cm.

Se forman agradables patrones asimétricos que quedan encapsulados e inmovilizados entre dos capas de polietileno.

Los resultados de flexibilidad, rigidez y textura se realizaron en una escala de 1 a 5.



## 9. METODOLOGÍA.

fase analítica

↳ Lona Art d' ECO No. 07.

Descripción	Tiempo de Fundición	Resultados	Dimensiones
Residuos resultantes de la selección previa del material.	2:00 Minutos	<b>Flexibilidad:</b> 2 <b>Rigidez:</b> 3 <b>Textura:</b> 4  <b>Color:</b> Obtuvimos policromía en el material como consecuencia de los distintos materiales que se usaron para su fundición.  <i>La fusión entre los restos del material permitió producir una sola lámina.</i>	<b>Espesor:</b> 2mm. <b>Largo:</b> 40 cm. <b>Ancho:</b> 40 cm.

Los resultados de flexibilidad, rigidez y textura se realizaron en una escala de 1 a 5.



## 9. METODOLOGÍA.

fase analítica

### ↳ Aglomerado Art d' ECO No. 01.

Descripción	Tiempo de Fundición	Resultados	Dimensiones
Residuos en malas condiciones y material resultante de la selección y acondicionamiento previo.	5:00 Minutos	<b>Flexibilidad:</b> 1 <b>Rigidez:</b> 5 <b>Textura:</b> 4  <b>Color:</b> Obtuvimos policromía en el material como consecuencia de los distintos materiales que se usaron para su fundición.	<b>Espesor:</b> 2.5cmt. <b>Largo:</b> 40 cm. <b>Ancho:</b> 40 cm.

La fusión entre los restos del material permitió producir una sola lámina.

Los resultados de flexibilidad, rigidez y textura se realizaron en una escala de 1 a 5.



## 9. METODOLOGÍA.

fase analítica

### 9.2.2.2 Procesos industriales lona Art d' ECO.

#### Proceso industrial lona Art d' ECO No. 01.

Descripción	Resultados
-------------	------------

ESTAMPADO

SERIGRAFÍA

Después de preparar la superficie para este proceso, se logró estampar en el material formas variadas como letras, líneas orgánicas y geométricas.

**ADICIÓN DE VINILO ADHESIVO**  
Con diseños realizados en plotter de corte y a través de una exposición prolongada a una fuente de calor, se pueden fusionar ambos materiales manteniendo los gráficos intactos.



## 9. METODOLOGÍA.

fase analítica

### Proceso industrial lona Art d' ECO No. 02.

Descripción	Resultados
UNIÓN Y PLEGADO.	Logramos generar una sola pieza a partir de 3 segmentos de lona Art d' ECO en diferentes colores, para esto se elevó la temperatura en zonas específicas, fusionando sus capas hasta generar uniones resistentes, además se logró autoestructurar el material utilizando pliegues realizados manualmente.

### Proceso industrial Iona Art d' ECO No. 03.

Descripción	Resultados
PLEGADO	Se logro autoestructurar el material utilizando pliegues geométricos que se realizaron manualmente.



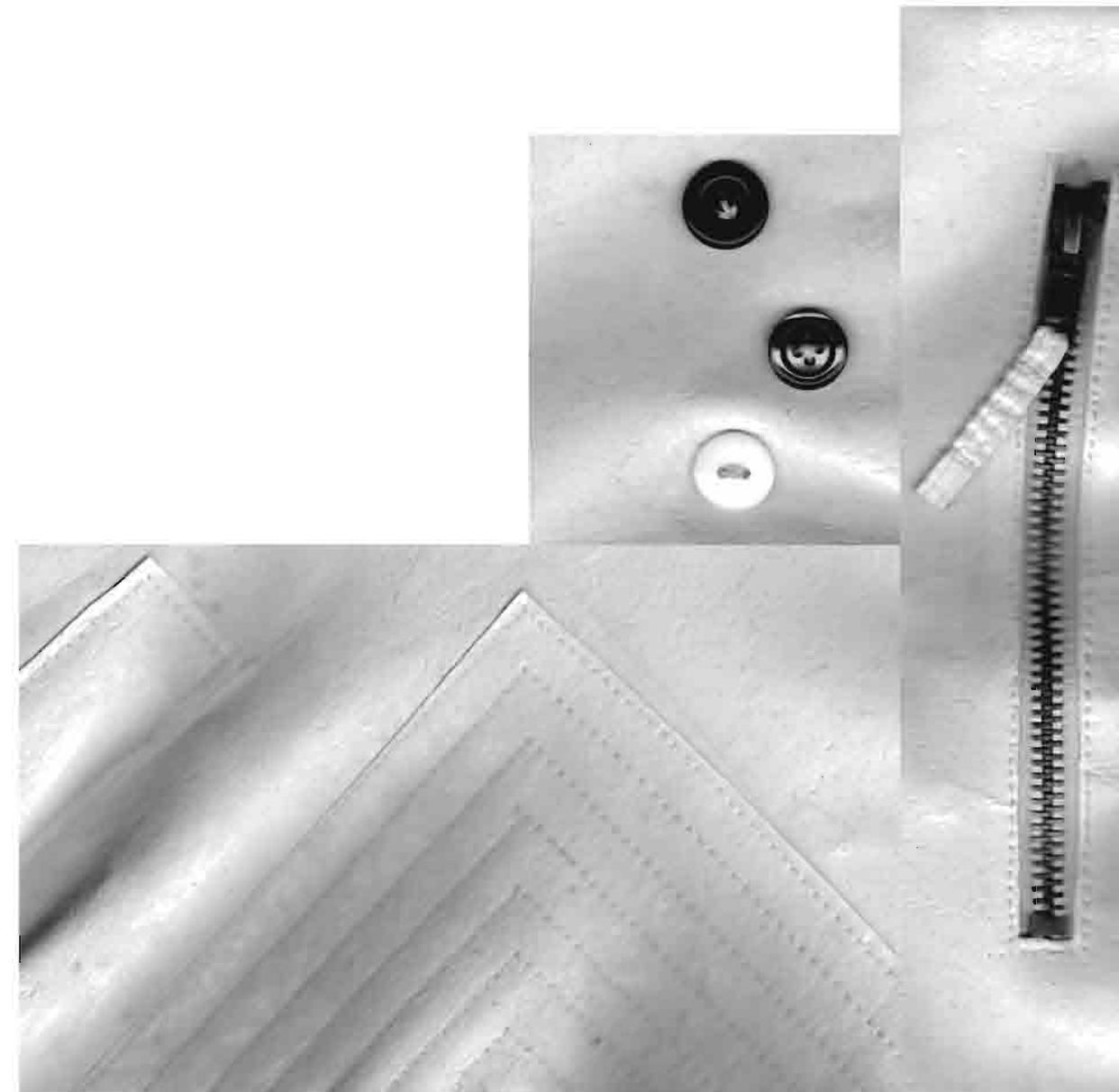
### Proceso industrial Iona Art d' ECO No. 04.

Descripción	Resultados
TERMOFORMADO	Se realizó la experimentación exponiendo el material al calor, dando como resultado auto estructuración con formas complejas y ángulos pronunciados.



### Proceso industrial Iona Art d' ECO No. 05.

Descripción	Resultados
PROCESOS TEXTILES	<p>El material asumió un favorable comportamiento frente a procesos como costura con hilo tradicional, aplicación de botones y cierres, acolchados con espuma, y apertura por cinta velcro.</p> <p>No se debilitó ni mostró rompimiento en su elaboración o uso.</p>



### 9.2.2.3 Aprovechamiento y valorización.

La política colombiana sobre manejo de los residuos se basa en una jerarquización de las acciones de manejo, en la cual se da prioridad a la prevención y a la minimización de los residuos, y se plantea la necesidad de aprovecharlos mediante las distintas opciones disponibles, como son la reutilización o el reciclaje. La prevención y reducción de la generación de residuos supone, tanto la adecuación del diseño de los productos en el proceso de fabricación, como la modificación en los hábitos de consumo. Estas estrategias favorecen el objetivo de reducir la cantidad de los residuos y/o la peligrosidad de los mismos, procurando la utilización de menos componentes peligrosos en su fabricación. Cuando la reutilización no sea el modo ambientalmente más racional de extraer valor de los residuos, una variante es reciclarlos como materia prima o utilizarlos para la recuperación de energía de forma que no se pierda su valor intrínseco<sup>15</sup>.

El nivel de participación de la población y su receptividad a los sistemas de recolección tienen un efecto muy importante en los costos. La participación del público en los sistemas de recolección de residuos plásticos entre los residuos sólidos urbanos, influye en la cantidad y la calidad de los residuos plásticos recolectados y, por tanto, en el costo por tonelada de materiales reciclables. Los programas permanentes de sensibilización pública constituyen un elemento importante para atraer la participación de la población.

### 9.2.2.4 Proceso de producción.

#### 9.2.2.4.1 Separación y clasificación.

Para algunos procesos y aplicaciones del reciclaje no se requiere la separación de los materiales plásticos presentes en los residuos por tipo de resina. Dependiendo de las proporciones requeridas de cada plástico en las aplicaciones a las que vayan a ser destinados, pueden utilizarse tal como llegan del proceso de recolección, sin previa separación o acondicionamiento.

En nuestro proceso, los residuos plásticos deben clasificarse por tipo de plástico específico, antes de su procesamiento para una segunda aplicación. En el caso de los artículos de plástico más pequeños no será necesario, debido a que éstos pueden utilizarse para la producción del siguiente material. Esta separación se llevará a cabo mediante un proceso de macroselección manual. Esta operación implica tomar cada línea de artículos plásticos enteros desechados y separarlos, de acuerdo al tipo de resina. Para identificar los artículos plásticos con alto potencial de reciclaje, la Sociedad de Industrias Plásticas de los Estados Unidos desarrolló el sistema de códigos basado en el símbolo universal del reciclaje (NTC 3205, presentado en el capítulo 8.1.2.3), que ha sido promovido en Colombia por ACOPLASTICOS.

<sup>15</sup> Todos los residuos plásticos que no son susceptibles de aprovechamiento a través de reciclaje mecánico o químico, pueden ser utilizados como combustible debido al alto poder calorífico que contienen y a su alto valor energético. Los residuos plásticos no son otra cosa que hidrocarburos, derivados del petróleo o del gas natural.

Para separar los componentes plásticos en corrientes de un plástico único ( cuando se encuentren materiales plásticos que no estén marcados con el código y número de resina ) es indispensable tener conocimientos básicos sobre las diferentes resinas, para lo cual se aconseja estudiar el Manual del Reciclador de Residuos Plásticos publicado por ACOPLASTICOS.

En el proceso de transformación posterior no se tolerará la mezcla de colores, así que los materiales plásticos seleccionados por tipo de resina deben ser igualmente diferenciados por color a través de sistemas de separación manual o automáticos. La clasificación por color se hará según las siguientes categorías:

- Transparentes.
- Naturales ( blancos ) .
- Pigmentados.

### 9.2.2.4.2 Limpieza y acondicionamiento.

Realizadas las etapas de separación en la fuente, recolección selectiva y clasificación, los residuos plásticos aprovechables deben ser acondicionados para garantizar la calidad del material disponible para su posterior transformación. El acondicionamiento es el conjunto de todas las operaciones necesarias y conducentes a eliminar partes ajenas del residuo que está siendo adecuado y/o a prepararlo para la siguiente etapa de su aprovechamiento.

En algunos casos los residuos plásticos se pueden utilizar en ciertos procesos de aprovechamiento sin requerir ningún acondicionamiento; por ejemplo, para producir madera plástica, asfaltos o aglomerados. En este caso, se requiere que dichos materiales sean clasificados, separados y acondicionados por la incompatibilidad tanto de materiales diferentes, como de elementos extraños.

Las operaciones involucradas en la etapa de acondicionamiento según se requiera, serán:

- **Lavado y secado:** En donde el material se somete a un proceso de limpieza, con agua y detergentes de baja espuma, con el fin de eliminar restos de alimentos o demás componentes tóxicos. Posteriormente se centrifuga en seco con el fin de eliminar su humedad.
- **Eliminación de segmentos deteriorados:** Por defectos de uso o como consecuencia del mal trato al ser desechados.

➤ **División del material:** Separandolas de áreas de sellado, fuelles, bases y/o asas troqueladas que no permitan un acabado impecable de la superficie.

➤ **Separación de marcas y logotipos:** Los cuales tendrán un uso posterior en el diseño ( aplicación gráfica ) final del producto.

Una vez se haya superado esta fase de separación, limpieza y acondicionamiento, estamos listos para continuar con el proceso de producción del material. El paso a seguir es la fundición.

### 9.2.2.4.3 Fundición.

Para comenzar el proceso de fundición de la lona **Art d' ECO** disponemos los empaques o bolsas plasticas en varias capas sobre una plancha termoestática industrial. Esta tiene un recubrimiento que la hace antiadherente, posee una superficie de 75 x 53 centímetros y alcanza temperaturas desde 100 a 400° C. En este caso particular el proceso se hace a 130°C. Una vez elevada la temperatura, los empaques o bolsas plásticas alcanzan el punto de fusión y todas sus capas logran adherirse entre si, formando una sola pieza.

El tiempo de fundición varía de acuerdo al material y el grosor que se desea obtener, aunque en promedio es de 1:34 minutos.

El proceso de fundición del aglomerado **Art d' ECO** se realiza por medio de una matriz metálica de 25 x 25 centímetros, dentro de la cual se depositan los restos del material de corte y acondicionamiento, además de los bordes y restos eliminados de la lona **Art d' ECO**. Allí, se eleva su temperatura, creando solidos enlaces entre sus moléculas. Este proceso se realiza a 245°C y tarda en promedio 3:12 minutos.

### 9.2.2.4.4 Corte y/o pulido.

Estos procesos se realizan con el fin de estandarizar el material y eliminar las zonas deterioradas o en mal estado. En el caso de la lona **Art d' ECO** se utilizan hojas diamantadas para cortar el material dejando un excelente acabado. En el aglomerado **Art d' ECO** se refinan los bordes y se acondicionan por completo las superficies.

### 9.2.2.4.5 Control de calidad.

Durante este proceso se revisa el material a la búsqueda de imperfecciones. Si se encuentran secciones de lona **Art d' ECO** dañadas, se trasladan al area de fundicion, para conformar con esta materia prima nuevas laminas de aglomerado. En el caso de encontrar aglomerado **Art d' ECO** con imperfecciones se remite a la etapa de pulido nuevamente.

# PROCESO PRODUCTIVO.

LONA Art d'ECO



Proceso manual.

Medios de Adquisición: Campañas de recolección y compra a distribuidores.



Proceso manual.

Clasificación por tipo de resina y color.



Proceso mecánico.

Lavado con agua y detergentes de baja espuma, centrifugado en seco.

Eliminación de segmentos deteriorados, división del material y separación de marcas y logotipos.



Proceso manual.

Empleo de Plancha termostática industrial.



Proceso mecánico.

De acuerdo a dimensiones establecidas.  
Eliminación de áreas con imperfecciones físicas.



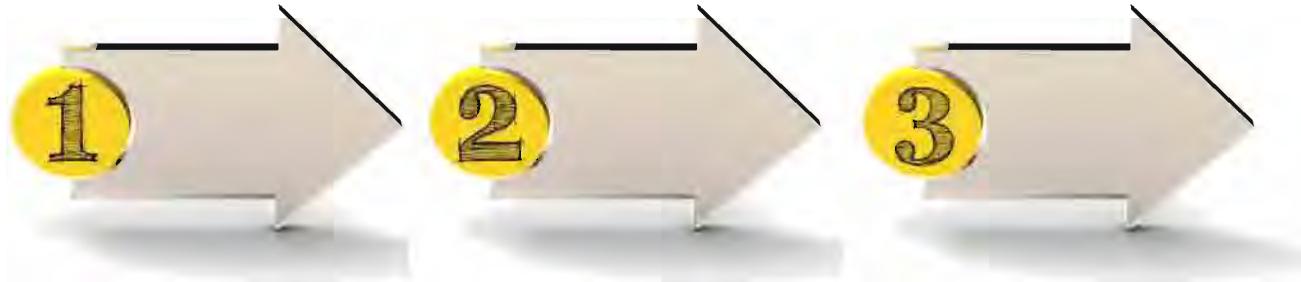
Proceso manual.

Selección del material con perfecto acabado.

TERMINADA  
LONA  
PARA  
ART D'ECO

# PROCESO PRODUCTIVO.

AGLOMERADO Art d'ECO



Proceso análogos a lona Art d'ECO.



Proceso manual.  
Selección del material con perfecto acabado.



Proceso mecánico.  
Empleo de laminadora industrial para dar un espesor uniforme.



Proceso mecánico.  
Eliminación de bordes y superficies irregulares.



Proceso manual.  
Selección del material con perfecto acabado.

AGLOMERADO  
TERMINADO  
ART d'ECO

### 9.2.4 Requerimientos de diseño.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
<b>REQUERIMIENTOS DE USO</b>	
<b>Practicidad</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Sera legible y fácil de usar.</li><li>➤ De fácil transporte.</li></ul>
<b>Seguridad</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Será de estructura solida.</li></ul>
<b>Mantenimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Debe tolerar métodos de limpieza tradicional.</li></ul>
<b>Antropometría</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Debe tener una adecuada relación dimensional: usuario-producto.</li><li>➤ Debe mantener las proporciones de acuerdo a los percentiles colombianos relacionados en acope 95 de Colombia.</li></ul>
<b>Manipulación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Sus componentes no deben representar peligro para el usuario.</li></ul>

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
<b>REQUERIMIENTOS TECNICOS</b>	
<b>Resistencia</b>	✚ Debe resistir la manipulación de usuarios, con frecuencia diaria.
<b>Uniones</b>	✚ Deben ser resistentes al peso. ✚ Debe ser resistentes a la manipulación diaria por parte del usuario.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
REQUERIMIENTOS SIMBOLICOS	
Criterio	<ul style="list-style-type: none"><li>✎ Generará confianza al usuario.</li><li>✎ Debe ser atractivo para el sector poblacional joven.</li></ul>

### 9.3 FASE CREATIVA.



### 9.3.1 Desarrollo de ideas.

#### 9.3.1.1 Promoción y Publicidad.

##### LOGOTIPO Art d' ECO

El nombre **Art d' ECO** surgió como un juego de palabras que resume la finalidad del proyecto: realizar productos de alto nivel estético a partir del rehuso (Arte a partir del ECO diseño). Así, se intenta fomentar una nueva faceta del diseño promoviendo las acciones ecológicas para conservar el medio ambiente.



## 9. METODOLOGÍA.

“PIENSA VERDE” haciendo uso del Slogan “por que RECICLAR, esta de moda” busca acercar a los jóvenes al entorno del reciclaje, motivandolos a apoyar este tipo de iniciativas, exponiendo que el futuro del planeta se encuentra en manos jóvenes.

Queremos mostrar un paralelo que relacione la identidad de la campaña publicitaria con el resultado del proyecto: productos diseñados a partir del reciclaje con un alto nivel estético de acuerdo a las tendencias actuales.

Porque RECICLAR,  
ESTA DE MODA!



### 9.3.1.1.1. Adquisición de la materia prima.

Para la adquisición de la materia prima, serán necesarios convenios con entidades gubernamentales de la ciudad, a las que en contraprestación por el apoyo dado, ofreceremos capacitaciones sobre la cotidianidad del diseño industrial en todo lo relacionado al reciclaje. Además se dotará de algunas unidades de recolección y almacenamiento para disposición de los residuos reutilizables.

Así mismo, se adelantará una campaña de recolección y reciclaje en varias instituciones educativas.

“PIENSA VERDE” servirá como nuestra hoja de presentación y una plataforma para obtener la materia prima al interior de los colegios y universidades. Para lograr esto se dispondrán de botes de almacenamiento, en donde los estudiantes depositarán sus empaques y bolsas plásticas después de consumir los alimentos, contribuyendo no solo con el medio ambiente sino también con el crecimiento del proyecto.

Los materiales de fabricación permitirán que este depósito sea de máxima durabilidad, ya que habitualmente se ubicarán a la intemperie y deberán soportar diversas condiciones (clima/vandalismo). El compartimento será de policarbonato; material de gran resistencia a las condiciones atmosféricas. Tiene protección UV, es retardante del fuego y ofrece mayor seguridad que otros polímeros. Será transparente para permitir total visibilidad de todo aquello que el usuario arroje en su interior. Tendrá una abertura muy reducida para que solo puedan deslizarse los empaques y bolsas de plástico recicladas, de esta manera todo su contenido se encontrará a salvo de otro tipo de desechos y basuras. En la parte posterior estará el acceso para retirar todo el material conseguido en los diferentes establecimientos estudiantiles. Será también el espacio en el que se ubicará la publicidad de la campaña “PIENSA VERDE” así, el público conocerá todo lo referente a nuestro proyecto y a esta gran campaña ecológica. Sus soportes de apoyo serán de acero inoxidable y serán fijados al suelo por medio de pernos de anclaje.

Se ubicarán 4 botes de almacenamiento del material en cada colegio y/o universidad. En general habrá 23 sedes en las que se dispondrán estos dispositivos, existiendo en total 92 botes en toda la ciudad.

Si esta estrategia funciona adecuadamente, se podrá extender a barrios y demás locaciones, contribuyendo conjuntamente al desarrollo ambiental y ecológico de la ciudad.

También cabe la posibilidad de compra de la materia prima a entidades recicladoras de acuerdo al precio del material suministrado, su peso y calidad.



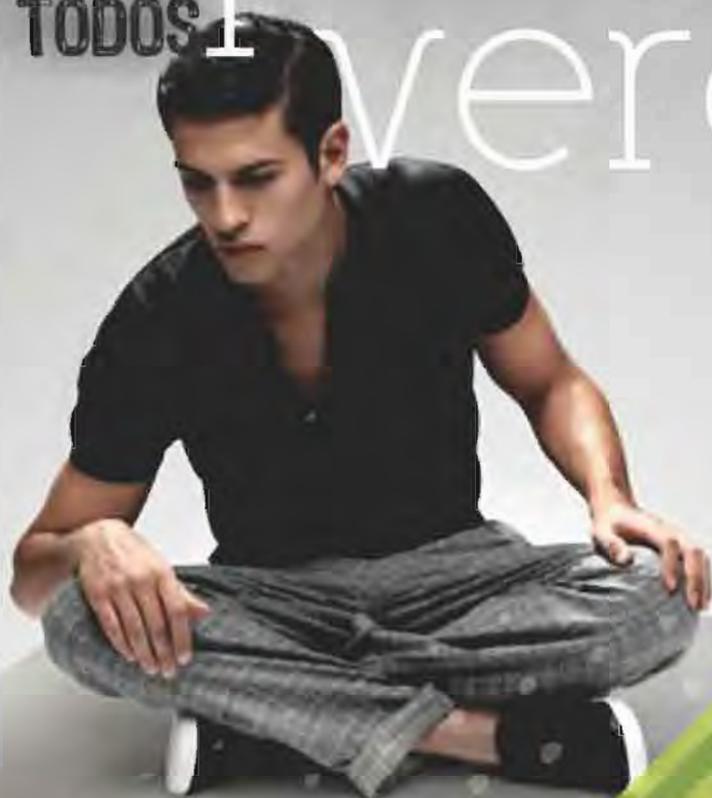
POSTER NO 1.

**POR MI  
POR VOS  
POR TODOS**

piensa  
verde.

POR MI  
POR VOS  
POR TODOS

piensa  
verde.



porque reciclar,  
**ESTA DE MODA!**

POR MI  
POR VOS  
POR TODOS

piensa  
verde.



**Porque RECICLAR,**  
*esta de moda!*

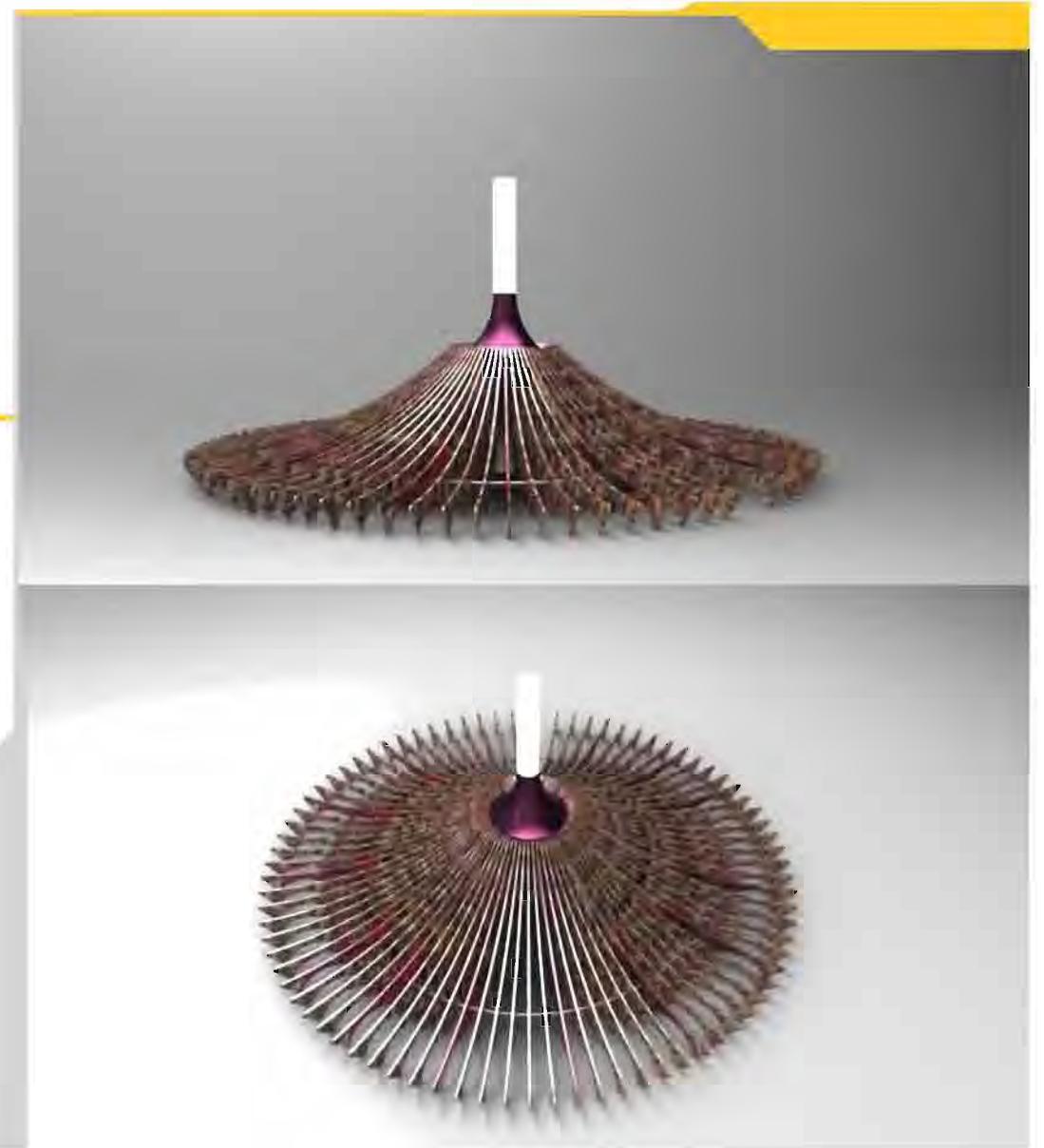
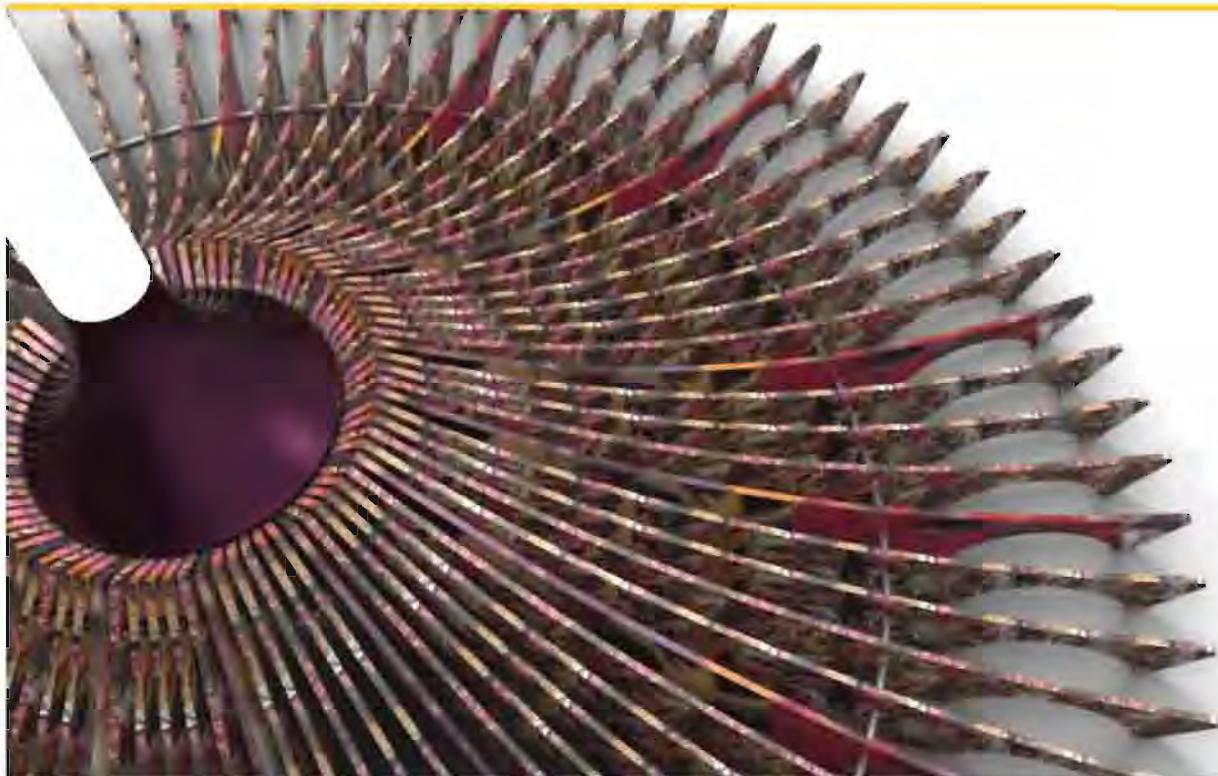
**POSTER NO 3.**

## 9. METODOLOGÍA.

fase creativa

### 9.3.1.2. Diseño de producto.

#### Butaca+Iluminación.



## 9. METODOLOGÍA.

fase creativa

Mouse.



## 9. METODOLOGÍA.

fase creativa

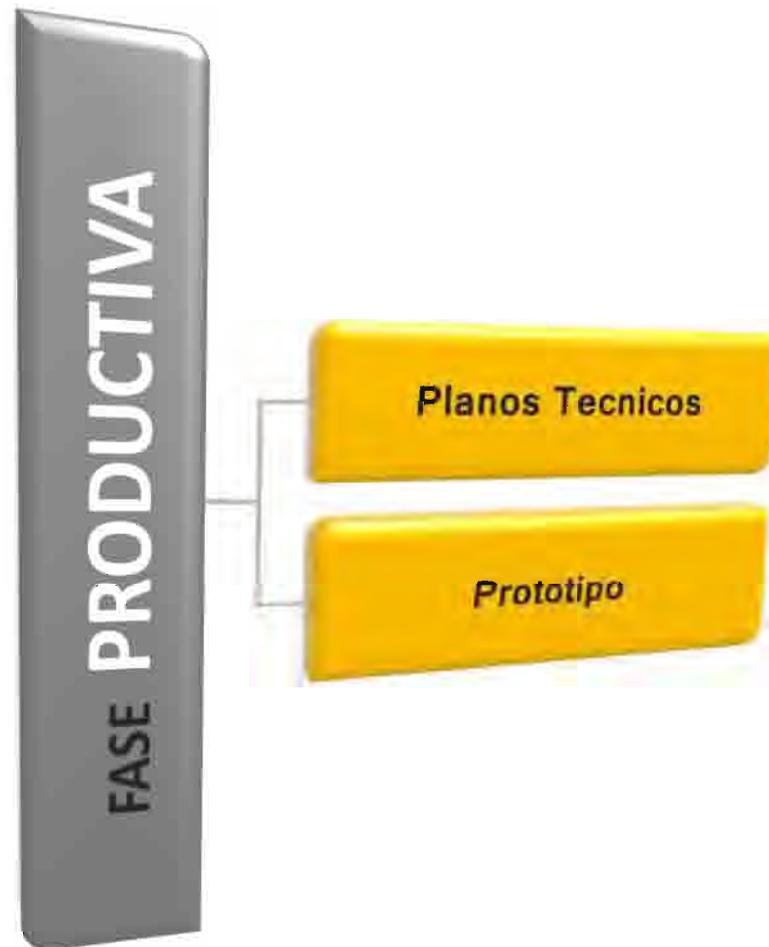
Tomacorriente.



- ↳ Empaque MONSTERS ESCOBITAS.

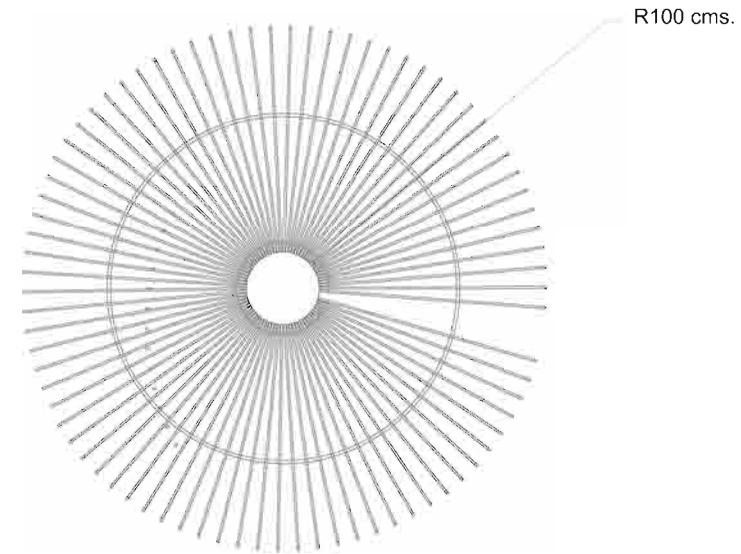
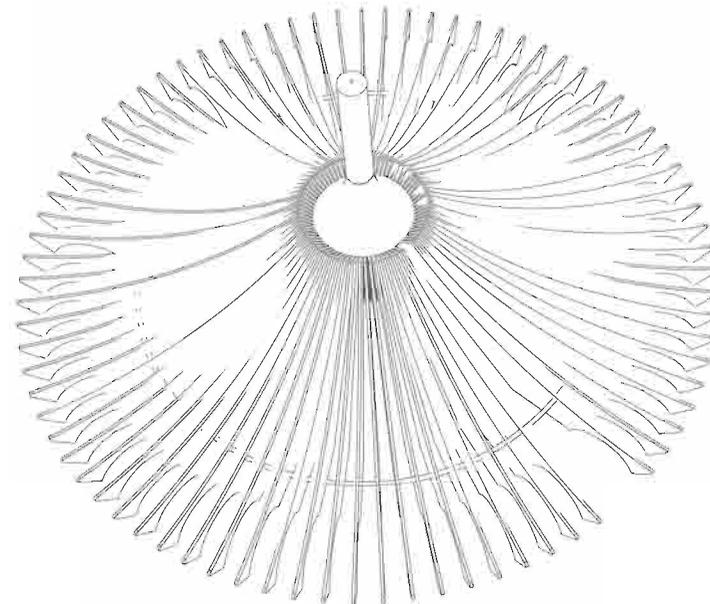
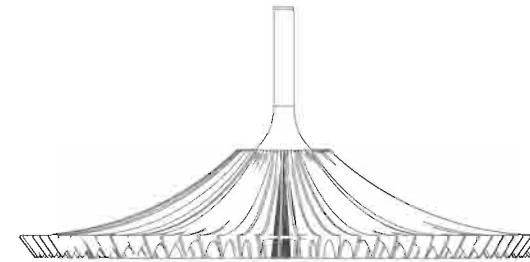
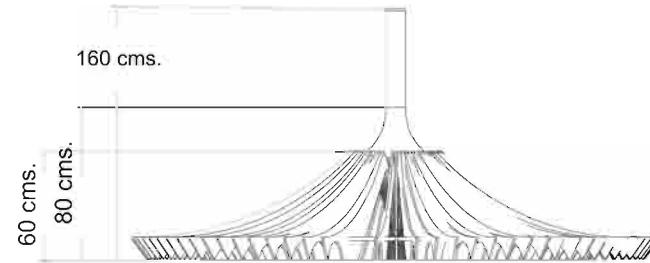


### 9.4 FASE PRODUCTIVA.



## 9.4.1. Planos técnicos .

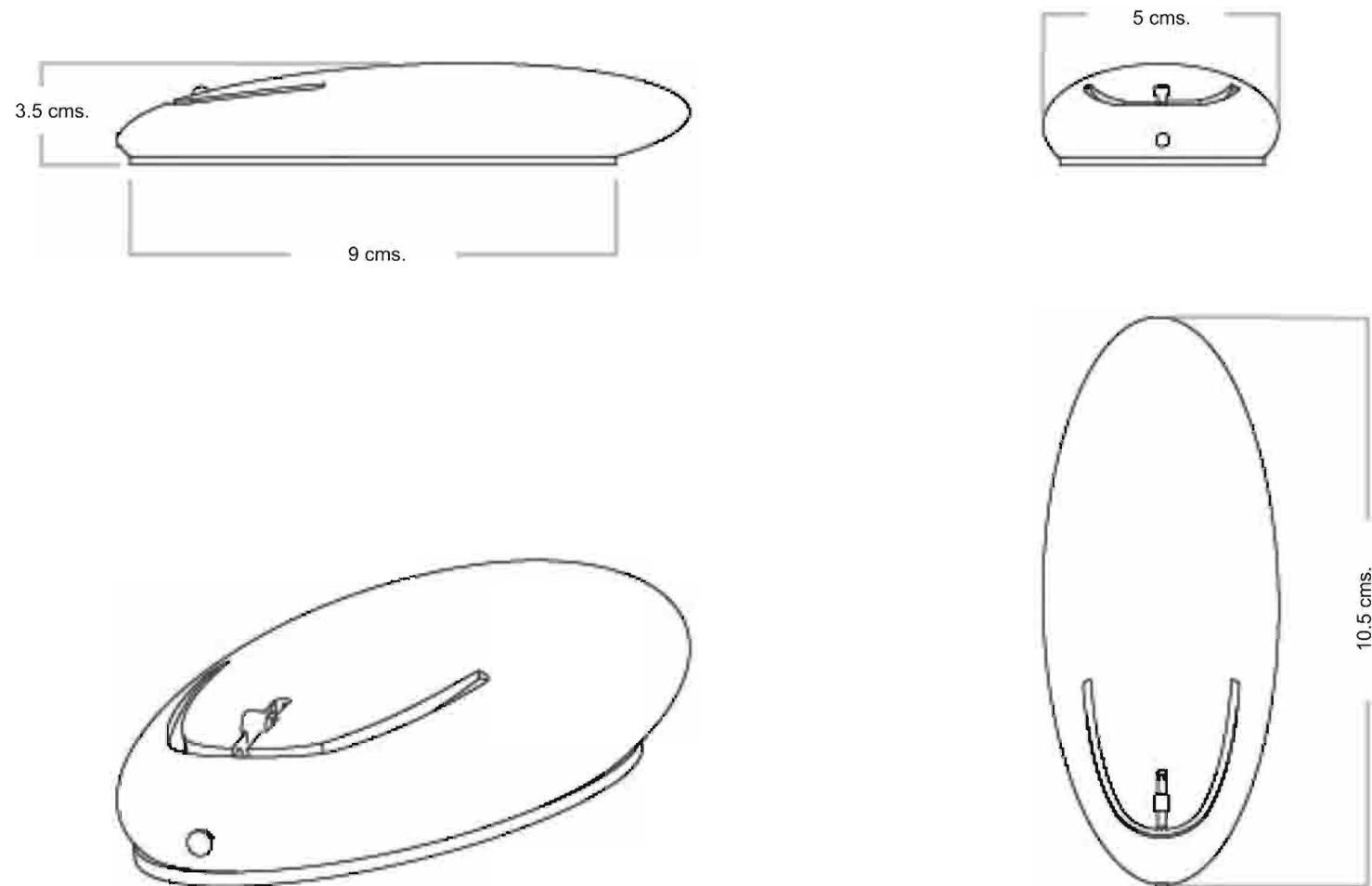
### Butaca+Iluminación.



## 9. METODOLOGÍA.

fase creativa

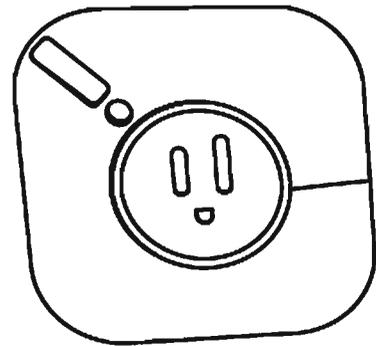
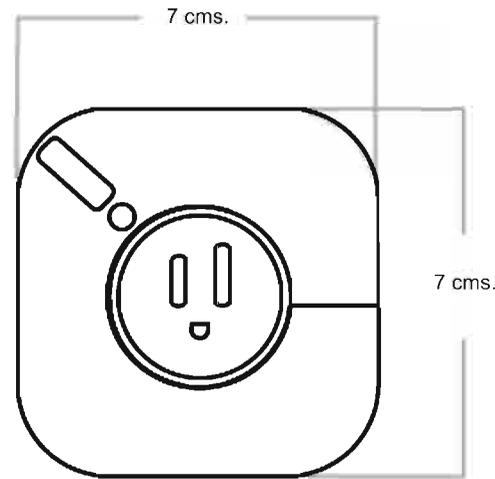
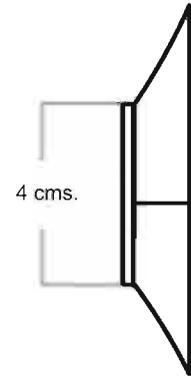
Mouse.



# 9. METODOLOGÍA.

fase creativa

Tomacorriente.



## 10. CONCLUSIONES.

- ✦ A partir de la óptica del diseño industrial logramos aportar ideas que eventualmente generaran cambios a nivel ambiental.
- ✦ Generamos nuevos materiales con gran versatilidad, aprovechando el polietileno desechado en nuestra ciudad.
- ✦ Construimos diseños aprovechando los recursos y métodos de transformación de materias primas existentes en nuestra región.
- ✦ El desarrollo de materiales como proyecto de grado nos permitió diversificar los campos de acción en los que se puede ejercer como Diseñadores Industriales.
- ✦ Al crear nuevos materiales con tendencia ecológica, incentivamos el interés de otros diseñadores para participar activamente en nuestro proyecto.

- ACODAL, Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, Bogotá, 1999
- ACOPLASTICOS. Directorio Colombiano de Reciclaje de Residuos Plásticos. Bogotá, 2002.
- ACOPLASTICOS. Manual del Reciclador de Residuos Plásticos. Bogotá, 1999.
- ACOPLASTICOS. Plásticos en Colombia. XXXII edición, Bogotá, 2002.
- CAR. Guía Ambiental Pequeñas Empresas de Transformación de Residuos Plásticos y Textiles.
- FIPMA y Plastivida. Manual de Valorización de los Residuos Plásticos, Buenos Aires, 2001.
- INSTITUTO MEXICANO DEL PLÁSTICO, Enciclopedia del Plástico, Tomo 4, México D.F, 2000.
- INSTITUTO MEXICANO DEL PLÁSTICO. Enciclopedia del Plástico, primera edición, México D.F, 1997.
- MICHAELI, GREIF,KAUFMANN,VOSSEBURGER, Introducción a la tecnología de los plásticos, Hanser Publishers, Ohio, Usa.